

# Chương 1. Xem xét chung về phần thiết kế kết cấu mặt đường

## 1.1. GIỚI THIỆU

Thiết kế kết cấu mặt đường là nhằm xác định toàn bộ các lớp mặt đường, móng trên và móng dưới sao cho phù hợp nhất với các điều kiện cụ thể của mỗi dự án. Sự tổ hợp của các vật liệu trong năm ngay phía trên nền đất (lớp tạo phẳng) thường được xem là phần kết cấu. Theo "Hướng dẫn thiết kế kết cấu mặt đường của AASHTO" thì các lớp đó được xem là "kết cấu mặt đường".

Thiết kế kết cấu mặt đường thực sự không phải là một môn khoa học chính xác. Nó bao gồm rất nhiều biến số làm cho không thể tính chính xác như các công thức toán học thuần túy lý thuyết.

Hướng dẫn thiết kế và tiêu chuẩn thiết kế được trình bày ở đây dựa trên lượng thông tin lớn gồm: lý thuyết tính toán, các nghiên cứu thí nghiệm trong phòng, các đoạn thực nghiệm; nghiên cứu vật liệu, phương pháp và thiết bị và có lẽ một trong số các yếu tố quan trọng nhất đó là xem xét tính năng phục vụ kết cấu. Thiết kế kết cấu cuối cùng phải dựa trên số liệu khảo sát kỹ lưỡng về các điều kiện cụ thể của từng dự án gồm vật liệu, điều kiện môi trường, giao thông, vấn đề kinh tế của chu kỳ tuổi thọ, và vấn đề tính năng phục vụ các kết cấu ở các dự án tương tự trong các điều kiện tương tự ở cùng vùng.

Nghiên cứu và thực nghiệm vẫn đang được tiến hành nhằm đưa ra phương pháp và tiêu chuẩn thiết kế hoàn thiện, có sử dụng thành tựu tiên tiến về vật liệu và công nghệ. Việc đề xuất những ý tưởng mới nhằm ứng dụng vật liệu và công nghệ mới trong thiết kế, thi công, duy tu và trong kỹ thuật vật liệu của kết cấu rất được khuyến khích.

Nghiên cứu và những thay đổi được đề nghị trong tiêu chuẩn thiết kế cần được gửi lên Vụ khoa học công nghệ (DOST) - Bộ GTVT.

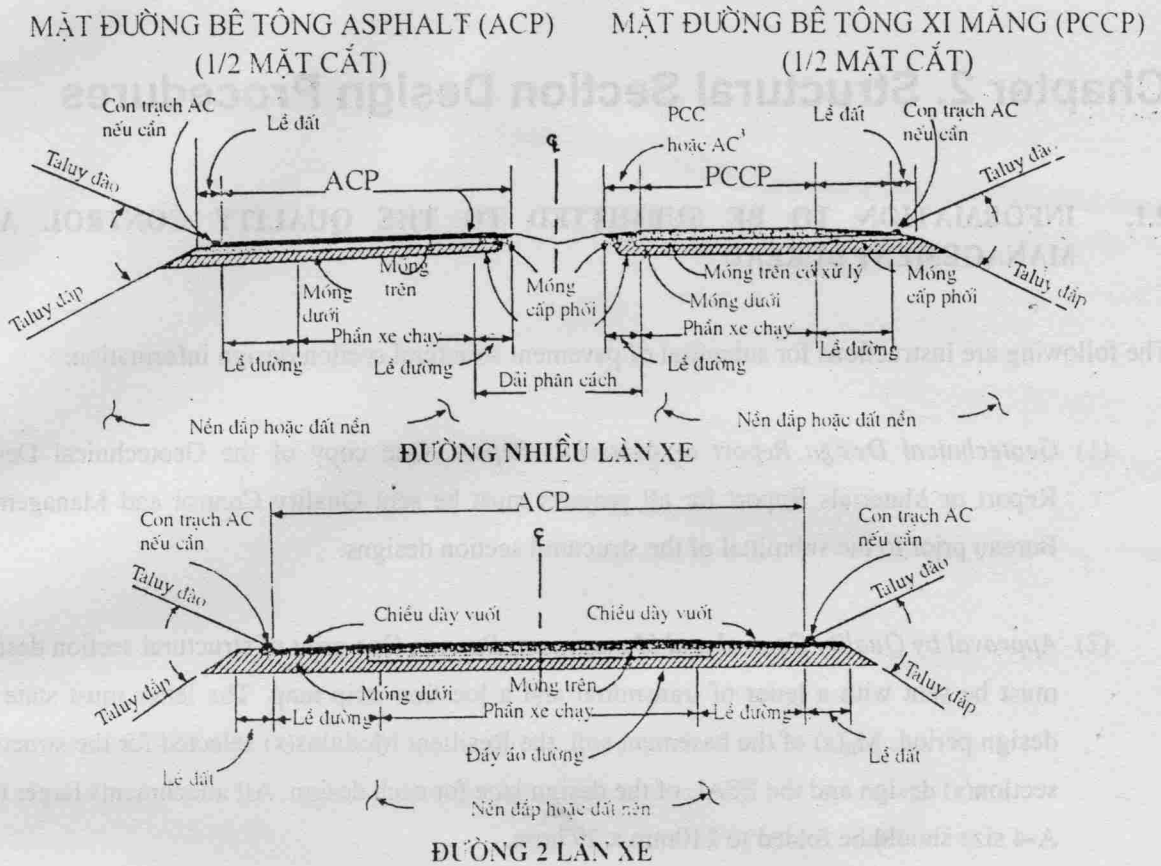
Quyển "Hướng dẫn thiết kế kết cấu mặt đường" của AASHTO là một tài liệu hướng dẫn rất tổng quát, rất hữu ích đối với công tác thiết kế kết cấu mặt đường. Cuốn hướng dẫn thiết kế của AASHTO do đội ngũ chuyên gia được công nhận ở Mỹ soạn thảo với nhiều dữ liệu thu thập được từ một số bang. Giải pháp cơ bản thiết kế mặt đường trong tiêu chuẩn này dựa theo cuốn hướng dẫn của AASHTO.

## 1.2. MỤC TIÊU THIẾT KẾ

Trừ các kết cấu thực nghiệm dùng để nghiên cứu, các kết cấu nói chung đều phải được thiết kế, sử dụng các phương pháp hoặc các tiêu chuẩn nêu dưới đây. Điều này nhằm đảm bảo đủ cường độ và độ bền của công trình để có thể chịu được tải trọng xe cộ dự báo trong suốt thời kỳ thiết kế của dự án. Các giải pháp thiết kế (mặt đường cứng và mềm) phải được xem xét đối với từng dự án sao cho phù hợp với từng điều kiện cụ thể của nó. Nói chung, thiết kế kinh tế nhất phải dựa vào "chi phí chu kỳ tuổi thọ" gồm chi phí ban đầu, chi phí duy tu bảo dưỡng và chi phí khôi phục trong suốt chu kỳ tuổi thọ đã được lựa chọn. Chúng ta có thể chọn phương pháp thiết kế, tuy nhiên nó phải phụ thuộc vào các điều kiện riêng của từng dự án như: độ lún của nền đã dự báo không đều, đất nền có tính trương nở cao, nước ngầm, khả năng có sẵn của vật liệu, loại mặt đường trên các làn xe lăn cận hoặc các thiết bị giao thông, xem xét lưu lượng xe, xây dựng phân kỳ, quy mô dự án hoặc các yếu tố khác. Do một vài điều kiện nêu trên có thể làm tăng chi phí, chúng trở thành một yếu tố trong phân tích chi phí chu kỳ tuổi thọ. Chương 9 bàn về việc lựa chọn loại mặt đường và các bước cụ thể để tiến hành phân tích kinh tế.

## 1.3. CÁC YẾU TỐ KẾT CẤU CHÍNH CỦA PHẦN XE CHẠY

Các yếu tố kết cấu chính của phần xe chạy được chỉ ra trong hình 1.1. Những đặc điểm và kích thước của các loại mặt đường khác nhau, cách xử lý bề mặt, lớp móng trên, móng dưới thường sử dụng được bàn bạc và đưa ra ở các mục và các hình tương ứng ở phần sau. Hệ thống thoát nước của kết cấu tiêu chuẩn được đưa ra trong sơ đồ ở chương 6 và được chi tiết hoá ở các bản vẽ tiêu chuẩn. Các yêu cầu riêng về vật liệu được mô tả trong các quy định tiêu chuẩn thi công.



Hình 1.1

## Chương 2. Các bước thiết kế

### 2.1. CÁC THÔNG TIN CẦN TRÌNH CỤC GIÁM ĐỊNH VÀ QUẢN LÝ CHẤT LƯỢNG

Dưới đây là các hướng dẫn những thông tin cần trình lên Cục GD và QLCL khi thiết kế kết cấu mặt đường:

- (1) *Báo cáo địa chất hoặc báo cáo vật liệu.* Một bản báo cáo địa chất hoặc báo cáo vật liệu của tất cả các dự án phải được gửi lên Cục GD và QLCL trước khi trình thiết kế.
- (2) *Phê duyệt của Cục GD và QLCL.* Phải gửi một bản thiết kế cùng với thư và bản đồ dự án lên Cục GD và QLCL. Trong thư phải nêu rõ thời kỳ thiết kế, các môđun đàn hồi ( $M_R$ ) của đất nền, môđun đàn hồi được chọn cho thiết kế phần kết cấu và số tải trọng trục tương đương cho làn xe thiết kế của từng đoạn thiết kế. Tất cả các tài liệu đính kèm lớn hơn khổ giấy A-4 đều phải đóng theo khổ giấy A-4 (210mm x 297mm).
- (3) *Các thiết kế phi tiêu chuẩn hoặc thiết kế đặc biệt.* Các thiết kế phi tiêu chuẩn hoặc các thiết kế "đặc biệt" nhằm thỏa mãn các điều kiện đặc biệt của một dự án nào đó hoặc vì mục đích nghiên cứu thì phải được chứng minh và trình để phê duyệt. Khi trình phải gửi kèm hai bản gồm kết cấu thiết kế đề xuất và bản đồ vùng đường đi qua. Trong thư trình phải nêu rõ thời kỳ thiết kế, các môđun đàn hồi của đất nền, môđun đàn hồi được chọn cho thiết kế kết cấu, tải trọng trục đơn tương đương theo làn xe áp dụng cho từng đoạn kết cấu, và các thuyết minh cho thiết kế phi tiêu chuẩn hoặc đặc biệt này.
- (4) *Lựa chọn loại mặt đường.* Phải tiến hành phân tích chi phí cho một chu kỳ phục vụ đối với việc lựa chọn loại mặt đường trong các dự án xây dựng mới với tải trọng trục đơn tương đương lớn hơn 2,000,000. Một bản đầy đủ các tài liệu về loại mặt đường đã được duyệt phải được đệ trình trong hồ sơ để tham khảo. Tài liệu đệ trình phải gồm các thông tin giống như thông tin yêu cầu tại điều 2.1(2). Ngoài ra cũng phải gửi kèm các dữ liệu như yêu cầu trong phần chỉ dẫn thuộc chương 7-lựa chọn loại mặt đường.
- (5) *Sửa đổi sau này.* Bất kỳ thay đổi nào về kết cấu đều phải đệ trình phù hợp với các chỉ dẫn nói trên và có sự tham khảo kỹ bản gốc.

## Chương 3. Các số liệu về giao thông cho thiết kế kết cấu mặt đường

### 3.1. GIỚI THIỆU

Mục tiêu chính của thiết kế kết cấu mặt đường là đưa ra một kết cấu móng và mặt đường đủ bền và ổn định, với mức duy tu tối thiểu con đường vẫn đảm bảo chịu được tải trọng xe trong suốt thời kỳ thiết kế. Phần này thảo luận về các yếu tố được xem xét trong quá trình thiết kế cũng như các bước tiến hành khi dự báo giao thông để thiết kế “kết cấu mặt đường” hoặc kết cấu cho các dự án cụ thể.

Kết cấu mặt đường được thiết kế để đảm bảo lượng giao thông đã dự báo trước trong đó có xem xét đến sự tăng trưởng của lưu lượng giao thông và sự quy đổi dòng xe hỗn hợp về tải trọng trục đơn tương đương 80kN (ESALs) có thể xảy ra trong thời kỳ thiết kế. Ảnh hưởng của xe khách, xe tải nhỏ và xe tải 2 trục đến tuổi thọ của mặt đường là nhỏ nhất còn các xe quá tải sẽ là nguyên nhân chính làm giảm tuổi thọ mặt đường. Khi thiết kế kết cấu mặt đường yêu cầu các thông tin về giao thông gồm tải trọng trục, kiểu trục xe và số lần tác dụng. Việc ước tính tải trọng trục đơn tương đương là yếu tố chính để thiết kế. Nếu tính toán không đúng tải trọng trục đơn tương đương thì tuổi thọ của đường có thể bị rút ngắn đáng kể hoặc ngược lại nếu lưu lượng xe được tính toán vượt quá thì mặt đường thiết kế quá dày dẫn đến kết cấu mặt đường không kinh tế.

Kết quả thí nghiệm đường của AASHTO cho thấy rằng tác dụng gây hư hại của một trục xe có thể thể hiện bằng số lần tác dụng của tải trọng trục xe tương đương 80kN. Ví dụ một lần tác dụng của tải trọng trục đơn 53 kN gây hư hại tương đương 0,23 lần tải trọng trục đơn 80kN, nói cách khác cứ 4 lần tác dụng của tải trọng đơn 53kN sẽ gây hư hại (hoặc làm giảm năng lực phục vụ) tương đương một lần tác dụng của tải trọng trục đơn 80kN. Khái niệm tương đương này được áp dụng để chuyển đổi dòng xe tải hỗn hợp có các tải trọng trục và trục xe khác nhau về một tải trọng chung, tải trọng trục xe tương đương 80kN ESAL. Dòng xe tải hỗn hợp ở thời kỳ thiết kế của dự án phải được chuyển đổi về số lần tác dụng của trục xe đơn tương đương 80kN để thiết kế kết cấu mặt đường. Yếu tố tương đương về tải trọng dùng ở Việt Nam có liên quan đến tỉ số của tải trọng trục đưa ra so với tải trọng trục tiêu chuẩn 80kN tăng lên tới lũy thừa 4.5.

$$L_f = (L/L_{80kN})^{4.5}$$

Ví dụ, một xe có tải trọng trục là 20 kN thì có hệ số tương đương là 0.0020, trong khi đó tải trọng trục 100kN thì tương đương với 2,73 tải trọng trục 80 kN.

Thật ra việc tiến hành dự báo lượng xe tải cho mục đích thiết kế kết cấu mặt đường không phải luôn luôn theo phép dự đoán tuyến tính giản đơn của các số liệu có sẵn. Điều này đặc biệt đúng ở những nơi tốc độ phát triển nhanh và việc sử dụng đất thay đổi. Dự báo giao thông do các cơ quan vùng hoặc địa phương tiến hành và có thể được dùng làm cơ sở để xác định tải trọng trục đơn tương đương nếu Vụ Khoa học công nghệ và môi trường (KHCHN & MT) đồng ý chấp nhận mô hình giao thông sử dụng là phù hợp với mục đích, số liệu mẫu và các yếu tố tương đối phù hợp thoả mãn được kế hoạch sử dụng đất và các yêu cầu về dân số. Mặt khác, nơi có tuyến mới hoặc nâng cấp ở vùng ngoài đô thị có lưu lượng giao thông thấp thì dự đoán giao thông có thể là quan hệ tuyến tính với các số liệu có sẵn từ các nghiên cứu gần đây nhất về lưu lượng giao thông trong khu vực dự án.

### 3.1.1. THỜI KỲ THIẾT KẾ

Kết cấu mặt đường thiết kế mới phải chịu được lượng xe đã dự báo cho một hướng xe chạy trong thời kỳ là 20 năm sau khi đưa vào khai thác. Khi dự kiến thời kỳ thiết kế ngắn hơn thì phải có tài liệu thuyết minh và phải đệ trình để phê duyệt; xem phần 2.1. Chú ý thời gian phân tích không nhất thiết phải giống thời kỳ thiết kế. Nếu có xét đến thời gian khôi phục trong tương lai thì thời kỳ phân tích có thể dài hơn nhiều so với thời kỳ thiết kế. Bảng 3.1 chỉ ra một vài thời kỳ phân tích khác nhau cho các loại mặt đường khác nhau. Thời kỳ thiết kế cho mỗi loại mặt đường này là 20 năm.

**Bảng 3.1**

Điều kiện đường	Thời kỳ phân tích (năm)	Thời kỳ phục vụ (Việt Nam)
Đường đô thị lưu lượng GT lớn	30-50	15
Đường ngoài đô thị lưu lượng GT lớn	20-50	15
Đường có rải mặt lưu lượng GT thấp	15-25	10
Đường có lớp mặt cấp phối lưu lượng GT thấp	10-20	7

Khi phê duyệt vụ KHCHN-Bộ GTVT (DOST) có thể chọn dùng những thiết kế có thời kỳ thiết kế ngắn hơn 20 năm vì nếu thời kỳ thiết kế dài hơn sẽ làm tăng vốn đầu tư ban đầu của dự án.

Do có sự liên quan của rất nhiều các biến số độc lập nên thời kỳ phục vụ của kết cấu áo đường trước khi tiến hành đại tu hoặc khôi phục phải được xem xét thực tế dài hơn hay ngắn hơn thời kỳ thiết kế. Nếu như các biện pháp thoát nước tốt được kết hợp với kết cấu mặt đường thì tuổi thọ phục vụ thực tế của mặt đường nói chung sẽ lớn hơn tuổi thọ thiết kế.

### 3.2. DỰ BÁO GIAO THÔNG

Các bước dùng trong hướng dẫn này để quy đổi một dòng xe hỗn hợp nhiều loại tải trọng và cấu hình khác nhau sang số lượng xe thiết kế nghĩa là quy đổi mỗi loại tải trọng khác nhau sang tải trọng trục đơn tương đương 80kN và tính tổng của những đại lượng này trong suốt thời kỳ thiết kế. Các bước quy đổi tải trọng xe hỗn hợp sang tải trọng trục đơn tương đương được trình bày trong phần 3.6.2.

Dưới đây là 4 điều chính cần xem xét vì nó có ảnh hưởng đến mức độ chính xác của các ước tính về giao thông và ảnh hưởng đáng kể đến tuổi thọ của mặt đường:

- (1) Mức độ chính xác của giá trị tương đương về tải trọng được sử dụng để ước tính các tác hại liên quan do trọng tải và dạng tải trọng trục khác nhau gây ra,
- (2) độ chính xác của các thông tin về lưu lượng xe và tải trọng xe được dùng để minh họa cho dự báo tải trọng thực tế,
- (3) dự báo tải trọng trục đơn tương đương trong suốt thời kỳ thiết kế, và
- (4) quan hệ giữa tuổi thọ mặt đường và giao thông trên đường do nó ảnh hưởng đến những thay đổi về PSI.

Trong thời điểm hiện nay thì các yếu tố về tải trọng trục tương đương sẵn có được xem như các số liệu sẵn có tốt nhất, những thông số tiêu biểu cho Việt Nam dựa trên các nghiên cứu ở các nước nhiệt đới khác. Điều này không có nghĩa là những số liệu này là hoàn toàn chính xác nhưng cho đến nay thì đó là những số liệu ước tính tốt nhất.

Cũng xin lưu ý rằng các hệ số tương đương về tải trọng, ở một mức độ tối thiểu, phụ thuộc vào loại mặt đường (mặt đường cứng hoặc mềm), chiều dày và mức độ phục vụ cuối cùng (Pt) được sử dụng trong thiết kế.

Các thông tin giao thông trong mẫu biểu về số trục quan sát được trong một loạt các nhóm tải trọng, với mỗi nhóm tải trọng bao trùm một khoảng nhất định được sử dụng. Tuy nhiên các thông tin giao thông có liên quan tới AADT của loại xe tải, nghĩa là liên quan đến cấu hình trục thì có thể dùng để dự báo các trục tương đương. Từ thông tin này có thể tính được hệ số tương đương trung bình của tải trọng cho tất cả các loại xe tải hoặc cho các loại tải có cùng cấu hình, v.v.. tức là giá trị trung bình cho các loại xe trục đơn, trục đôi, hoặc trục ba.

Nói chung thì các thông tin thu được từ các bảng dữ liệu này sẽ được quy đổi ra thành các số nhân đơn giản (hệ số chuyển đổi tương đương) đại diện cho mỗi loại xe trong dòng xe. Những số nhân này có thể được sử dụng để quy đổi dòng xe hỗn hợp sang tải trọng trục đơn tương đương. Có thể thấy rằng việc quy đổi này đại diện cho cho việc ước tính khi nó được áp dụng cho các đường quốc lộ khác với các đường mà ta thu được số liệu. Các số liệu ở trạm xe chỉ là một mẫu số liệu của dòng xe với tải trọng cân được ở một số vị trí giới hạn nhất định trong một thời gian nhất định. Những thông tin như vậy phải được hiểu một cách cẩn thận khi áp dụng cho các dự án cụ thể. Các kết quả thu được từ các trạm cân khác nhau phải được báo cáo để đưa ra các hệ số khác nhau thuộc một trong số 6 hệ số. Do đó, một trong những yếu tố gây ra sai sót khi dự đoán tải trọng trục đơn tương đương đó là việc sử dụng các hệ số tải trọng trục tương đương cho các cấp hạng đường khác nhau dựa trên những mẫu số liệu nhỏ có liên quan. Các mẫu về loại thông tin này tăng thêm là cần thiết nhằm giảm các sai sót khi ước tính do thiếu thông tin về một dự án cụ thể. Những người sử dụng cuốn tiêu chuẩn này được khuyến khích thu thập những dữ liệu giao thông tốt nhất có thể cho mỗi dự án cụ thể mà họ thiết kế.

Do mặt đường mới hay mặt đường khôi phục được thiết kế trong thời kỳ từ 10 đến 20 năm hoặc lâu hơn, nên việc dự đoán tải trọng trục đơn tương đương cho thời kỳ ấy (tức là thời kỳ phục vụ) là cần thiết. Thời kỳ phục vụ của dự án thường được xem như thời kỳ thiết kế, được định nghĩa là khoảng thời gian mà kết cấu ban đầu (hoặc kết cấu khôi phục) tồn tại được, tới trước khi đạt đến mức độ phục vụ cuối cùng. Với tiêu chuẩn này ta có thể áp dụng bất kỳ thời gian phục vụ nào của đường để tính toán vì nó dựa vào tổng số tải trọng trục đơn tương đương; tuy nhiên, kinh nghiệm cho thấy giới hạn thực tế cao hơn dựa trên các xem xét khác ngoài lưu lượng giao thông. Số tải trọng trục đơn tương đương trong thời gian phục vụ của đường là tổng số tích lũy kể từ thời điểm thông xe cho đến thời điểm mà mức độ phục vụ giảm xuống đến giá trị cuối cùng (Pt tương đương 2.5 hoặc 2.0). Nếu lưu lượng giao thông được đánh giá thấp, thì thời gian thực tế để đạt Pt có thể thấp hơn thời gian phục vụ của mặt đường dự kiến, do đó dẫn đến tăng chi phí duy tu bảo dưỡng.

Thời kỳ phục vụ tối đa của mặt đường có thể dùng để thiết kế mặt đường mềm như sau:

Xây dựng mới : 20 năm

Khôi phục : 10 năm

Thời kỳ phục vụ và lưu lượng xe thiết kế tương ứng phải phản ánh được tuổi thọ thực tế của mặt đường. Không được nhầm thời kỳ phục vụ của mặt đường với tuổi thọ của mặt đường. Tuổi thọ mặt đường có thể được kéo dài bằng cách sửa chữa định kỳ lớp mặt hoặc kết cấu mặt đường.



Tải trọng tương đương được lấy từ nhiều bước dự đoán giao thông khác nhau đại diện tổng số giao thông cho tất cả các làn xe ở cả 2 chiều xe chạy. Để thiết kế thì lưu lượng giao thông phải được phân theo hướng và theo làn xe. Việc phân theo hướng thường được lấy 50% lưu lượng giao thông cho mỗi hướng, trừ khi các số liệu thu thập sẵn có cho một số tỉ lệ phân chia khác. Về việc phân chia theo làn thì 100% lượng xe theo một hướng thường được chỉ định chính là lượng xe của làn xe theo hướng đó nếu các số liệu đếm xe không có sẵn. Các nhà thiết kế nên phối hợp làm việc chặt chẽ với đội ngũ nhân viên đếm xe để đảm bảo các thông tin được cung cấp là chính xác và để họ hiểu được hậu quả do ước tính thiếu số liệu về lượng giao thông hiện tại cũng như tương lai.

Việc dự đoán lưu lượng giao thông tương lai thường dựa trên lịch sử quá trình giao thông trước đó. Một vài hệ số được đề cập dưới đây có thể ảnh hưởng đến việc dự báo.

Vì mục tiêu thiết kế kết cấu mặt đường nên việc tính toán tổng số lần luỹ tích của tải trọng trục đơn tương đương 80kN cho thời kỳ phục vụ thiết kế là cần thiết. Số tải trọng trục đơn tương đương có thể tỉ lệ hoặc không tỉ lệ với lưu lượng giao thông trung bình ngày. Lưu lượng xe là thông tin hết sức thiết yếu yêu cầu để tính toán tải trọng trục tương đương vì đó là những thông tin hết sức quan trọng để có thể ước tính chính xác lưu lượng xe tương lai cho mặt đường trong suốt thời kỳ thiết kế.

Lưu lượng xe có thể không đổi hoặc tăng lên theo quan hệ tuyến tính hoặc theo hàm số mũ. Trong hầu hết các trường hợp, quốc lộ được phân cấp là loại đường huyết mạch có mức tăng theo hàm số mũ (có thể so sánh với mức lãi gộp trong đầu tư). Lưu lượng xe trên con đường thứ yếu hoặc các loại đường thu gom khác có thể tăng lên theo quan hệ tuyến tính, trong đó lưu lượng giao thông tại các phố thuộc khu dân cư lại có thể không đổi vì nhu cầu sử dụng không thay đổi. Do đó, những người thiết kế phải dự tính đến mức độ tăng trưởng giao thông từ thời điểm của lần đếm xe hoặc cần xe cuối cùng cho đến tận thời kỳ thiết kế lựa chọn. Phần 3.6 đưa ra các thông tin cần thiết để dự báo mức tăng trưởng xe trong tương lai dựa trên tỷ lệ tăng trưởng theo hàm số mũ tổng hợp. Nếu giả thiết mức tăng trưởng xe là bằng không hoặc âm thì có thể dùng hệ số tăng trưởng xe bằng không hoặc âm. Trong hầu hết các trường hợp thì hệ số tăng trưởng xe thích hợp có thể chọn từ Bảng 3.6. Đối với các quốc lộ chính, thì nên áp dụng mức tăng trưởng xe cho xe tải khác với tổng mức tăng trưởng giao thông vì mức tăng trưởng xe của xe tải có thể khác so với tổng mức tăng trưởng của toàn thể dòng xe.

Hệ số tương đương của tải trọng tăng xấp xỉ như hàm số của tỉ số của bất kỳ loại tải trọng trục đã cho trước nào so với tải trọng trục đơn tiêu chuẩn 80kN với luỹ thừa 4,5. Do đó, tải trọng 120 kN gây hại cho đường bằng 6,2 lần so với tải trọng 80kN, v.v...  $(120/80)^{4.5}$ . Quan hệ này thay đổi tùy thuộc chỉ số kết cấu và mức độ phục vụ cuối cùng của đường; tuy nhiên thì đó cũng là cách biểu thị tổng quát về ảnh hưởng của tải trọng. Vì vậy, việc có được các thông tin về tải trọng của mỗi loại xe là hết sức quan trọng đặc biệt là các thông tin về các xe tải nhiều trục vì trong hầu hết các dự án thì loại xe này chiếm tỉ lệ cao trong tổng ESAL.

Việc tính toán ESAL trong tương lai thường dựa vào các hệ số xe phân theo từng loại. Ví dụ, dựa vào các thông số về tải trọng của xe kéo 5 trục và số rơ moóc ta có thể tăng số nhân trung bình cho từng xe 5 trục lên. Do vậy, nếu những người thiết kế có thể ước tính được số xe 5 trục trong suốt thời kỳ thiết kế thì có thể tính được số lượng tích lũy của ESAL do các loại xe đặc biệt này. Các bước tương tự được nêu trong Mục 3.6 dành cho tất cả các loại xe trên đường vào thời điểm hiện tại.

Về việc sử dụng các hệ số xe thì việc áp dụng các thông tin sẵn có về tải trọng đại diện của các loại xe tác động lên đường thiết kế là rất quan trọng. Một vài số liệu về trọng tải của xe cho thấy tải trọng xe có thể bị thay đổi do 6 hay nhiều hơn 6 yếu tố giữa các trạm cân xe. Do đó, vấn đề rất quan trọng là làm sao để có được các thông tin càng gần với điều kiện hiện trường thì càng tốt cho việc tính tải trọng trục xe đơn tương đương cho mỗi loại xe.

Các bước nêu trong Mục 3.6 có thể áp dụng cho việc thiết kế thi công theo phân kỳ, tức là ở những nơi thời kỳ thiết kế ban đầu đã bị thay đổi để xem xét các giải pháp thiết kế thay thế do so sánh kinh tế.

Cần phải nói rõ rằng từ thảo luận này cho thấy việc ước tính hay dự báo lưu lượng xe tương lai (ESALs) là một việc không dễ dàng. Dự báo kém có thể dẫn đến việc thiết kế một kết cấu mặt đường có độ phục vụ khác xa so với yêu cầu lại tăng chi phí của dự án. Việc tăng chi phí như vậy khi áp dụng cho tất cả các đoạn đang được một đơn vị nào đó thiết kế sẽ gây ảnh hưởng bất lợi đến toàn bộ chương trình dự án đường và làm giảm khối lượng công việc mà đáng ra có thể làm được.

Nếu trong tương lai bãi bỏ hoặc nới rộng các quy định về tải trọng thì có thể gây ra sự thay đổi về việc phân bố tải trọng theo loại xe, có thể dẫn đến việc tăng tỉ lệ xe 5 trục (hoặc nhiều hơn) đang được sử dụng. Cũng như vậy, áp suất hơi của lốp xe cũng tăng lên vì các nhà sản xuất xăm lốp đã cải tiến công nghệ và ngành công nghiệp ô tô đánh giá được những lợi ích tiềm tàng của việc sử dụng bánh lốp bơm hơi với áp suất cao. Không biết chính xác được hiệu quả thực sự của bánh lốp bơm hơi với áp suất cao là gì; song các kỹ sư mặt đường và những người thiết kế cần phải dự báo được những thay đổi có thể ảnh hưởng đến cường độ mặt đường.

Nói tóm lại, các thông tin đáng tin cậy liên quan đến lượng ESAL tích lũy là rất quan trọng để xác định các yêu cầu của kết cấu mặt đường cho cả mặt đường làm mới lẫn cải tạo. Liên tục quan trắc lưu lượng giao thông trên các tuyến đường đã lựa chọn để so sánh, tải trọng đã dự báo với tải trọng thực tế là những thông tin cực kỳ quan trọng và có ý nghĩa quyết định để có thể đưa ra được một thiết kế đáng tin cậy.

Các hệ số về độ tin cậy được trình bày trong chương 8 đã chú ý xem xét kỹ những vấn đề không

Theo dự định thì trong chương 9 và chương 11 sẽ xem xét đến những vấn đề không lường trước được khi ước tính lưu lượng giao thông, những người thiết kế phải sử dụng cách ước tính tốt nhất không cần điều chỉnh theo cách hiểu của họ về độ chính xác của các thông tin đó. Đã có sự chuẩn bị trong việc xử lý độ tin cậy để điều tiết những ảnh hưởng tổng thể do sai khác trong việc dự báo tải trọng trục xe tích lũy và các hệ số khác có liên quan đến thiết kế và quá trình phục vụ.

### 3.3. NHỮNG HẠN CHẾ

Với trình độ hiểu biết hiện nay chỉ có rất ít thông tin sẵn có để xác định mức độ ảnh hưởng của sự lão hoá tới quá trình phục vụ thông qua chỉ số phục vụ hiện tại (PSI) hoặc số lần tác dụng tải trọng trục xe. Ở đây cần nhiều thông tin có liên quan đến ảnh hưởng tổng hợp của xe cộ và sự lão hoá của mặt đường trong quá trình phục vụ của đường. Các thông tin như thế đã được phát triển, do đó có thể mô phỏng mô hình phục vụ. Tuy nhiên, tiêu chuẩn này không trực tiếp đánh giá về những ảnh hưởng của sự lão hoá. Việc đánh giá các nhân tố lão hoá đồng thời với tải trọng trục xe đơn tương đương (ESAL) phải được ưu tiên cao cho việc quan trắc dài hạn sự làm việc của mặt đường.

Một số các khái niệm mới đã được đưa vào tiêu chuẩn này như độ tin cậy, các hệ số thoát nước, việc sử dụng môđun đàn hồi để tính hệ số các lớp, ước tính tuổi thọ còn lại để tính toán lớp phủ, và phương pháp NDT để xác định môđun đàn hồi tại hiện trường. Các tài liệu dựa trên quan sát thực tế hiện trường theo các khái niệm này còn hạn chế; tuy vậy chúng đều dựa trên những đánh giá bao quát theo trình độ hiểu biết hiện nay.

### 3.4. CÁC TRƯỜNG HỢP ĐẶC BIỆT

Đối với đường phố, tải trọng xe chủ yếu là do các loại xe dịch vụ, xe buýt và xe tải chở hàng. Giá trị tải trọng tương đương của mỗi loại xe nói chung không được xác định rõ ràng. Khi áp dụng tiêu chuẩn này vào thiết kế đường đô thị thì phải cố gắng thu thập được các thông tin về tải trọng trục thực tế cũng như tần suất hoạt động của các xe điển hình trên các tuyến đường này. Nếu làm được điều này, thì tiêu chuẩn này có thể được sử dụng với mức độ tin cậy đã định.

### 3.5. PHÂN TÍCH ĐỘ NHAY

Cách nhanh nhất và dễ nhất đối với người thiết kế để xem những sai sót nào có thể ảnh hưởng đến khi ước tính ESAL thì sẽ đưa những yếu tố đó vào khi thiết kế mặt đường bằng cách đưa các biến số thay vào các hằng số trong phương trình thiết kế và thay đổi tổng số ESAL bằng cách cộng hoặc trừ 20% và xem tổng chiều dày của mặt đường có ảnh hưởng như thế nào. Do điều kiện của dự án, người thiết kế có thể xác định được ảnh hưởng do các sai sót khi ước tính dòng xe.

### 3.6. QUY ĐỔI DÒNG XE HỖN HỢP SANG TẢI TRỌNG TRỰC ĐƠN TƯƠNG ĐƯƠNG (ESAL)

#### 3.6.1. XEM XÉT CHUNG

Việc ước tính số lượng xe và các đặc trưng của nó đóng một vai trò chính trong thiết kế mặt đường và trong quá trình phân tích. Chương 9 và Chương 11 đòi hỏi các thông tin về giao thông cho việc thiết kế kết cấu mặt đường. Phần này đưa ra các hướng dẫn để ước tính số lượng tải trọng trực đơn tương đương tác dụng lên mặt đường trong thời kỳ thiết kế cụ thể hoặc để ước tính số lần tác dụng tải trọng trực tương đương đã tác dụng trên mặt đường hiện tại. Mặc dù các thông số về giao thông mang tính điển hình và lịch sử được cung cấp với mục đích minh họa, nhưng những người thiết kế và phân tích mặt đường vẫn được khuyến cáo sử dụng các số liệu tốt nhất có sẵn ở địa phương để mô tả điều kiện hiện trường cụ thể. Các dữ liệu về giao thông đó nên có sẵn, nó chính là một phần của kết quả quan trắc định kỳ dòng xe trên đường. Sự kết hợp làm việc chặt chẽ giữa những người thiết kế mặt đường và các nhà phân tích giao thông là điều kiện sống còn để ngành khoa học thiết kế và quản lý mặt đường ngày càng phát triển.

Số liệu thống kê cho thấy rõ ràng trong khi ngày nay xe cộ có thể đo được chính xác, thì các đặc trưng của nó lại thay đổi theo thời gian. Ngoại trừ sự gián đoạn, việc tăng trưởng liên tục trong giao thông là hiển nhiên. Loại thông tin này cộng với dự báo về dân số, tình hình sử dụng đất, các chỉ tiêu kinh tế v.v... đã được các nhà quy hoạch vận tải dùng để dự báo về nhu cầu đi lại trong tương lai. Ở cấp địa phương, những dự báo như vậy nói chung đang được xây dựng trên một cơ sở hệ thống và trên hầu hết các đường cấp cao theo các hành lang giao thông cụ thể. Những dự báo này cần phải đưa vào quá trình thiết kế mặt đường.

Những người sử dụng tiêu chuẩn được khuyến cáo trong việc sử dụng các dữ liệu tổng hợp trên toàn quốc. Các xu hướng trong một tỉnh nào đó hoặc theo hành lang giao thông trong một tỉnh có thể thay đổi khác nhau khá lớn. Điều này có thể xảy ra vì một số lý do bao gồm điều kiện kinh tế, các đặc điểm của nền công nghiệp địa phương, tốc độ phát triển, sự thay đổi các thiết bị do công nghiệp ô tô, v.v... Các nhà thiết kế mặt đường phải đặc biệt nhạy cảm với những thay đổi chính sách của nhà nước về công nghiệp, nông nghiệp hoặc phát triển khu dân cư trong khu vực dự án. Do thay đổi về chính sách nên có thể có những thay đổi đáng kể cả về tải trọng trực của các nhóm xe đặc biệt lẫn chuyển đổi sang các phương tiện khác (xe kéo kép), và cường độ sử dụng một tuyến đường cụ thể nào đó tăng lên.

Những thảo luận này nêu bật sự cần thiết của một chương trình toàn diện về đếm xe, phân loại xe, và đo tải trọng xe. Thay đổi các khuynh hướng giao thông có thể gây ảnh hưởng lớn đến tuổi thọ mặt đường hiện có và đến việc thiết kế mặt đường mới.

Để áp dụng các bước thiết kế trình bày trong tiêu chuẩn này thì các dòng xe hỗn hợp phải được quy đổi ra số tải trọng trục đơn tương đương 80kN. Các bước để quy đổi gồm:

- (1) Xây dựng các hệ số tải trọng tương đương,
- (2) quy đổi dòng xe hỗn hợp thành tải trọng trục đơn tương đương 80kN (ESAL), và
- (3) xem xét phân bố theo làn xe.

Để thể hiện các tải trọng trục khác nhau dưới dạng một tham số thiết kế đơn thì việc xây dựng các hệ số tương đương về tải trọng trục là cần thiết. Những hệ số này khi nhân với số tải trọng trục thuộc cấp tải trọng đã biết thì sẽ đưa ra số lượng tải trọng trục đơn tương đương 80kN có ảnh hưởng tương đương đến sự làm việc của kết cấu mặt đường.

Hệ số tải trọng trục đơn tương đương đại diện cho tỷ lệ số lần lặp lại cần thiết của bất kỳ tải trọng trục và cấu tạo trục (trục đơn, trục đôi và nhiều trục) nào để làm giảm về PSI giống như một tải trọng trục đơn tương đương 80kN. Hệ số tải trọng trục tương đương có nguồn gốc từ các thí nghiệm về đường của AASHTO được trình bày trong Bảng 3.2 và 3.3 cho một khoảng của tải trọng trục, chỉ số kết cấu mặt đường và giá trị năng lực phục vụ cuối cùng của đường vào khoảng 2,0 và 2,5. Những số liệu này dựa trên phương trình lũy thừa 4 và được sửa đổi đến lũy thừa 4,5 trước khi đem sử dụng ở Việt Nam.

Việc dự báo xe (theo ESALs) để thiết kế phải dựa trên các thông tin về lượng xe trong quá khứ, có tính đến hệ số tăng trưởng hoặc những thay đổi khác có thể xảy ra.

Để thu được ESAL thiết kế, thì cần phải giả thiết chỉ số kết cấu (SN) của mặt đường mềm sau đó chọn hệ số tải trọng tương đương ở trong Bảng 3.2 hoặc 3.3. Sử dụng SN bằng 5,0 để xác định hệ số tải trọng trục đơn tương đương 80kN thường cho kết quả đủ chính xác để thiết kế, mặc dù thiết kế cuối cùng có thể khác một chút so với giả thiết. Nếu có sai số thì giả thiết này thường do đánh giá quá cao tải trọng trục đơn tương đương 80kN. Khi yêu cầu độ chính xác cao và thiết kế tính toán khác nhiều (2,5 cm bê tông asphalt) so với giá trị giả thiết thì phải giả thiết một giá trị mới và tính toán lại ESAL thiết kế, và xác định lại kết cấu theo trị số ESAL mới. Các bước phải được thực hiện tiếp tục cho đến khi giá trị giả thiết và giá trị tính toán gần như nhau.

**Bảng 3.2. Các hệ số tương đương của tải trọng trục đối với mặt đường mềm, trục đơn và P<sub>1</sub> bằng 2.0**

Tải trọng trục xe (kips)	Chỉ số kết cấu mặt đường (SN)					
	1	2	3	4	5	6
2	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
4	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002
6	0,009	0,012	0,011	0,010	0,009	0,009
8	0,030	0,035	0,036	0,033	0,031	0,029
10	0,075	0,085	0,090	0,085	0,079	0,076
12	0,165	0,177	0,189	0,183	0,174	0,168
14	0,325	0,338	0,354	0,350	0,338	0,331
16	0,589	0,598	0,613	0,612	0,603	0,596
18	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20	1,61	1,59	1,56	1,55	1,57	1,59
22	2,49	2,44	2,35	2,31	2,35	2,41
24	3,71	3,62	3,43	3,33	3,40	3,51
26	5,36	5,21	4,88	4,68	4,77	4,96
28	7,54	7,31	6,78	6,42	6,52	6,83
30	10,4	10,0	9,2	8,6	8,7	9,2
32	14,0	13,5	12,4	11,5	11,5	12,1
34	18,5	17,9	16,3	15,0	14,9	15,6
36	24,2	23,3	21,2	19,3	19,0	19,9
38	31,1	29,9	27,1	24,6	24,0	25,1
40	39,6	38,0	34,3	30,9	30,0	31,2
42	49,7	47,7	43,0	38,6	37,2	38,5
44	61,8	59,3	53,4	47,6	45,7	47,1
46	76,1	73,0	65,6	58,3	55,7	57,0
48	92,9	89,1	80,0	70,9	67,3	68,6
50	113	108	97	86	81	82

1 kip = 4.5kN

Bảng 3.3. Các hệ số tương đương của tải trọng trục cho mặt đường mềm, trục đơn và P<sub>1</sub> bảng 2,5

Tải trọng trục xe (kips)	Chỉ số kết cấu mặt đường (SN)					
	1	2	3	4	5	6
2	.0004	.0004	.0003	.0002	.0002	.0002
4	.003	.004	.004	.003	.002	.002
6	.011	.017	.017	.013	.010	.009
8	.032	.047	.051	.041	.034	.031
10	.078	.102	.118	.102	.088	.080
12	.168	.198	.229	.213	.189	.176
14	.328	.358	.399	.388	.360	.342
16	.591	.613	.646	.645	.623	.606
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	1.61	1.57	1.49	1.47	1.51	1.55
22	2.48	2.38	2.17	2.09	2.18	2.30
24	3.69	3.49	3.09	2.89	3.03	3.27
26	5.33	4.99	4.31	3.91	4.09	4.48
28	7.49	6.98	5.90	5.21	5.39	5.98
30	10.3	9.5	7.9	6.8	7.0	7.8
32	13.9	12.8	10.5	8.8	8.9	10.0
34	18.4	16.9	13.7	11.3	11.2	12.5
36	24.0	22.0	17.7	14.4	13.9	15.5
38	30.9	28.3	22.6	18.1	17.2	19.0
40	39.3	35.9	28.5	22.5	21.1	23.0
42	49.3	45.0	35.6	27.8	25.6	27.7
44	61.3	55.9	44.0	34.0	31.0	33.1
46	75.5	68.8	54.0	41.4	37.2	39.3
48	92.2	83.9	65.7	50.1	44.5	46.5
50	112.	102.	79	60.	53	55.

1 kip = 4.5kN

Nếu số tải trọng trục tương đương đại diện tổng số tải trọng của tất cả các làn theo cả hai hướng xe chạy thì phân chúng theo hướng và theo làn để thiết kế. Phân bố theo hướng thường thực hiện bằng cách lấy 50% lưu lượng xe cho mỗi hướng, trừ khi có sự xem xét đặc biệt (ví dụ nhiều xe có tải đi theo một hướng còn nhiều xe không tải đi theo hướng khác) thì phải có cách phân bố khác. Về việc phân bố theo làn, chỉ định 100% lưu lượng xe của mỗi hướng (50% của tổng số) cho làn thiết kế.

### 3.6.2. TÍNH TOÁN SỐ LẦN TÁC DỤNG CỦA TẢI TRỌNG TRỤC ĐƠN TƯƠNG ĐƯƠNG

Khi tính toán tải trọng trục đơn tương đương để thiết kế một dự án cụ thể nào đó, cách thuận tiện là chuyển phân bố xe đã ước tính thành các hệ số tải trọng. Có 2 phương pháp tính tải trọng xe được tóm tắt ở các phần dưới đây.

- (1) Khi các số liệu về tải trọng trục có sẵn tại các trạm cân thì các số liệu đó có thể giả thiết là đại diện cho lưu lượng xe của mặt đường được thiết kế, hệ số tải trọng có thể được tính toán trực tiếp. Ví dụ, giả thiết dữ liệu trong hình 3.1 minh họa việc cân xe của các xe sơ mimosóc 5-trục, tại một trạm cân cụ thể. Các hệ số tương đương tải trọng trục lấy từ bảng 3.3, số lượng các trục đại diện cho nhóm hoặc sự phân bố trọng tải trong các khoảng tải trọng trục được đề cập đến. ESAL theo các khoảng tải trọng trục được tổng cộng lại để đưa ra tổng số của ESAL cho 165 xe cùng loại được cân. Hệ số tải trọng được lấy là 1.5464. Một tập hợp các tính toán tương tự có thể được thực hiện đối với mỗi loại xe (Các hệ số tải trọng tương đương nêu trong Bảng 3.3 có nguồn gốc từ các thí nghiệm của AASHTO).

Nên lưu ý rằng hệ số tải trọng này dựa trên mức độ phục vụ cuối cùng của mặt đường giả thiết là 2,5 và chỉ số kết cấu là 5,0. Trong hầu hết các trường hợp, những giả thiết như vậy sẽ đảm bảo đủ độ chính xác đối với mục tiêu thiết kế. Khi đòi hỏi độ chính xác cao hơn thì phải tính lại hệ số tải trọng xe với một hệ số tương đương mới như đã nêu ở trên.

- (2) Khi không sẵn có các số liệu trực tiếp từ các trạm cân thì phải dùng giá trị đại diện cho mỗi loại xe khác nhau. Không thể điều chỉnh mức độ phục vụ hoặc chiều dày khi sử dụng dữ liệu thay thế này. Phương pháp này dường như hay được sử dụng nhất.

Biểu 3.4 có thể dùng để tính toán ESAL bằng cách dùng các hệ số tải trọng trục thu được trực tiếp từ các trạm cân hoặc dựa trên các giá trị đại diện do cơ quan thiết kế cung cấp. Biểu 3.5 đưa ra các giá trị sẽ được dùng ở Việt Nam trừ khi những người thiết kế được hướng dẫn khác.



Cột đầu tiên (cột A) giới thiệu giá trị đếm xe hàng ngày của từng loại xe của năm cơ sở lấy từ số liệu thu thập được ở các trạm đếm xe đại diện tại nơi thiết kế.

Cột thứ 2 (cột B) đưa ra hệ số tăng trưởng chỉ định cho mỗi loại xe khác nhau. Việc tính toán này phải tính đến thực tế là tỉ lệ tăng trưởng của mỗi loại xe thường khác nhau. Biểu 3.6 đưa ra các số nhân phù hợp với mỗi tỉ lệ tăng trưởng và thời gian thiết kế.

Bất kỳ hệ số tăng trưởng giao thông nào được lựa chọn cũng phải phản ánh được các xem xét về các sự thay đổi đã đề cập trong phần 3.6.1.

Cột thứ 3 (cột C) cơ bản là kết quả của tích 2 cột đầu nhân với 365. Đó là tổng số lần tác dụng tích lũy của các loại xe cụ thể trong thời kỳ phân tích.

Cột thứ 4 (cột D) đưa ra giá trị tải trọng trục đơn tương đương riêng cho mỗi loại xe. Bảng 3.5 đưa ra giá trị tải trọng trục đơn tương đương cho mỗi cấp xe tải.

Cột thứ 5 (cột E) là cột mở rộng của cột (C) và (D) đưa ra tổng tải trọng trục đơn tương đương (theo loại xe) có thể áp dụng cho các đoạn mẫu trong thời kỳ phân tích. Tổng hợp các giá trị này là tổng tải trọng trục đơn tương đương 80kN và giá trị này sẽ được dùng để thiết kế kết cấu mặt đường.

Số tải trọng trục đơn tương đương thu được do sử dụng các bước tính toán đại diện cho toàn bộ lưu lượng giao thông ở các làn xe và theo cả 2 chiều. Số liệu này sau đó phải được phân chia theo hướng và theo làn xe như nêu trong phần 3.6.1.

### 3.6.3. VÍ DỤ TÍNH TOÁN ESAL

Một số ví dụ dưới đây sẽ trình bày rõ hơn các bước thực hiện tính toán ESAL. Bảng 3.7 chỉ ra cách tính tải trọng trục đơn tương đương 80kN cho một đường có đặc trưng giao thông điển hình của đường ô tô ngoài đô thị. Các giả thiết trong ví dụ:

(1) Lưu lượng xe (gồm xe khách, xe buýt, xe tải nhỏ) tỉ số tăng trưởng 2% mỗi năm, tỉ lệ tăng trưởng 4% đối với xe kéo bán rơ moóc và xe rơ moóc, và 5% đối với xe rơ moóc kéo.

(2) Tải trọng trục xe của các loại xe khác nhau sẽ cố định trong suốt thời kỳ phân tích.

(3) Mức độ phục vụ cuối cùng ( $P_f$ ) là 2.5.

(4) Thời kỳ phân tích là 20 năm; vì không kể đến phân kỳ xây dựng, nên thời gian phục vụ của đường cũng là 20 năm.

(5) Chỉ số kết cấu SN = 5.

**Bảng 3.4. Tính toán yếu tố tải trọng xe tải cho các xe tải có 5 hoặc lớn hơn 5 trục với hệ số kết cấu SN = 5 và P<sub>i</sub> = 2.5**

Tải trọng trục xe	Hệ số tải trọng tương đương	Số trục		Tải trọng trục đơn tương đương 18 kip
Các trục đơn	P = 2,5 SN = 5			
Dưới 3,000	0,0002	x	0	= 0,000
3,000 - 6,999	0,0050	x	1	= 0,005
7,000 - 7,999	0,0320	x	6	= 0,192
8,000 - 11,999	0,0870	x	144	= 12,528
12,000 - 15,999	0,3600	x	16	= 5,760
26,000 - 29,999	5,3890	x	1	= 5,3890
Nhóm trục đôi				
Dưới 6,000	0,0100	x	0	= 0,000
6,000 - 11,993	0,0100	x	14	= 0,140
12,000 - 17,999	0,0110	x	21	= 0,924
18,000 - 23,999	0,1480	x	44	= 6,512
24,000 - 29,999	0,4260	x	42	= 17,892
30,000 - 32,000	0,7530	x	44	= 33,132
32,001 - 32,500	0,8850	x	21	= 18,585
32,501 - 33,999	1,0020	x	101	= 101,202
34,000 - 35,999	1,2300	x	43	= 52,890
Tải trọng trục đơn 18 kip đối với tất cả				= 255,151

$$\text{Yếu tố tải trọng xe tải} = \frac{\text{Tổng tải trọng được cân sau khi chuyển về 18 kip}}{\text{Số xe tải đã được cân}} = \frac{255.151}{165} = 1.5464$$

1 kip = 4.5 kN

**Bảng 3.5. Biểu tính toán số lần tác dụng của tải trọng trục đơn tương đương (ESAL)**

Vị trí		Thời kỳ phân tích = _____ Năm			
		Trị số kết cấu SN hoặc D = _____			
Loại xe	Lượng xe hiện tại (A)	Tỷ lệ tăng trưởng xe (B)	Lượng xe thiết kế (C)	Yếu tố ESAL (D)	ESAL thiết kế (E)
Xe khách Ô tô buýt					
Xe tải quảng cáo và tải nhẹ Các xe tải 2 trục - 4 bánh Các xe tải 2 trục - 6 bánh Các xe tải 3 hoặc nhiều hơn 3 trục Tổng các xe tải đơn					
Sơ mi móc 3 trục kéo theo Sơ mi móc 4 trục kéo theo Sơ mi móc 5 trục kéo theo Tổng các sơ mi móc kéo theo					
Moóc kép 5 trục Moóc kép 6 trục Tổng các xe moóc kép					
Moóc tải 3 trục Moóc tải 4 trục Moóc tải 5 trục Tổng các moóc tải					
Tổng số				ESAL thiết kế	

**Bảng 3.6. Các hệ số tải trọng trục tương đương dùng ở Việt Nam**

Loại xe	Các yếu tố đối với xe tải quốc lộ	Các đường chính khác
Xe khách	0.001	0.001
Ô tô buýt	0.56	0.98
Xe tải đơn		
Xe 2 trục 4 bánh	0.002	0.002
Xe 2 trục 6 bánh	0.21	0.26
Xe 3 trục và lớn hơn	0.71	1.05
Tổng các xe đơn	0.06	0.08
Sơ mi móc kéo theo		
≤ 4 trục	0.72	1.14
= 5 trục	1.80	1.80
≥ 6 trục	1.58	2.03
Tổng các xe có móc	1.30	1.80
Tổng các xe tải	0.70	0.42

- Mô phỏng từ những số liệu của Cục cấu đường toàn liên bang Mỹ trong khoảng từ  $(L_f/L_{80})^4$  đến  $(L_f/L_{80})^{4.5}$  và được sửa đổi theo điều kiện Việt Nam.
- Dùng cho thiết kế sơ bộ. Đối với thiết kế cuối cùng dùng số liệu cân xe và đếm xe thực tế của vùng dự án.

Bảng 3.7. Các hệ số tăng trưởng xe\*

Thời kỳ phân tích (năm)	Tỷ lệ tăng trưởng hàng năm g (%)							
	Số tầng tăng trưởng	2	4	5	6	7	8	10
1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
2	2,0	2,02	2,04	2,05	2,06	2,07	2,08	2,10
3	3,0	3,06	3,12	3,15	3,18	3,21	3,25	3,31
4	4,0	4,12	4,25	4,31	4,37	4,44	4,51	4,64
5	5,0	5,20	5,42	5,53	5,64	5,75	5,87	6,11
6	6,0	6,31	6,63	6,80	6,98	7,15	7,34	7,72
7	7,0	7,43	7,90	8,14	8,39	8,65	8,92	9,49
8	8,0	8,58	9,21	9,55	9,90	10,26	10,64	11,44
9	9,0	9,75	10,58	11,03	11,49	11,98	12,49	13,58
10	10,0	10,95	12,01	12,58	13,18	13,82	14,49	15,94
11	11,0	12,17	13,49	14,21	14,97	15,78	16,65	18,53
12	12,0	13,41	15,03	15,92	16,87	17,89	18,98	21,38
13	13,0	14,68	16,63	17,71	18,88	20,14	21,50	24,52
14	14,0	15,97	18,29	19,16	21,01	22,55	24,21	27,97
15	15,0	17,29	20,02	21,58	23,28	25,13	27,15	31,77
16	16,0	18,64	21,82	23,66	25,67	27,89	30,32	35,95
17	17,0	20,01	23,70	25,84	28,21	30,84	33,75	40,55
18	18,0	21,41	25,65	28,13	30,91	34,00	37,45	45,60
19	19,0	22,84	27,67	30,54	33,76	37,38	41,45	51,16
20	20,0	24,30	29,78	33,06	36,79	41,00	45,76	57,28
25	25,0	32,03	41,65	47,73	54,86	63,25	73,11	98,35
30	30,0	40,57	56,08	66,44	79,06	94,46	11,28	164,49
35	35,0	49,99	73,65	90,32	111,43	138,24	172,32	271,02

\* Hệ số =  $\frac{(1+g)^n - 1}{g}$ , trong đó g = tỷ lệ tăng trưởng/100 ≠ 0, nếu tỷ lệ tăng trưởng hàng năm bằng 0 thì hệ số tăng trưởng bằng thời kỳ phân tích.

Ghi chú: Hệ số tăng trưởng nói trên được nhân với số lượng xe tính được ở năm đầu tiên sẽ được tổng lượng xe trong suốt thời kỳ phân tích.

Từ các số liệu giao thông sẵn có, số xe khách (5,925) đưa vào cột A, tiếp theo đó là số xe buýt (35). Dùng tổng số xe đếm được để cân bằng số liệu đầu vào của cột A, chỉ dùng dữ liệu của năm hiện tại. Đối với ví dụ này, 1,135 xe tải (xe pickup), 3 xe tải 2 trục/4 bánh, 372 xe tải 2 trục/6 bánh v.v., được đưa vào cho kín cột A.

Bảng 3.6 đưa ra các tiêu chuẩn để lựa chọn giá trị cho cột B. Tỷ lệ tăng trưởng 2% ước tính cho xe khách và xe buýt cũng như cho xe tải không rơ moóc, 4% cho xe kéo bán rơ moóc và rơ moóc và 5% cho xe rơ moóc kép. Kinh nghiệm trước đây cho thấy những ước tính này là thông thường. Bằng cách sử dụng các hệ số tăng trưởng phù hợp đưa ra trong cột B, và nhân cột A với cột B sau đó nhân tiếp với 365 để biến chúng thành số hàng năm ta được cột C. Cuối cùng, bằng cách nhân số ở cột C với giá trị ở cột D thì ra cột E. Tính tổng của cột E thì ra tổng giá trị ESAL 80kN. Qua ước tính thì tổng số ESAL thiết kế hiện nay là 53.7 triệu, nhiều hơn khoảng 23 % nếu tỷ lệ tăng trưởng toàn bộ giới hạn ở mức 2%.

Nếu giả thiết rằng tăng tỷ lệ tăng trưởng lên 4% cho xe khách và xe tải không có rơ moóc và 6% cho xe bán rơ moóc và xe kéo rơ moóc, 7% cho xe rơ moóc kép thì tổng tải trọng trục đơn tương đương là 66.4 triệu, hay nói cách khác tăng khoảng 50% so với kết quả của ví dụ đầu tiên.

Nếu, giả thiết là đường ô tô ngoài đô thị có 4 làn xe và các hệ số phân chia theo hướng và làn tương ứng là 0.5 và 0.9, ước tính giao thông theo làn thiết kế được tính như sau:

$$0.5 \times 0.9 \times 53,726,060 = 24,176,727 \text{ 80kN ESAL}$$

### 3.7. NHỮNG ĐIỂM CHÍNH RÚT RA TỪ CÁC VÍ DỤ TÍNH TOÁN

Vị trí của đường trong ví dụ là một đường ô tô ngoài thành phố với lưu lượng xe/ngày đêm trung bình là 10.193. Gồm có 58% xe khách, 30% xe tải chở hàng, và 12% xe tải hạng nhẹ và xe buýt. Trong các nghiên cứu tải trọng xe gần đây của thực tế hoạt động của các xe cộ trên đường đã đưa ra được các giá trị ESAL của xe khách và xe buýt tăng lên bằng cách dùng hệ số tải trọng tương đương cho mỗi loại xe lấy từ thực nghiệm đường của AASHTO.

Khi dùng tỷ lệ tăng trưởng xe ở mức thấp là 2% mỗi năm cho toàn bộ dòng xe tham gia giao thông thì có khoảng 44 triệu 18-kip ESAL sẽ được áp dụng cho đường. Việc tăng tỷ lệ tăng trưởng từ 2% đến 4 hoặc 5% áp dụng cho các loại xe khác với xe tải đơn (xe tải nặng hơn) sẽ làm tăng tổng ESAL lên tới khoảng 54 triệu, tức là tăng khoảng 23%. Bằng cách tăng mạnh hơn tỷ lệ tăng trưởng lên 4% cho xe hạng nhẹ, 7% cho các xe nặng hơn thì tổng tải trọng trục đơn tương đương 18-kip (ESAL) sẽ khoảng 66 triệu, tăng 52% so với khi tỷ lệ tăng trưởng là 2%.

Thật thú vị ghi nhận rằng ở mức tăng trưởng vừa phải từ 2% đến 5%, với xe tải bán rơ moóc được ước tính mức tăng trưởng 4% thì chỉ cần một loại xe thôi đã có thể gây ra sai khác khoảng 26.000 của 80kN ESAL được khi tính từ lượng xe hàng ngày. Cũng như vậy, với xe tải 5 trục hoặc xe bán rơ moóc lớn hơn chiếm khoảng 18% dòng xe, nhưng ước tính chiếm 90% ESAL. Thậm chí khi mức tăng trưởng là 6% thì loại xe này sẽ tăng lên 21% trong tổng xe sử dụng đường trong thời kỳ phân tích, và vẫn chiếm 90% ESAL. Những người thiết kế nên điều tra xem mức tăng trưởng khác nhau của các loại xe khác nhau có phù hợp không.

**Bảng 3.8. Ví dụ về cách tính ESAL 80kN cho dòng xe hỗn hợp**

Loại xe		Tỷ lệ tăng trưởng xe (B)	Lượng xe thiết kế (C)	Yếu tố ESAL (D)	ESAL thiết kế (E)
Xe khách ô tô buýt	5,925	2%	52,551,787	.0008	42,011
	35	24,30	310,433	.6806	211,280
Các xe tải quảng cáo và tải nhẹ Các xe tải 2 trục - 4 bánh Các xe tải 2 trục - 6 bánh Các xe tải 3 hoặc nhiều hơn 3 trục Tổng số cho các xe tải đơn	1,135	2%	10,066,882	.0122	122,816
	3	24,30	26,609	.0052	138
	372	24,30	3,299,454	.1890	623,597
	34	24,30	301,563	.1303	39,294
Sơ mi moóc 3 trục kéo theo Sơ mi moóc 4 trục kéo theo Sơ mi moóc 5 trục kéo theo Tổng số cho các sơ mi moóc kéo theo	19	4%	206,524	.8646	178,561
	49	29,78	532,615	.6560	349,396
	1,880	29,78	20,435,036	2.3719	48,469,861
Moóc kép 5 trục Moóc kép 6 trục Tổng số cho các xe moóc kép	103	5%	1,242,891	2.3187	2,881,891
	0	33,06			
Móc tải 3 trục Móc tải 4 trục Móc tải 5 trục Tổng số các moóc tải	208	4%	2,260,898	.0152	34,366
	305	29,78	3,315,259	.0152	50,392
	125	29,78	1,358,713	.5317	722,427
Tổng số cho các xe	10,193		95,908,664	ESAL thiết kế	53.726,060

## Chương 4. Đất nền đường

### 4.1. GIỚI THIỆU

Hầu hết các loại đất được đầm nén đều có xu hướng trương nở khi bị thấm nước. Khi đất trương nở và chứa nước, khả năng chịu tải giảm. Mức độ trương nở do tăng độ ẩm và giảm độ chặt bị hạn chế bởi tải trọng bản thân của các lớp vật liệu kết cấu mặt đường đặt trên nền đất. Khi áp lực do tải trọng của vật liệu bên trên và các lực trương nở của đất bằng nhau thì việc trương nở bị ngưng lại và cường độ không bị giảm nữa. Sau đó đất ở trong trạng thái bất ổn nhất với áp lực do tải trọng bản thân của các lớp kết cấu mặt đường nằm ở trên. Theo các điều kiện này, chiều dày và cường độ thiết kế của các kết cấu phải đủ để bảo vệ nền đất tránh được biến dạng không đều hay trượt do tải trọng động của xe cộ. Hơn nữa chiều dày của các lớp kết cấu mặt đường cần có áp lực bản thân đủ lớn để ngăn ngừa sự giãn nở tiếp tục dẫn đến giảm độ ổn định. Tính chất quyết định của vật liệu đặc trưng cho cường độ đất nền đường là mô đun đàn hồi ( $M_R$ ).

Mô đun đàn hồi là số đo đặc tính đàn hồi của đất thừa nhận các đặc tính phi tuyến nào đó. Mô đun đàn hồi có thể được dùng trực tiếp để thiết kế mặt đường mềm, nhưng phải chuyển đổi sang một hệ số nền (giá trị  $k$ ) khi thiết kế mặt đường cứng và mặt đường hỗn hợp. Cách đo trực tiếp phản lực nền có thể được thực hiện nếu các bước tiên hành được cơ quan thiết kế chấp nhận.

Mô đun đàn hồi đã được chọn dùng là vì các lý do sau đây:

- (1) Nó biểu thị đặc tính cơ bản của vật liệu dùng trong phân tích cơ học của hệ nhiều lớp để dự đoán độ gồ ghề, nứt, lún, đứt gãy v.v...
- (2) Phương pháp xác định  $M_R$  được mô tả trong phương pháp thí nghiệm của AASHTO T292.
- (3) Nó đã được công nhận trên toàn thế giới như là một phương pháp để biểu thị đặc tính vật liệu dùng trong thiết kế và đánh giá mặt đường.
- (4) Hiện đã có kỹ thuật để xác định giá trị  $M_R$  của các loại vật liệu khác nhau bằng thí nghiệm không phá hoại tại hiện trường (NDT).



Sử dụng sơ đồ Hình 9.3 để xác định mô đun đàn hồi hữu hiệu đất nền đường là rất hữu ích ở Việt Nam. Điều này cũng là một vấn đề cần nghiên cứu trong tương lai ở Việt Nam.

Dễ thấy rằng thiết bị để thực hiện thí nghiệm mô đun đàn hồi có thể đôi lúc không có. Vì thế nhiều hệ số thích hợp đã được công bố để có thể tính  $M_R$  từ CBR tiêu chuẩn, từ các kết quả thí nghiệm loại đất hay từ các giá trị khác. Sự phát triển các hệ số này được rút ra dựa trên các mối tương quan đã nghiên cứu. Một điều cần phải nhấn mạnh là Bộ GTVT nên có các thiết bị cần thiết để đo  $M_R$ . Trong bất kỳ trường hợp nào thì công tác thiết kế quy hoạch thực nghiệm tỷ mỉ là cần thiết để thu được các mối tương quan xác thực. Danh sách các loại đất, độ bão hòa và độ chặt phải được đưa vào trong chương trình thí nghiệm để xác định các ảnh hưởng chính. Hướng dẫn để chuyển đổi CBR thành  $M_R$  đã được thảo luận trong chương này. Các mối tương quan này sẽ được dùng để tính  $M_R$  trong công tác thiết kế mặt đường, cho đến khi thiết lập được các giá trị hệ số chuyển đổi trên toàn quốc.

Heukelom và Klomp đã đưa ra mối tương quan giữa giá trị CBR của hội các kỹ sư Mỹ (sử dụng đầm nén động) và mô đun tại hiện trường của đất. Mối tương quan được đưa ra bằng quan hệ dưới đây:

$$M_R(\text{psi}) = 1,500 \times \text{CBR} \quad (1\text{psi} = 6,9 \text{ kPa})$$

Số liệu mà từ đó mối tương quan này được triển khai ra nằm trong khoảng từ 750 đến 3.000 lần CBR. Quan hệ này đã được những người thiết kế và các nhà nghiên cứu sử dụng rộng rãi và được xem là hợp lý đối với đất hạt mịn có CBR ngâm nước là  $\leq 10$ . Giá trị CBR phải tương ứng với độ chặt yêu cầu tại hiện trường.

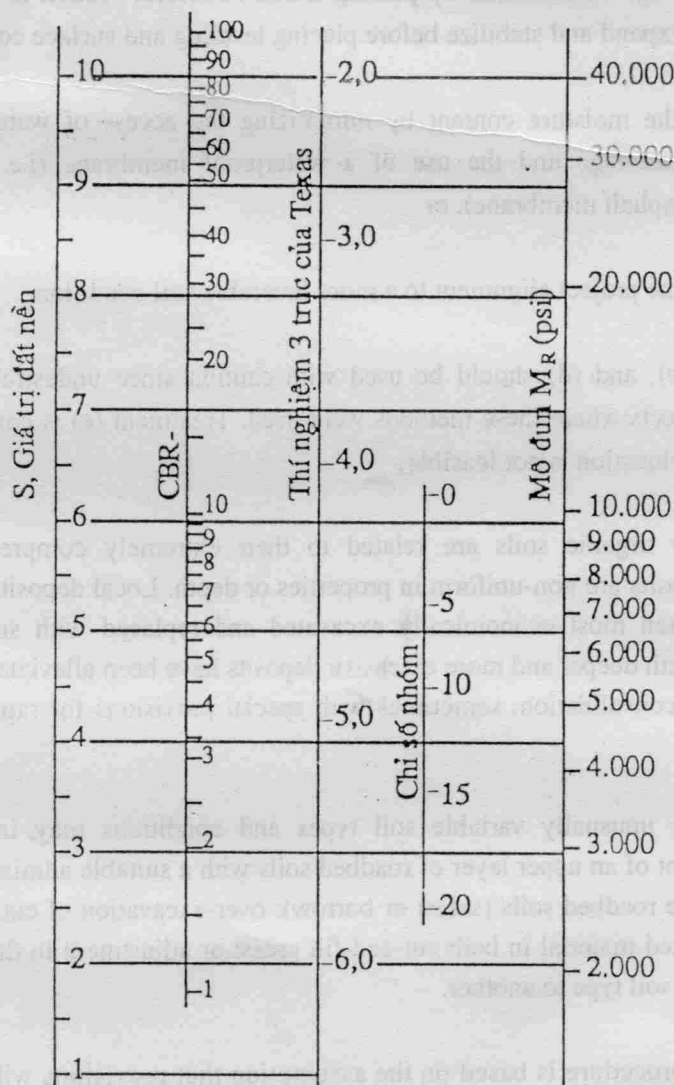
Việc thảo luận này đã tổng hợp các ước tính về việc quy đổi CBR thành mô đun đàn hồi cho đất nền đường. Hình 4.1 cho phép người thiết kế tìm thấy mối tương quan của các phương pháp khác nhau về đo cường độ đất.

Có hàng loạt các mối tương quan khác nhau để quy đổi CBR thành  $M_R$ . Bảng tổng kết các mối tương quan này theo các điều kiện phù hợp được nêu tại phụ lục D.

Việc thi công lớp nền đất dưới đáy áo đường phải được cân nhắc cẩn thận vì nó liên quan đến cường độ của mặt đường. Để cải thiện độ tin cậy tổng thể của thiết kế thì cần phải xem xét các yêu cầu về đầm lèn. Đối với các điều kiện trung bình, không cần thiết phải quy định các yêu cầu đặc biệt về đầm lèn. Tuy nhiên trong một vài trường hợp người thiết kế nêu yêu cầu các sửa đổi trong quy định kỹ thuật cho phù hợp.

Tiêu chuẩn cơ bản về đầm nén đất nền ở đáy áo đường phải là yêu cầu độ chặt thích hợp. Quy trình kiểm tra phải đầy đủ để đảm bảo đạt được độ chặt quy định trong quá trình thi công. Nếu vì lý do nào đó mà yêu cầu đầm đất cơ bản không đạt thì kỹ sư thiết kế phải điều chỉnh lại  $M_R$  thiết kế cho thích hợp.

Các loại đất có độ trương nở hay đàn hồi vượt quá mức thì cần được xem xét cẩn thận. Có một giải pháp đó là rải lên trên nền lớp đất này một lớp vật liệu chọn lọc với chiều dày vừa đủ để khắc phục các ảnh hưởng có hại do sự trương nở hay đàn hồi. Đất trương nở có thể được cải tạo bằng cách đầm ở độ ẩm lớn hơn độ ẩm tối ưu từ 1-2%. Nếu đất được xác định là trương nở mạnh thì phải xem xét đưa ra các biện pháp thiết kế và thi công đặc biệt. Các phương án thiết kế thay thế dùng để xử lý đất trương nở là:



Hình 4.1. Toán đồ tương quan để đánh giá mô đun đàn hồi đất nền đường

- (a) Xử lý đất trương nở bằng vôi hay các chất phụ gia khác để giảm độ nở trong môi trường ẩm, hoặc
- (b) thay thế vật liệu nở bằng một vật liệu không nở tới một độ sâu nào đó, để đến độ sâu ấy độ ẩm theo mùa gần như là không đổi, hoặc
- (c) đưa ra các kết cấu bên trên với chiều dày vừa đủ để chống lại áp suất trương nở bằng áp suất tải trọng bản thân, hoặc
- (d) sử dụng thi công theo 2 giai đoạn bằng cách đặt một lớp kết cấu mỏng để lớp vật liệu ở dưới có thể nở ra và ổn định trước khi rải lớp bù vênh và các lớp mặt, hoặc
- (e) làm ổn định hàm lượng ẩm bằng cách giảm tối thiểu lượng nước chảy qua lớp mặt và lớp thoát nước dưới lớp mặt và dùng một loại màng không thấm nước (ví dụ vải địa kỹ thuật hoặc màng mỏng atphan trắng cao su), hoặc
- (f) đặt lại hướng tuyến của dự án sang vùng có điều kiện đất thích hợp hơn.

Các cách xử lý (a), (b), (c), (d) cần được áp dụng thận trọng vì độ nở của đất quá lớn ngoài ý muốn đã xuất hiện ở một số dự án được áp dụng các phương pháp này. Cách xử lý (e) được coi là giải pháp xử lý tốt nhất nếu phương pháp đặt lại hướng tuyến không khả thi.

Những vấn đề do đất có hàm lượng hữu cơ cao liên quan đặc biệt đến bản chất chịu nén của chúng và càng nghiêm trọng khi các lớp đất này không đồng nhất về đặc tính hoặc độ sâu. Các lớp đất hữu cơ trám tích cục bộ hoặc nằm không sâu được đào bỏ đi và thay thế bằng vật liệu đắp thích hợp là kinh tế nhất. Các vấn đề xảy ra liên quan đến các lớp đất trám tích nằm sâu hơn và khả năng trương nở cao hơn được xử lý bằng cách đắp lớp đất gia tải để nền cố kết trước, đôi khi bằng các biện pháp đặc biệt làm thoát nước nhanh để thúc đẩy việc cố kết.

Các biện pháp đặc biệt đối với các loại đất không bình thường là: xới đất, đầm lại đất, xử lý lớp trên của đất nền đường bằng một hỗn hợp phụ gia thích hợp; dùng các loại đất phù hợp hơn (lựa chọn hoặc lấy ở mỏ đất); đào sâu hơn ở các đoạn đào và đắp một lớp đồng nhất bằng vật liệu chọn lọc ở cả đoạn đào cũng như ở đoạn đắp; hoặc điều chỉnh chiều dày lớp móng dưới tại các chỗ chuyển tiếp từ loại đất này sang một loại đất khác.

Mặc dù các bước thiết kế dựa trên giả thiết rằng các biện pháp sẽ được thực hiện để thoát nước lớp mặt và lớp dưới lớp mặt, một vài trường hợp đòi hỏi chú ý đặc biệt khi thiết kế và thi công hệ thống thoát nước. Thoát nước đặc biệt quan trọng ở những chỗ các dòng chảy mạnh bị chặn lại (ví dụ: suối, lạch ...), những chỗ có tuyết phủ, hoặc những chỗ mà khi hàm lượng nước tăng thì đất rất dễ bị trương nở hoặc giảm cường độ. Công trình thoát nước dưới lớp mặt có thể gồm cả các lớp phụ bằng vật liệu thấm nước để ngăn hoặc thu nước, lắp đặt ống thoát nước để thu và dẫn nước. Công trình thoát nước mặt đặc biệt có thể đòi hỏi các kết cấu như: rãnh, rãnh lát đáy và hố thu nước.

Các loại đất nền đường nhất định gây nên những vấn đề khó khăn trong thi công. Đó là các loại đất dễ dàng dịch chuyển dưới tác động của máy móc thi công mặt đường, các loại đất sét ướt không thể đầm được khi độ ẩm cao vì dễ bị lún trôi khi lu lèn và đòi hỏi phải mất nhiều thời gian để làm khô đất để đạt tới độ ẩm thích hợp. Các biện pháp xử lý khi thi công là:

- trộn thêm vật liệu hạt vào,
- thêm các phụ gia thích hợp vào cát để tăng độ kết dính,
- thêm các phụ gia thích hợp vào sét để làm khô nhanh hoặc tăng cường độ chống cắt và rải một lớp bằng vật liệu chọn lọc thích hợp hơn để tạo ra một mặt nền làm việc khi thi công mặt đường.

Nếu đất không trương nở,  $M_R$  thiết kế dựa trên giả thiết trước là có một số thời gian đất sẽ bão hoà nước trong quá trình phục vụ. Giả thiết này dẫn đến cường độ thấp nhất của đất chắc chắn sẽ xảy ra trong thời gian này. Việc sử dụng hệ thống thoát nước tốt ở đáy áo đường và ở các lớp kết cấu sẽ làm giảm thiểu thời gian đất có cường độ thấp do ngập nước. Một hệ thống thoát nước tốt trong phần kết cấu đã nêu trong mục 6.2 và 6.3 sẽ giảm thiểu các hư hại của kết cấu do nước gây nên.

Giá trị mô đun đàn hồi của đất nền dùng để thiết kế kết cấu mặt đường thông thường phải dựa vào các đặc tính của lớp đất nền đã đầm nén. Trong một vài trường hợp cần thiết phải xem xét đến việc nền không đầm nén được nếu vật liệu tại hiện trường đặc biệt yếu. Cần phải ghi nhớ rằng việc thiết kế kết cấu mặt đường theo cuốn tiêu chuẩn này là dựa trên giá trị  $M_R$  trung bình. Mặc dù độ tin cậy đã tính đến được những thay đổi của nhiều nhân tố gắn liền với thiết kế, nó được xử lý bằng cách điều chỉnh lưu lượng giao thông thiết kế. Lượng xe thiết kế là tải trọng trục đơn tương đương 80kN được dự tính trong suốt thời kỳ thiết kế. Kỹ sư thiết kế không được chọn giá trị  $M_R$  thiết kế chỉ dựa trên các tiêu chuẩn tối thiểu hoặc theo các tiêu chuẩn quá an toàn vì điều này sẽ dẫn đến tăng sự an toàn trong thiết kế vượt xa độ an toàn theo các hệ số độ tin cậy.

## 4.2. XÁC ĐỊNH $M_R$ THIẾT KẾ

Các giá trị  $M_R$  hay CBR của đất cần cho dự án được đưa vào Báo cáo Vật liệu. Thay đổi đáng kể về các giá trị này trong phạm vi một dự án là điều phổ biến. Vì giá trị  $M_R$  thiết kế phải được lựa chọn để thiết kế kết cấu, nên điều quan trọng là phải biết được phạm vi quy định của vật liệu bởi các thí nghiệm khác nhau.

Vì sự thay đổi lớn của các loại vật liệu và nền trầm tích có trong phạm vi dự án là rất phổ biến nên việc thiết lập các quy tắc nhanh và cứng nhắc đối với việc lựa chọn một giá trị  $M_R$  thiết kế là không thực tế. Việc cung cấp một hệ thống thoát nước hiệu quả như đã được thảo luận ở Chương 6, cho phép người thiết kế linh hoạt hơn trong việc lựa chọn  $M_R$  thiết kế.

Việc đánh giá dựa vào kinh nghiệm nên được làm để đảm bảo chắc chắn “việc thiết kế đã được cân nhắc” một cách hợp lý, và sẽ tránh được chi phí vượt quá do an toàn quá mức. Những thiết kế đã làm chỉ nên được sử dụng như là những chỉ dẫn của việc thực hiện tốt hay kém.

Nếu phạm vi của  $M_R$  là nhỏ hoặc hầu hết các giá trị đều ở trong một phạm vi hẹp với một vài giá trị cao hơn không đáng kể, thì  $M_R$  thấp nhất nên được lựa chọn cho thiết kế kết cấu. Tuy nhiên,  $M_R$  thấp nhất không nên nhất thiết chi phối việc thiết kế kết cấu trên toàn chiều dài của các dự án lớn. Nếu có một số ít các giá trị  $M_R$  thấp và chúng chỉ đại diện cho khối lượng tương đối nhỏ của đất nền hoặc chỉ tập trung tại một diện tích nhỏ thì có thể quy định chỉ sử dụng vật liệu này dưới đáy của nền đường đắp hoặc ở những phần taluy bên ngoài giới hạn kết cấu mặt đường. Thông thường gia cố vôi trên các đoạn ngắn có thể cho hiệu quả về chi phí. Các thí nghiệm tiến hành tại Mỹ đã chỉ ra rằng việc sử dụng vải địa kỹ thuật có thể cho phép người thiết kế chọn một giá trị  $M_R$  cao hơn trong thiết kế kết cấu mặt đường ở những vị trí mà đất nền đường có thể thay đổi và những khu vực cá biệt có giá trị  $M_R$  vật liệu thấp (<725KPa). Rải vải địa kỹ thuật dưới kết cấu mặt đường sẽ nâng cao chất lượng lớp nền bằng cách lấp các khu vực đất yếu và ngăn cách các hạt mịn ở nền yếu phía dưới chui lên vật liệu chất lượng tốt của lớp móng dưới hay lớp móng trên.

Ở những nơi cấu tạo địa chất và các loại đất thay đổi dọc theo dự án thì việc thiết kế nhiều loại kết cấu mặt đường để điều chỉnh các chênh lệch lớn trong  $M_R$  có thể cho hiệu quả về kinh tế. Tuy nhiên cần phải đặc biệt chú ý tránh các thay đổi lớn trong thiết kế kết cấu mà thực tế có thể làm tăng chi phí xây dựng, chi phí vượt quá cả mức chi phí do tiết kiệm vật liệu.

### 4.3. ĐÁT ĐẤP

Đất đắp tại chỗ hay chuyển từ bên ngoài vào được dùng để bù vào sự thiếu hụt khối lượng vật liệu đào ra khi xây dựng nền đường.  $M_R$  của vật liệu đào của dự án thường được quy định như  $M_R$  tối thiểu của đất đắp. Khi đất đắp đảm bảo chất lượng nhưng không kinh tế hay khi toàn bộ công tác đất là đắp đất, giá trị  $M_R$  yêu cầu cho đất đắp là  $M_R$  thiết kế. Vì không có yêu cầu trị số  $M_R$  tối thiểu cho đất đắp tại chỗ trong tiêu chuẩn thi công, nên  $M_R$  tối thiểu phải được quy định từ điều khoản đặc biệt (SP) cho lớp vật liệu được rải trong phạm vi 1,2m kể từ cao độ thiết kế.

### 4.4. LULÈN

Tiêu chuẩn thi công yêu cầu hệ số đầm nén đạt 95% (đầm nén cải tiến của AASHTO) với độ sâu tối thiểu 200mm kể từ bề mặt nền xuống và hệ số đầm nén 98% cho các lớp móng trên và móng dưới không xử lý. Không nên dùng điều khoản đặc biệt để sửa đổi yêu cầu này. Ngoài ra, tiêu chuẩn thi công còn yêu cầu hệ số đầm nén không nhỏ hơn 95% với độ sâu 800mm kể từ cao độ thiết kế xuống trong khoảng bề rộng làn xe và các làn đường phụ cộng thêm mỗi bên 1m. Quy định này đôi khi được thay bằng các quy định đặc biệt, việc này được chứng minh ở mục 2.1(3). Các lý do để thay là:

- (a) Một phần của đường địa phương đang được thay thế bằng một kết cấu tốt hơn,
- (b) việc xây dựng lại từng phần theo chiều sâu được quy định, hoặc
- (c) di chuyển các thiết bị, cấu kiện ngầm còn sử dụng được, hoặc,
- (d) các dự án mở rộng tạm thời được yêu cầu cho đường có lưu lượng xe thấp, các làn rẽ trong nút giao thông hay làn đỗ xe trong đường thành phố.

Các vị trí áp dụng quy định đặc biệt cần phải chỉ rõ trên mặt cắt ngang điển hình. Chiều sâu đầm nén 800mm phải được thực hiện cho phạm vi phần xe chạy hoặc các làn phụ của các quốc lộ.

## Chương 5. Lớp móng dưới và móng trên

### 5.1. GIỚI THIỆU

Các đặc điểm của lớp móng dưới và móng trên khác nhau mà được sử dụng trong kết cấu sẽ được thảo luận trong chương tiếp theo. Nhìn chung, các lớp móng dưới và móng trên này có thể được sử dụng với các tổ hợp khác nhau để thiết kế các kết cấu kinh tế nhất cho một dự án riêng biệt. Các kết cấu tiêu chuẩn được dùng cho mặt đường bê tông xi măng poóc lăng (PCCP) bằng cách kết hợp lớp móng trên và móng dưới theo kiểu lựa chọn. Các loại cốt liệu có xử lý và không được xử lý khác nhau có khả năng chống lại các lực do xe cộ gây ra khác nhau. Các cường độ thay đổi hay cường độ tương đối ổn định này được cân nhắc khi tính toán chiều dày kết cấu bằng cách chọn một hệ số lớp thích hợp trong quá trình thiết kế như thảo luận trong chương 9. Vì việc thiết kế mặt đường là một lĩnh vực liên tục phát triển nên phần tiếp theo đây không có nhằm quy định vật liệu hay phương pháp mới có thể được sử dụng.

### 5.2. LỚP MÓNG DƯỚI BẰNG CẤP PHỐI ĐÁ DẼM (AS)

Lớp móng dưới bằng cấp phối (AS) thường được xem là bộ phận thấp nhất của mọi kết cấu vì nó thường dẫn đến thiết kế kinh tế nhất. Nó có thể gồm nhiều hơn một lớp. Nếu đất nền đường có  $M_R > 69000$  kPa hoặc (CBR > 10) hay khi kết quả thiết kế cho chiều dày lớp móng dưới mỏng thì phải cân nhắc để huỷ bỏ lớp móng dưới và thiết kế lớp móng trên dày hơn. Quyết định này thường dựa trên mục tiêu chi phí ban đầu thấp nhất, khi hai thiết kế tương đương về kết cấu.

Nơi có bố trí một lớp vật liệu thấm nước ở dưới toàn bộ chiều rộng của kết cấu để thoát nước dưới bề mặt thì lớp thấm nước được xem như là lớp móng dưới trong tính toán thiết kế.

### 5.3. LỚP MÓNG TRÊN BẰNG CẤP PHỐI ĐÁ DẼM (AB)

Các lớp móng cấp phối không được xử lý có thể được dùng dưới lớp mặt bê tông atphan khi cân nhắc về kinh tế. Khi móng cấp phối không được xử lý được sử dụng với lớp mặt AC, việc sử dụng nó thay thế cho lớp móng thấm nước được xử lý (TPB) phải tuân theo Mục 6.2(3). Nó có thể được dùng dưới lớp TPB nhưng bề mặt của nó cần được gia cố bằng lớp nhựa thấm bám.

#### 5.4. LỚP MÓNG TRÊN VÀ LỚP MÓNG DƯỚI ĐƯỢC GIA CỐ

Nhựa, xi măng poóc lăng, hỗn hợp xi măng poóc lăng và vật liệu Puzolan, vôi, và các loại xi măng hay chất gia cố khác có thể được kết hợp với cốt liệu được lựa chọn hoặc đất hay các vật liệu ở địa phương để cải thiện tính ổn định và cường độ của các thành phần chịu tải của kết cấu. Việc sử dụng các vật liệu này phụ thuộc vào một loạt các biến số bao gồm, chi phí tương đối, khả năng sẵn có vật liệu, các loại vật liệu tự nhiên, điều kiện môi trường, dự báo giao thông, các tiêu chuẩn đã có và thực tế sử dụng. Nhựa hay xi măng có thể được dùng để cải tạo cốt liệu chất lượng thấp dùng để làm lớp móng trên hoặc lớp móng dưới.

Loại và hàm lượng của chất gia cố cần sử dụng được xác định sau khi thí nghiệm các vật liệu và so sánh về chi phí với vật liệu cấp phối tiêu chuẩn không được xử lý.

#### 5.5. LỚP MÓNG TRÊN XỬ LÝ BẰNG XI MĂNG (CTB)

Lớp móng trên xử lý bằng xi măng thường chỉ áp dụng với mặt đường asphalt và được quy định thành 2 loại dưới đây:

- (a) CTB loại A bao gồm cốt liệu trộn với xi măng đủ để tạo ra lớp móng trên với cường độ khá lớn của tám. CTB loại A được dùng trực tiếp dưới AC để đảm bảo tăng cường độ dưới tác dụng của các xe tải nặng hoặc rải trực tiếp dưới lớp TPB.
- (b) CTB loại B gồm có cốt liệu với  $M_R$  không nhỏ hơn 125000 KPa được trộn với một lượng xi măng vừa đủ để tăng  $M_R$  sao cho không nhỏ hơn 240000 KPa.

Cả CTB loại A và CTB loại B đều có thể dùng với mặt bê tông asphalt để tăng khả năng chịu tải và độ bền của nó. Vì cường độ của loại A và tính ổn định cao của loại B mà việc sử dụng một trong hai loại này là cách tiết kiệm nhất đối với toàn bộ móng cấp phối vì giảm được chiều dày yêu cầu của lớp móng. CTB có thể trộn tại trạm trộn hoặc trộn tại chỗ. Ưu tiên trộn tại trạm trộn còn tại chỗ chỉ cho phép khi khối lượng nhỏ. Khi sử dụng phương pháp trộn tại chỗ, phải chứng minh tính hợp lý trong báo cáo thiết kế địa chất và báo cáo vật liệu. Khi dùng cát không dính làm móng dưới và trên là lớp móng xử lý xi măng thì cần phải có một "lớp công tác" là lớp móng dưới bằng cốt liệu, móng trên bằng cốt liệu hay cốt liệu gia cố, "lớp công tác" này thường dày từ 75mm đến 105mm thích hợp để làm mặt bằng thi công lớp móng xử lý bằng xi măng. "lớp công tác" được xem như là vật liệu cho lớp móng dưới trong thiết kế.

#### 5.6. MÓNG BÊ TÔNG NGHÈO (LCB)

Móng bê tông nghèo được sử dụng để làm một lớp móng cứng hơn và ít bị xói mòn hơn CTB loại A truyền thống, dùng bên dưới PCCP. Việc sử dụng LCB làm giảm ảnh hưởng các tác động phụ và bị đứt đoạn trong PCCP. LCB là một hỗn hợp bê tông được trộn cốt liệu với một nửa hàm lượng xi măng của bê tông thông thường.



Ưu điểm của LCB so với CTB là:

- (a) LCB có cường độ dài hạn lớn hơn CTB.
- (b) Cùng một kiểu thiết bị rải như dùng để rải PCCP có thể dùng loại LCB.
- (c) LCB có thể được thi công với cao độ chính xác hơn, và
- (d) Điều quan trọng nhất, bề mặt LCB cứng hơn và ít bị ăn mòn để rồi gây ra đứt đoạn mà thường tạo ra hiện tượng cập kênh khi xe tải chạy trên bề mặt PCCP.

### 5.7. MÓNG BÊ TÔNG NHỰA (ACB)

Mặc dù thường được nhắc tới như là một hạng mục riêng, móng bê tông nhựa (ACB) là một loại bê tông nhựa cấp phối chặt được trộn ở trạm trộn thường được dùng cho lớp mặt, ngoại trừ cấp phối thô hơn để có thể làm tăng thêm độ ổn định ACB được gọi là loại A hoặc loại B, phụ thuộc vào chất lượng của cốt liệu. Loại A cơ bản là đá xay có tính ổn định cao hơn loại B.

Khi dùng với mặt bê tông atphan (ACP), ACB được xem như là một phần của lớp mặt. Hệ số lớp của ACB được ấn định là hệ số lớp của phần còn lại của AC trong kết cấu.

### 5.8. MÓNG XỬ LÝ THẨM NƯỚC (TPB)

Móng xử lý thấm nước (TPB) là hỗn hợp của cấp phối đá xay thô chất lượng cao và vật liệu kết dính. Vật liệu kết dính có thể là atphan hoặc là xi măng poóc lăng. Việc quyết định dùng lớp móng thấm nước được xử lý bằng atphan hay lớp móng thấm nước được xử lý bằng xi măng phải được dựa trên sự cân nhắc về kinh tế và tính sẵn có của vật liệu là chủ yếu. Sự lựa chọn thường là do quyết định của kỹ sư mặt đường về ACP. TPB cung cấp lớp thoát nước tốt trong kết cấu. Móng thấm nước trải rộng thêm về một bên là 0.3 m kể từ mép ngoài của mặt đường ở phía cao đến mép ngoài của rãnh thoát nước bên phía thấp của kết cấu xem hình 6.2 A. Lớp TPB là một phần gắn liền với kết cấu và đáp ứng tất cả hoặc một phần chức năng cường độ thông thường được đòi hỏi của lớp móng.

### 5.9. MÓNG DƯỚI XỬ LÝ VÔI (LTS)

Một số loại đất, khi được xử lý bằng vôi, sẽ hình thành hỗn hợp dính kết tạo nên một loại vật liệu cường độ tương đối cao. Khi hỗn hợp dính kết có cường độ chịu nén nở hông tự do (UCS) khoảng 2,75 MPa hoặc lớn hơn, như đã được xác định. Nó có thể thay thế lớp móng dưới một cách thoả đáng và tiết kiệm. Đối với đường ít xe thì đất xử lý vôi cũng có thể làm lớp móng trên đúng như yêu cầu.

## Chương 6. Thoát nước kết cấu mặt đường

### 6.1. GIỚI THIỆU

Nói chung những hư hỏng xảy ra sớm trên cả hai loại mặt đường cứng và mặt đường mềm là do các xe tải trọng nặng chạy qua khi kết cấu mặt đường đang ở tình trạng bão hoà nước. Sự bão hoà nước của kết cấu hay vật liệu móng nằm ở dưới hoặc cả hai nói chung sẽ gây nên việc giảm cường độ hoặc giảm khả năng chịu các tải trọng trục xe tải nặng. Các vấn đề tiềm ẩn được kết hợp với sự bão hoà nước của kết cấu và lớp nền gồm có các hiện tượng sụp kênh, sự giãn nở khác nhau (trương nở) của đất nền, tính xói mòn và mac dẫn của vật liệu mịn tạo ra các lỗ rỗng làm tổn thất khả năng chịu lực của lớp nền, sự bong bật của các cốt liệu bê tông asphalt và quá trình ôxy hoá gia tăng của chất kết dính asphalt. Thoát nước nhanh khỏi kết cấu là rất cần thiết và nói chung phụ thuộc vào toàn bộ hệ thống thoát nước chủ động.

### 6.2. THOÁT NƯỚC KẾT CẤU MẶT ĐƯỜNG MỀM

*Tổng quát.* Nước có thể thâm nhập vào mặt đường mềm do nước mặt thấm qua các vết nứt, các khe nối, thấm qua lớp bê tông asphalt, và do nước ngầm thoát ra từ tầng ngầm nước bị chặn lại, do mực nước ngầm cao hay do các dòng chảy bị chặn lại. Sự bão hoà nước hoặc sự có mặt của nước sẽ làm giảm cường độ chịu lực hay năng lực chịu tải của lớp móng được xử lý nằm bên dưới lớp AC. Điều này xảy ra do độ võng bị tăng lên dưới tải trọng bánh xe nặng, dẫn đến rạn nứt kết cấu và hiện tượng sụp kênh thúc đẩy hư hỏng do mỏi của AC. Cả hai nguồn nước đã đề cập nên được xem xét và phải tìm ra giải pháp cho cả hai. Lưu lượng từ nguồn nước mặt tính được cộng với lưu lượng từ nguồn nước ngầm dự tính bằng tổng lưu lượng thoát đi của hệ thống thoát nước. Hệ thống thoát nước phân kết cấu được thiết kế để thoát hết lượng nước bề mặt, nói chung tách khỏi hệ thống thoát nước ngầm mà được thiết kế để thoát nước ngầm. Lượng nước ngầm dự tính có thể được xác định bằng cách kết hợp giữa điều tra hiện trường, các kỹ thuật phân tích và các phương pháp toán đồ. Một phương pháp phân tích để dự tính lượng nước bề mặt được thảo luận ở mục 6.2(3). Báo cáo thiết kế địa kỹ thuật hay báo cáo vật liệu của dự án sẽ cung cấp các thông tin thích đáng và những ghi chú về nước ngầm và nước mặt. Phần còn lại của mục này liên quan đến hệ thống thoát nước kết cấu mặt đường mềm mà được yêu cầu phải thoát hết nước mặt đã thấm vào kết cấu mặt đường.

(1) Các bộ phận thoát nước và những vấn đề xem xét có liên quan đến thiết kế. Thoát nước nhanh phân kết cấu mặt đường là cần thiết để giảm tối thiểu thời gian kết cấu bị bão hoà nước. Điều này có thể đạt được một cách tốt nhất bằng cách rải lớp thoát nước bằng vật liệu có tính thấm cao nằm dưới toàn bộ chiều rộng mặt đường trong thời gian thi công ban đầu. Các bộ phận chính của hệ thống thoát nước kết cấu mặt đường mềm là:

- (a) Một lớp thoát nước bằng vật liệu có tính thấm cao.
- (b) Hệ thống thu nước.
- (c) Cửa thoát nước, lỗ thoát nước và thiết bị làm sạch.

(2) *Lớp thoát nước.* Một lớp thoát nước gồm có hoặc là lớp móng thấm nước được xử lý bằng asphalt (ATPB) dày 75mm hoặc lớp móng thấm nước được xử lý bằng xi măng (CTPB) dày 105mm nên được xem xét để rải ngay bên dưới lớp mặt AC ngăn ngừa nước mặt thấm nhập vào kết cấu. Ngoại trừ ở các vùng có lượng mưa trung bình hàng năm rất thấp ( $< 125\text{mm}$ ) hoặc ở những nơi đất nền thoát nước tự do (khả năng thấm nước lớn hơn  $3.53 \times 10^{-4}\text{m/s}$ ). Lớp thoát nước được kéo dài về hai phía với khoảng cách 0.3m tính từ mép ngoài đường xe chạy của bên lề cao đến mép cửa rãnh thu nước bên lề thấp. Mặt cắt AC điển hình với lớp móng xử lý thấm (TPB) được chỉ ra ở hình 6.1 A.

Khi có vấn đề liên quan đến sự thấm nhập của nước mặt có thể làm bão hoà và làm mềm lớp móng dưới hoặc cả lớp nền (cả trong quá trình thi công hay khi đang được sử dụng) thì nên sử dụng lớp nhựa lán hay lớp màng mỏng phù hợp. Lớp nhựa hay lớp màng này được rải lên trên lớp móng trên, lớp móng dưới hay lớp nền để ngăn sự xói mòn vật liệu nằm dưới. Cả lớp ATPB tiêu chuẩn dày 75mm hoặc lớp CTPB dày 105mm nói chung sẽ cho khả năng thoát nước lớn hơn lượng nước phải thoát yêu cầu dưới mặt đường AC. Chiều dày tiêu chuẩn dựa chủ yếu vào năng lực thi công với một khoảng bù vào dung sai bề dày khi thi công. Bằng cách kết hợp thống nhất các điều kiện, ví dụ ở những nơi tỷ lệ thấm vượt quá 15mm/h và mặt đường rất rộng ( $\geq 4$  làn xe với 1 độ dốc ngang), trình tự sau đây có thể dùng để xác định chiều dày lớp cần thiết. Nếu vật liệu khác loại ATPB hay CTPB với khả năng thấm nước khác nhau được sử dụng với các điều kiện như trên, thì cần phải kiểm tra xem chiều dày đã đủ chưa. Lượng ước tính của nước mặt sẽ thấm vào mặt AC (lưu lượng Q tính bằng  $\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$  của lòng đường). Có thể xác định theo phương trình:

$$Q = IW/3,6 \times 10^6$$

Trong đó:

- W - chiều rộng (tính bằng m) của lớp thoát nước thông thường được đo thẳng góc với tim đường;
- I - hệ số thấm tính bằng mm/h.

Nếu số liệu về lượng mưa ở địa phương có sẵn tại hiện trường nơi thực thi dự án thì có thể đi trình sau để xác định hệ số thấm "I":

$$I = (0,33) \text{ (cường độ mưa tính theo giờ thiết kế.)}$$

Chiều dày yêu cầu,  $t$  (mm) của lớp thoát nước có thể tính bằng phương trình sau:

$$t = 1000Q ks$$

Trong đó:

- $k$  - khả năng thấm của vật liệu đã sử dụng trong lớp thoát nước (m/s) (0,0529m/s đối với ATPB, và 0,014 m/s đối với CTPB) và
- $s$  - độ dốc ngang mặt đường (m/m)

Trước hết, cộng thêm 25mm được thêm vào chiều dày lớp thấm nước được tính toán để bù cho việc có thể nhiễm bẩn và dung sai cho phép trong thi công, sau đó tổng chiều dày sẽ được xác định bằng cách làm tròn gần đến 15mm.

(3) Hệ thống thu nước. Nên lắp đặt trong rãnh thu dọc theo đường một ống nhựa đường kính 80mm có khoan lỗ như hình 6.1 A. Trong khu vực có độ dốc dọc bằng hoặc lớn hơn 4%, nên đặt các thiết bị để thoát nước ngang nhanh, như hình 6.1 B, khoảng cách giữa các ống thoát nước ngang bằng 150m. Điều này sẽ hạn chế khoảng cách rò rỉ dọc trong lớp thoát nước, vì thế mà giảm được thời gian thoát nước xuống mức tối thiểu và ngăn chặn được sự hình thành của áp suất thủy tĩnh dưới lớp mặt AC. Rãnh thoát nước ngang phải được làm dốc để thoát nước. Ngoài ra thoát nước ngang phải được làm tại đầu thấp của TPB như hình 6.1B. Nên chú ý để phối hợp việc thoát nước ngang với hệ thống thoát nước dọc của kết cấu mặt đường. Các lớp thoát nước tại những nút giao thông và cầu vượt có thể yêu cầu các rãnh thu nước phụ, đường ống và cửa thoát nước để đảm bảo thoát nước nhanh cho kết cấu. Chiều rộng của rãnh thu nước dọc tiêu chuẩn là 0,3m được sử dụng trong xây dựng mới để phù hợp với việc lu lèn và cố kết của vật liệu có tính thấm nước (TPM) dọc theo và ở trên ống nhựa đường kính 80mm có khoan lỗ. Các đoạn cong hay siêu cao của đường có thể tạo ra những chỗ lõm ở phía bụng đường cong, nơi nước tập trung lại mà không thể thoát đi. Việc điều chỉnh độ dốc dọc là cần thiết để loại bỏ các vị trí lõm này. Khi độ dốc ngang siêu cao bắt đầu thoát nước qua TPB sang phía bên đường thấp, thì rãnh biên tại phía cao của đoạn siêu cao này không cần thiết nữa. Ngược lại, lúc chuyển siêu cao sang mái dốc ngang bình thường của đường thì phải bố trí rãnh biên để bắt đầu thu nước chảy về phía thấp ban đầu của mặt đường.

(4) *Ống thoát nước.* Cửa thoát của ống nhựa (không có lỗ khoan) phải đảm bảo một khoảng cách thích hợp đối với hệ thống thoát nước phân kết cấu mặt đường để nước thoát tự do. Khoảng cách của các cửa thoát (gồm cả lỗ thoát và thiết bị làm sạch) nên hạn chế khoảng 60m. Rãnh để đặt ống thoát nước phải được lấp lại bằng vật liệu có tính thấm thấp hoặc được bố trí tường ngăn hoặc màng chắn để ngăn chặn việc tắc cống. Cửa thoát nước phải lộ và hở ra và được nối với các cống và kết cấu thoát nước hay được đổ vào rãnh thoát nước. Ở phần dưới đầu lộ thiên của cửa thoát nước hở nên bố trí một khối chắn nước hay được lát để tránh xói mòn và cây cỏ mọc gây tắc dòng chảy từ cửa thoát. Gần đến cửa thoát và khi khoảng cách giữa các cửa ra vượt quá khoảng cách tối đa là 75m phải bố trí thiết bị làm sạch. Nên bố trí để dễ dàng dọn dẹp hệ thống thoát nước kết cấu mặt đường. Các chi tiết điển hình được nêu ra trong các bản vẽ tiêu chuẩn cho cửa thoát nước bên và các chi tiết cửa ra. Đầu cuối của mỗi ống thoát nên được đánh dấu với ký hiệu thích hợp để thuận tiện xác định vị trí và nhận dạng với các mục đích bảo dưỡng và làm giảm các nguy cơ hư hỏng có khả năng xảy ra do các phương tiện giao thông.

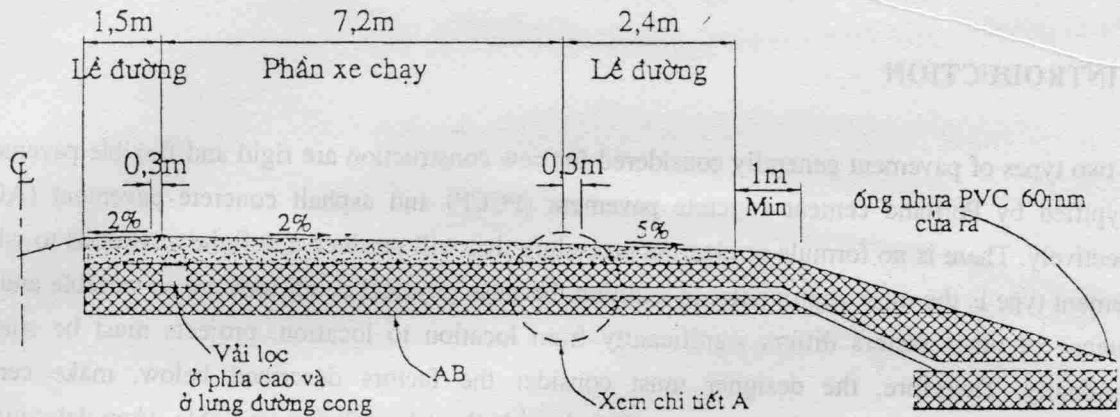
(5) *Các thiết bị chắn thoát nước ngang.* Khi sử dụng TPB, cần chú ý đặc biệt tới các chi tiết thoát nước ở bất kỳ nơi nào mà nước chảy trong lớp TPB bắt gặp lớp mặt đường không thấm, một tấm giảm chấn đầu cầu, tấm tà vẹt, neo ở cuối mặt đường hoặc khe giảm ứng suất. Trong mọi trường hợp nêu trên cần bố trí một thiết bị chắn thoát nước ngang, chi tiết của thiết bị chắn thoát nước ngang tại các vị trí khác nhau cho trong hình 6.1. Các cửa thoát nước ngang nên được nối với các chỗ thu nước dọc lề và hệ thống cửa ra cần dự tính các lối đi để làm vệ sinh trong quá trình duy tu sửa chữa.

*Những điều cần xem xét khi thiết kế phân kết cấu mặt đường.* Trình tự thiết kế mặt đường mềm thông thường như đã trình bày trong mục 8.4 được tuân thủ để xây dựng kết cấu mặt đường AC có kết hợp lớp thoát nước để điều tiết tính thấm của bề mặt. Chiều dày tiêu chuẩn 75mm được sử dụng cho lớp ATPB. Chiều dày tiêu chuẩn 105mm được sử dụng cho lớp CTPB. Vì độ cứng tương đối của chúng, không có giá trị  $M_R$  nào được dự định cho ATPB hoặc CTPB và việc thiết kế được vận dụng cùng một cách thức như đã mô tả cho lớp CTB loại A trong trình tự thiết kế kết cấu, xem mục 8.4 (6).

ATPB: lớp móng xử lý nhựa có tính thấm nước.

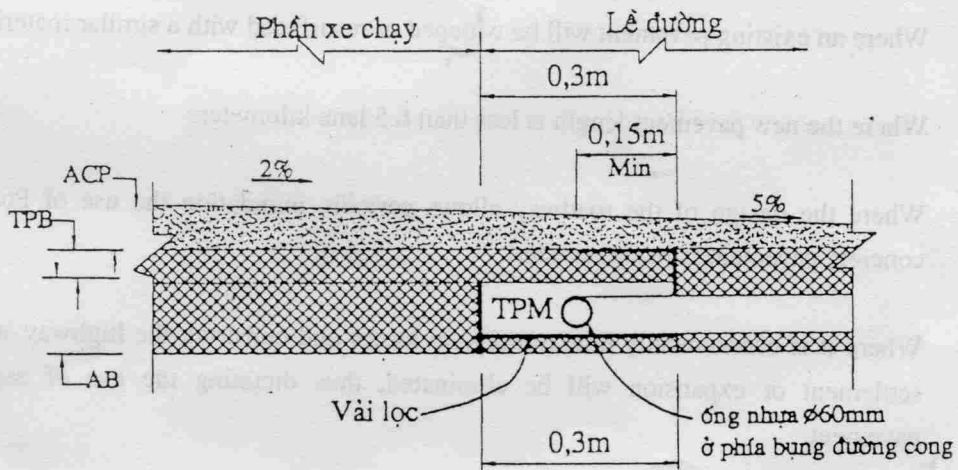
CTPB: lớp móng xử lý xi măng có tính thấm nước.

Mặt cắt AC điển hình có lớp thoát nước TPB



Ghi chú

- Hình biểu diễn một nửa mặt cắt của đường có phân chiều xe chạy. Thu nước một bên và hệ thống thoát nước ra nhờ độ dốc ngang 2 mái
- Hình này chỉ có ý thể hiện chi tiết mặt cắt kết cấu mặt đường, chi tiết mặt cắt ngang hình học xem chương 8.



Chi tiết A

Hình 6.1. Chi tiết thoát nước cho mặt đường mềm xây mới

## Chương 7. Sự lựa chọn loại mặt đường cho xây dựng mới

### 7.1. GIỚI THIỆU

Hai loại mặt đường thường được xem xét để xây dựng mới là mặt đường cứng và mặt đường mềm, điển hình là mặt đường bê tông xi măng Poóc lăng (PCCP) và mặt đường bê tông atphan (ACP). Không có công thức hoặc thủ tục cụ thể nào trả lời rõ ràng là loại mặt đường nào thích hợp nhất. Hơn nữa vì lý do các điều kiện vật lý và ảnh hưởng của các nhân tố khác thay đổi đáng kể từ vị trí này sang vị trí khác nên các dự án phải được nghiên cứu một cách riêng rẽ. Do đó người thiết kế phải cân nhắc những yếu tố được miêu tả dưới đây, đưa ra các giả thiết nhất định và sử dụng những đánh giá kỹ thuật trên cơ sở những kiến thức tốt nhất sẵn có khi xác định loại mặt đường.

Bất kể yếu tố nào mà không chế việc lựa chọn loại mặt đường phải được ghi chép trong hồ sơ lưu trữ của dự án.

Sự so sánh kinh tế chi tiết của các loại mặt đường phải được thực hiện như những thảo luận ở phần sau. Những trường hợp ngoại lệ không phải so sánh được cho phép theo những điều kiện sau:

- Những nơi mặt đường hiện tại sẽ được mở rộng hoặc làm lớp phủ mặt bằng vật liệu tương tự như mặt đường cũ.
- Những nơi chiều dài mặt đường mới ít hơn 6.5 km một làn xe.
- Những nơi phân xe chạy cho phép ngập lụt định kỳ thì nên đề xuất sử dụng mặt đường bê tông xi măng.
- Những nơi mà không hợp lý về kinh tế để định vị trí và xây dựng đường do đó mà hiện tượng lún và trương nở không đều sẽ được loại bỏ, thì ở đó buộc phải sử dụng mặt đường bê tông atphan.
- Những đoạn ngắn liên kết giữa các đường bộ có cùng loại mặt đường với nhau.

Khi không thực hiện so sánh kinh tế chi tiết thì phải trình bày nguyên nhân đầy đủ trong bản trình loại mặt đường, như trong Chương 2.

## 7.2. XÁC ĐỊNH LOẠI MẶT ĐƯỜNG

Khi lựa chọn loại mặt đường cần xem xét các yếu tố sau:

Các yếu tố chính:

- Giao thông,
- Các đặc trưng của các loại đất,
- Thời tiết,
- Biện pháp xây dựng,
- Tái sinh mặt đường,
- So sánh giá thành.

Thứ tự của các yếu tố trong danh mục trên không mang một ý nghĩa nào cả. Những yếu tố này cần được cân nhắc và ghi chép cụ thể ở trong tất cả các văn bản chấp thuận dự án.

Các yếu tố thứ yếu thích hợp và nên được cân nhắc bao gồm:

- Sự làm việc của các loại mặt đường tương tự trong khu vực của dự án,
- Khu vực quanh vùng mặt đường hiện tại,
- Việc bảo tồn các nguồn vật liệu và năng lượng,
- Sự có sẵn các loại vật liệu địa phương hoặc năng lực của các nhà thầu,
- An toàn giao thông và an toàn lao động,
- Kết hợp của các dạng mặt đường thử nghiệm,
- Khuyến khích cạnh tranh, và
- Ưu tiên các khu đô thị, ưu tiên sự tham gia của chính quyền địa phương và công nhận nền công nghiệp địa phương.

Mặt khác phải xem xét có thể có ảnh hưởng đến quyết định cuối cùng là có sự khống chế cao độ như là rào phân cách giữa thiết bị thoát nước, tĩnh không hai bên và tĩnh không theo chiều đứng, và các kết cấu có thể giới hạn thiết kế mặt cắt cấu trúc hoặc các kế hoạch cải tạo. Việc lựa chọn loại mặt đường nên xem xét các đặc trưng phụ này ảnh hưởng như thế nào đến mặt cắt kết cấu mặt đường. Việc thiết kế xây dựng đường mới hoặc là kế hoạch cải tạo phải giảm tối thiểu nguy hiểm và an toàn tối đa cho các lực lượng xây dựng, duy tu và thiết bị của họ. Sau khi xem xét các yếu tố chủ yếu khác nhau và các hạng mục cụ thể khác có liên quan với dự án được nghiên cứu, thì các kết cấu lựa chọn phải tiếp tục được phân tích. Một khi các kết cấu được lựa chọn thì phải được phân tích kinh tế hoàn chỉnh. Nếu việc phân tích chi tiết không được yêu cầu theo mục 7.1 thì vẫn phải hoàn thành việc phân tích kém toàn diện hơn. Phân tích này là cơ sở để xem xét các thành phần của mặt cắt kết cấu mặt đường kinh tế nhất trong số các phương án lựa chọn khác nhau.



Nếu việc phân tích kinh tế chi tiết được yêu cầu thì phải theo trình tự trong mục 7.3. Điều quan trọng phải lưu ý là không chỉ các nhà kinh tế quyết định việc chọn lựa kết cấu cuối cùng hoặc các thành phần phương án của chúng. Sau khi phân tích tất cả các thông tin có sẵn, các kết cấu mới hoặc kế hoạch cải tạo được lựa chọn và đệ trình theo Chương 2.

### 7.3. PHÂN TÍCH KINH TẾ

#### 7.3.1. CHI PHÍ CHU TRÌNH TUỔI THỌ CỦA DỰ ÁN (LCC) (gọi tắt là chi phí chu trình dự án.

Điều cần thiết trong việc đánh giá kinh tế là tập hợp tất cả các chi phí xuất hiện trong suốt thời gian tuổi thọ của dự án. Khi so sánh kinh tế không phải lúc nào người thiết kế mặt đường cũng chú ý cẩn thận hoặc thậm chí hiểu được điều này bởi vì những so sánh thường được làm trong một thời kỳ thiết kế cố định bằng nhau. Vì thế người thiết kế đã cho rằng những so sánh về chi phí ban đầu đã đầy đủ cho việc nghiên cứu kinh tế. Điều này là không đúng và để nhấn mạnh cho sự cần thiết của việc phân tích chi phí hoàn chỉnh giá thành thì thuật ngữ “chi phí chu trình dự án” đã được hình thành và sử dụng cho mặt đường vào khoảng năm 1970.

Chi phí chu trình dự án liên quan tới tất cả các chi phí (và trong ý nghĩa đầy đủ, còn có tất cả các lợi ích) nó bao gồm sự dự phòng của mặt đường trong toàn bộ chu trình dự án. Chi phí này dĩ nhiên bao gồm chi phí xây dựng, chi phí duy tu, chi phí cải tạo v.v..

Chi phí này cũng yêu cầu xem xét đến thời gian sử dụng của mặt đường. Lớp xử lý bề mặt bằng bitum có thể được 7- 10 năm trong khi mặt đường đất tiền như là ACP trên lớp nền vững chắc có thể được 25 năm. Người ta đề nghị một giai đoạn phân tích chung cho mục đích so sánh các phương án. Trong giai đoạn này có thể yêu cầu cần xây dựng lại nhiều lần cho một loại mặt đường này và chỉ yêu cầu có một lớp phủ thời trên loại mặt đường khác. Vì tất cả các chi phí này không xuất hiện cùng một thời gian nên phải xác định lượng tiền sử dụng để đầu tư tại một thời điểm cố định (thông thường là khi bắt đầu dự án) và phải kiểm đủ tiền với một lãi suất cụ thể cho phép thanh toán tất cả các chi phí khi chúng xuất hiện. Vì vậy lãi suất hoặc giá trị thời gian của tiền trở nên quan trọng trong các tính toán.

Khi đó “Các chi phí chu trình dự án” là một thuật ngữ được tạo ra để thu hút sự chú ý đặc biệt tới thực tế rằng việc phân tích kinh tế hoàn chỉnh và có cập nhật là cần thiết nếu phải so sánh các phương án với nhau một cách xác thực và chính xác.

Các so sánh kinh tế của chu trình dự án phải được thực hiện giữa các loại kết cấu mặt đường được lựa chọn cho việc chấp thuận xây dựng. Kết cấu mặt đường đã được lựa chọn trong khi so sánh kinh tế phải được đưa vào trong kế hoạch cuối cùng trừ khi một sự xem xét tiếp theo lại được chấp thuận. Trong trường hợp này cần viết một bản ghi nhớ ngắn căn cứ vào tài liệu gốc, nói rõ các chi tiết thay đổi, nguyên nhân thay đổi, và chi phí chu kỳ dự án đã tính lại.

### 7.3.2. CÁC ĐỊNH NGHĨA LIÊN QUAN TỚI PHÂN TÍCH KINH TẾ

Các định nghĩa được chia làm hai loại: các khái niệm hoặc các hằng số phân tích kinh tế và đặc trưng giao thông đường bộ. Những định nghĩa này đã được đơn giản hoá trong một số trường hợp sử dụng với các dự án mặt đường.

#### 7.3.2.1. Đường bộ / Đặc trưng giao thông

**Chi phí đầu tư đường bộ hoặc các thiết bị phục vụ.** Tổng đầu tư được yêu cầu để chuẩn bị cải tạo đường nâng cao khả năng phục vụ bao gồm thiết kế và giám sát kỹ thuật, giải phóng hành lang đường, xây dựng, các thiết bị điều khiển giao thông (Biển báo, tín hiệu .v.v.), và cảnh quan.

**Chi phí bảo dưỡng đường.** Là chi phí để giữ cho đường và các thiết bị phụ trợ ở trong điều kiện có thể sử dụng được. Bao gồm cả các thay đổi trong chi phí quản lý có thể phân bổ cho một công tác cải tạo đường nhất định.

**Chi phí người sử dụng đường.** Là tổng số của: (1) chi phí vận hành xe, (2) Giá trị của thời gian hành trình và (3) Chi phí tai nạn giao thông.

**Chi phí vận hành xe.** Chi phí vận hành mỗi km của các loại xe ô tô, xe tải và các loại phương tiện cơ giới khác trên đường bao gồm các phí tổn về nhiên liệu, dầu nhớt, lốp xe, bảo dưỡng và sự khấu hao của phương tiện tính cho mỗi km vận hành của phương tiện. Các chi phí điều hành và sở hữu mà không liên quan đến số km sử dụng không được tính vào chi phí vận hành xe, như là chi phí giấy phép lưu hành, phí đỗ xe, bảo hiểm, khấu hao của phương tiện phụ thuộc thời gian và các chi phí khác không sử dụng đường.

**Giá trị thời gian hành trình.** Là thời gian hành trình xe nhân với đơn giá bình quân của thời gian.

**Thời gian hành trình của phương tiện.** Là tổng số giờ xe đã chạy của mỗi loại phương tiện.

**Đơn giá thời gian.** Là giá trị quy cho 1 giờ hành trình, thường khác nhau đối với xe khách và xe tải.

**Chi phí tai nạn giao thông.** Là chi phí cho tai nạn của phương tiện giao thông cơ giới, thường tính bằng cách nhân suất tai nạn được dự báo với chi phí bình quân của mỗi tai nạn.

**Chi phí người sử dụng.** Là tổng chi phí của người sử dụng đường.

**Lợi ích người sử dụng.** Là những mối lợi, đặc lợi, và/hoặc việc giảm bớt chi phí tập trung vào những người sử dụng phương tiện giao thông đường bộ (tài xế hoặc chủ sở hữu) thông qua việc sử dụng những công trình giao thông cụ thể đã được xây dựng so sánh với việc sử dụng công trình khác. Với mặt đường ở mức độ dự án là sự so sánh giữa hai loại mặt đường với nhau. Lợi ích thường được xác định qua việc giảm chi phí người sử dụng.

### 7.3.2.2. Các khái niệm hoặc các hằng số phân tích kinh tế

**Chi phí tăng.** Sự thay đổi thực trong chi phí tính bằng đô la có thể quy trực tiếp cho quyết định hoặc đề xuất đưa ra được so sánh với phương án khác (có thể là tình huống hiện tại hoặc là phương án “không làm gì”). Định nghĩa này bao gồm cả sự giảm chi phí mà kết quả là sự “tăng âm” chi phí hoặc tương đương với tăng lợi ích. Thí dụ nếu hiện tại chưa làm gì, tức là không chi tiêu (đầu tư) và đề xuất cải thiện cụ thể yêu cầu chi 1 triệu đô la thì sự tăng chi phí vốn là 1 triệu đô la. Một cách khác nếu chúng ta so sánh hai phương án cải thiện A và B, phương án A chi phí 1 triệu đô la và phương án B 3 triệu đô la thì tăng chi phí của phương án B so với A sẽ là 2 triệu đô la. Một ví dụ khác, nếu chi phí người sử dụng hiện tại tương ứng với phương tiện đường đã có là 100 đô la mỗi 1000 km chạy xe và do kết quả của việc cải thiện đường chi phí người sử dụng là 80 đô la cho mỗi 1000 km chạy xe, thì sự tăng chi phí đơn vị sử dụng sẽ là trừ 20 đô la cho mỗi 1000km chạy xe (tương đương với lợi ích 20 đô la mỗi 1000 km chạy xe). Chỉ có những chi phí liên quan đến quyết định đã được đưa ra là sự tăng chi phí tương lai, trái với giảm chi phí quá khứ, chúng không liên quan đến các quyết định trong tương lai.

**Giá trị hiện tại (Present value-PV).** Là một khái niệm kinh tế miêu tả sự chuyển đổi của số lượng xác định chi phí hoặc lợi ích xuất hiện trong những thời đoạn khác nhau sang một lượng tại một thời điểm (thường là hiện tại). Một tên khác của giá trị hiện tại là “Giá hiện tại”. Thuật ngữ “ giá trị hiện tại ròng ” (NPV) đặt cho giá trị hiện tại tích lũy ròng của hàng loạt các chi phí và lợi ích kéo dài quá thời gian. Thuật ngữ này được bắt nguồn từ việc áp dụng cho mỗi chi phí hoặc lợi ích trong hàng loạt các chiết khấu thích hợp, chuyển đổi các chi phí hoặc lợi ích sang giá trị hiện tại. Hai việc xem xét liên quan làm cơ sở cần thiết để tính toán các giá trị hiện tại: (1) Sự thật tiền có khả năng thực sự để kiếm được lãi theo thời gian (được hiểu là giá trị thời gian của tiền) do hiệu suất và sự khan hiếm của nó và (2) là sự cần thiết trong việc nghiên cứu kinh tế để so sánh hoặc để cộng lại phí tổn tăng lên hoặc tiết kiệm tiền trong các thời đoạn khác nhau.

**Chi phí (hoặc lợi ích) đều đặn hàng năm tương đương.** Chi phí (hoặc lợi ích) đều đặn hàng năm mà tương đương trong suốt thời gian phân tích, của tất cả số chi tiêu tăng hoặc chi phí phải chịu trong một dự án (hoặc lợi ích được nhận từ dự án). Chi phí hàng năm tương đương (hoặc lợi ích) là dạng tương phản của giá trị hiện tại. Đó là giá trị hiện tại của hàng loạt giống nhau của các chi phí hàng năm tương đương bằng giá trị hiện tại của tất cả các chi tiêu của dự án.

**Suất chiết khấu (lãi suất, giá trị thời gian của tiền).** Con số tính bằng % - thường được thể hiện như là một tỉ lệ hàng năm - miêu tả lãi suất tiền tệ có thể được thừa nhận cho cả giai đoạn của thời gian phân tích. Cơ quan nhà nước, ví dụ quyết định chi tiền cải tạo quốc lộ thì sẽ mất cơ hội đầu tư tiền này cho những nơi khác. Tỉ lệ mà lượng tiền này được đầu tư ở những nơi khác đôi khi được biết như là "cơ hội chi tiêu của vốn" và là suất chiết khấu thích hợp sử dụng trong các nghiên cứu kinh tế. Có thể sử dụng các yếu tố chiết khấu vốn được xem như một chức năng của suất chiết khấu và quãng thời gian liên quan đến hiện tại để chuyển đổi các chi phí và lợi ích định kỳ của một dự án sang giá trị hiện tại hay dựa vào chi phí đều đặn hàng năm tương đương. Tuy nhiên tính lợi ích bằng đồng đô la không đổi và sử dụng lãi suất của thị trường là điều sai lầm vì tỉ lệ hoàn vốn của thị trường bao giờ cũng có khoản tính bù cho lạm phát. Do vậy, nếu chi phí và lợi ích tương lai được tính bằng đô la cố định, chỉ nên tính chi phí thực của vốn trong suất chiết khấu được dùng. Suất chiết khấu này được coi như số tích lũy cuối mỗi năm, trừ khi có quy định cụ thể khác. Số tiền mặt 100 đô la bây giờ tương đương với số tiền 110 đô la sau một năm với suất chiết khấu 10%, con số đó sẽ là 121 đô la vào cuối năm thứ hai và 259.37 đô la vào cuối năm thứ 10. Tương ứng như vậy, cam kết chi tiêu 259.37 đô la ở cuối năm thứ mười, có giá trị hiện tại là 100 đô la khi bị chiết khấu 10%.

**Thời kỳ phân tích.** Là khoảng thời gian (thường là số năm) được chọn cho việc xem xét và nghiên cứu lợi ích và chi phí gia tăng trong việc phân tích kinh tế. Năm cuối cùng của việc xây dựng thường được gọi là năm 0. Những năm sau đó được gọi là năm 1, năm 2 và tiếp theo. Các dự án đòi hỏi xây dựng theo giai đoạn vượt quá 4 hoặc 5 năm, khi có thể, sẽ phải phân chia thành các dự án riêng biệt cho các giai đoạn riêng biệt (lợi ích riêng biệt có thể được xác định cho mỗi giai đoạn). Khi không được phép, năm cuối cùng của công việc xây dựng cho giai đoạn chính đầu tiên sẽ sử dụng như là năm 0. Các vốn chi tiêu trước đó sẽ phải đưa vào giá trị tương đương hiện tại ở năm 0.

**Giá trị còn lại hoặc tiết kiệm.** Là giá trị của đầu tư hoặc vốn chi tiêu còn lại tại cuối giai đoạn nghiên cứu hoặc phân tích.

**Dự án.** Là bất kỳ thành phần tương đối độc lập của việc cải tạo đường đã đề nghị. Theo định nghĩa này, những khâu độc lập của việc đề xuất cải tạo lớn có thể được đánh giá riêng biệt. Khi xem xét phương án cải tạo xây dựng, các dự án riêng biệt có thể được xác định.

**Các phương án của dự án.** Bất kỳ sự thay đổi nào đối với kế hoạch dự án cơ bản mà (1) đưa đến các chi phí khác biệt đáng kể, (2) dẫn đến các mức độ khác biệt đáng kể mức độ phục vụ hoặc yêu cầu hoặc (3) kết hợp các vị trí tuyến đường khác nhau hoặc các đặc trưng thiết kế đặc biệt khác nhau ví dụ như là loại lớp mặt đường.

## 7.4. CÁC HƯỚNG DẪN SO SÁNH KINH TẾ CHUNG

So sánh kinh tế của kết cấu mặt đường cần được dựa trên cơ sở toàn bộ chi phí chu trình dự án. Những hướng dẫn chung sau đây nên được sử dụng:

- (a) Những kết cấu mặt đường được so sánh nên được chỉ ra bằng các bản sơ họa mà khối lượng có thể tính toán và kiểm tra được.
- (b) Sự phân tích kinh tế của thời kỳ chu trình dự án trong 20 năm phải được áp dụng cho mỗi dự án trừ khi có chỉ dẫn khác. Như vậy kết cấu mặt đường sẽ được duy tu, cải tạo để chịu được lượng giao thông đã dự báo trong suốt thời gian 20 năm.
- (c) Suất chiết khấu 12% được sử dụng để chuyển đổi về giá trị hiện tại trừ khi có sự định rõ một suất chiết khấu khác
- (d) Các chi phí chu trình dự án được tính toán cho toàn bộ kết cấu mặt đường bao gồm lề đường cho chiều dài 1 km trên một hướng xe chạy trên các đường có phân chiều xe chạy. Kết cấu toàn bộ bao gồm phần đường 2 làn xe

### 7.4.1. CÁC CHI PHÍ KẾT CẤU MẶT ĐƯỜNG BÊ TÔNG NHỰA ACP

Phân tích chi phí chu trình dự án cho kết cấu mặt đường ACP cần bao gồm những mục sau:

#### (a) Chi phí ban đầu.

- ACP,
- Móng (LCB, ACB, CTB, ATPB, CTPB, AB),
- Móng dưới bằng cấp phối đá dăm (AS),
- Lớp AC của lề đường,
- Lớp móng trên của lề đường,
- Móng dưới của lề đường.

#### (b) Các chi phí duy tu.

- Duy tu (Lớp thảm móng AC, vá ổ gà, láng mặt, trám các vết nứt.v.v..) và
- Chậm trễ giao thông.

#### (c) Chi phí cải tạo

- Một lớp phủ bê tông nhựa dày 45 mm hoặc tái chế nóng tương đương trên toàn bộ các làn xe chạy và lề đường cho 10 năm 1 lần (hoặc như được thiết kế),

- Chi phí kỹ thuật (chi phí ban đầu và chi phí xây dựng lấy bằng số% của chi phí cải tạo được xác định từ số liệu lưu trữ cũ).
- Công việc phụ trợ và bổ sung (tất cả các công việc đã được tiến hành thuộc về thoát nước, an toàn, và các thiết bị khác cần thiết cho công tác cải tạo đường)
- Chậm trễ giao thông
- Đường tránh (có thể bao gồm trong các công việc phụ trợ và bổ sung)
- Giá trị còn lại (thời gian phục vụ còn lại ước tính của mặt đường hoặc giá trị của các vật liệu của kết cấu mặt đường).

*(d) Chi phí người sử dụng*

- Chi phí vận hành xe (Nhiên liệu tiêu thụ, Lốp xe, bảo dưỡng xe, dầu nhớt tiêu thụ, khấu hao xe, phụ tùng thay thế)
- Các chi phí thời gian đi lại của người sử dụng xe
- Các chi phí tai nạn (chết người, bị thương, tài sản hư hỏng)

#### 7.4.2. CÁC CHI PHÍ KẾT CẤU MẶT ĐƯỜNG BÊ TÔNG XI MĂNG PCC

Những phân tích chi phí chu trình tuổi thọ cho loại kết cấu đường PCCP bao gồm những mục sau:

*(a) Chi phí ban đầu*

- PCCP
- Lớp móng có xử lý (LCB, ACB, ATPB, CTPB)
- Cấp phối móng trên (AB)
- Cấp phối móng dưới (AS)
- Lê đường
- Móng trên của lê đường
- Móng dưới lê đường
- Hệ thống thoát nước của kết cấu (lớp TPB dưới PCCP và/hoặc rãnh dọc đường) và,
- Trám khe nối.

*(b) Chi phí duy tu*

- Duy tu (trám khe nối và vết nứt, kích tẩm, lớp lót để phủ các lỗ rỗng, sửa chữa các các tẩm bị gãy vỡ, đôi khi thay thế các tẩm v.v..) và
- Chậm trễ giao thông.

### (c) Các chi phí cải tạo

- Khía trên mặt tất cả các làn xe ở năm thứ 15,
- Thay thế 10 - 15 tấm mỗi km của mỗi làn trên các làn xe tải ở năm thứ 15
- Rải lớp phủ bê tông nhựa 105 mm có lớp màng hấp phụ ứng suất kéo chèn vào giữa (đặt trước tại các tấm nứt và tấm tiếp xúc) ở năm thứ 25,
- Chi phí kỹ thuật (chi phí ban đầu và chi phí xây dựng lấy bằng phần số % của chi phí cải tạo được xác định từ số liệu lưu trữ cũ),
- Công việc phụ trợ và bổ sung (tất cả các công việc hoàn thành thuộc về thoát nước, an toàn, và đặc trưng khác cần thiết cho công việc cải tạo)
- Chậm trễ giao thông (các dữ liệu thu được từ cơ quan quản lý đường bộ)
- Chi phí đường tránh (có thể bao gồm trong các công việc phụ trợ và bổ sung) và
- Giá trị còn lại (thời gian phục vụ còn lại được ước tính của mặt đường hoặc giá trị của các vật liệu của kết cấu đường).

### (d) Chi phí người sử dụng

- Chi phí vận hành xe (Nhiên liệu tiêu thụ, Lớp xe, bảo dưỡng xe, dầu nhớt tiêu thụ, khấu hao xe, phụ tùng thay thế)
- Các chi phí thời gian của người sử dụng xe
- Các chi phí tai nạn (chết người, bị thương, tài sản hư hỏng)

### 7.4.3. CHI PHÍ VỐN BAN ĐẦU (CHI PHÍ ĐẦU TƯ)

Tính toán chi phí ban đầu của công việc xây dựng bao gồm tính toán các khối lượng vật liệu được cung cấp cho mỗi loại kết cấu mặt đường và nhân với đơn giá của chúng. Các khối lượng vật liệu nói chung phụ thuộc trực tiếp vào chiều dày của chúng trong kết cấu. Chúng cũng phụ thuộc vào chiều dày của các lớp khác vào chiều rộng của mặt đường và lề đường.

Chi phí của vật liệu tại chỗ trong kết cấu mặt đường không trực tiếp tỉ lệ với khối lượng yêu cầu. Đơn giá vật liệu phụ thuộc vào khối lượng vật liệu được cung cấp, thủ tục thuê xây dựng, chiều dài của dự án v.v.. Do đó phải tiến hành ước tính khối lượng và chi phí thực một cách cẩn thận. Ví dụ chi phí một lớp 4 cm có thể không bằng hai lớp 2 cm bởi vì nhân công cho mỗi lớp là như nhau. Chi phí này cũng bao gồm chi phí kỹ thuật và quản lý liên quan với thiết kế.

#### 7.4.4. CHI PHÍ BẢO DƯỠNG

**Bảo dưỡng.** “Sự duy trì bảo quản của toàn bộ đường bao gồm mặt đường, vai đường, lề đường, kết cấu, và thiết bị kiểm soát giao thông là cần thiết cho sự an toàn của đường và hiệu quả sử dụng”. Bảo dưỡng mặt đường có liên quan đến việc bảo quản mặt đường bao gồm cả lề đường và phần thoát nước có liên quan.

Sự ước tính của tất cả chi phí cần thiết cho đầu tư bảo dưỡng mặt đường ở mức độ phục vụ mong muốn đã quy định hoặc ở tỉ lệ giảm mức phục vụ đã được quy định là cần thiết cho các phân tích kinh tế thích hợp. Mức độ bảo dưỡng, nghĩa là loại và phạm vi của hoạt động bảo dưỡng, xác định tỉ lệ của sự giảm chất lượng chạy xe hoặc chỉ số phục vụ.

Có các hoạt động bảo dưỡng khác nhau được thực hiện cho đường bộ. Bảo dưỡng mặt đường, vai đường, thoát nước, xói mòn, thảm thực vật, và kết cấu là một số loại hình bảo dưỡng chính. Chỉ loại bảo dưỡng nào trực tiếp ảnh hưởng đến sự làm việc của mặt đường thì mới phải xem xét cho việc phân tích kinh tế mặt đường Thông thường các loại này bao gồm bảo dưỡng lớp phủ mặt đường, lề đường và phần thoát nước liên quan.

#### 7.4.5. CHI PHÍ CẢI TẠO VÀ PHỦ LẠI BỀ MẶT

Chi phí cải tạo bao gồm những lớp phủ mặt và/hoặc nâng cấp cần thiết trong tương lai khi chất lượng chạy xe của mặt đường giảm đến mức tối thiểu có thể được công nhận nào đó, ví dụ chỉ số phục vụ hiện tại (PSI) bằng 2.5.

**Cải tạo mặt đường.** Là công việc thực hiện để kéo dài tuổi thọ phục vụ của mặt đường hiện tại. Việc này bao gồm rải thêm vật liệu phủ mặt và/hoặc công việc khác cần thiết để mặt đường hiện tại, bao gồm cả vai đường trở lại đủ điều kiện về mặt kết cấu hoặc chức năng. Công việc này cũng bao gồm việc loại bỏ và thay thế các phần cục bộ của kết cấu mặt đường.

Công tác cải tạo mặt đường sẽ không bao gồm các công việc bảo dưỡng định kỳ thông thường. Công việc bảo dưỡng định kỳ được hiểu là gồm những hạng mục như phủ lại mặt một lớp mỏng hơn 2.5 cm hoặc trên một đoạn ngắn; vá lán; vá ổ gà; gắn vết nứt và khe nối hoặc sửa chữa các hư hỏng nhỏ và lớp lót của các tấm bê tông khác phân cần thiết của việc cải tạo; và các công việc khác dự định chủ yếu cho việc duy trì đường hiện tại

Các dự án cải tạo đường về thực chất làm tăng tuổi thọ phục vụ của chiều dài đáng kể của phần xe chạy. Sau đây là một vài ví dụ về công việc cải tạo mặt đường thích hợp cho các dự án đường bộ quan trọng:

- (1) Phủ lại mặt để cải thiện năng lực phục vụ và cường độ kết cấu (bao gồm một số trường hợp như nứt gãy và hư hỏng);
- (2) Thay thế hoặc khôi phục lại khe nối bị hỏng;
- (3) Đặt lớp lót mặt đường khi cần thiết cho sự ổn định;



- (4) Chà xát hoặc khía mặt đường để đảm bảo sự bằng phẳng hoặc chống trơn trượt, nhưng cần duy trì đủ chiều dày kết cấu;
- (5) Loại bỏ và thay thế các vật liệu hư hỏng;
- (6) Làm lại hoặc tăng cường các lớp móng trên và móng dưới;
- (7) Tái chế các vật liệu mặt đường hiện tại;
- (8) Sửa chữa các vết nứt và hư hỏng của mặt đường PCC với lớp phủ AC; và
- (9) Bố trí thêm các lớp thoát nước dưới.

Danh mục trên không bao gồm tất cả các công việc. Có những công việc khác sẽ được thêm vào để thỏa mãn định nghĩa trên. Tuy nhiên điều đó là cần thiết để định nghĩa này sẽ được áp dụng thống nhất toàn quốc.

Không nên chọn một kỹ thuật cải tạo đường chỉ vì nó có chi phí xây dựng ban đầu thấp nhất. Đây là một biện pháp kỹ thuật tối và có thể dẫn tới các vấn đề nghiêm trọng của mặt đường trong tương lai. Dĩ nhiên là chi phí chu trình dự án (LCC) được sử dụng trong việc chọn lựa biện pháp thích hợp. Các chi phí khác nhau của các phương án cải tạo đường là sự xem xét chính trong việc lựa chọn các phương án thích hợp. Chi phí chu trình dự án bao gồm (1) chi phí cho thiết kế và xây dựng ban đầu, bảo dưỡng và cải tạo trong tương lai và giá trị còn lại; và (2) chi phí của người sử dụng đường bao gồm sự chậm trễ giao thông do sự đóng làn xe và mặt đường gồ ghề, thao tác xe, tai nạn và thiếu tiện nghi. Mặc dù tồn tại những khó khăn trong việc ước tính những chi phí trên, nhưng bằng cách này sẽ xác định được loại mặt đường tốt nhất với chi phí hàng năm thấp nhất. Trong khi nguồn vốn sẵn có không phải lúc nào cũng cho phép tiến hành cải tạo mặt đường để chi phí người sử dụng thấp nhất, chi phí chu trình dự án là một công cụ tốt được dùng trong đánh giá các phương án khả thi.

#### 7.4.6. GIÁ TRỊ TẬN DỤNG HOẶC GIÁ TRỊ CÒN LẠI

Giá trị tận dụng hoặc giá trị còn lại có thể được sử dụng trong đánh giá kinh tế. Nó có thể đáng kể trong các trường hợp của mặt đường bởi vì nó bao gồm giá trị của vật liệu sử dụng lại tại cuối giai đoạn thiết kế. Với sự cạn kiệt của các nguồn cung cấp, nguồn vật liệu sử dụng lại có thể trở thành ngày càng quan trọng trong tương lai, đặc biệt là khi sử dụng trong mặt đường mới bằng làm lại hoặc tái chế. Công việc tái chế lại mặt đường cung cấp một ấn tượng mạnh mẽ về các lý lẽ để sử dụng giá trị còn lại cũng như làm cơ sở cho việc xác định nó.

Giá trị tận dụng của vật liệu phụ thuộc vào một vài yếu tố như là khối lượng và vị trí của vật liệu, sự ô nhiễm, tuổi hoặc độ bền, sự sử dụng trước tại cuối giai đoạn thiết kế v.v.. Nó có thể được thể hiện bằng % của giá trị gốc.

#### 7.4.7. CHI PHÍ NGƯỜI SỬ DỤNG

Mỗi một phương án mặt đường lựa chọn đều phải kết hợp với một số chi phí gián tiếp thuộc về người sử dụng đường phải được xét đến, đối với một phân tích kinh tế hợp lý. Các chi phí này không thể được bỏ qua, vì tương tự như chi phí mặt đường, chi phí người sử dụng có liên quan đến độ bằng phẳng hoặc quá trình phục vụ của mặt đường. Một phương án mặt đường mà có độ gồ ghề quá cao trong suốt thời gian dài sẽ dẫn đến chi phí người sử dụng cao hơn là một phương án mặt đường có bề mặt tương đối bằng phẳng cho xe chạy suốt trong thời gian phục vụ.

Ba loại chính của chi phí người sử dụng có liên quan với sự phục vụ của mặt đường là:

##### (1) Chi phí vận hành xe

- Tiêu thụ nhiên liệu
- Hao mòn lốp xe
- Bảo trì xe
- Chi phí dầu nhớt
- Khấu hao xe
- Các bộ phận thay thế

##### (2) Chi phí thời gian chạy xe của người sử dụng

##### (3) Chi phí tai nạn

- Tai nạn chết người
- Tai nạn không chết người
- Hư hỏng tài sản

Mỗi chi phí được đưa ra ở trên phụ thuộc vào độ gồ ghề của mặt đường cũng như tốc độ của xe phụ thuộc vào độ gồ ghề. Khi mặt đường gồ ghề hơn thì tốc độ vận hành xe nhìn chung là giảm. Tốc độ chạy xe chậm hơn và mặt đường gồ ghề dẫn đến thời gian chạy xe lâu hơn, không thoải mái và phát sinh các chi phí khác. Do độ gồ ghề của một phương án mặt đường phụ thuộc vào một số trong số các vấn đề như chiều dày xây dựng ban đầu và vật liệu được cung cấp, quy mô và thời gian cải tạo và quy mô của các lần duy trì chính và phụ trong thời gian phục vụ của mặt đường, nên chi phí người sử dụng có quan hệ với tất cả của các yếu tố này

#### 7.4.8. CHI PHÍ CHẬM TRỄ GIAO THÔNG CHO NGƯỜI SỬ DỤNG

Nhìn chung việc bảo dưỡng chính hoặc thay thế lớp phủ dẫn đến xáo trộn các luồng thông thường và thậm chí đóng làn xe. Việc này làm xe phải thay đổi tốc độ xe, dừng lại và khởi động, tổn thất thời gian. Do vậy trong một số trường hợp nhất định phần chi phí tăng thêm này cho người sử dụng có thể trở thành yếu tố quan trọng trong việc lựa chọn thiết kế và có thể cần phải đưa chi phí này vào trong các tính toán chi phí kinh tế. Mặc dù chi phí gián tiếp này đôi khi được xem là chi phí "mềm", nhưng chắc chắn là người sử dụng đường phải gánh chịu và điều này chứng minh cho sự hợp lý khi đưa chúng vào trong phân tích kinh tế.

Chi phí chậm trễ giao thông là một hàm số của lưu lượng giao thông, các yếu tố hình học của đường, thời gian thi công lớp mặt, yếu tố hình học của đường trong vùng làm lớp phủ, phương pháp phân luồng giao thông. Chi phí bao gồm chi phí vận hành xe và giá trị thời gian người sử dụng do lái xe chậm, thay đổi tốc độ, dừng xe, tăng tốc và tai nạn giao thông.

#### 7.4.9. KHẤU TRỪ VÀ CHI PHÍ CƠ HỘI CỦA VỐN

Chi phí chu trình dự án (LCC) được sử dụng cho việc đánh giá kinh tế các phương án thiết kế so sánh, xem xét toàn bộ các chi phí cơ bản trong suốt chu trình của mỗi phương án, được biểu hiện tương đương bằng đô la (hoặc đồng). Một khâu quan trọng cho LCC là sự đánh giá kinh tế dùng đồng đô la tương đương. Ví dụ giả sử một người có 1.000 đô la trong tay, một người khác có 1.000 đô la sau 10 năm tính từ bây giờ, và người thứ 3 có 100 đô la mỗi năm trong vòng 10 năm. Mỗi người có tài sản là 1.000 đô la. Vậy các tài sản đó có tương đương không? Câu trả lời không đơn giản bởi vì các tài sản trải ra các giai đoạn khác nhau theo thời gian. Để xác định tài sản của ai giá trị hơn, cần phải chọn một điểm thời gian làm gốc để đối chiếu. Khi đó tất cả các giá trị của đồng đô la được đưa về điểm thời gian này bằng cách sử dụng các hình thức tính toán kinh tế phù hợp để có được một giá trị đô la tương đương. Tiền đầu tư dưới bất kỳ hình thức nào đều mang lại, hoặc có khả năng mang lại lãi suất, ví thế 1 đô la ngày hôm nay có giá trị hơn giá trị của 1 đô la vào thời điểm nào đó trong tương lai. Khi so sánh chi phí của các phương án thiết kế mặt đường trong suốt thời gian sử dụng ta cũng dựa trên nguyên tắc tương tự. Mỗi phương án có thể có dòng chi phí khác nhau mà nhất thiết phải được đổi về giá trị đô la tương đương trước khi tiến hành phân tích tổng thể các phương án tỷ lệ để chuyển đổi các dòng chi phí về giá trị đồng đô la tương đương được xem như suất chiết khấu.

Suất chiết khấu được sử dụng để điều chỉnh các chi phí hoặc lợi ích mong muốn trong tương lai sang giá trị hiện tại. Nó là phương tiện để so sánh các phương án sử dụng vốn khác nhau, nhưng không nên nhầm nó với lãi suất đi kèm chi phí tiền vay mượn thực tế.

Giá trị thời gian của khái niệm tiền bạc vượt ra ngoài các khía cạnh tài chính của việc trả lãi cho tiền vay. Trước hết tiền chỉ là vật trung gian trao đổi đại diện cho sự sở hữu các nguồn lực thật - đất đai, nhân công, vật liệu thô, nhà máy thiết bị. Thứ hai, khái niệm quan trọng nhất trong việc sử dụng suất chiết khấu là chi phí cơ hội của vốn. Nếu không tiêu dùng vào dự án mặt đường, bất kỳ một khoản vốn nào đó cũng không vì thế mà nhân rồi. Chúng là những món tiền thu được từ khu vực tư nhân hoặc do thu thuế hoặc do vay mượn, hay là tiền của chính phủ rút từ các mục đích đầu tư khác. Nếu để nguyên tiền này ở khu vực tư nhân, người ta có thể dùng chúng và kiếm được một số tiền hoàn lại, số tiền hoàn lại này đánh giá được các vị trí xã hội của giá trị trong việc sử dụng vốn. Nếu tiền này chuyển cho chính phủ sử dụng, thì chi phí thực của đồng vốn đã chuyển cho chính phủ đó là số tiền hoàn lại đã kiếm được từ cách khác. Đó là chi phí cơ hội của vốn và cũng là suất chiết khấu đúng để dùng trong tính toán chi phí chu trình dự án của các phương án thiết kế mặt đường khác nhau.

#### 7.4.10. LẠM PHÁT

Vấn đề xử lý như thế nào đối với lạm phát trong việc nghiên cứu LCC là quan trọng vì thủ tục được chọn cho việc giải quyết lạm phát có thể có tác động quyết định đến các kết quả phân tích. Trước hết người ta phải xác định một cách thận trọng sự khác biệt giữa hai loại thay đổi về giá: lạm phát chung và các sự thay đổi chênh lệch giá. Loại thứ nhất có thể coi như việc tăng mức giá và thu nhập nói chung trong nền kinh tế. Loại thứ hai là sự chênh lệch giữa xu hướng giá của hàng hoá và dịch vụ đang được phân tích với xu hướng giá chung. Trong quá trình phân tích một số loại giá có thể giảm trong khi một số khác vẫn giữ nguyên hoặc tăng lên so với mặt bằng giá chung.

Có thể tránh được những sai lệch do lạm phát chung trong phân tích bằng các quyết định phù hợp về suất chiết khấu và về việc xử lý các chi phí trong tương lai. Suất chiết khấu dùng cho việc trình bày các tính toán giá trị hiện tại trong các dự án công cộng cần thể hiện chi phí cơ hội của vốn đối với người đóng thuế như được phản ánh bởi tỉ suất thu hồi trung bình trên thị trường. Tuy nhiên suất thị trường hoặc lãi suất danh định gồm cả khoản dành cho mức lạm phát mong đợi cũng như số thu thể hiện chi phí thực của vốn. Ví dụ lãi suất trên thị trường hiện tại khoảng 12% có thể gồm 7% đại diện cho hạng mục chi phí cơ hội và 5% hạng mục lạm phát. Thể hiện các chi phí tương lai bằng số đô la cố định và sau đó chiết khấu các chi phí này bằng lãi suất thị trường hoặc lãi suất danh định là sai lầm và sẽ làm giảm chi phí chu trình của một phương án. Tương tự như vậy, thể hiện chi phí tương lai bằng đồng đô la hiện tại hoặc lạm phát và sau đó chiết khấu các chi phí này bằng chi phí thực của vốn sẽ làm tăng chi phí chu trình dự án.

Có thể loại trừ sai lệch do lạm phát chung theo hai cách. Một là sử dụng lãi suất danh định (gồm cả khoản lạm phát) để chiết khấu trong khi toàn bộ chi phí phải được quy về bằng đồng đô la lạm phát hoặc đồng đô la hiện tại. Hai là điều chỉnh lãi suất danh định cho lạm phát, bằng các chỉ chiết khấu với hạng mục giá thật trong khi tính đồng chi phí bằng đồng đô la cố định

Một suất chiết khấu thể hiện chi phí thực của vốn khi tính chi phí chu trình dự án theo đồng đô la cố định sẽ được sử dụng vì độ bất bênh trong việc dự đoán tỉ lệ lạm phát tương lai và vì các kết quả tương tự khi sử dụng phương pháp khác. Phương pháp này tránh được yêu cầu phỏng đoán về mức lạm phát trong khía cạnh kinh tế của dự án nên nó là quy định được chấp nhận rộng rãi và sử dụng trong chuyên ngành kỹ thuật

Sự lựa chọn cuối cùng về suất chiết khấu, lãi hoặc lạm phát và phương pháp vận dụng cần được những nhà quản lý của Bộ Giao thông vận tải cung cấp cho người thiết kế. Cần nhấn mạnh rằng việc lựa chọn cuối cùng suất chiết khấu sẽ ảnh hưởng rất lớn đến kết quả phân tích.

## 7.5. PHƯƠNG PHÁP GIÁ TRỊ HIỆN TẠI ĐỂ PHÂN TÍCH KINH TẾ

Phương pháp giá trị hiện tại có thể xem xét một trong hai yếu tố riêng biệt là chi phí và lợi ích hoặc cả chi phí và lợi ích. Nó bao gồm chiết khấu của tất cả tổng số trong tương lai vào hiện tại, sử dụng suất chiết khấu thích hợp. Yếu tố (5) cho chiết khấu hoặc là chi phí hoặc lợi ích là:

$$Pwf_{i,n} = 1/(1+i)^n$$

Trong đó:

$pwf$  - yếu tố giá trị hiện tại tương ứng với  $i$  và  $n$ .

$i$  - suất chiết khấu, và

$n$  - số năm mà đến lúc đó tổng số tiền sẽ được chi tiêu hoặc tiết kiệm.

Các bảng đã công bố về  $pwf$  có sẵn trong nhiều tài liệu tham khảo

Phương pháp giá trị hiện tại cho riêng chi phí có thể biểu diễn theo công thức sau:

Giá trị hiện tại của chi phí = Chi phí ban đầu + [(Chi phí cải tạo + Chi phí kỹ thuật + Chi phí cho công việc bổ sung + Chi phí chậm trễ giao thông + Chi phí người sử dụng) x yếu tố giá trị hiện tại 1] + [(Chi phí bảo dưỡng) x yếu tố giá trị hiện tại 2] - [(Giá trị còn lại) x yếu tố giá trị hiện tại 3].

Có thể viết theo kí hiệu như sau:

$$PWC = IC + [(RC + EC + SC + DC + UC) \times PWF_1] + (MC \times PWF_2) - (SV \times PWF_3)$$

Trong đó:

$PWC$  - giá trị hiện tại của chi phí

$IC$  - chi phí ban đầu.

$RC$  - chi phí cải tạo

$EC$  - chi phí kỹ thuật

$SC$  - chi phí công việc bổ sung

$DC$  - chi phí chậm trễ giao thông

$UC$  - chi phí người sử dụng

$PWF$  - yếu tố giá trị hiện tại

$MC$  - chi phí bảo dưỡng

$SV$  - giá trị còn lại (tận dụng)

Giá trị hiện tại của lợi ích có thể được tính toán như giá trị hiện tại của chi phí theo phương trình sau.

$$PWB = (DB + IB + NB)PWF_i$$

Trong đó:

DB - lợi ích trực tiếp của người sử dụng.

IB - lợi ích gián tiếp của người sử dụng.

NB - lợi ích cho người không sử dụng

Đối với mặt đường một vấn đề đặt ra là liệu có thể tính được một cách đầy đủ lợi ích của người không sử dụng và lợi ích gián tiếp của người sử dụng không? Vì vậy có lẽ là hợp lý nếu chỉ xem xét lợi ích trực tiếp của người sử dụng cho đến lúc đủ điều kiện thuận tiện cho phép xác định được các yếu tố khác.

Giá trị hiện tại ròng tính theo những điều đã đề cập ở trên là để đơn giản hoá sự khác nhau trong khi tính toán giữa giá trị hiện tại của lợi ích và giá trị hiện tại của chi phí. Rõ ràng là lợi ích phải vượt quá chi phí nếu dự án được chứng minh là đúng trên cơ sở kinh tế. Công thức cho giá trị hiện tại ròng là:

$$NPV = PWB - PWC$$

Thật lý tưởng nếu lựa chọn các loại mặt đường riêng biệt phải dựa trên cơ sở phương pháp giá trị hiện tại ròng có xét đến lợi ích được thực hiện. Nhưng trên thực tế các lợi ích đối với tất cả các mặt đường về cơ bản là như nhau nên việc phân tích chỉ bao gồm sự so sánh các chi phí giá trị hiện tại tương đối của mỗi phương án. Giá trị thực của NPV được dùng trong so sánh và chọn ưu tiên của nhiều dự án khi ở đó sẽ có sự khác biệt đáng kể trong lợi ích cũng như trong chi phí.

Đó là điều bắt buộc cần đặc biệt chú ý đưa vào các tính toán có liên quan và dữ liệu sử dụng trong các tính toán để đảm bảo hiện thực nhất và bảo đảm một sự so sánh xác thực giữa các loại mặt đường và các phương án cải tạo.

## Chương 8. Độ tin cậy

### 8.1. GIỚI THIỆU

Trong thực tế, rủi ro vốn dĩ gắn liền với tất cả những cố gắng của con người. Trong thiết kế và xây dựng công trình luôn luôn có xác suất xảy ra trường hợp bê tông sẽ bị hỏng, tải trọng xe vượt quá tải trọng thiết kế, lũ lụt sẽ lớn hơn mực nước lũ thiết kế. Trước đây sự rủi ro này đã được giảm thiểu bằng việc áp dụng các hệ số an toàn và các kết cấu được thiết kế an toàn quá mức. Cách tiếp cận tốt nhất là sử dụng khái niệm độ tin cậy và thiết kế có mức độ đảm bảo về thống kê rằng thiết kế sẽ là đầy đủ. Trên cơ sở mức độ quan trọng của kết cấu, người kỹ sư thiết kế có thể chọn độ tin cậy phù hợp cho kết cấu. Việc áp dụng các khái niệm này sẽ đảm bảo rằng thiết kế có hiệu quả kinh tế nhất ở mức độ rủi ro đã định trước.

Một phần mẫu chốt của quá trình thiết kế mặt đường mềm được miêu tả trong cuốn quy trình này là sử dụng hệ số độ tin cậy chọn lọc để thiết lập những ước tính xác suất về khả năng của mặt đường chịu được tải trọng xe đã dự đoán trước.

### 8.2. ĐỊNH NGHĨA CHUNG CỦA ĐỘ TIN CẬY

Diễn tả về khái niệm độ tin cậy được đưa ra bởi định nghĩa sau:

“Độ tin cậy của phương pháp thực hiện thiết kế mặt đường là xác suất mà mặt đường được thiết kế bằng phương pháp này sẽ thoả mãn với các điều kiện giao thông và môi trường cho thời kỳ thiết kế.”

[\*Chú ý: Thời kỳ thiết kế trong chương này, và ở cả các chương khác trong cuốn quy trình này liên quan tới quá trình thực hiện hoặc thời đoạn đã trôi qua từ thời điểm đầu tiên hoặc sự hư hỏng kết cấu mặt đường cải tạo kể từ thời điểm đầu tiên cho đến khả năng phục vụ cuối cùng của nó.]

### 8.3. PHÂN PHỐI XÁC SUẤT CỦA ĐỘ LỆCH CƠ BẢN

Có thể thấy rằng tập hợp những kết quả có thể cho mỗi độ lệch ngẫu nhiên của điều kiện mặt đường, sự tích lũy tải trọng trục xe và các biến số làm việc của mặt đường sẽ sinh ra sự phân bố chuẩn xác suất.

Xác suất mà mặt đường sẽ phục vụ xe cộ ở thời kỳ thiết kế được định nghĩa là *mức độ tin cậy* là  $R/100$  của phương pháp thực hiện thiết kế, trong đó  $R$  được tính bằng %. Để tính toán  $R$  nhất thiết phải sử dụng bảng tỉ lệ  $Z$  cho độ lệch trung bình tiêu chuẩn.

Đối với một mức độ tin cậy cho trước, ví dụ R bằng 90 % thì  $Z_R$  có thể tìm được trong bảng diện tích đường cong phân bố chuẩn tiêu chuẩn tương ứng với phần diện tích cuối bảng từ  $-\infty$  đến  $(100 - R)/100$ . Nếu R bằng 90% tra bảng được  $Z_R = -1,28$  ở 10% diện tích cuối bảng. Để tiện lợi, Bảng 8.1 được cung cấp dưới đây cho phép lựa chọn giá trị  $Z_R$  tương ứng với mức độ tin cậy quy định.

**Bảng 8.1 Các giá trị độ lệch phân bố chuẩn tiêu chuẩn ( $Z_R$ ) tương ứng với mức độ tin cậy đã chọn**

Độ tin cậy, R (%)	Độ lệch phân bố chuẩn tiêu chuẩn, $Z_R$
50	- 0,000
60	- 0,253
70	- 0,524
75	- 0,674
80	- 0,841
85	- 1,037
90	- 1,282
91	- 1,340
92	- 1,405
93	- 1,467
94	- 1,555
95	- 1,645
96	- 1,751
97	- 1,881
98	- 2,054
99	- 2,327
99.9	- 3,090
99.99	- 3,750

Độ tin cậy cho việc thực hiện thiết kế được khống chế bằng cách nhân hệ số độ tin cậy ( $>1$ ) với lượng xe đã dự báo ở thời kỳ thiết kế để tính ra số lần tác dụng theo thiết kế ( $W_{80}$ ) vào phương trình thiết kế. Với một độ tin cậy đã cho (R), hệ số tin cậy là hàm số của độ lệch tiêu chuẩn toàn bộ ( $S_0$ ) nó tính cho cả hai : sự thay đổi ngẫu nhiên trong dự báo xe và sự thay đổi trung bình ở dự báo phục vụ thực đường với số lượng  $W_{80}$  đã cho.



#### 8.4. TIÊU CHUẨN CHO VIỆC LỰA CHỌN ĐỘ LỆCH TIÊU CHUẨN TOÀN BỘ

(1) Độ lệch tiêu chuẩn toàn bộ ước tính cho trường hợp có xét đến sự thay đổi của lượng giao thông dự báo trong tương lai (cùng với các thay đổi khác có liên quan với loại mặt đường đã được sửa đổi) là 0.49 cho mặt đường mềm.

(2) Độ lệch tiêu chuẩn toàn bộ ước tính cho trường hợp không xét đến sự thay đổi của lượng giao thông dự báo trong tương lai (cùng với các thay đổi khác liên quan đến loại mặt đường đã được sửa đổi) là 0.44 cho mặt đường mềm.

(3) Khoảng giá trị của  $S_0$ , được cung cấp trong chương 9 dựa trên các giá trị được xác định ở trên.

0,30—0,40 Mặt đường cứng

0,40—0,50 Mặt đường mềm

Tuy nhiên giá trị thấp hơn của mỗi dãy xấp xỉ sự thay đổi đã được đánh giá theo thí nghiệm đường của AASHTO.

Ở Việt Nam người thiết kế được khuyên nên sử dụng độ lệch tiêu chuẩn ( $S_0$ ) là 0.49 trừ khi giao thông và số liệu cân động cung cấp thông tin đầy đủ cho người thiết kế sử dụng giá trị  $S_0$  khác.

#### 8.5. TIÊU CHUẨN CHO VIỆC LỰA CHỌN MỨC ĐỘ TIN CẬY

Sự lựa chọn mức thích hợp của độ tin cậy cho việc thiết kế của một điều kiện cụ thể phụ thuộc trước hết vào mức dự đoán của việc sử dụng và hậu quả (rủi ro) liên quan tới việc xây dựng kết cấu mặt đường ban đầu mỏng hơn. Nếu trong điều kiện giao thông với xe nặng thì có thể dẫn đến phiền phức phải đóng hoặc hạn chế việc sử dụng đường trong tương lai bởi vì mức độ hư hỏng cao hơn, công tác bảo dưỡng và cải tạo có liên quan tới chiều dày mặt đường ban đầu không đầy đủ. Nói cách khác, mặt đường ban đầu mỏng (đi đôi với các mức độ bảo dưỡng và cải tạo cao hơn) có thể được chấp nhận, nếu mức độ sử dụng được đảm bảo để có thể hy vọng sự xung đột ít hơn.

Một giải pháp xác định mức độ tin cậy thiết kế thích hợp là đánh giá mức độ tin cậy sẵn có trong nhiều phương pháp thiết kế mặt đường hiện tại. Cách tiếp cận này đã được dùng cho việc phát triển mức độ tin cậy kiến nghị được giới thiệu ở Bảng 8.1. Chúng đã được tìm ra bởi việc khảo sát độ tin cậy sẵn có của nhiều phương pháp thiết kế hiện tại, có xét đến loại chức năng của đường và môi trường của nó là đô thị hay ngoài đô thị. Mặc dù phương pháp này tốt nhưng nó vẫn phải dựa trên cơ sở một số lượng xem xét kinh nghiệm trong quá khứ, nó không cung cấp công cụ cho việc lựa chọn mức độ tin cậy duy nhất đối với dự án đã cho. Việc này yêu cầu xem xét chi tiết hơn việc sử dụng và rủi ro của sự hư hỏng sớm.

**Bảng 8.1. Mức kiến nghị của độ tin cậy cho các phân loại theo chức năng khác nhau**

Phân loại theo chức năng	Mức độ tin cậy kiến nghị	
	Đô thị	Ngoài đô thị
Các quốc lộ chính	90 - 95	80 - 90
Các đường giao thông huyết mạch và các Quốc lộ thứ yếu	80 - 85	75 - 80
Các đường gom và đường tỉnh	80 - 85	75 - 80
Đường huyện	80 - 85	75 - 80

Việc này yêu cầu xem xét chi tiết hơn sự sử dụng và rủi ro của sự hư hỏng sớm. Nhìn chung người thiết kế ở Việt Nam nên sử dụng độ tin cậy là 85% trong thiết kế quốc lộ và 75% cho tỉnh lộ và đường cấp thấp hơn. Hình 8.2 giải thích giảm bớt bao nhiêu số lượng ESALS thiết kế khi độ tin cậy hoặc mức độ tin tưởng tăng lên (khi các biến số khác của đường đã xác định). Ví dụ với con đường cụ thể, người thiết kế sẽ có 50% xác suất để con đường sẽ chịu đựng 3.5 triệu ESALS nhưng với độ tin cậy 90% người thiết kế chỉ tin tưởng rằng con đường sẽ chịu đựng được 800.000 ESALS trước khi hỏng. (Hỏng là giảm mức độ sử dụng theo quy định PSI).

Hình 8.4 cung cấp đồ thị minh họa khái niệm ở sau sự tiếp cận chi tiết để xác định mức độ tối ưu của độ tin cậy cho một dự án thiết kế cụ thể. Có ba đường cong được chỉ ra trên hình vẽ. Đường cong thứ nhất (A) giới thiệu ảnh hưởng của độ tin cậy tới chi phí (được mô tả trong giá trị hiện tại thực hoặc chi phí tương đương đều đặn hàng năm) của kết cấu mặt đường ban đầu; nếu tăng độ tin cậy thiết kế thì chiều dày của mặt đường ban đầu và các chi phí tương ứng của nó cũng yêu cầu tăng lên. Đường cong thứ hai (B), giới thiệu tác động của độ tin cậy trên chi phí liên quan đến các hư hỏng trong tương lai (bảo dưỡng, cải tạo, chậm trễ của người sử dụng v.v.). Đường cong thứ ba (C) biểu thị tổng cộng của hai đường cong đầu. Với mục tiêu giảm tối thiểu tổng số chi phí toàn bộ, độ tin cậy tốt nhất đối với dự án đã cho trước tương ứng với giá trị tối thiểu trên đường cong (C).

Phải thừa nhận rằng độ tin cậy tốt nhất là chỉ áp dụng cho mức độ sử dụng và độ rủi ro của sự hư hỏng liên quan tới một dự án cụ thể. Mặc dù các dự án thiết kế khác có thể có cùng mức độ sử dụng, nhưng các điều kiện môi trường và đất thay đổi có thể ảnh hưởng đến mức độ rủi ro và do đó ảnh hưởng đến mức độ tin cậy tốt nhất.

### 8.6. ĐỘ TIN CẬY VÀ CÁC PHƯƠNG ÁN XÂY DỰNG THEO GIAI ĐOẠN

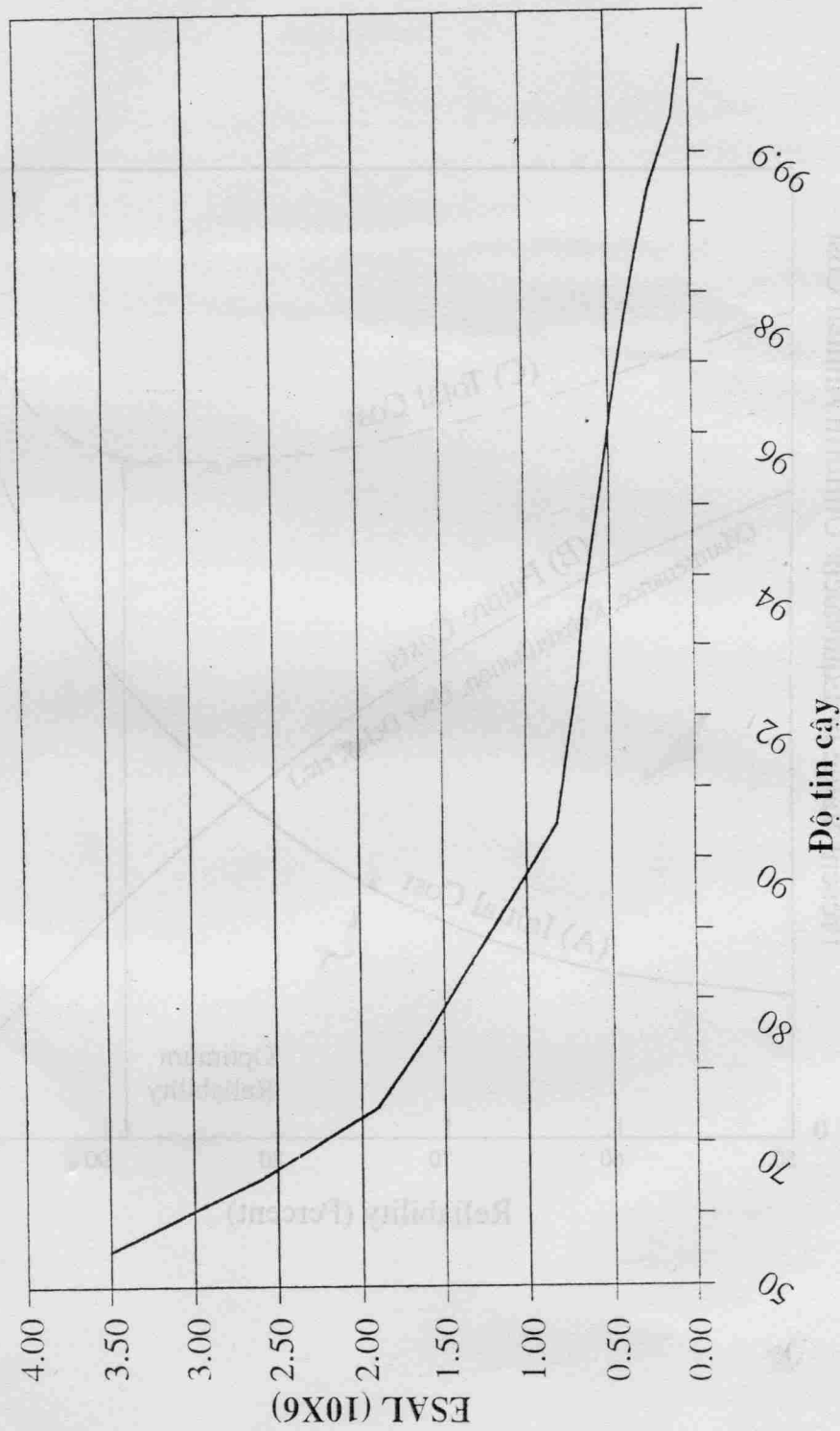
Khi xem xét độ tin cậy trong các giai đoạn xây dựng hoặc các phương án thiết kế “cải tạo theo kế hoạch”, điều quan trọng là xem xét các ảnh hưởng của độ tin cậy tổng hợp. Trừ khi điều đó được công nhận, độ tin cậy toàn bộ của chiến lược 2 giai đoạn (Mỗi giai đoạn được thiết kế cho độ tin cậy 90%) sẽ là  $0,90 \times 0,90$  tức là 81%. Một chiến lược như vậy không thể so sánh tương đương với chiến lược một giai đoạn được thiết kế với độ tin cậy 90%.

Theo định nghĩa chính thức ở phần 8.1, độ tin cậy về cơ bản là xác suất mà kết cấu mặt đường được đưa ra sẽ chịu đựng được lượng giao thông suốt thời kỳ thiết kế với  $p \geq p_c$ . Định nghĩa này có thể áp dụng cho trường hợp cơ bản mà thời kỳ thiết kế cho kết cấu ban đầu là tương đương với thời kỳ phân tích. Với các trường hợp mà thời kỳ thiết kế ban đầu là nhỏ hơn thời kỳ phân tích mong muốn, thì việc xây dựng phân kỳ hoặc cải tạo theo kế hoạch là cần thiết (cho phương án thiết kế cho cả thời kỳ phân tích) và định nghĩa của độ tin cậy phải được phát triển thêm để bao hàm cả sự không chắc chắn liên quan tới các giai đoạn bổ xung. Giả sử rằng xác suất của một giai đoạn trải qua trong thời kỳ thiết kế của nó là độc lập với giai đoạn khác, xác suất hoặc độ tin cậy toàn bộ của tất cả các giai đoạn sẽ trải qua các thời kỳ thiết kế của chúng (hoặc phương án cho toàn bộ thời kỳ phân tích) là tích số của độ tin cậy của các giai đoạn riêng biệt.

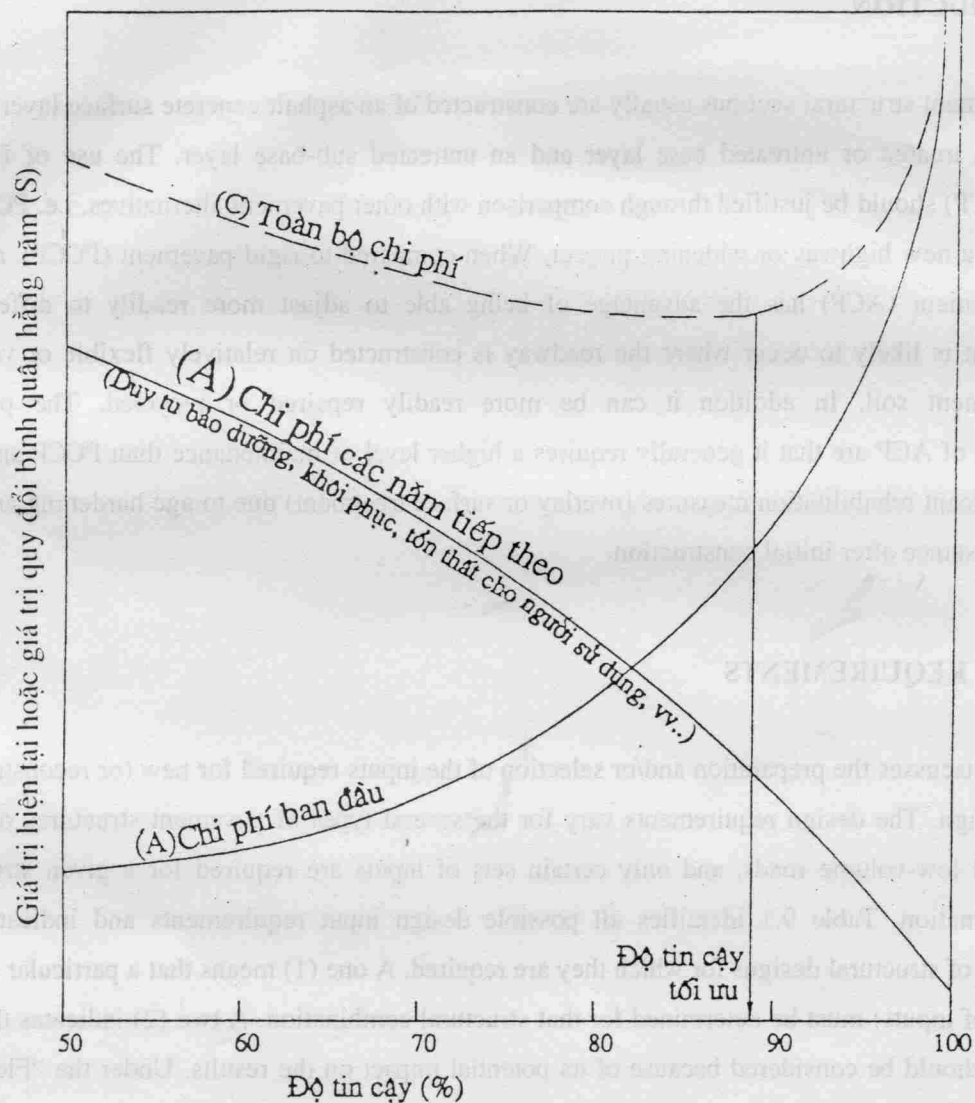
Do đó, để đạt được độ tin cậy thiết kế toàn bộ nào đó ( $R_{overall}$ ) trong phương án thiết kế cụ thể, phương trình dưới đây sẽ được sử dụng để thành lập độ tin cậy riêng ( $R_{stage}$ ) được yêu cầu cho mỗi giai đoạn thiết kế:

$$R_{stage} = (R_{overall})^{1/n}$$

Trong đó: n bằng số các giai đoạn bao gồm cả giai đoạn của kết cấu mặt đường ban đầu.



Hình 8.3. Giảm ESAL khi tăng độ tin cậy



Hình 8.4. Xác định độ tin cậy tối ưu cho điều kiện đã chọn trước

## Chương 9. Thiết kế kết cấu mặt đường bê tông atphan

### 9.1. GIỚI THIỆU

Phân kết cấu mặt đường mềm thường được xây dựng một lớp bê tông atphan, trên lớp móng trên có xử lý hoặc không xử lý và lớp móng dưới không có xử lý. Sử dụng mặt đường mềm (ACP) cần phải chứng minh tính hợp lý thông qua so sánh với các phương án mặt đường khác như mặt đường cứng (PCCP) trong dự án thiết kế đường mới hoặc mở rộng. Khi so sánh với mặt đường cứng (PCCP), mặt đường bê tông atphan (ACP) có ưu điểm có khả năng thích nghi với độ lún khác nhau tạo ra ở phần xe chạy khi nó được xây dựng trên nền đất tương đối mềm hoặc chất lượng thay đổi. Hơn nữa, mặt đường mềm dễ dàng sửa chữa hơn hoặc sử dụng lại. Nhược điểm chủ yếu của ACP thường là mức độ bảo dưỡng cao hơn PCCP và phải yêu cầu khối lượng cải tạo tương đối lớn (lớp phủ hoặc xử lý bề mặt) do biến cứng theo thời gian và độ tổn thất kháng môi sau khi xây dựng ban đầu.

### 9.2. CÁC YÊU CẦU THIẾT KẾ

Phần này đề cập sự chuẩn bị và/hoặc lựa chọn đầu vào yêu cầu đối với thiết kế mới (hoặc xây dựng lại). Các yêu cầu thiết kế khác nhau cho một số loại kết cấu mặt đường cả trên đường ô tô và đường có lưu lượng xe thấp và chỉ một số tập hợp nào đó của đầu vào được yêu cầu cho một tổ hợp thiết kế kết cấu đã cho trước. Bảng 9.1 đưa ra tất cả các yêu cầu có thể đưa vào thiết kế và chỉ ra những loại đặc biệt của thiết kế kết cấu. Số (1) là các đầu vào thiết kế cụ thể (hoặc một tập hợp đầu vào) cần được xác định cho tổ hợp kết cấu ấy, số (2) chỉ rằng đầu vào thiết kế nên được xem xét vì khả năng của nó tác động đến các kết quả. Với cái tên "mềm", AC là chỉ các bề mặt bê tông atphan và SI có xử lý bề mặt. Với cái tên "cứng" JCP là chỉ mặt đường bê tông không cốt thép có khe nối, JRCP là mặt đường bê tông cốt thép có khe nối, CRCP là mặt đường bê tông cốt thép liên tục.

Để tiện diễn đạt, các đầu vào này được tách ra thành 4 loại:

**Các biến số thiết kế:** Loại này là nói đến tập hợp các chỉ tiêu cần phải được xem xét cho từng loại trình tự thiết kế lớp mặt đường được trình bày trong hướng dẫn này.

**Chỉ tiêu phục vụ:** Nó là bộ các điều kiện biên do người sử dụng quy định mà trong phạm vi đó phương án thiết kế mặt đường nên thực hiện, tức là khả năng phục vụ.

**Các tính chất của vật liệu để thiết kế kết cấu:** Loại này bao gồm tất cả các tính chất của vật liệu mặt đường và đất nền đường cần cho thiết kế kết cấu.

**Các đặc trưng kết cấu:** Loại này nói đến các đặc trưng vật lý của kết cấu mặt đường, có ảnh hưởng đến đặc tính phục vụ của mặt đường.

**Tính quan trọng:** Do cách xử lý độ tin cậy trong quy trình này (như đã thảo luận ở Chương 8 và ở phần dưới đây), chúng tôi kiến nghị người thiết kế nên sử dụng các giá trị trung bình hơn là "con số ước tính bảo thủ" cho các số liệu đầu vào thiết kế do trình tự thiết kế yêu cầu. Điều này quan trọng vì các phương trình lập ra đã sử dụng các chỉ số trung bình và các biến số thực tế cho nên người thiết kế phải sử dụng các giá trị trung bình và độ lệch tiêu chuẩn kết hợp với các điều kiện của dự án.

**Bảng 9.1. Những yêu cầu thiết kế đối với các loại mặt đường ban đầu khác nhau có thể được xem xét**

Các loại số liệu đầu vào thiết kế	Loại mềm		Loại cứng		Mặt cấp phối
	AC	ST	JCP/JRCP	CRPS	
<b>1. CÁC BIẾN SỐ THIẾT KẾ</b>					
Sự ràng buộc về thời gian					
Thời kỳ phục vụ	1	1	1	1	1
Thời kỳ phân tích	1	1	1	1	1
Xe cộ	1	1	1	1	1
Độ tin cậy	1	1	1	1	
Các tác động của môi trường					
Sự trương nở của đất nền đường	2	2	2	2	
<b>2. CÁC CHỈ TIÊU PHỤC VỤ</b>					
Mức độ phục vụ	1	1	1	1	1
Vết hằn bánh xe cho phép					1
Bong bật mặt cốt liệu					1

Bảng 9.1 (Tiếp theo)

<b>3. CÁC TÍNH CHẤT CỦA VẬT LIỆU ĐỂ THIẾT KẾ KẾT CẤU</b>				
Môđun đàn hồi hữu hiệu của đất nền	1	1		1
Môđun hữu hiệu của phản lực nền đất			1	1
Các đặc trưng vật liệu của lớp mặt đường	2	2	1	1
Môđun phá hỏng PCC			1	1
Các hệ số lớp	1	1		
<b>4. CÁC ĐẶC TRƯNG KẾT CẤU MẶT ĐƯỜNG</b>				
<b>Thoát nước</b>				
Mặt đường mềm	1	1		
Mặt đường cứng			1	1
<b>Sự truyền tải trọng</b>				
Mặt đường có khe nối			1	
Mặt đường liên tục				1
Kiểu liên kết lề đường hoặc mở rộng các làn xe phía ngoài			2	2
<b>Tổn thất khả năng chịu lực</b>				
<b>5. CÁC BIẾN SỐ GIA CƯỜNG</b>				
<b>Các mặt đường có khe nối</b>				
Chiều dài tấm			1	
Ứng suất làm việc			1	
Hệ số ma sát			1	
<b>Các mặt đường liên tục</b>				
Cường độ kéo của bê tông				1
Sự co ngót của bê tông				1
Hệ số nhiệt của bê tông				1
Đường kính cốt thép				1
Hệ số nhiệt của cốt thép				1
Độ giảm nhiệt độ thiết kế				1
Hệ số ma sát				1



### 9.3. CÁC BIẾN SỐ THIẾT KẾ

#### 9.3.1. CÁC RÀNG BUỘC VỀ THỜI GIAN

Phần này liên quan đến việc lựa chọn các đầu vào về thời kỳ phục vụ và phân tích mà có ảnh hưởng (hoặc thúc ép) việc thiết kế mặt đường về mức thời gian. Xem xét các ràng buộc này được yêu cầu cho thiết kế cả 2 loại đường ô tô và đường có lưu lượng xe thấp. Những ràng buộc về thời gian cho phép người thiết kế lựa chọn quy mô chiến lược, từ kết cấu ban đầu cho suốt thời kỳ phân tích (tức là thời kỳ phục vụ bằng thời kỳ phân tích) cho đến việc phân kỳ xây dựng với một kết cấu ban đầu và các lớp phủ đã dự định trước.

**Thời kỳ phục vụ.** Đó là thời kỳ mà một kết cấu mặt đường ban đầu sẽ tồn tại đến trước lúc nó cần được cải tạo. Đó cũng là thời gian phục vụ giữa những lần cải tạo. Trong trình tự thiết kế giới thiệu trong quy trình này, thời kỳ phục vụ tương đương với thời gian trôi qua khi một kết cấu mới, kết cấu xây dựng lại hoặc kết cấu cải tạo xuống cấp dần từ khả năng sử dụng ban đầu của nó đến khả năng sử dụng cuối cùng. Đối với thời kỳ phục vụ, người thiết kế phải lựa chọn những giới hạn nhỏ nhất và lớn nhất xác lập theo nguyên lý kinh nghiệm cứng nhắc. Một điều quan trọng cần nói là trong thực tiễn, thời kỳ phục vụ có thể bị ảnh hưởng lớn bởi hình thức và mức độ duy tu bảo dưỡng đã áp dụng. Những dự báo đưa vào trong quy trình này dựa trên thực tế duy tu bảo dưỡng trong Thử nghiệm đường của AASHTO.

Thời kỳ phục vụ nhỏ nhất là thời lượng ngắn nhất mà một giai đoạn đã ấn định phải tồn tại. Ví dụ, người ta có thể mong muốn rằng kết cấu mặt đường ban đầu tồn tại ít nhất 10 năm trước khi thực hiện các công việc cải tạo lớn. Giới hạn có thể bị khống chế bởi các yếu tố như sự nhận thức của mọi người là mặt đường “mới” phải tồn tại bao lâu, vốn có thể để xây dựng ban đầu, chi phí chu trình tuổi thọ và các xem xét kỹ thuật khác.

Thời kỳ phục vụ lớn nhất là thời lượng thực tế lớn nhất mà người sử dụng có thể trông đợi trong một giai đoạn ấn định. Ví dụ kinh nghiệm đã cho thấy có những vùng mặt đường ban đầu thiết kế cho 20 năm thì trong khoảng 15 năm kể từ sau ngày xây dựng đã phải cần có một số cải tạo hoặc làm lại lớp mặt. Thời kỳ giới hạn này có thể là kết quả của sự tổn thất PSI do các yếu tố môi trường, sự phá huỷ bê mặt v.v.. Lựa chọn các thời kỳ dài hơn có thể được thực hiện ở hiện trường sẽ dẫn đến những thiết kế phi thực tế. Như vậy nếu các chi phí chu trình tuổi thọ được xem là chính xác, thì điều quan trọng là cần xem xét thêm về thời kỳ phục vụ thực tế lớn nhất đối với loại mặt đường đưa ra.

**Thời kỳ phân tích.** Đây là nói về thời kỳ để tiến hành phân tích, tức là khoảng thời gian mà bất kỳ phương án thiết kế nào cũng phải đề cập đến. Thời kỳ phân tích tương tự với thuật ngữ “tuổi thọ thiết kế” mà người thiết kế đã sử dụng trước đây. Để xem xét thời kỳ phục vụ lớn nhất, có thể cần phải xem xét đến kế hoạch xây dựng theo giai đoạn (tức là kết cấu mặt đường ban đầu có tiếp theo một hoặc vài lần khôi phục) để đạt được thời kỳ phân tích mong muốn.

Trước đây các mặt đường đã được thiết kế điển hình và phân tích cho một thời kỳ phục vụ 20 năm. Nay đề nghị xem xét đưa ra thời kỳ phân tích dài hơn vì như vậy có thể phù hơn cho việc đánh giá lựa chọn phương án của các chiến lược dài hạn dựa trên chi phí chu trình tuổi thọ. Cần xem xét sẽ để mở rộng thời kỳ phân tích bao gồm cả một lần cải tạo. Đối với đường phố lưu lượng xe cao cần xem xét thời kỳ phân tích dài hơn. Nhằm mục đích phân tích kinh tế các phương án, nên lấy một thời kỳ 20 năm.

### 9.3.2. XE THIẾT KẾ

Quy trình thiết kế cho 2 loại đường: đường ô tô và đường có lưu lượng xe nhỏ là hoàn toàn dựa trên sự tích lũy dự tính tải trọng trục đơn tương đương 80kN (ESAL) trong thời kỳ phân tích ( $W_{IN}$ ). Quy trình chuyển đổi xe hỗn hợp ra số lượng xe ESAL được giới thiệu ở Chương 3. Với bất kỳ điều kiện thiết kế nào mà kết cấu mặt đường ban đầu dự kiến tồn tại suốt thời kỳ phân tích, không cần bất kỳ cải tạo hoặc làm lại bề mặt, tất cả các yêu cầu là toàn bộ xe cộ thông suốt trong thời kỳ phân tích. Tuy nhiên, nếu xét xây dựng theo giai đoạn tức là có dự kiến cải tạo hoặc làm lại lớp bề mặt (do thiếu vốn ban đầu, do sự trương nở của đất nền đường v.v..) thì sử dụng cần chuẩn bị một toán đồ về quan hệ giữa tải trọng trục đơn (ESAL) tích lũy với thời gian như thể hiện ở Hình 9.1. Toán đồ này sử dụng để phân chia số lượng xe tích lũy theo các thời kỳ mà nó có.

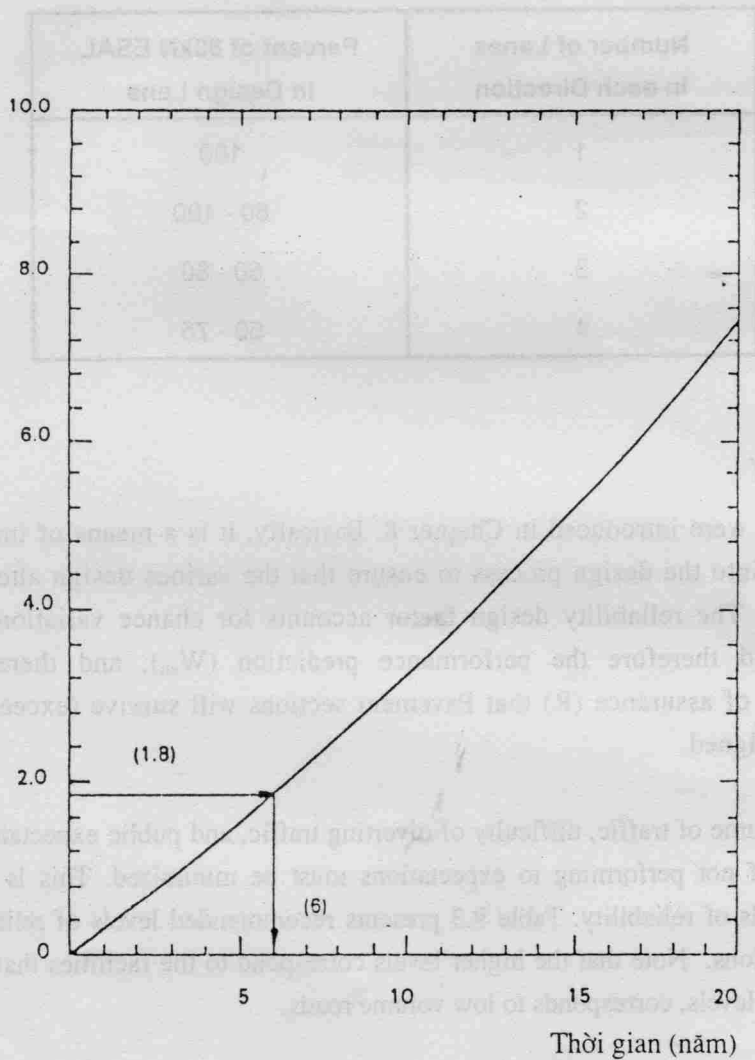
Thường lượng xe đã dự báo là số lần tác dụng tích lũy của trục xe đơn tương đương (EASL) trên đường. song người thiết kế yêu cầu là số lần tác dụng của trục xe đơn tương đương trên làn xe thiết kế. Như vậy trừ trường hợp quy định riêng, người thiết kế phải đưa vào thiết kế yếu tố xe chạy theo chiều và theo làn (nếu nhiều hơn hai làn). Phương trình dưới đây được sử dụng để xác định lượng xe theo làn thiết kế ( $W_{80}$ ).

$$W_{80} = DD \times DL \times \hat{W}_{80}$$

Trong đó:

- DD - hệ số phân bố theo chiều, biểu thị tỷ số phân phối số lượng xe trên 1 hướng với số lượng xe (EASL) cho cả hai hướng ví dụ theo hướng Đông - Tây, Bắc - Nam v.v...
- DL - hệ số phân bố làn xe, biểu thị bằng tỷ số để tính sự phân bố xe khi một chiều chuyển động có từ 2 và lớn hơn 2 làn xe chạy.  $\hat{W}_{80}$  là số lượng tích lũy theo cả hai chiều của trục đơn tương đương 80 kN (ESAL) đã được dự báo cho từng đoạn cụ thể của đường trong suốt thời kỳ phân tích.

Tổng số lần tích lũy đã qui đổi về tải trọng trục xe đơn tương đương 80KN (triệu)



Hình 9.1. Đường cong biểu diễn quan hệ giữa tổng số lần tích lũy đã quy đổi về tải trọng trục đơn với thời gian tính toán

Mặc dù, hệ số DD thường bằng 0.5 (50%) đối với hầu hết các đường, có trường hợp khi mà trọng lượng xe lớn hơn chạy ở một chiều lớn hơn so với xe ở chiều kia thì ở phía có các xe nặng hơn sẽ được thiết kế với lượng tải trọng trục xe đơn tương đương (ESAL) lớn hơn. Kinh nghiệm cho thấy chỉ số DD thay đổi trong khoảng từ 0.3 - 0.7 tùy thuộc vào hướng nào xe “nó tải” và hướng nào xe “không tải”; còn hệ số DL, có thể tham khảo bảng sau:

**Bảng 9.2. Sự phân xe theo làn**

Số làn xe theo một chiều	% tải trọng trục xe đơn tương đương theo làn thiết kế
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4	50 - 75

**9.3.3. ĐỘ TIN CẬY**

Khái niệm độ tin cậy đã được giới thiệu ở Chương 8. Về cơ bản nó là một cách kết hợp một số mức độ tin cậy nào đó vào quá trình thiết kế để bảo đảm rằng các phương án thiết kế khác nhau sẽ tồn tại hết thời kỳ phân tích. Yếu tố độ tin cậy thiết kế tính cho sự thay đổi ngẫu nhiên trong cả hai dự báo xe cộ ( $w_{80}$ ) cũng như dự đoán lượng xe phục vụ ( $W_{80}$ ) và do vậy đã cung cấp mức độ bảo hiểm dự báo trước (R) mà phần mặt đường sẽ tồn tại suốt thời kỳ nó đã được thiết kế.

Nhìn chung đối với lưu lượng xe cộ, khó khăn của việc dự đoán lượng giao thông thu hút thêm và dự báo chung khả năng tăng trưởng, sự rủi ro của việc không thực hiện được dự báo cần phải được giảm tối thiểu. Điều này được thực hiện bằng cách lựa chọn độ tin cậy cao hơn. Bảng 9.3 trình bày các mức độ tin cậy đề nghị cho các cấp chức năng khác nhau. Ghi chú rằng các mức độ cao hơn tương ứng với đường ô tô sử dụng nhiều (lưu lượng xe lớn), trong khi mức độ thấp nhất thì tương ứng với đường lưu lượng thấp.

Như đã trình bày ở Chương 8 - độ tin cậy trong thiết kế được khống chế thông qua việc sử dụng yếu tố độ tin cậy (FR), mà được nhân với lượng xe dự báo ở thời kỳ thiết kế ( $w_{80}$ ) để tính ra số lần tác dụng ( $W_{80}$ ) của phương trình thiết kế. Với độ tin cậy cho trước (R), yếu tố độ tin cậy hàm số của độ lệch tiêu chuẩn toàn bộ ( $S_0$ ) tính đến cả hai sự thay đổi ngẫu nhiên trong dự báo xe và sự thay đổi trung bình ở trong dự báo khả năng phục vụ của mặt đường đối với  $W_{80}$  đã tính.

Một vấn đề quan trọng cần chú ý là cách xử lý một thiết kế khi có một yếu tố riêng rẽ không đáng tin cậy, người thiết kế không nên sử dụng sự ước tính “cố hữu” đối với tất cả các yêu cầu đầu vào thiết kế khác. Thay vì các giá trị cố hữu, người thiết kế nên sử dụng ước tính tốt nhất của mình là giá trị trung gian hoặc giá trị trung bình đối với mỗi giá trị đầu vào. Mức độ lựa chọn của độ tin cậy và độ lệch tiêu chuẩn toàn bộ sẽ được tính cho ảnh hưởng tổng hợp của sự thay đổi của các tham số thiết kế.

Áp dụng khái niệm độ tin cậy yêu cầu theo các bước sau:

1. Định cấp hạng theo chức năng của đường và xác định đường ở ngoài đô thị hay trong đô thị
2. Lựa chọn mức độ tin cậy từ phạm vi đã cho trong bảng 9.3. Giá trị độ tin cậy lớn hơn thì kết cấu mặt đường yêu cầu dày hơn.

**Bảng 9.3. Mức độ tin cậy kiến nghị cho cấp hạng chức năng khác nhau**

Phân loại chức năng	Mức độ kiến nghị cho độ tin cậy	
	Trong đô thị	Ngoài đô thị
Đường chính quốc gia	90 - 95	80 - 90
Đường chủ yếu và quốc lộ thứ yếu	80 - 85	75 - 80
Các đường nhánh thu gom hoặc tỉnh lộ	80 - 85	75 - 80
Các đường huyện	80 - 85	75 - 80

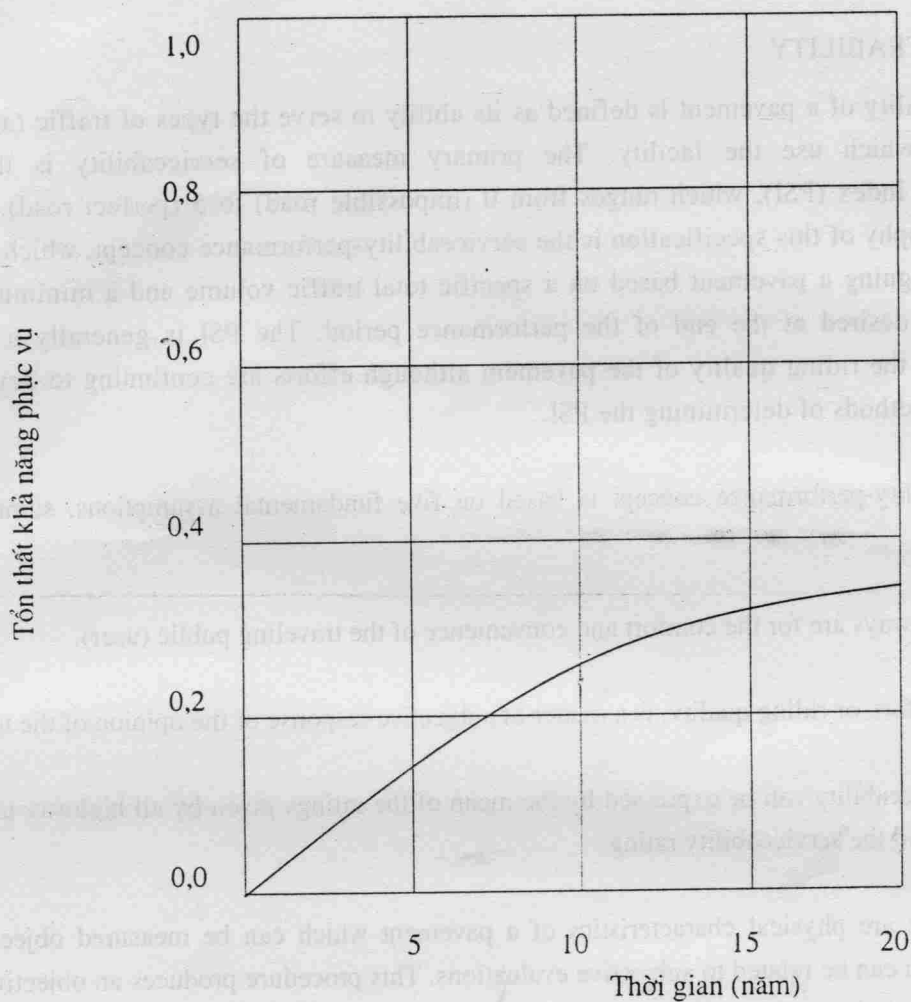
Độ lệch tiêu chuẩn ( $S_0$ ) nên được chọn đại diện cho điều kiện địa phương. Các giá trị  $S_0$  được hình thành từ thử nghiệm đường của AASHTO không bao gồm sai số về giao thông. Tuy nhiên sai số về dự báo khả năng phục vụ đã được nghiên cứu trong chương trình thử nghiệm này là 0.25 cho mặt đường cứng và 0.35 cho mặt đường mềm.

**9.3.4. CÁC ẢNH HƯỞNG CỦA MÔI TRƯỜNG**

Môi trường có thể ảnh hưởng đến sự phục vụ của mặt đường theo nhiều cách. Sự thay đổi nhiệt độ và độ ẩm có thể ảnh hưởng đến cường độ, độ bền vững và khả năng chịu tải của vật liệu mặt đường và nền đường. Tác động quan trọng chính khác nữa của môi trường là trực tiếp ảnh hưởng đến trương nở của nền đường, sự uốn vòng của mặt đường, phá hoại cấu trúc vật liệu v.v.. làm giảm chất lượng chạy xe và khả năng phục vụ của mặt đường. Các ảnh hưởng khác như lão hoá, khô nứt và hư hỏng của vật liệu nói chung do thời tiết chỉ được xem xét trong các giới hạn ảnh hưởng vốn có của chúng đến cách dự báo về sự phục vụ của mặt đường.

Phần này chỉ đưa ra các tiêu chuẩn cần thiết để xác định số lượng các yêu cầu đầu vào cho việc đánh giá trương nở nền đường. Nếu trương nở nền đường có thể dẫn tới sự mất mát nghiêm trọng về khả năng phục vụ và chất lượng chạy xe của mặt đường trong thời kỳ phân tích thì nó sẽ được xem xét trong phân tích kết cấu thiết kế cho tất cả các loại kết cấu mặt đường, có lẽ chỉ trừ đường có lớp mặt là cấp phối đá dăm.

Mục tiêu của bước này là đưa ra một đô thị tổn thất khả năng phục vụ theo thời gian như trình bày ở hình 9-2. Độ tổn thất khả năng phục vụ do môi trường phải đưa vào kết quả tính tải trọng trục xe tích lũy. Hình 9-2 cho sự tổn thất do môi trường theo độ trương nở. Toán đồ có thể dùng để đánh giá sự tổn thất khả năng phục vụ ở các thời kỳ trung gian.



Hình 9.2. Ví dụ về độ tổn thất do điều kiện môi trường theo thời gian (năm)

## 9.4. CÁC TIÊU CHUẨN ĐẶC TÍNH PHỤC VỤ

### 9.4.1. KHẢ NĂNG PHỤC VỤ

Khả năng phục vụ của đường được xác định như là khả năng phục vụ các loại xe cộ (ô tô và các xe tải) sử dụng đường dễ dàng. Số đo đầu tiên về khả năng phục vụ là chỉ số khả năng phục vụ (PSI) nó nằm trong khoảng từ 0 (đường không thể sử dụng) đến 5 (đường rất tốt). Tính khoa học cho cơ sở thiết kế của cuốn quy trình này là khái niệm hình thành mức độ phục vụ, nó cung cấp một phương pháp thiết kế mặt đường dựa trên tổng khối lượng xe cụ thể và mức độ tối thiểu của khả năng phục vụ mong muốn ở cuối thời kỳ phục vụ. Nói chung, PSI là một sự ước định khách quan về chất lượng chạy xe của mặt đường mặc dù những cố gắng đang được tiếp tục phát triển nhiều phương pháp cơ học nhằm xác định PSI.

Khái niệm hình thành mức độ năng lực phục vụ đã dựa trên năm giả thiết cơ bản như sau:

- (1) Đường phải êm thuận và tiện lợi cho vận tải công cộng (người sử dụng),
- (2) Thoải mái hoặc chất lượng chạy xe tốt là một vấn đề về cảm nhận chủ quan hoặc ý kiến của người sử dụng,
- (3) Khả năng phục vụ có thể được biểu thị bằng giá trị trung bình của các đánh giá do người sử dụng đường đưa ra được gọi là sự đánh giá năng lực phục vụ,
- (4) Có các đặc trưng vật lý của mặt đường mà có thể được đo đạc một cách khách quan và có liên quan với những đánh giá chủ quan. Quá trình này đưa ra chỉ số năng lực phục vụ khách quan,
- (5) Khả năng phục vụ có thể đại diện cho cả quá trình phục vụ của mặt đường.

Khả năng phục vụ mặt đường được biểu thị bằng thuật ngữ chỉ số khả năng phục vụ (PSI). PSI nhận được từ việc đo đạc độ gồ ghề và xác định hư hỏng (Ví dụ như vết nứt, ổ gà và vết hằn bánh xe) ở một thời điểm cụ thể trong thời kỳ phục vụ của mặt đường.

Độ gồ ghề là yếu tố chính chi phối việc đánh giá PSI của mặt đường. Như vậy, một phương pháp đủ tin cậy để đo mức độ không bằng phẳng là quan trọng để kiểm tra quá trình phục vụ của mặt đường. Hầu hết các cơ quan chuyên môn đều dựa trên các kết quả thực nghiệm của địa phương để đưa ra các số liệu kinh nghiệm khi dùng các phương trình tính PSI. Sau một thời gian nữa Việt Nam cũng sẽ đưa ra các số liệu về đặc tính mặt đường cần thiết để thực hiện tính chỉ số PSI. Cho đến nay, trên thực tế tất cả các cơ quan chuyên ngành chỉ dựa vào các đánh giá chủ quan của những người sử dụng đường chuyên nghiệp để đánh giá chất lượng xấu tốt và tiếp sau là đánh giá PSI. Vì sự hư hỏng tự nhiên có ảnh hưởng tương đối nhỏ vào PSI và do khó khăn trong việc thu thập thông tin nên các cơ quan chuyên ngành chỉ dựa vào độ không bằng phẳng để đánh giá chất lượng xấu tốt. Phải thừa nhận rằng sự hư hỏng tự nhiên cũng có thể ảnh hưởng đến quyết định bắt đầu công tác duy tu sửa chữa hoặc cải tạo. Với mục tiêu của tiêu chuẩn này, giả định rằng số lượng hư hỏng có liên quan với chỉ số PSI ở thời điểm cuối.

Vì độ gồ ghề là một yếu tố quan trọng cần xem xét khi thiết kế mặt đường nên sự thay đổi của độ không bằng phẳng sẽ khống chế chu trình tuổi thọ của mặt đường. Về vấn đề này, chất lượng của công tác xây dựng sẽ ảnh hưởng đến đặc tính và tuổi thọ của mặt đường đã thiết kế. Độ bằng phẳng ban đầu của mặt đường là điều quan trọng cần xem xét khi thiết kế. Ví dụ tuổi thọ của mặt đường được xây dựng lúc đầu thật bằng phẳng hoặc với PSI 4.5 sẽ có tuổi thọ dài hơn đáng kể so với mặt đường được xây dựng với PSI bằng 4. Vậy việc khống chế chất lượng trong xây dựng mặt đường có thể có tác dụng tốt đến tuổi thọ. Để thiết kế cần phải lựa chọn cả hai chỉ số phục vụ ban đầu và cuối cùng.

Chỉ số phục vụ ban đầu ( $P_0$ ) là sự đánh giá của người sử dụng cho PSI ở thời điểm ngay sau khi xây dựng. Giá trị của  $P_0$  theo đánh giá của thử nghiệm đường AASHTO bằng 4,2 đối với mặt đường mềm và bằng 4,5 đối với mặt đường cứng. Vì có sự khác nhau của các phương pháp và tiêu chuẩn xây dựng, đề nghị rằng mức độ tin cậy nó sẽ được thiết lập bởi mỗi tổ chức chuyên ngành dựa trên điều kiện tại địa phương của họ. Ở Việt Nam, chỉ số phục vụ ban đầu ( $P_0$ ) sẽ từ 4,0 (cho đường cấp III và cấp IV) đến 4,2 (cho đường cấp I và cấp II). Cấp đường thấp hơn và phương pháp xây dựng không hiện đại có thể lấy  $P_0$  thấp hơn.

Các yếu tố chính ảnh hưởng đến sự tổn thất năng lực phục vụ của mặt đường là lượng giao thông, thời gian phục vụ và môi trường. Từng yếu tố này sẽ được xem xét khi trình bày các yêu cầu thiết kế trong cuốn quy trình này. Tuy nhiên phải thừa nhận rằng sự phân chia hoặc ảnh hưởng tương tác của các yếu tố này hiện nay chưa được xác định rõ ràng, đặc biệt là thời gian phục vụ. Đồng thời chúng ta đều biết rằng tính chất của vật liệu được dùng để xây dựng mặt đường thay đổi theo thời gian. Những thay đổi này có thể tốt đối sự làm việc mặt đường, song trong hầu hết các trường hợp, tuổi (thời gian) là các yếu tố hoàn toàn bất lợi và làm giảm năng lực phục vụ.

Chỉ số khả năng phục vụ cuối cùng ( $P_f$ ) là mức độ thấp nhất có thể chấp nhận trước khi mà rải lại lớp mặt hoặc xây dựng lại mặt đường trở lên cấp thiết đối với một cấp đường cụ thể. Giá trị của chỉ số là 2.5 hoặc 3.0 thường được đề nghị trong thiết kế các đường ô tô chính và 2.0 cho các đường ô tô cấp thấp. Với các đường ô tô không mấy quan trọng, nơi mà điều kiện vốn đầu tư ban đầu hạn hẹp thì chọn cách giảm thời kỳ thiết kế hoặc giảm tổng lưu lượng giao thông sẽ tốt hơn cách thiết kế với khả năng phục vụ cuối cùng nhỏ hơn 2.

Một tiêu chuẩn để xác định mức độ phục vụ nhỏ nhất phải được thiết lập trên cơ sở về sự chấp nhận của xã hội. Dưới đây là sự hướng dẫn chung về giá trị nhỏ nhất của  $P_f$  đạt được từ những nghiên cứu trong chương trình thí nghiệm đường AASHTO.

Bảng 9.4a. Các mức độ phục vụ cuối cùng

Mức độ phục vụ cuối cùng	% người không chấp nhận
3.0	12
2.5	55
2.0	85



Thời điểm mà lúc đó kết cấu mặt đường cho trước đạt đến khả năng phục vụ cuối cùng phụ thuộc vào lưu lượng giao thông và khả năng phục vụ ban đầu ( $P_0$ ). Một khi  $P_0$  và  $P_1$  đã được xác định thì phương trình sau đây sẽ được dùng để xác định sự thay đổi trong chỉ số phục vụ.

$$\Delta PSI = P_0 - P_1$$

Phương trình này được áp dụng với mặt đường mềm, mặt đường cứng và các đường có lớp mặt bằng cấp phối đá dăm. Đối với các thiết kế sơ bộ hoặc thiết kế khả thi cho mặt đường ở Việt Nam,  $\Delta PSI$  cần được xác định như sau:

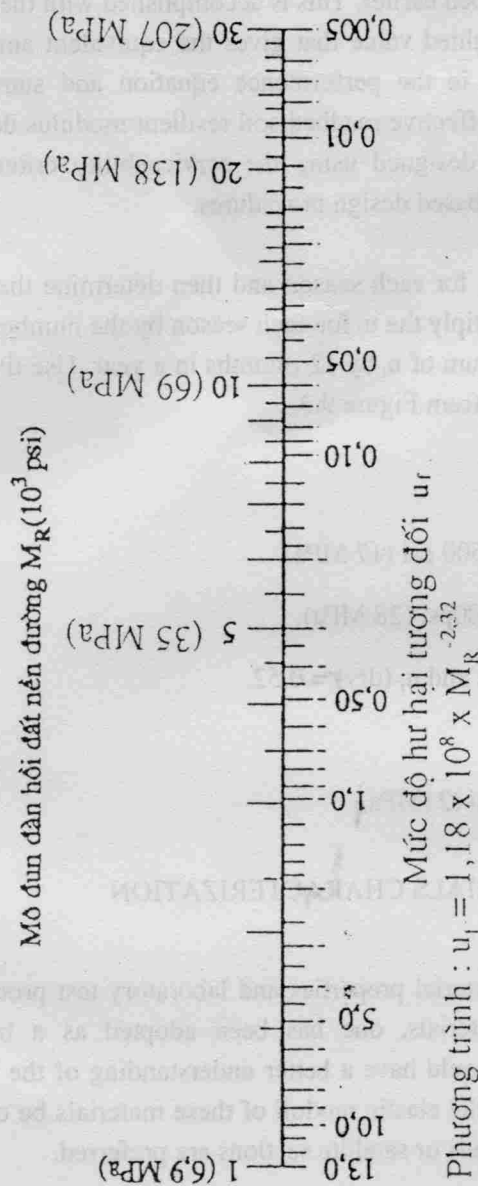
- (1) Cho các đường chính (cao tốc)  $V = 100 - 120$  km/h,  $\Delta PSI = 4,2 - 2,5 = 1,7$
- (2) Cho các đường thông thường có  $V = 80$  km/h,  $\Delta PSI = 4,2 - 2,2 = 2,0$
- (3) Cho các đường có  $V \leq 60$  km/h,  $\Delta PSI = 4,0 - 2,0 = 2,0$

## 9.5. CÁC TÍNH CHẤT CỦA VẬT LIỆU ĐỂ THIẾT KẾ KẾT CẤU

### 9.5.1 MÔ ĐUN ĐÀN HỒI HỮU HIỆU CỦA ĐẤT LÀM ĐƯỜNG

Như đã trình bày ở trên trong chương này, cơ sở cho đặc tính các vật liệu trong cuốn quy trình này là mô đun đàn hồi. Đối với các vật liệu nền đường, các thí nghiệm về mô đun đàn hồi trong phòng thí nghiệm (AASHTO T292) phải được tiến hành trên các mẫu đại diện với các điều kiện ứng suất và độ ẩm tương đương thể hiện độ ẩm nguyên dạng theo mùa. Sự lựa chọn các giá trị mô đun đàn hồi theo mùa có thể được xác định theo các tương quan với các tính chất của đất ví dụ như hàm lượng hạt sét, độ ẩm, chỉ số dẻo v.v.. Mục đích của việc xác định mô đun theo mùa là nhằm định lượng sự hư hỏng tương đối của mặt đường khi chịu ảnh hưởng thời tiết của mỗi mùa trong năm và coi nó như là một phần của thiết kế tổng thể. Mô đun đàn hồi hữu hiệu sau đó được xác định là tương đương với ảnh hưởng tổng hợp của các giá trị mô đun đàn hồi theo mùa.

Các điều kiện độ ẩm theo mùa cho mà theo đó các mẫu đất nền đường cần phải được thí nghiệm cho kết quả các mô đun đàn hồi khác nhau đáng kể. Ví dụ như ở Việt Nam điều quan trọng là phải tiến hành thí nghiệm cho sự khác nhau giữa mùa ẩm ướt (mưa), mùa khô và thời gian chuyển mùa. Tuy nhiên, có thể không cần thiết thí nghiệm cho sự khác nhau trong mỗi mùa ẩm ướt hoặc mùa khô ráo, ngoại trừ có sự khác biệt tương đối lớn về lượng mưa trung bình trong mùa ấy. Hai trình tự khác nhau để xác định sự thay đổi theo mùa của giá trị mô đun được đưa ra như là một hướng dẫn. Một phương pháp dựa vào mối quan hệ thực nghiệm giữa mô đun đàn hồi và độ ẩm. Sau đó, với việc đánh giá độ ẩm tại hiện trường của đất nền nằm dưới mặt đường, các mô đun đàn hồi theo từng mùa được xác định. Một phương pháp khác là tính ngược các giá trị mô đun đàn hồi cho các mùa khác nhau sử dụng trình tự đã được trình bày ở Chương 11 sử dụng độ võng đo được trên mặt đường ở thời kỳ phục vụ. Chúng có thể được sử dụng như là các hệ số điều chỉnh để hiệu chỉnh giá trị mô đun đàn hồi với điều kiện khác nhau.



Hình 9.3. Toán đồ đánh giá mô đun đàn hồi hữu hiệu của đất nền đường  $M_R$  cho các mặt đường mềm

Bên cạnh sự xác định các giá trị mô đun theo mùa, cũng cần phải phân một năm thành các khoảng thời gian khác nhau trong đó có sự khác nhau của giá trị mô đun đàn hồi. Khi phân chia, không cần thiết phải chia thành khoảng thời gian nhỏ hơn nửa tháng cho bất kỳ mùa nào.

Về điểm này, để thiết kế mặt đường mềm, các số liệu theo mùa cần được đưa vào mô đun đàn hồi hữu hiệu của đất nền đường đã được đề cập ở trên. Điều này được thực hiện nhờ toán đồ Hình 9.3. Mô đun hữu hiệu là giá trị quan trọng gây ra hư hỏng hằng năm tương đương tính được bằng cách xử lý theo từng mùa độc lập trong phương trình đặc tính và tổng các hư hỏng ấy. Tuy nhiên, một ghi chú quan trọng là mô đun đàn hồi hữu hiệu của đất nền đường được xác định từ toán đồ này chỉ áp dụng với các mặt đường mềm được thiết kế sử dụng tiêu chuẩn khả năng phục vụ. Nó không cần thiết áp dụng cho trình tự thiết kế dựa trên mô đun đàn hồi khác.

Bước một là xác định  $M_R$  cho từng mùa rồi xác định  $U_f$  (mức độ hư hỏng tương đối) cho mỗi một giá trị  $M_R$  này. Tiếp theo nhân  $U_f$  của từng mùa với số tháng trong mùa rồi cộng các giá trị ấy lại. Sau đó chia tổng của  $U_f$  cho 12 tháng (các tháng trong năm). Dùng chỉ số trung bình  $U_f$  để xác định mô đun đàn hồi hữu hiệu của mặt nền đường  $M_R$  từ hình 9.3.

Ví dụ:

Mùa ẩm ướt (7 tháng)  $M_R = 2.500$  psi (17 MPa).

Mùa khô (5 tháng)  $M_R = 4.000$ psi (28 MPa).

Từ hình 9.3,  $u_f$  (ướt) = 1,5, và  $u_f$  (khô) = 0,52.

$$(1,5 \times 7 + 0,52 \times 5) / 12 = 1,09$$

Từ Hình 9.3  $M_{R_{\text{hữu hiệu}}} = 3.000$ psi (21MPa)

### 9.5.2. ĐẶC TRUNG VẬT LIỆU CỦA CÁC LỚP KẾT CẤU MẶT ĐƯỜNG

Mặc dù có rất nhiều loại đặc tính vật liệu và nhiều quy trình thí nghiệm trong phòng để đánh giá cường độ vật liệu làm kết cấu mặt đường, nhưng một trong số đó cần phải được chấp nhận như là cơ sở để thiết kế trong cuốn quy trình này. Tuy nhiên người sử dụng cần phải hiểu biết về “các hệ số lớp” (Xem phần 9.5.3), không cần thiết phải xác định đặc trưng các mô đun đàn hồi của các loại vật liệu này. Nói chung các hệ số lớp rút ra được từ những đường thử nghiệm hoặc các đoạn phụ cận đã được sử dụng nhiều hơn.

Mô đun đàn hồi là một đặc trưng kỹ thuật căn bản của mọi vật liệu dùng làm mặt đường hoặc nền đường, đối với những loại vật liệu phải chịu những biến dạng dẻo đáng kể dưới tác dụng của tải trọng, đặc trưng này có thể không phản ánh trạng thái của vật liệu dưới tác dụng của tải trọng. Do vậy mô đun đàn hồi biểu thị trạng thái ứng suất - biến dạng của vật liệu dưới điều kiện tải trọng mặt đường thông thường. Ngoài độ cứng thì cường độ vật liệu là một chỉ tiêu quan trọng. Các bước tiến hành dựa trên nguyên lý cơ học có thể phản ánh cường độ cũng như độ cứng trong quá trình xác định đặc trưng vật liệu. Ngoài ra các loại vật liệu lớp móng gia cố có thể bị nứt trong một số điều kiện nhất định, và độ cứng trong trường hợp này không phải đặc trưng cho dạng hư hỏng này. Một điều quan trọng cần chú ý là mặc dù mô đun đàn hồi có thể áp dụng cho mọi loại vật liệu, ký hiệu  $M_R$  dùng trong Hướng dẫn này chỉ áp dụng cho đất nền đường. Các ký hiệu khác được dùng để biểu thị mô đun cho lớp móng dưới ( $E_{sb}$ ), lớp móng trên ( $E_{os}$ ), lớp bê tông nhựa ( $E_{nc}$ ) và bê tông xi măng poóc lăng ( $E_c$ ).

Các bước xác định mô đun đàn hồi của một vật liệu mặt đường cụ thể phụ thuộc vào loại vật liệu đó. Những vật liệu có độ cứng tương đối thấp chẳng hạn như đất tự nhiên, các lớp cốt liệu hạt không có chất dính kết, thậm chí các lớp được gia cố và bê tông nhựa đều cần phải được thí nghiệm theo các phương pháp thí nghiệm mô đun đàn hồi (AASHTO T292) Mặc dù các thiết bị thí nghiệm cho các loại vật liệu này cơ bản là như nhau nhưng cũng có một vài sự khác nhau chẳng hạn như thiết bị cần thiết cho buồng nén 3 trục đối với những vật liệu rời rạc.

Mặt khác các loại vật liệu liên tục hoặc có độ cứng cao hơn chẳng hạn như các lớp móng trên được gia cố và bê tông nhựa có thể được thí nghiệm theo phương pháp thí nghiệm kéo gián tiếp dưới tải trọng trùng trục (ASTM D 4123). Thí nghiệm này vẫn còn phải sử dụng các đầu đo điện tử để đo những chuyển vị nhỏ của mẫu thử dưới tác dụng của tải trọng, nhưng ít phức tạp hơn và dễ sử dụng hơn so với thí nghiệm xác định mô đun đàn hồi theo phương pháp 3 trục.

Do các chuyển vị nhỏ và bản chất giòn của các vật liệu mặt đường cứng nhất, như là bê tông xi măng poóc lăng và những vật liệu làm lớp móng trên được gia cường với một hàm lượng xi măng cao, nên rất khó xác định mô đun đàn hồi sử dụng thiết bị kéo gián tiếp. Do vậy mô đun đàn hồi của những loại vật liệu có độ cứng cao cần được xác định theo trình tự được mô tả trong ASTM C 469.

Mô đun đàn hồi của bất kỳ loại vật liệu nào cũng có thể xác định được bằng các tương quan do DSTE đưa ra.

### 9.5.3. CÁC HỆ SỐ LỚP

Mục này mô tả một phương pháp để xác định các hệ số lớp kết cấu theo AASSTO (các giá trị  $a_j$ ) cần thiết cho việc thiết kế mặt đường mềm tiêu chuẩn. Giá trị cho hệ số này được gán với vật liệu mỗi lớp thuộc kết cấu mặt đường để chuyển đổi các bề dày lớp thực tế sang một chỉ số kết cấu (SN). Hệ số lớp này biểu thị quan hệ thực nghiệm giữa SN và bề dày lớp, và là số đo khả năng tương đối của vật liệu với chức năng như là một thành phần của kết cấu mặt đường. Phương trình tổng quát dưới đây xác định chỉ số kết cấu phản ánh tác động tương đối của các hệ số lớp ( $a_j$ ) và chiều dày ( $D_j$ ):

$$SN = \sum_{j=1} a_j D_j$$

Mặc dù mô đun đàn hồi (co giãn) được thừa nhận như là số đo chất lượng vật liệu tiêu chuẩn, nhưng vẫn cần thiết phải xác định các hệ số lớp (tương ứng) vì vai trò của chúng trong phương pháp thiết kế chỉ số kết cấu. Thủ tục nên dùng là cách đo trực tiếp bằng cách sử dụng phương pháp AASHTO T 292 (các loại vật liệu móng dưới và vật liệu hạt rời rạc) và ASTM D 4123 đối với bê tông nhựa và các loại vật liệu có gia cố khác. Các nghiên cứu và khảo sát thực địa cho thấy rằng có nhiều yếu tố ảnh hưởng đến các hệ số lớp, cho nên kinh nghiệm thu thập ở Việt Nam phải được đưa vào tính toán các kết quả theo những trình tự đã giới thiệu. Ví dụ hệ số lớp có thể biến đổi theo bề dày lớp kết cấu dưới, vị trí của lớp trong kết cấu mặt đường...

Ở đây cần chỉ ra rằng là các giá trị mô đun đàn hồi xác định trong phòng thí nghiệm có thể khác xa so với mô đun đàn hồi thực tế ở hiện trường. Chẳng hạn có một lớp không kết dính rất cứng nằm trên một lớp có độ cứng thấp có thể gây ra sự không đầm chặt và đồng thời làm giảm độ cứng. Theo một hướng dẫn cho các lớp vật liệu hạt không có chất kết dính liên tục, tỷ số giữa mô đun đàn hồi của lớp nằm trên và lớp nằm dưới không được vượt quá các giá trị mà gây ra ứng suất kéo trong các lớp vật liệu hạt không có chất kết dính.

Phân trình bày về cách xác định các hệ số lớp được chia ra 5 loại riêng biệt phụ thuộc vào loại và chức năng của vật liệu của lớp. Chúng bao gồm bê tông nhựa, móng trên bằng vật liệu hạt, móng dưới bằng vật liệu hạt, móng trên xử lý xi măng và móng trên xử lý nhựa. Có thể dùng các loại vật liệu khác như vôi, xỉ vôi và bụi tro bay xi măng nhưng các đại lý bán cần đưa ra các biểu đồ xác định.

**Lớp mặt bê tông nhựa.** Hình 9.4 đưa ra một biểu đồ có thể dùng để xác định hệ số lớp kết cấu của một lớp mặt bê tông nhựa cấp phối chặt dựa trên mô đun đàn hồi (đàn hồi) của nó ( $E_{ac}$ ) ở  $20^{\circ}\text{C}$ . Cần chú ý cẩn thận đối với những giá trị mô đun lớn hơn 450.000 psi (3.100 MPa). Mặc dù bê tông nhựa với mô đun lớn hơn sẽ cứng hơn và chịu uốn tốt hơn nhưng chúng cũng dễ bị nứt do nhiệt và môi.

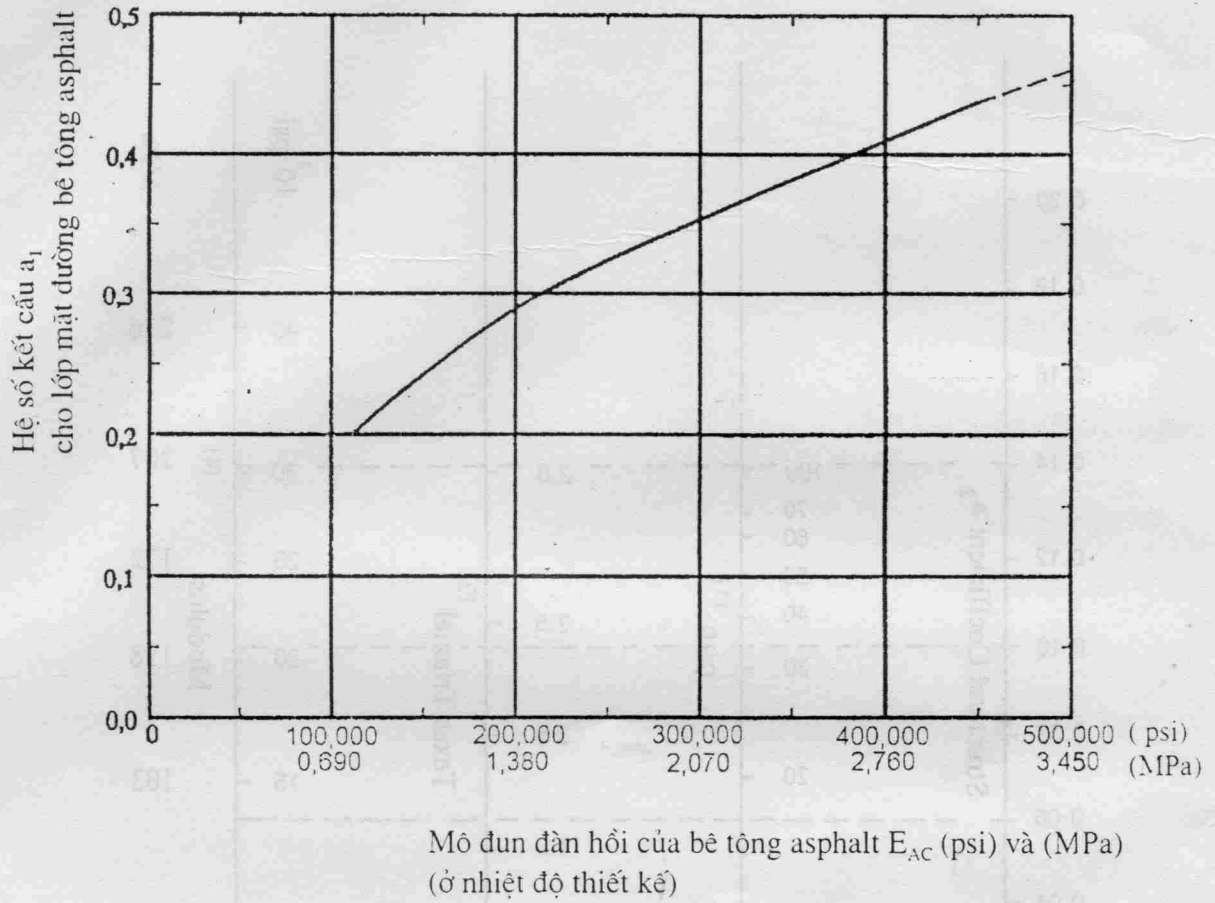
Đối với khí hậu Việt Nam, mô đun đàn hồi của bê tông nhựa có thể lấy bằng 300000 (2070MPa,  $30^{\circ}\text{C}$ ).

**Các lớp móng trên bằng vật liệu hạt.** Hình 9.4 đưa ra một biểu đồ có thể dùng để xác định hệ số lớp kết cấu,  $a_2$ , từ một trong ba kết quả thí nghiệm trong phòng khác nhau cho vật liệu hạt làm lớp móng trên, có cả kết quả mô đun đàn hồi của lớp móng,  $E_{bs}$ . Thử nghiệm đường của AASHTO là cơ sở cho những kết quả sau:

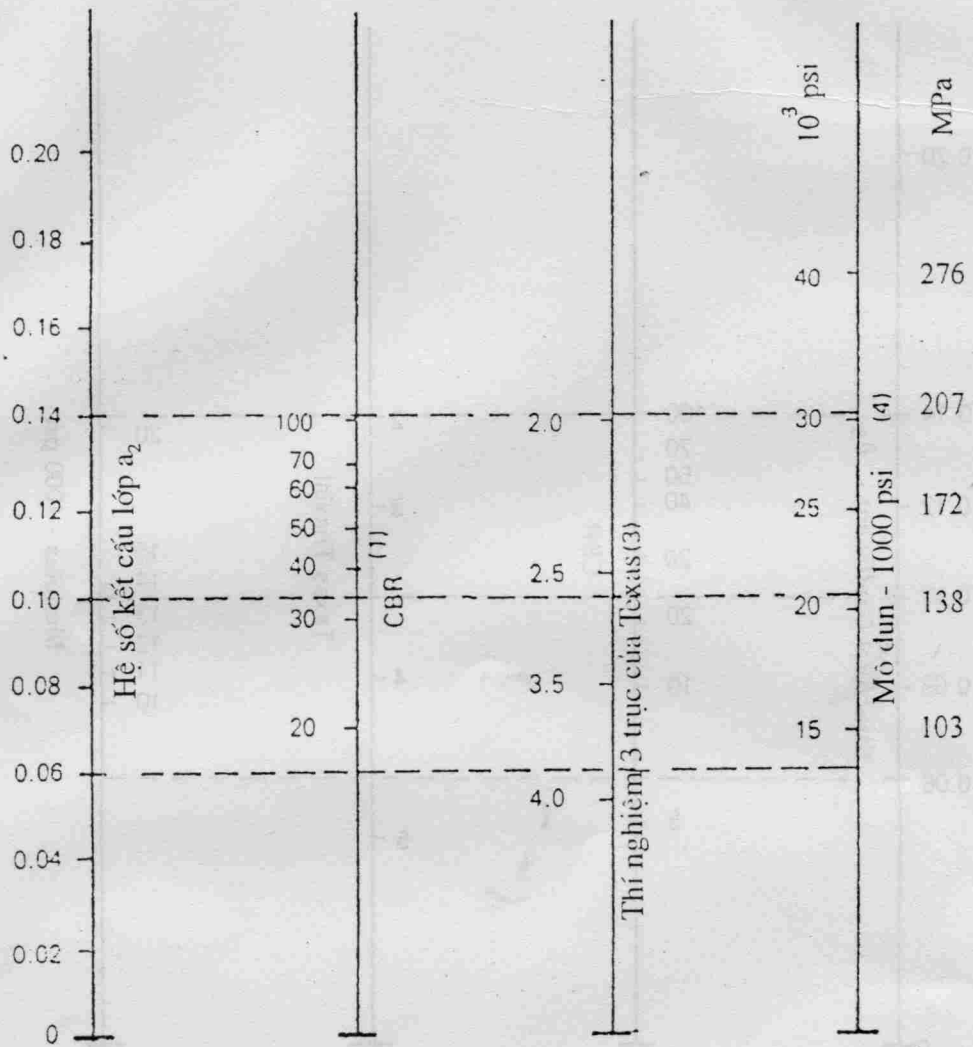
$$a_2 = 0.14$$

$$E_{bs} = 30,000 \text{ psi (207MPa)}$$

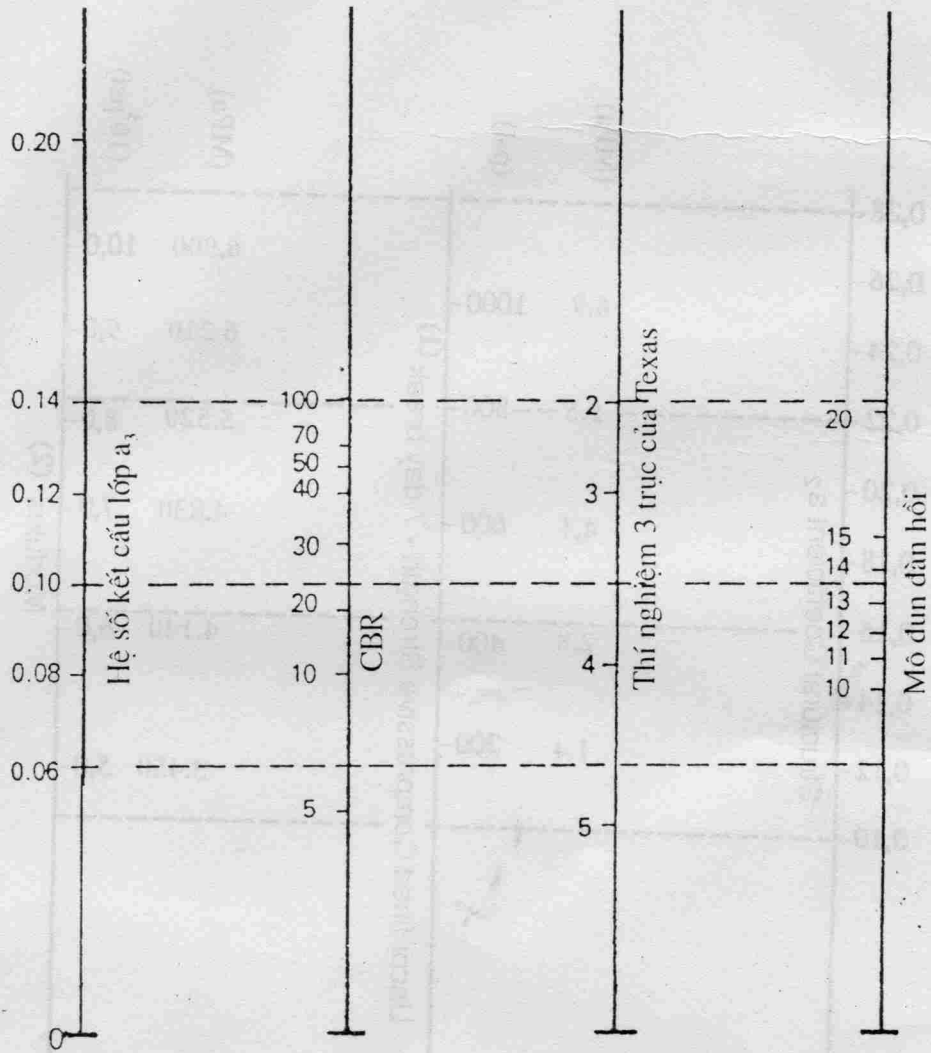
$$\text{CBR} = 100 \text{ (xấp xỉ)}$$



Hình 9.4. Biểu đồ xác định hệ số lớp kết cấu của bê tông asphalt cấp phối chặt theo mô đun đàn hồi (1 psi = 6,9 kPa)

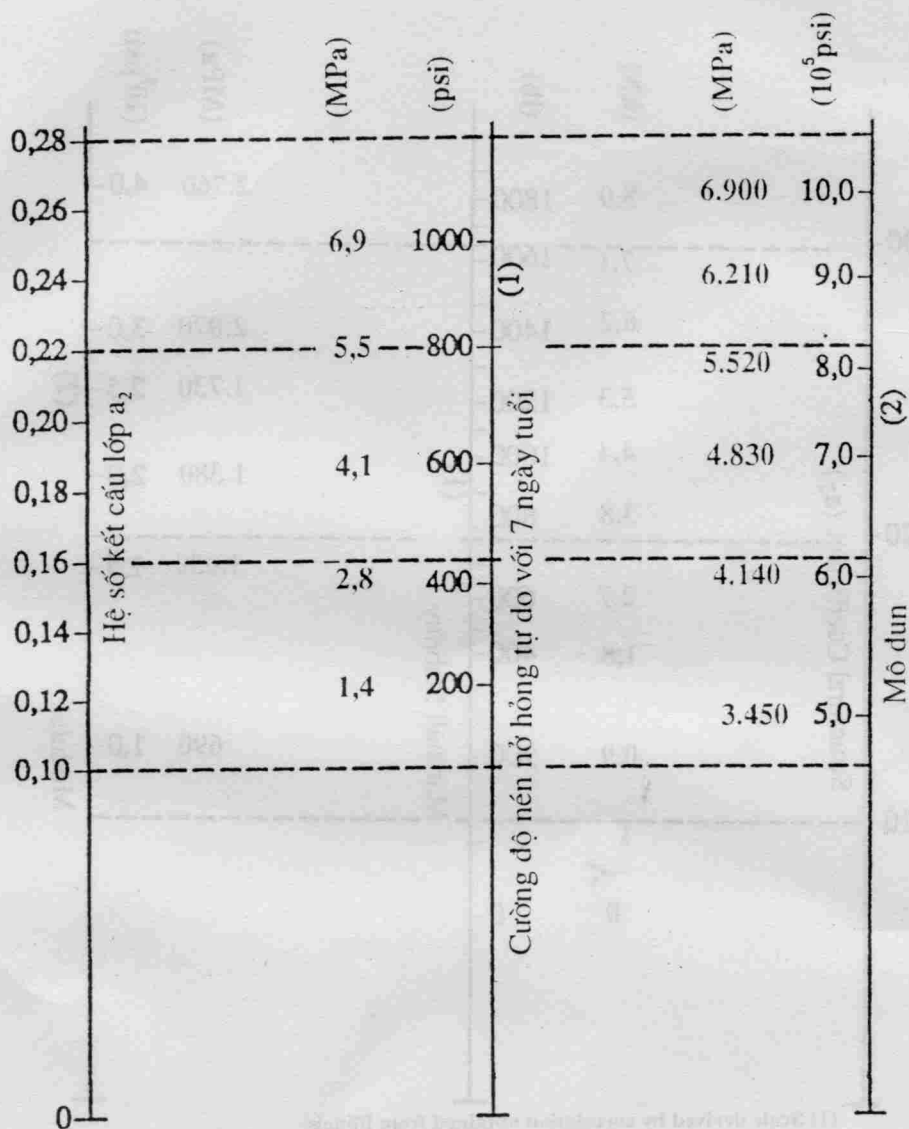


Hình 9.5. Sự thay đổi hệ số lớp móng trên bằng vật liệu hạt  $a_2$  cùng với các tham số cường độ của móng khác nhau (1 psi = 6,9 kPa)



Hình 9.6. Sự thay đổi hệ số của lớp móng dưới bằng vật liệu hạt  $a_3$  với các tham số cường độ của lớp móng dưới khác nhau (1psi = 6.9kPa)

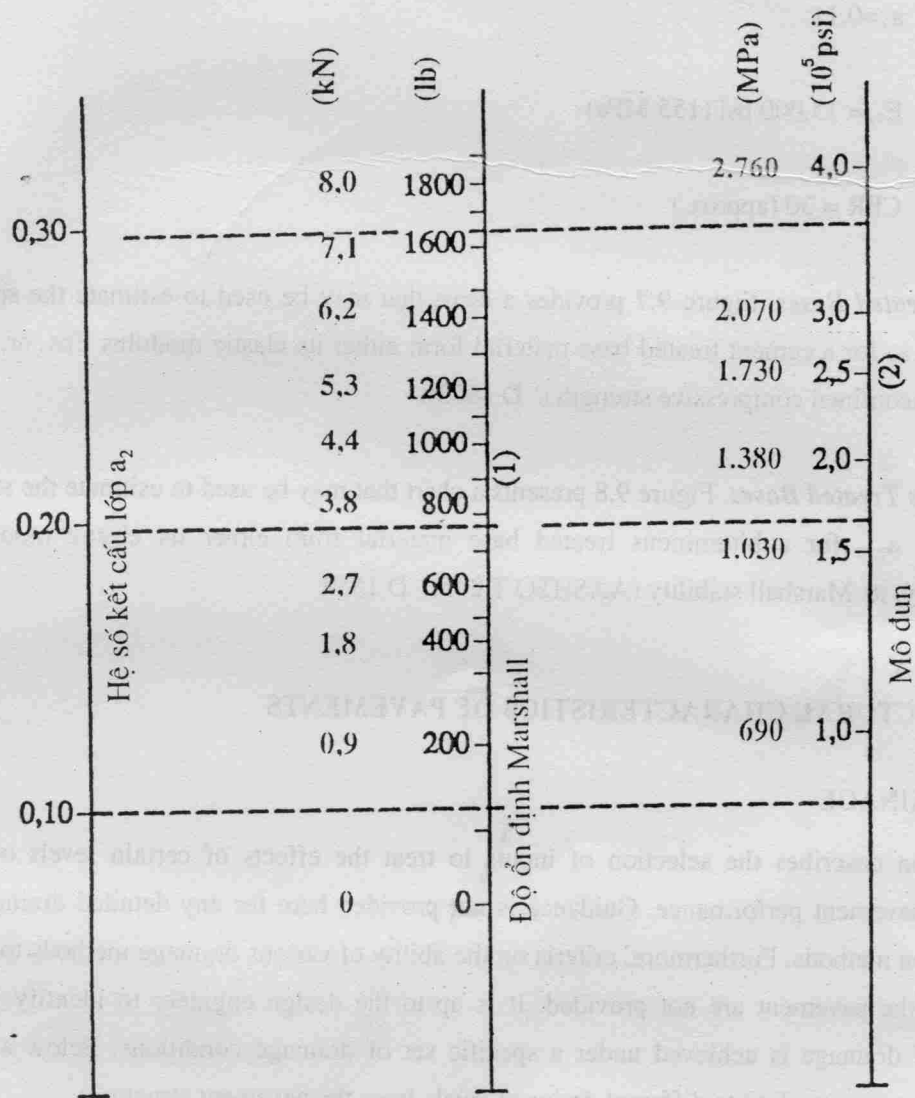




(1) Tỷ lệ theo tương quan trung bình do Illinois, Louisiana và Texas kiến nghị.

(2) Tỷ lệ theo đề nghị của dự án NCHRP (3).

Hình 9.7. Sự thay đổi hệ số lớp  $a_2$  của lớp móng trên xử lý bằng xi măng với các tham số cường độ của móng (1psi = 6,9 kPa)



(1) Tỷ lệ theo tương quan trung bình do Illinois kiến nghị

(2) Tỷ lệ theo đề nghị của dự án NCHRP (3).

Hình 9.8. Sự thay đổi hệ số lớp a<sub>2</sub> của lớp móng trên xử lý bằng bitum với các tham số cường độ của móng (1 psi = 6,9 kPa)

**Các lớp móng dưới bằng vật liệu hạt.** Hình 9.6 đưa ra một biểu đồ có thể dùng để xác định hệ số lớp kết cấu,  $a_3$ , từ một trong bốn kết quả thí nghiệm trong phòng khác nhau cho vật liệu hạt làm lớp móng dưới, kể cả mô đun đàn hồi,  $E_{sb}$ . Thử nghiệm đường AASHTO là cơ sở cho các quan hệ này:

$$a_3 = 0.11$$

$$E_{sb} = 15,000 \text{ psi}$$

$$\text{CBR} = 30 \text{ (xấp xỉ)}$$

**Các lớp móng trên được xử lý bằng xi măng.** Hình 9.7 đưa ra biểu đồ có thể dùng để xác định hệ số lớp kết cấu,  $a_2$ , cho vật liệu làm lớp móng trên có xử lý bằng xi măng từ mô đun đàn hồi của nó  $E_{ns}$ , hoặc cường độ chịu nén không hạn chế nở hông của mẫu 7 ngày (ASTM D1633).

**Các lớp móng trên được xử lý nhựa.** Hình 9.8 đưa ra biểu đồ có thể dùng để xác định hệ số lớp kết cấu,  $a_2$ , cho một vật liệu làm lớp móng trên được xử lý nhựa từ mô đun đàn hồi của nó  $E_{bs}$ , hoặc độ ổn định Marshall (AASHTO T 245, ASTM D 1559).

## 9.6. CÁC ĐẶC TRƯNG KẾT CẤU CỦA MẶT ĐƯỜNG

### 9.6.1 THOÁT NƯỚC

Mục này mô tả việc lựa chọn số liệu đầu vào để xử lý các ảnh hưởng của các mức độ thoát nước nhất định đối với kết cấu mặt đường dự tính. Ở đây không đưa ra hướng dẫn thiết kế chi tiết hay biện pháp thi công. Hơn nữa, cũng không đưa ra các tiêu chuẩn về khả năng của các phương pháp thoát nước khác nhau nhằm loại trừ độ ẩm ra khỏi mặt đường. Đó là nhiệm vụ của các kỹ sư thiết kế phải xác định mức độ (hoặc chất lượng) thoát nước phải đạt được trong một loạt các điều kiện thoát nước cụ thể. Dưới đây là các định nghĩa tổng quát tương ứng với các mức độ thoát nước khác nhau cho kết cấu mặt đường:

Bảng 9.4b. Các mức độ thoát nước cho kết cấu mặt đường

Chất lượng thoát nước	Nước thoát hết trong vòng
Rất tốt	2 giờ
Tốt	1 ngày
Được	1 tuần
Kém	1 tháng
Rất kém	(nước không thoát)

Để tiện so sánh, các điều kiện thoát nước cho trong Thí nghiệm đường của AASHTO được coi là "được", tức là nước tự thoát hết trong vòng 01 tuần.

**Mặt đường mềm:** Việc xử lý mức độ thoát nước dự báo đối với mặt đường mềm được thông qua việc sử dụng các hệ số lớp hiệu chỉnh (chẳng hạn, với các điều kiện thoát nước tốt hơn thì hệ số lớp hiệu quả sẽ được lấy cao hơn). Yếu tố để hiệu chỉnh hệ số lớp được lấy bằng một giá trị  $m_1$  và được đưa vào trong phương trình chỉ số kết cấu (SN) cùng với hệ số lớp ( $a_i$ ) và bề dày ( $D_i$ ); vậy:

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

(Hiệu quả thoát nước có thể trên lớp mặt bê tông nhựa không được xét tới). Việc chuyển đổi chỉ số kết cấu sang bề dày lớp mặt đường thực tế sẽ được trình bày chi tiết hơn trong mục 9.10.

Bảng 9.5 đưa ra các giá trị đề nghị của  $m_1$  như là một hàm của hiệu quả thoát nước và phần trăm thời lượng trong năm mà kết cấu mặt đường thường phải chịu ẩm đến mức xấp xỉ bão hoà. Hiển nhiên là trường hợp sau phụ thuộc vào lượng mưa trung bình năm và các điều kiện thoát nước chính. Để làm cơ sở so sánh, giá trị  $m_1$  đối với các điều kiện cho trong Thí nghiệm đường của AASHTO được lấy bằng 1,0 cho mọi loại vật liệu.

**Bảng 9.5. Các giá trị  $m_1$  đề nghị cho các hệ số lớp kết cấu hiệu chỉnh của vật liệu thuộc lớp móng trên và lớp móng dưới không gia cố trong mặt đường mềm**

Chất lượng thoát nước	Phần trăm thời gian trong năm kết cấu mặt đường phải chịu ẩm đến mức xấp xỉ bão hoà			
	Nhỏ hơn 1%	1 - 5%	5 - 25%	Lớn hơn 25%
Rất tốt	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Tốt	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Được	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Kém	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Rất kém	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Cuối cùng, điều quan trọng cần lưu ý là những giá trị này chỉ áp dụng cho hiệu quả thoát nước trên các lớp móng trên và lớp móng dưới không được gia cố. Mặc dù việc thoát nước được cải tiến chắc chắn là có lợi đối với những loại vật liệu được gia cố hoặc được xử lý, nhưng ảnh hưởng đối với tính năng kỹ thuật của mặt đường mềm không lớn như là đã được định lượng trong bảng 9.5.

## 9.7. CÁC LOẠI VẬT LIỆU LÀM MẶT ĐƯỜNG BÊ TÔNG NHỰA

Mặt đường mềm sẽ được phủ một lớp bê tông nhựa, người thiết kế có một vài phương án để xem xét. Mục này trình bày các loại vật liệu mặt đường bê tông asphalt có thể được xét đến trong thiết kế kết cấu mặt đường. Sau đây là một vài hướng dẫn về các điều kiện phù hợp để sử dụng cho từng loại.

(1) *Bê tông nhựa cấp phối chặt (DGAC)*. DGAC bao gồm một hỗn hợp nhựa (lớp phủ asphalt) và cốt liệu có cấp phối chặt từ hạt thô đến hạt mịn. DGAC được phân ra loại A hoặc loại B, phụ thuộc vào chất lượng cốt liệu quy định và tiêu chuẩn thiết kế hỗn hợp phù hợp với các điều kiện công việc. Cần chú ý đặc biệt khi thiết kế hỗn hợp và đầm lèn trong giai đoạn thi công để giảm thiểu độ rỗng và để bảo đảm độ ổn định, độ bền vững và tuổi thọ phục vụ tối đa.

(2) *Bê tông nhựa cấp phối hở (OGAC)*. OGAC là một lớp bề mặt được trải ngay trên lớp DGAC. Đôi khi cũng được dùng được dùng trên mặt đường bê tông xi măng portland. Lợi ích cơ bản của việc sử dụng OGAC là làm giảm các tai nạn khi mặt đường ẩm ướt, cải thiện khả năng chống trơn trong thời tiết ẩm ướt, giảm thiểu đọng nước bề mặt, làm giảm bắn bụi nước và độ chói gây ra do mặt đường ướt về ban đêm. Lợi ích thứ hai bao gồm việc quan sát tốt hơn các vạch sơn kẻ giao thông về ban đêm khi đường bị ướt, trong thời tiết ẩm ướt ngày và đêm phân biệt tốt hơn làn ranh giới giữa phần xe chạy và lề đường bằng DGAC, và độ an toàn được tăng lên do tài xế giảm bớt được căng thẳng trong mưa bão. Mặt OGAC cũng được biết đến như là một "lớp cấp phối hở tăng ma sát".

(a) Các dự án xây dựng mới. Lớp mặt bằng OGAC cần được xem xét dùng cho các dự án đường làm mới bằng DGAC tại những vùng có một hoặc nhiều trong các điều kiện sau đây:

- Có hiện tượng đọng nước bề mặt.
- Có cường độ mưa lớn thường xuyên.
- Có độ dốc ngang nhỏ hơn 2% đối với đường có 3 hoặc nhiều làn trên một hướng.
- Có cường độ mưa từ trung bình đến lớn là thường xuyên, đặc biệt khi kết hợp với lưu lượng giao thông cao.

(b) Các dự án cải tạo. OGAC cần được xem xét khi sử dụng cho các dự án cải tạo mặt đường bằng bê tông nhựa tại những nơi mà có một hoặc nhiều trong các điều kiện sau đây:

- Tần số tai nạn cao do thời tiết ẩm ướt.
- Có hiện tượng đọng nước mặt.
- Xuất hiện sự bào mòn và bong bật bề mặt đường.
- Độ dốc ngang nhỏ hơn 2% đối với đường có 3 hoặc nhiều làn trên một hướng.
- Cường độ mưa từ trung bình đến lớn là thường xuyên, đặc biệt khi kết hợp với lưu lượng giao thông cao.

(c) Chú ý. Không dùng OGAC trong các trường hợp:

- Láng mặt khi duy tu,
- Bãi đỗ xe,
- Tại những nơi thường xuyên có vết bùn do xe đi từ đường nhánh không có lớp mặt,
- Khi so sánh chi phí tuổi thọ cho thấy sẽ tiết kiệm đáng kể hoặc có các lợi ích khác nếu dùng vật liệu khác (chẳng hạn láng nhựa rải đá tại những vùng có lưu lượng xe thấp), và
- Tại các nút giao thông có dầu mỡ hoặc nhiên liệu rò rỉ xuống do xe chạy chậm hoặc dừng đỗ và xe ngoặt ở đoạn cong bán kính nhỏ có thể gây phá huỷ bề mặt nhanh chóng.

OGAC nói chung được dùng trên làn xe chạy và được vượt phủ thêm 0,3m ngoài mép mặt đường (EP) với chiều dày xấp xỉ cỡ hạt lớn nhất. Tuy nhiên, nó cũng có thể được dùng cho lề đường khi thích hợp, và cơ bản là dựa trên sự an toàn hoặc tiết kiệm chi phí. Hỗn hợp OGAC trải với bề dày bằng hoặc nhỏ hơn 18mm cần dùng cấp phối có cỡ hạt lớn nhất bằng 9,5mm. Nếu bề dày lớn hơn 18mm, nên dùng cấp phối có kích cỡ hạt lớn nhất bằng 12,5mm. Nếu OGAC được dùng cho việc cải tạo mặt đường như là lớp bề mặt (là một phần của công việc phủ để hạn chế nứt truyền), nó có thể được thay thế trực tiếp cho lớp phủ có chiều dày đề nghị lớn nhất bằng 30mm. Tóm lại, nên khuyến khích dùng OGAC nếu thích hợp và phải tuân theo các hướng dẫn trên. Tuy nhiên, phải quyết định một cách rõ ràng cho việc cải tạo hay cho xây dựng mới. Đối với mặt đường xây dựng mới hoặc sửa chữa lớn, phải kèm theo lý giải trong phân đề trình hạng mục kết cấu (xem Mục 2.1) và đưa vào mục tham khảo trong hồ sơ phê duyệt dự án.

(3) *Bê tông nhựa pha cao su (RAC)*. Nhựa pha cao su chế tạo bằng cách trộn cao su dạng hạt với nhựa nóng tạo thành một chất kết dính vừa dẻo vừa dai và ít chịu ảnh hưởng do thay đổi nhiệt độ. Nhựa pha cao su được dùng thay cho nhựa thông thường, như là chất kết dính cho hỗn hợp bê tông nhựa. Chi phí cho RAC cao hơn đáng kể so với DGAC thông thường, nhưng RAC có thể rải như lớp phủ mặt với bề dày nhỏ hơn. RAC nói chung được dùng để hạn chế nứt truyền, chống lại ứng suất nhiệt do có sự biến đổi nhiệt độ lớn và làm tăng tính mềm cho lớp phủ kết cấu. Nhựa pha cao su cũng thường được dùng như là một chất kết dính giữa lớp bề mặt và các lớp đá dăm láng nhựa trung gian, làm mối nối mặt đường và gắn vết nứt. RAC chỉ được dùng cho mặt đường xây dựng mới dựa trên cơ sở thực nghiệm.

## 9.8. XỬ LÝ BỀ MẶT BẰNG NHỰA

Có nhiều cách xử lý bề mặt bằng nhựa, có thể xem xét trong thiết kế kết cấu mặt đường. Nói chung chúng không làm tăng cường độ của kết cấu mà có các mục đích như sau.

(1) *Xử lý thấm (PT)*. Xử lý thấm bao gồm việc phun nhựa lỏng vào vật liệu đáy áo đường đã đầm chặt ở dưới. Nó được dùng chủ yếu như là một chất làm ổn định bề mặt trên những đoạn đường tránh có lưu lượng giao thông thấp, dải phân cách giữa, các khu vực đỗ xe và như một chất làm giảm bụi.

(2) *Lớp nhựa thấm bám (PC)*. Lớp nhựa thấm bám là lớp nhựa lỏng phun lên lớp móng trên không được xử lý để chuẩn bị cho một lớp mặt AC hoặc TPB. Lớp nhựa thấm bám thấm vào lớp móng trên đã đầm chặt nhằm mục đích bịt các lỗ rỗng, làm cứng bề mặt để chống xói, và làm kết dính lớp móng trên với lớp mặt AC hoặc lớp TPB. Cần đưa vào trong hợp đồng hạng mục cát phủ cho những đoạn đã giải lớp nhựa thấm bám nếu xe cộ sử dụng lớp móng này trước khi trải thảm mặt. Mục đích của lớp nhựa thấm bám là:

- Giảm thiểu sự phân rời hoặc xô dịch của vật liệu lớp dưới khi có hoạt động giao thông trên lớp móng trên bằng cấp phối đang được thi công.
- Bảo vệ bề mặt lớp móng trên bằng cấp phối (AB) do giữ lại các hạt mịn tại mặt tiếp xúc ATPB/AB hoặc CTPB/AB, hoặc
- Bảo vệ lớp móng trên bằng cấp phối trong trường hợp thời tiết khắc nghiệt hoặc khi việc rải lớp mặt bị trì hoãn dài ngày đã được dự liệu trước hoặc.
- Bảo vệ lớp bê tông nhựa (AC) mỏng  $\leq 75\text{mm}$  do mất sự kết dính tại mặt tiếp xúc giữa AC/AB dưới tác dụng của lực cắt theo phương ngang gây ra bởi tải trọng xe chạy. Lớp nhựa thấm bám có thể phải được bảo đảm, phụ thuộc vào các yếu tố khác nữa đặc trưng cho một dự án nào đó, mặc dù không tồn tại các điều kiện đầu tiên đã đưa ra ở trên và bề dày lớp AC lớn hơn 75mm và nhỏ hơn 150mm. Không làm lớp nhựa thấm bám nếu bề dày lớp AC lớn hơn hoặc bằng 150mm trừ khi tồn tại hai điều kiện đầu tiên nêu trên.

(3) *Chất kết dính dạng sơn (PB)*. Chất kết dính dạng sơn bao gồm nhũ tương nhựa được dùng cho tất cả các mặt thẳng đứng với mặt đường, vỉa, rãnh nước, và các khe thi công mà để thi công lớp bê mặt nhựa áp vào. Nói chung nó cũng được áp dụng cho các bề mặt nhựa cũ trước khi trải một lớp phủ bằng bê tông nhựa cấp phối hở hoặc bê tông nhựa cấp phối chặt.

## 9.9. THIẾT KẾ MẶT CÁT KẾT CẤU MẶT ĐƯỜNG MỀM

### 9.9.1. GIỚI THIỆU

Các quy trình thiết kế trong chương này dựa trên các phương trình gốc về thiết kế đường của AASHTO có sửa đổi bao gồm cả các yếu tố thiết kế chưa được xét đến trong cuốn Hướng dẫn Thiết kế tạm thời trước đây. Trình tự thiết kế bám sát các yêu cầu thiết kế đã được nêu ra trong quy trình này và một loạt các toán đồ để giải các phương trình thiết kế. Cần lưu ý là các trình tự thiết kế nêu ra ở đây kèm theo một số giả thiết và đơn giản hoá mà trong một số trường hợp làm cho lời giải của chúng ít nhiều kém chính xác hơn so với lời giải tương ứng trên máy tính.

Các phương pháp thiết kế mặt đường mềm cho phép xét đến cả hai vấn đề tổn thất khả năng phục vụ do giao thông và do môi trường. Nếu người kỹ sư thiết kế chỉ muốn xét tổn thất khả năng phục vụ do yếu tố giao thông, thì phải bỏ qua Mục 9.3.4.

Quan điểm cơ bản của việc thiết kế, cả cho mặt đường mềm và mặt đường cứng, là trước hết cần xác định bề dày yêu cầu, dựa vào cấp giao thông. Giai đoạn sử dụng sau đó được hiệu chỉnh do mất khả năng phục vụ liên quan đến yếu tố môi trường. Phương án xây dựng theo giai đoạn đưa ra cho phép kỹ sư thiết kế xét tới việc sửa chữa cải tạo theo kế hoạch vì lý do môi trường hoặc kinh tế. Do vậy, một loạt các chiến lược nhằm xác định bề dày thiết kế ban đầu và việc cải tạo sửa chữa về sau có thể được đưa ra.

Cuối cùng, rất nên dùng phương pháp phân tích kinh tế/tài chính về chi phí chu trình tuổi thọ trình bày trong Chương 7 làm cơ sở để so sánh các phương án thiết kế mặt đường theo quy trình thiết kế này đối với mỗi loại mặt đường đã cho. Do sự khác nhau cơ bản giữa mặt đường mềm và mặt đường cứng và sự khác biệt về chi phí tương đối, cần xem việc phân tích kinh tế theo chu trình tuổi thọ mặt đường là một yếu tố, chứ không phải chỉ tiêu duy nhất cho việc lựa chọn loại kết cấu mặt đường.

### 9.9.2 THIẾT KẾ MẶT ĐƯỜNG MỀM

Phần này mô tả việc thiết kế cho cả mặt đường bê tông nhựa (AC) và xử lý bề mặt (ST), nơi phải chịu một lưu lượng giao thông lớn (lớn hơn 50,000 lần 80 kN ESAL) trong suốt thời gian sử dụng. Đối với cả hai loại bề mặt AC và ST, việc thiết kế đều dựa trên việc xác định một chỉ số kết cấu mặt đường mềm (SN) để chịu được mức tải trọng trục xe của phương tiện giao thông. Kỹ sư thiết kế có trách nhiệm xác định xem cần một hay hai lớp ST hoặc một lớp thảm AC cho những điều kiện cụ thể. Một ví dụ áp dụng quy trình thiết kế mặt đường mềm được cho trong Phụ lục C.

Việc thiết kế kết cấu mặt đường mềm dựa trên quan hệ giữa các vật liệu phân kết cấu, tải trọng xe cộ và  $M_R$  của vật liệu nền. Yêu cầu đối với SN cho kết cấu có thể được đề ra cho nhiều loại, vật liệu làm lớp mặt đường, lớp móng trên, và lớp móng dưới với nhiều tổ hợp khác nhau về bề dày lớp được thiết kế ban đầu để phân bố và truyền tải trọng động xuống nền đất nằm dưới. Các loại móng trên và móng dưới được cho trong Bảng 5.1 và được nói tới ở Chương 5. Các loại mặt đường bê tông nhựa được trình bày ở Mục 9.2. Các loại vật liệu có thể dùng trong kết cấu được khảo sát kỹ và những kiến nghị được nêu ra trong Báo cáo Thiết kế Địa kỹ thuật hoặc Báo cáo về Vật liệu dựa vào khả năng sẵn có và phù hợp với các yêu cầu của dự án. Việc lựa chọn loại mặt đường được cho trong các Chương 2 và 9. Như đã nêu ra trong chương 6, việc thoát nước tốt và nhanh rất quan trọng. Việc bỏ các lớp móng trên có xử lý thấm nước phải có lý giải thích đáng. Số liệu lưu lượng xe tải dự kiến để thiết kế kết cấu được nêu ra trong Chương 3.  $M_R$  của đất nền được cho trong Báo cáo Thiết kế Địa kỹ thuật hoặc Báo cáo về Vật liệu. Trong một số trường hợp, giá trị này có thể thay đổi tương đối lớn, đặc biệt là đối với các dự án đường dài vài km hoặc hơn nữa. Có thể dùng nhiều giá trị  $M_R$  vì lý do kinh tế, để thay đổi kết cấu cho phù hợp với các điều kiện địa phương trên từng đoạn của dự án.



### 9.9.3. XÁC ĐỊNH CHỈ SỐ KẾT CẤU YÊU CẦU

Hình 9.9 đưa ra toán đồ nên dùng để xác định chỉ số kết cấu thiết kế (SN) yêu cầu đối với những điều kiện cụ thể, bao gồm:

- (1) lưu lượng giao thông tương lai ước tính,  $W_{18}$  (Chương 3), trong thời gian sử dụng,
- (2) độ tin cậy, R (Chương 8), giả thiết mọi số liệu đầu vào mang giá trị trung bình,
- (3) độ lệch tiêu chuẩn tổng cộng,  $S_0$ , (Chương 8),
- (4) mô đun đàn hồi hữu hiệu của vật liệu nền đường,  $M_R$  (Chương 4), và
- (5) độ tổn thất khả năng phục vụ tính toán,  $\Delta PSI = p_0 - p_1$  (Mục 9.4).

### 9.9.4. THI CÔNG THEO GIAI ĐOẠN

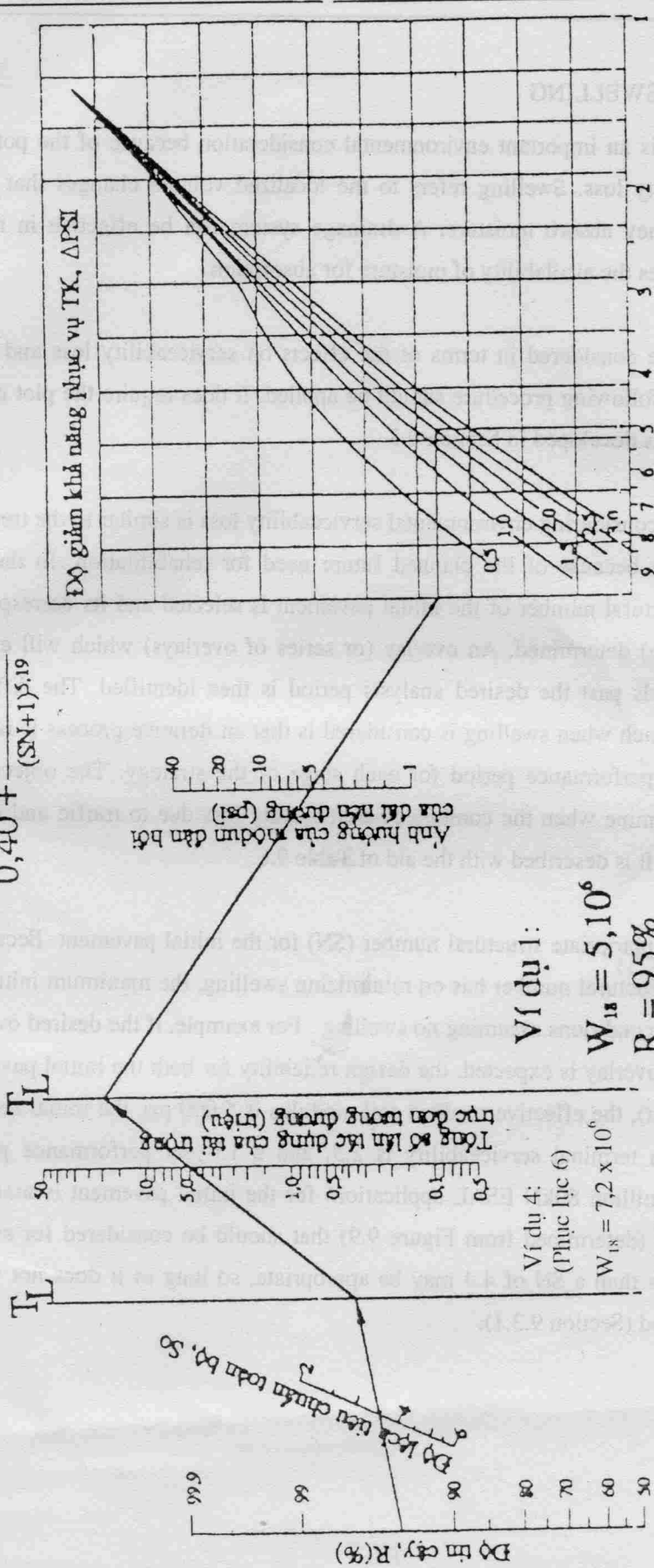
Thực tế đã cho thấy rằng bất kể cường độ (hay khả năng chịu tải) nào của mặt đường mềm, có thể có một thời gian phục vụ dài nhất ứng với một kết cấu ban đầu nào đó chịu một mức lưu lượng xe tải đáng kể. Hiển nhiên là nếu khoảng thời kỳ phân tích là 20 năm (hoặc dài hơn) và thời gian phục vụ dài nhất thực tế ngắn hơn 20 năm, có thể phải cân xem xét việc thi công theo giai đoạn (tức là có kế hoạch cho việc cải tạo sửa chữa) trong tính toán thiết kế. Điều này đặc biệt đúng nếu các phân tích kinh tế chu trình tuổi thọ công trình được thực hiện, trong đó có thể đánh giá sự cân nhắc giữa thiết kế chiều dày kết cấu mặt đường ban đầu và bề dày lớp phủ sau đó. Do vậy, nếu phương pháp thi công theo giai đoạn được xét tới, nhất thiết phải kiểm tra giới hạn đối với thời gian phục vụ ngắn nhất trong nhiều chiến lược dự kiến khác nhau. Một điều quan trọng nữa là phải tổ hợp độ tin cậy của từng giai đoạn riêng biệt của toàn bộ chiến lược. Ví dụ, nếu mỗi giai đoạn trong chiến lược gồm 3 giai đoạn (một mặt đường làm ban đầu với hai lần làm lớp phủ tăng cường) có độ tin cậy bằng 90 phần trăm, thì độ tin cậy tổng thể cho toàn chiến lược thiết kế sẽ là  $0,9 \times 0,9 \times 0,9$  hoặc bằng 72,9%. Ngược lại, nếu muốn có một độ tin cậy tổng thể bằng 95% thì độ tin cậy riêng cho mỗi giai đoạn phải là  $(0,95)^{1/3}$  hay bằng 98,3%. Điều quan trọng là phải nhận thấy rằng việc tổ hợp độ tin cậy rất nghiêm ngặt đối với thi công theo giai đoạn, và sau đó có thể phải tính đến cơ hội để sửa chữa những khu vực có vấn đề.

Để đánh giá các phương án thi công theo giai đoạn, người sử dụng cần tham khảo Chương 11 của Quy trình này nói đến việc sửa chữa cải tạo đường. Chương đó không những chỉ cho biết quy trình thiết kế lớp phủ mặt mà còn đưa ra các tiêu chuẩn áp dụng các phương pháp sửa chữa cải tạo khác, nhằm nâng cao khả năng sử dụng và làm tăng khả năng chịu tải của mặt đường. Ví dụ thiết kế trong Phụ lục C đưa ra minh họa việc áp dụng phương pháp thi công theo giai đoạn tính đến kế hoạch làm lớp phủ mặt tăng cường trong tương lai.

LỜI GIẢI THEO TOÁN ĐỒ:

$$\log_{10} W_{18} = Z_R * S_o + 9,36 * \log_{10}(SN+1) - 0,2 + \log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right] + 2,32 * \log_{10} M_R - 8,07$$

$$0,40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}$$



Ảnh hưởng của Modun đàn hồi của đất nền đường (psi)

Tổng số lần tác dụng của tải trọng trục đơn trong đường (trệu)

Độ lệch tiêu chuẩn toàn bộ, So

Ví dụ 1:

$W_{18} = 5,10^6$   
 $R = 95\%$   
 $S_o = 0,35$   
 $M_R = 5000 \text{ psi}$   
 $\Delta PSI = 1,9$

**Kết quả: SN = 5,0**

Ví dụ 4:

(Phục lực 6)  
 $W_{18} = 7,2 \times 10^6$   
 $R = 85\%$   
 $S_o = 0,45$   
 $MR = 50 \text{ Mpa}$   
 $\Delta PSI = 2,0$

**Kết quả: SN = 4,41**

Hình 9.9. Toán đồ thiết kế đường mềm dựa trên việc dùng giá trị trung bình cho mỗi số liệu đầu vào

### 9.9.5. HIỆN TƯỢNG TRƯƠNG NỖ CỦA NỀN ĐƯỜNG

Sự trương nở nền đường là vấn đề quan trọng liên quan đến môi trường cần được xem xét vì có ảnh hưởng lớn đến tốc độ tổn thất khả năng phục vụ. Sự trương nở là chỉ sự thay đổi khối lượng cục bộ, tạo thành sự giãn nở của đất mặt nền đường khi hấp thụ nước. Một hệ thống thoát nước có thể có tác dụng làm giảm sự trương nở của mặt nền đường nếu nó giảm độ ẩm hiện có cho hấp phụ.

Nếu độ trương nở được coi là sự ảnh hưởng đến tổn thất khả năng phục vụ và sự cần thiết để làm lớp phủ tăng cường sau này, thì phải áp dụng quy trình sau đây. Nó yêu cầu một đồ thị quan hệ giữa độ tổn thất khả năng phục vụ với thời gian đã đưa ra ở phần 9.3.

Trình tự xem xét độ tổn thất khả năng phục vụ giống như việc nghiên cứu các chiến lược xây dựng theo giai đoạn vì nhu cầu cải tạo sửa chữa đã đặt kế hoạch trong tương lai. Trong phương pháp xây dựng theo giai đoạn phải lựa chọn chỉ số kết cấu của mặt đường ban đầu và xác định thời kỳ phục vụ (tuổi thọ phục vụ) tương ứng của nó. Sau đó, xác định một lớp phủ (hoặc một loạt các lớp phủ) làm tăng các thời kỳ phục vụ vượt quá thời kỳ phân tích mong muốn. Sự khác nhau trong phương pháp xây dựng theo giai đoạn có xét đến sự trương nở nền đường là phải lặp lại việc xác định thời kỳ phục vụ cho từng giai đoạn của chiến lược. Mục tiêu của quá trình lặp lại này là xác định khi nào mức độ tổn thất khả năng phục vụ tổng hợp do xe cộ và môi trường đạt đến mức độ cuối cùng. Quá trình này được mô tả trong Bảng 9.6.

*Bước 1.* Chọn một chỉ số kết cấu (SN) thích hợp cho mặt đường ban đầu. Do ảnh hưởng tương đối nhỏ của chỉ số kết cấu đối với việc giảm thiểu hiện tượng trương nở, SN ban đầu lớn nhất nên lấy là chỉ số rút ra từ các điều kiện giả thiết không trương nở. Ví dụ, nếu độ tin cậy tổng thể mong muốn là 90% (vì có kế hoạch làm lớp phủ tăng cường, độ tin cậy thiết kế cho cả mặt đường ban đầu và lớp phủ sẽ là  $0,9^{1/2}$  hay 95%), mô đun hữu hiệu của nền đường bằng 5.000 psi, khả năng phục vụ dự kiến ban đầu bằng 4,4, khả năng phục vụ cuối cùng bằng 2,5, và giả thiết thời gian sử dụng 15 năm (tương ứng việc tác dụng của 5 triệu 80kN ESAL) cho mặt đường giả thiết ban đầu, thì chỉ số kết cấu lớn nhất (xác định từ Hình 9.9) xét cho các điều kiện trương nở sẽ bằng 4,4. Mọi giá trị SN nhỏ hơn 4,4 đều có thể thích hợp, chừng nào nó không vi phạm thời gian phục vụ ngắn nhất (Mục 9.3.1).

**Bảng 9.6. Ví dụ về quá trình sử dụng để dự báo thời kỳ phục vụ của kết cấu mặt đường ban đầu có xét đến hiện tượng trương nở**

PSI ban đầu		4.4			
Thời kỳ phục vụ lớn nhất có thể (năm)				15	
Độ tổn thất khả năng phục vụ thiết kế, $\Delta PSI = P_o - P_t =$				4.4 - 2.5 = 1.9	
(1) Số lần lặp lại	(2) Thời gian phục vụ thử dẫn (năm)	(3) Tổn thất khả năng phục vụ tổng cộng do trương nở $\Delta PSI_{sw}$	(4) Tổn thất khả- năng phục vụ tương ứng do giao thông $PSI_{TR}$	(5) Lưu lượng giao thông tích lũy cho phép 80kN (ESAL)	(6) Thời gian phục vụ tương ứng (năm)
1	13,0	0,73	1,17	$2.0 \times 10^6$	6,3
2	9,7	0,63	1,27	$2.3 \times 10^6$	7,2
3	8,5	0,56	1,34	$2.6 \times 10^6$	8,2

**Cột số**

**Giải thích các bước thực hiện**

- 2 Do kỹ sư thiết kế ước tính (Bước 2)
- 3 Dùng giá trị ước tính ở cột 2 cùng với Hình 9.2 để xác định tỉ lệ mất khả năng phục vụ tổng cộng do hiện tượng trương nở và đông trương (Bước 3)
- 4 Trừ tỉ lệ mất khả năng phục vụ do môi trường (Cột 3) từ tỉ lệ mất khả năng phục vụ tổng cộng để xác định tỉ lệ mất khả năng phục vụ tương ứng do giao thông.
- 5 Được xác định từ Hình 9.9, giữ lại toàn bộ hằng số đầu vào (trừ việc sử dụng tỉ lệ mất khả năng phục vụ do giao thông từ Cột 4) và áp dụng đồ thị tra ngược (Bước 5)
- 6 Dùng lưu lượng giao thông trong cột 5, ước tính thời gian phục vụ từ Hình 9.1 (Bước 6)

**Bước 2.** Lựa chọn một thời gian phục vụ thử dẫn theo các điều kiện trương nở dự báo trước và điền vào cột 2. Giá trị này nên nhỏ hơn thời gian phục vụ lớn nhất có thể ứng với chỉ số kết cấu mặt đường ban đầu đã lựa chọn. Nói chung, nếu tỉ lệ mất khả năng phục vụ do môi trường càng lớn thì thời kỳ phục vụ càng ngắn.

**Bước 3.** Dùng đồ thị quan hệ giữa tỉ lệ mất khả năng phục vụ tích lũy do môi trường với thời gian trình bày trong Mục 2.1.4 (Hình 9.2 được dùng như một ví dụ), ước tính tỉ lệ mất khả năng phục vụ tổng cộng do trương nở tính được cho khoảng thời gian thử dẫn từ Bước 2, rồi điền vào Cột 3.

**Bước 4.** Trừ tỉ lệ mất khả năng phục vụ do môi trường này (Bước 3) từ tỉ lệ mất khả năng phục vụ tổng cộng mong muốn ( $4.4 - 2.5 = 1.9$  dùng trong ví dụ) để xác định tỉ lệ mất khả năng phục vụ do giao thông. Điền kết quả trong Cột 4.

$$\Delta PSI_{TR} = \Delta PSI - \Delta PSI_{SW,FH}$$

**Bước 5.** Dùng Hình 9.9 để ước tính lưu lượng xe 80kN ESAL tích lũy cho phép tương ứng với tỉ lệ mất khả năng phục vụ do giao thông xác định ở Bước 4 và điền vào Cột 5. Phải sử dụng cùng mức độ tin cậy, cùng mô đun đàn hồi hữu hiệu của nền đường cùng chỉ số kết cấu ban đầu khi áp dụng sơ đồ kết cấu mặt đường mềm để ước tính lưu lượng giao thông cho phép này.

**Bước 6.** Ước tính số năm tương ứng để đạt được lưu lượng xe 80kN ESAL tích lũy (xác định trong Bước 5) và điền vào Cột 6. Cần phải sử dụng kết hợp với đường quan hệ giữa lưu lượng tích lũy theo thời gian cho trong Mục 9.3 (Hình 9.1 được dùng như một ví dụ).

**Bước 7.** So sánh thời gian phục vụ thử dẫn với giá trị tính được ở Bước 6. Nếu chênh lệch lớn hơn 1 năm, tính giá trị trung bình của chúng và coi như là giá trị thử dẫn để bắt đầu bước lặp tiếp theo (quay lại Bước 2). Nếu khoảng chênh nhỏ hơn 1 năm, thì đạt được sự tương đối và giá trị trung bình nói trên được coi là khoảng thời gian phục vụ dự báo của kết cấu mặt đường ban đầu tương ứng với SN đã chọn trước. Trong ví dụ, sự tương đồng đạt được sau ba lần lặp lại và khoảng thời gian phục vụ dự báo là 8 năm.

Cơ sở cho quá trình lặp lại này hoàn toàn như cách ước tính khoảng thời gian phục vụ của bất kỳ lớp phủ tăng cường nào sau đó. Điểm khác nhau chính trong thực tế áp dụng là (1) phương pháp luận thiết kế lớp phủ tăng cường nêu trong chương thiết kế sửa chữa cải tạo mặt đường được dùng để ước tính thời gian phục vụ của lớp phủ và (2) sự mất khả năng phục vụ do trương nở dự báo sau khi làm lớp phủ tăng cường bắt đầu và tiếp diễn kể từ thời điểm lớp phủ tăng cường được thi công.

9.9.6. LỰA CHỌN BỀ DÀY LỚP

Khi chỉ số kết cấu thiết kế (SN) cho một kết cấu mặt đường ban đầu được xác định, cần đưa ra một tập hợp các bề dày lớp kết cấu để nếu tổ hợp lại sẽ cho khả năng chịu tải tương ứng với SN thiết kế. Phương trình sau đây đưa ra cơ sở để chuyển đổi SN sang bề dày thực tế các lớp bề mặt, lớp móng trên và lớp móng dưới:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

Trong đó:

- $a_1, a_2, a_3$  - hệ số lớp tương ứng với lớp bề mặt, lớp móng trên và lớp móng dưới (xem Mục 9.5.3),
- $D_1, D_2, D_3$  - bề dày thực tế (đo bằng inche) tương ứng của lớp bề mặt, lớp móng trên và lớp móng dưới, và
- $m_2, m_3$  - các hệ số thoát nước tương ứng cho các lớp móng trên và móng dưới (xem Mục 9.6.1).

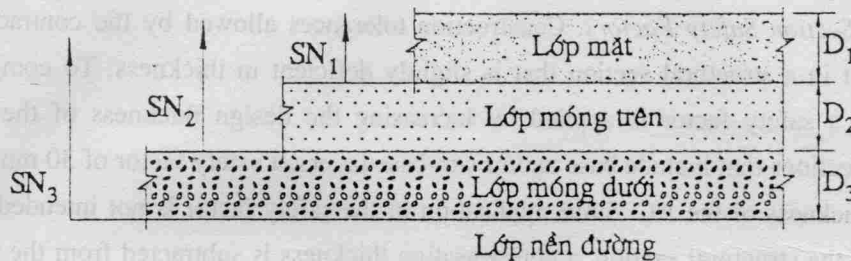
(Ghi chú: bề dày các lớp ( $D_1, D_2, D_3$ ) có thể được tính trực tiếp ra cm bằng cách nhân SN với 2,54, hoặc các giá trị đơn lẻ của D có thể quy đổi từ inches ra cm bằng cách nhân mỗi D với 2,54).

Phương trình của SN không phải chỉ có lời giải duy nhất; tức là, có nhiều tổ hợp các chiều dày lớp cùng thoả mãn lời giải. Bề dày của các lớp mặt đường mềm cần được lấy tròn đến centimet. Khi lựa chọn các giá trị thích hợp cho bề dày lớp, cần xét tới hiệu quả kinh tế cùng với các ràng buộc về thi công và duy tu sửa chữa để tránh khả năng đưa ra một thiết kế phi thực tế. Từ quan điểm hiệu quả kinh tế, nếu tỉ lệ giữa chi phí cho lớp 1 và lớp 2 nhỏ hơn tỉ lệ tương ứng của các hệ số lớp nhân với hệ số thoát nước, thì khi đó sẽ có được một thiết kế tối ưu về kinh tế nếu lấy bề dày lớp móng trên nhỏ nhất. Nói chung là phi thực tế và không kinh tế nếu lấy bề dày các lớp bề mặt, lớp móng trên và lớp móng dưới nhỏ hơn bề dày tối thiểu nào đó, nên Bảng sau đây đưa ra các bề dày thực tế nhỏ nhất đối với mỗi lớp kết cấu mặt đường:

**Bảng 9.7. Bề dày nhỏ nhất của các lớp (cm)**

Lưu lượng giao thông (theo ESAL)	Bê tông nhựa	Móng trên bằng cấp phối
Nhỏ hơn 50.000	2.5 (hoặc xử lý bề mặt)	10
50.001 - 150.000	5	10
150.001 - 500.000	7	10
500.001 - 2.000.000	8	15
2.000.001 - 7.000.000	9	15
Lớn hơn 7.000.000	10	15

Bề dày hiệu quả của lớp xử lý bề mặt cần được kết hợp với lớp móng trên. Phần chiều dày được xử lý của lớp mặt có thể được bỏ qua khi tính SN, nhưng ảnh hưởng của nó đối với các tính chất của lớp móng trên và lớp móng dưới có thể là lớn do giảm sự thâm nhập nước bề mặt.



$$D_1^* \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

$$SN_1^* = a_1 D_1^* \geq SN_1$$

$$D_2^* \geq \frac{SN_1 \cdot SN_1^*}{a_2 \cdot m_2}$$

$$SN_1^* + SN_2^* \geq SN_2$$

$$D_3^* \geq \frac{SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)}{a_3 \cdot m_3}$$

- 1) a, D, m và SN như đã được định nghĩa và là giá trị yêu cầu nhỏ nhất
- 2) Dấu sao ở D và SN biểu thị rằng nó là giá trị thực được sử dụng, giá trị đó phải lớn hơn hoặc bằng giá trị yêu cầu.

• Hình 9.10. Trình tự xác định chiều dày các lớp sử dụng phương pháp phân tích theo từng lớp

### 9.9.7. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ PHÂN LỚP

Cần nhận thấy rằng, đối với mặt đường mềm, kết cấu là một hệ các lớp và cần được thiết kế theo kết cấu lớp. Kết cấu cần được thiết kế theo các nguyên tắc cho trong Hình 9.10. Đầu tiên, chỉ số kết cấu yêu cầu trên lớp đất nền đường cần được tính toán. Tương tự, chỉ số kết cấu yêu cầu trên lớp móng trên và lớp móng dưới cũng cần được tính toán bằng cách sử dụng các giá trị cường độ của chúng. Bằng cách xác định sự khác nhau giữa các chỉ số kết cấu đã tính nằm trên mỗi lớp, có thể tính được bề dày cho phép lớn nhất cho mỗi lớp đã cho. Ví dụ, chỉ số kết cấu cho phép lớn nhất cho vật liệu lớp móng dưới sẽ bằng chỉ số kết cấu yêu cầu nằm trên lớp móng dưới trừ đi từ chỉ số kết cấu yêu cầu nằm trên lớp đất nền. Bằng cách tương tự, có thể tính được chỉ số kết cấu cho các lớp khác. Bề dày của các lớp tương ứng sau đó được xác định như đã chỉ ra trên Hình 9.10.

Cần lưu ý rằng quy trình này không áp dụng để xác định SN yêu cầu nằm trên vật liệu lớp móng dưới hoặc lớp móng trên có mô đun lớn hơn 276 MPa. Đối với các trường hợp như vậy, bề dày lớp của vật liệu cho lớp có mô đun "cao" cần được xác định dựa trên hiệu quả kinh tế và xét tới bề dày thực tế nhỏ nhất.

(1) *Các hệ số an toàn kết cấu.* Sai số thi công cho phép trong chỉ tiêu kỹ thuật có thể gây ra hụt bề dày mặt cắt kết cấu. Để bù lại sự thiếu hụt này, một hệ số an toàn được đưa ra bằng cách tăng bề dày thiết kế của mặt đường. Đối với các kết cấu bao gồm các lớp móng trên và/hoặc móng dưới, một hệ số an toàn bằng 30mm được cộng với bề dày yêu cầu của lớp AC. Do việc áp dụng hệ số an toàn không có ý định làm tăng SN tổng cộng của kết cấu, nên cần giảm bề dày của lớp móng dưới một lượng bằng bề dày bù này. Nếu không có lớp móng dưới, thì giảm bề dày của lớp móng trên. Trong bất kỳ trường hợp nào, không được giảm bề dày lớp xuống nhỏ hơn bề dày nhỏ nhất cho phép. Đối với những kết cấu mà cả bề dày đều bằng AC thì một hệ số an toàn bằng 15mm được thêm vào bề dày yêu cầu của AC. Khi xác định hệ số an toàn thích hợp để thêm vào, ACB và ATPB cần được xem như là một phần của lớp AC. Toàn bộ chiều dày lớp AC sẽ vượt bề dày tính toán yêu cầu một lượng bằng hệ số an toàn bởi vì không có các lớp nằm dưới để điều chỉnh.

(2) *Các nguyên tắc cơ bản để thiết kế mặt đường mềm.* Khi thiết kế mặt cắt kết cấu mặt đường mềm cần áp dụng các nguyên tắc cơ bản sau:

(a) Vật liệu lớp móng trên và lớp móng dưới khác với ATPB cần có bề dày tối thiểu như cho trong Bảng 9.6. Nếu bề dày tính toán của vật liệu lớp móng trên và lớp móng dưới nhỏ hơn bề dày tối thiểu mong muốn thì sẽ hoặc là tăng bề dày lên bằng bề dày tối thiểu mà không thay đổi bề dày của các lớp bên trên, hoặc loại bỏ lớp này đi và tăng bề dày lớp AC hoặc lớp móng trên để bù lại.

(b) Các lớp móng trên rỗng đã được xử lý được trải dưới mặt đường mềm theo bề dày tiêu chuẩn bằng 75mm nếu là ATPB hoặc 105mm nếu là CTPB,

(c) Quy trình thiết kế đưa ra bề dày cho phép tối thiểu của AC cho các điều kiện của dự án. Bề dày này có thể tăng lên khi thích hợp để giảm thiểu chi phí thi công, giảm thời gian thi công, cân bằng cao trình lớp với các làn cũ bên cạnh, giảm số lớp, v.v...

(d) Bề dày của các lớp kết cấu khác được xác định theo quy trình đã nêu có thể được điều chỉnh nhằm phù hợp với thực tế thi công và giảm chi phí.

(e) Sự thuận lợi trong thi công và/hoặc khả năng cung cấp nguyên vật liệu ở một vài thời điểm có thể tạo điều kiện thuận lợi cho nhà thầu thay lớp AS bằng cách tăng lớp móng trên. Việc thay thế này được xét tới khi bề dày yêu cầu của AS nhỏ hơn 105mm hoặc nếu lý giải được là có hiệu quả kinh tế.



### 9.9.8. THIẾT KẾ KẾT CẤU LỀ ĐƯỜNG

Thiết kế kết cấu lề đường dựa trên phương pháp giống như được mô tả cho phần đường xe chạy. Việc thiết kế được căn cứ vào 2% của ESAL của làn kề cạnh. Ở đường làm mới, nếu việc chuyển lề đường thành làn xe chạy trong phạm vi tuổi thọ thiết kế của mặt đường thì lề đường cần rộng 3.5m và kết cấu phải giống như kết cấu của làn xe chạy kề cạnh. Việc chuyển lề đường thành một phần của làn xe chạy chỉ được thực hiện khi đó là giải pháp có thể cuối cùng nhằm làm tăng khả năng khai thác. Giải pháp hợp lý hơn là mở rộng vĩnh cửu phù hợp các tiêu chuẩn thiết kế.

Nếu có quyết định chuyển lề đường hiện có thành một phần của làn xe chạy, cần phải nghiên cứu khả năng phù hợp của vật liệu tại chỗ. Điều kiện của lề đường hiện có phải được đánh giá về độ gồ ghề, nứt bề mặt, bong bật v.v...

Phần lề chuyển đổi này phải cho một làn đường chuyển đổi phải phù hợp về mặt kết cấu trong vòng 10 năm tới. Điều này nhằm loại trừ hoặc làm giảm thiểu việc sửa chữa hoặc cải tạo liên tục trong khoảng thời gian tương đối ngắn do cường độ kết cấu không thích hợp và sự xuống cấp của AC hiện có khiến nó trở nên giòn do lão hoá, dẫn đến chất lượng xe chạy kém. Tại những đoạn dốc (lớn hơn 4%), khả năng cho xe tải chạy chậm lán sang lề đường cần được xét tới. Nếu lượng lán sang lề đường giả thiết vượt quá 2% của ESAL, mặt cắt kết cấu của lề đường cần được thiết kế tương ứng. Do thường là không có điểm gãy tại mặt điểm tiếp nối mặt đường và lề đường, SN tổng cộng cho kết cấu lề đường thường lớn hơn yêu cầu nhờ bề dày lớp móng trên vượt yêu cầu. Mặt cắt kết cấu có thể được thiết kế có hoặc không có lớp AS phụ thuộc vào chi phí ban đầu.

Các lề đường nằm giữa thuộc các đường cao tốc có phân cách cần được trải thảm với một bề dày AC đồng nhất bằng 60mm lên trên lớp AB mà không cần tính toán thiết kế, trừ khi bị bắt buộc phải cho xe chạy.

Các lề giữa rộng 4.2m hoặc hẹp hơn thuộc các mặt cắt 4 làn không phân chia cần được trải thảm với một bề dày AC đồng nhất bằng bề dày AC của mặt cắt kết cấu đường xe chạy.

### 9.9.9. THIẾT KẾ KẾT CẤU CỦA LÀN VƯỢT DỐC

Thiết kế kết cấu làn vượt đoạn dốc bằng AC dựa trên phương pháp giống như được sử dụng cho phần đường xe chạy. Những quy định về thoát nước nhanh và tốt của kết cấu rất quan trọng, như được trình bày trong Chương 6, cả cho đoạn vượt dốc cũng như các làn xe chính. Tuy nhiên, việc đưa hệ thống thoát nước vào mặt cắt kết cấu làn vượt dốc đôi khi có thể tạo ra các sự cố thoát nước như đọng nước ở phần thấp của làn vượt dốc xuống đi vào nút giao thông địa phương thuộc vùng bằng phẳng. Với những tình huống như vậy, khi không có giải pháp kinh tế nhằm cung cấp cửa thoát mưa, cần đánh giá thật cẩn thận về các điều kiện địa phương và xem xét trong việc xác định có cần làm hệ thống thoát nước trong mỗi mặt cắt kết cấu làn vượt dốc bằng AC không.

## Chương 10. Khôi phục kết cấu mặt đường

### 10.1. GIỚI THIỆU

Trên toàn đất nước mặt đường đang ở những mức độ hư hỏng khác nhau và cần phải duy tu bảo dưỡng hoặc sửa chữa, ngăn ngừa các hư hỏng đó. Có thể cần phải tiến hành công tác bảo dưỡng hoặc cải tạo nhằm mục đích khôi phục chất lượng xe chạy và giảm thiểu chi phí bảo dưỡng không cần thiết. Cần phải tiến hành công tác cải tạo để khôi phục chất lượng xe chạy và tình trạng đồng nhất của kết cấu. Vật liệu, phương pháp và các chiến lược cải tạo mới đang tiếp tục được nghiên cứu và vì đây là một lĩnh vực công nghệ thay đổi một cách nhanh chóng nên những hướng dẫn về phương pháp cải tạo đường được trình bày trong chương này không có ý định phủ nhận những phương pháp thích hợp khác. Các quyết định cho từng dự án sẽ dựa trên đánh giá kỹ thuật về nhiều mặt, gồm có việc xem xét và phân tích một cách kỹ lưỡng tất cả các nhân tố thích hợp đối với mỗi dự án.

### 10.2. PHẠM VI

Mục đích chính nhằm trình bày cơ sở chung của một phương pháp được sử dụng để lựa chọn những chiến lược cải tạo chủ yếu cho một dự án. Cần phải hiểu rằng các hoạt động cải tạo chủ yếu trình bày trong Chương 10 không chỉ bao gồm trình tự thực hiện kết cấu của lớp phủ (Chương 11), mà còn bao gồm những phương pháp cải tạo quan trọng khác (Chương 12). Tuy nhiên, chúng tôi không hướng dẫn sử dụng các lớp phủ làm phương tiện để tăng cường khả năng chống trượt của mặt đường.

Nguyên lý chung của phương pháp cải tạo đường dựa trên cơ sở các khái niệm về sự làm việc - khả năng phục vụ - thiết kế của AASHTO cho công tác thiết kế mặt đường mới trình bày trong Chương 9. Cơ cấu dựa vào khả năng phục vụ này cho phép phân tích một giải pháp kết hợp giữa thiết kế - cải tạo suốt thời kỳ phân tích đã xác định trước. Chính điều này lại cho phép triển khai một cơ cấu toàn diện để dự tính chi phí cho chu trình tuổi thọ của bất kỳ một giải pháp nào trong suốt thời kỳ phân tích. Giải pháp này rất cần thiết nếu các nguyên tắc kinh tế được sử dụng như một tiêu chuẩn quyết định để chọn ra một phương pháp cải tạo ưu thế hơn trong số một vài giải pháp (có tính khả thi về mặt kỹ thuật) đã đề xuất.

Chương 10 và 11 được trình bày như một giải pháp độc lập, người sử dụng sẽ nhanh chóng nhận ra là cần phải sử dụng trực tiếp những phương pháp trình bày trong Chương 9. Điều này là cần thiết vì trình tự kết cấu của lớp phủ trình bày ở trong Chương 9 đòi hỏi những thiết kế kết cấu mới là một bộ phận không thể tách rời trong quá trình phân tích về cải tạo đường.

Việc phân tích kết cấu lớp phủ trình bày ở Chương 11 phần nào dựa trên hai khái niệm tương đối mới. Trước tiên, vai trò của thí nghiệm độ võng động không phá huỷ kết cấu được nhấn mạnh như một công cụ chủ yếu để đánh giá các đặc điểm của mặt đường hiện tại. Hơn nữa, khái niệm về tuổi thọ còn lại của mặt đường được vận dụng trực tiếp trong phương pháp luận thiết kế lớp phủ.

Cuối cùng, Chương 10 trình bày phương pháp tổng thể về cải tạo mặt đường. Người sử dụng nên lưu ý rằng triết lý của phương pháp luận sẽ bao trùm hơn so với những giải pháp đã được định nghĩa đầy đủ trong Chương 9. Nguyên nhân chính là do có sự khác biệt đáng kể giữa các quan hệ thiết kế - khai thác và kiến thức về khai thác - cải tạo. Trong khi các giải pháp phân tích đối với các phần việc của phương pháp luận cải tạo được trình bày, người kỹ sư phải nhận thấy rằng không thể xác định một cách chính xác giải pháp cải tạo tối ưu từ một mô hình phân tích nhất khe. Tuy nhiên, cũng không nên ngăn cản người sử dụng áp dụng phương pháp này mà nên khuyến khích họ sử dụng mọi thiết bị (công cụ) sẵn có trong tay họ để xác định nguyên nhân gây ra sự cố, tìm ra những giải pháp có hiệu quả kinh tế, sau đó dựa trên những kinh nghiệm sâu rộng về kỹ thuật để chọn ra phương án cải tạo thích hợp hơn.

### 10.3. CÁC GIẢ ĐỊNH VÀ CÁC HẠN CHẾ

Bởi vì phương pháp kết cấu lớp phủ phần nào căn cứ vào các khái niệm khả năng phục vụ - thiết kế AASHTO của Chương 9, những giả định và giới hạn liên quan đến phương pháp thiết kế mặt đường mới sẽ được áp dụng cho phần lớp phủ của Chương 10. Phương pháp cơ bản sử dụng cho tất cả các loại mặt đường hiện tại và lớp phủ dựa vào “phương pháp lớp phủ do thiếu chiều dày” (tức là chiều dày hiện tại không đáp ứng được lưu lượng giao thông dự kiến trong tương lai). Điều này đòi hỏi những đánh giá về hệ thống mặt đường hiện tại chủ yếu thông qua việc sử dụng thí nghiệm không phá huỷ kết cấu để xác định khả năng hiện có của kết cấu mặt đường hiện tại trước khi rải lớp phủ.

Qua nhiều năm áp dụng vào thực tế phương pháp thiếu chiều dày, người ta nhận thấy phương pháp này thiếu một số thẩm định tại hiện trường về dự báo sự làm việc thiết kế khi so sánh với trình tự thiết kế mặt đường mới. Ngoài ra, trong khi tình trạng sử dụng/phân tích các số liệu độ võng NDT được đánh giá là tốt, những thay đổi và những tiến bộ trong công nghệ NDT đang thường xuyên nâng cao độ chính xác của phương pháp này trong thực tế. Khi xem xét công tác cải tạo trong tương lai, phương pháp cơ bản trình bày trong Chương 10 được xem là những nguyên tắc cơ bản để đánh giá kết cấu lớp phủ trong tương lai. Chương 10 cũng trình bày việc áp dụng các phương pháp cải tạo chủ yếu, ngoài phương pháp sử dụng lớp phủ.

Trình tự thiết kế lớp phủ trong mặt đường mềm ở đây được xem là đại diện cho việc áp dụng công nghệ cao vào trong công tác cải tạo mặt đường có cường độ kết cấu không đảm bảo hoặc chiều dày không thích hợp cho tải trọng xe, gây ra hiện tượng lún không phục hồi. Đối với các mặt đường mà cơ chế hư hỏng chủ yếu là nứt mối không có biến dạng vĩnh viễn, các trình tự thiết kế theo kinh nghiệm cơ học hoặc theo kinh nghiệm khác dựa vào thí nghiệm không phá huỷ kết cấu có thể phù hợp hơn.

#### 10.4. CÁC LOẠI HƯ HỎNG KẾT CẤU MẶT ĐƯỜNG THÔNG THƯỜNG

Việc đánh giá kỹ thuật, chủ yếu dựa theo kinh nghiệm trong thiết kế, thi công, vật liệu thi công mặt đường và công tác bảo dưỡng mặt đường là cần thiết nhằm xác định các loại hư hỏng mặt đường và nguồn gốc những hư hỏng đó. Khi có kinh nghiệm trong các lĩnh vực này, một người quan sát, nhìn chung, có thể xác định hư hỏng xảy ra chủ yếu ở lớp nào: mặt đường, lớp móng trên và/hoặc lớp móng dưới hoặc trong lớp nền đường. Tại những đoạn đường mà những biến dạng trên mặt phân xe chạy không quan sát bằng mắt thường được thì nhìn chung hư hỏng chỉ xảy ra ở lớp mặt đường.

Trong mặt đường bê tông asphalt (AC), hư hỏng trong lớp móng trên hoặc lớp móng dưới có thể quan sát bằng mắt thường nếu trên bề mặt AC bị lún theo vệt bánh xe hoặc nứt thành lưới. Mặt khác, vết hằn sâu cũng chứng tỏ là mặt đường bê tông asphalt không ổn định. Những vết nứt ngoằn ngoèo và độ lún không đồng đều trên mặt đường có thể là do lớp dưới mặt đường cũng bị hỏng. Những biến đổi của vật liệu, môi trường và các yếu tố khác cũng ảnh hưởng đến khả năng làm việc của kết cấu mặt đường. Do đó việc triển khai các quy tắc nhanh và mạnh đối với công tác cải tạo mặt đường trở nên vô cùng khó khăn. Vì vậy, người thiết kế nên dựa vào kinh nghiệm, sự đánh giá và hướng dẫn của Kỹ sư đang công tác trong các lĩnh vực kỹ thuật có tính chức năng phù hợp như thiết kế, thi công, vật liệu và bảo dưỡng mặt đường trong khu vực địa lý của dự án. Thí nghiệm độ võng mặt đường AC và các thí nghiệm khác có thể được sử dụng để khẳng định những đánh giá đã được đưa ra. Những tham luận dưới đây về các dạng hư hỏng của mặt đường bê tông nhựa chủ yếu là những hư hỏng thường gặp đối với loại mặt đường này ở California. Các định nghĩa ngắn gọn về các kiểu hư hỏng này được trình bày trong Chương 12.

#### 10.5. CÁC KIỂU HƯ HỎNG CỦA MẶT ĐƯỜNG BÊ TÔNG ASPHALT

(1) *Nứt thành lưới.* Nứt thành lưới là một chuỗi của các khe nứt có liên quan đến nhau hoặc kết hợp với nhau mà nguyên nhân gây ra bởi hiện tượng mỏi của bề mặt AC dưới tác động của tải trọng trùng phục. Vết nứt bắt đầu tại đáy của mặt đường AC nơi biến dạng do tải trọng bánh xe gây ra vượt quá biến dạng cho phép và ứng suất kéo tại đáy cao nhất. Những vết nứt này thường liên quan đến tải trọng. Trước tiên, những vết nứt xuất hiện như những vết nứt dọc đơn hoặc một dãy vết nứt song song dưới các vệt bánh xe. Dưới tác dụng của tải trọng các vết nứt sẽ nối kết nhau tạo thành những mảnh nhiều mặt, góc sắc nhọn, sẽ phát triển theo kiểu tương tự nhau như da cá sấu. Nứt thành lưới được phân thành 3 loại sau:

- Loại A. Các vết nứt đơn ban đầu hoặc các vết nứt dọc song song dưới các vết bánh xe.
- Loại B. Các vết nứt mỗi liên kết với nhau dưới các vết bánh xe.
- Loại C. Các loại nứt mỗi khác tại những chỗ cục bộ với chiều dày lớp bề mặt hoặc lớp móng trên quá mỏng. Nứt thành lưới loại C nói chung xuất hiện bên ngoài các vết bánh xe. Nguyên nhân việc xuất hiện vết nứt rất dễ nhận thấy, chẳng hạn vết nứt ở rìa là do mở rộng mặt đường với chiều dày của lớp mặt hoặc lớp móng trên quá mỏng. Các nguyên nhân khác gây ra nứt thành lưới loại C đó là các túi bùn ở lớp móng trên, hiện tượng phụt nước và xuống cấp tại các vết nứt phản hồi (nứt ngược từ dưới lên).

(2) *Nứt khối*. Các vết nứt khối là các đa giác liên kết với nhau trên diện rộng với các góc sắc nhọn. Các vết nứt này nói chung do sự hoá cứng và co ngót của nhựa và/hoặc vết nứt phản hồi từ lớp móng gia cố xi măng (CTB). Các khối có thể có diện tích từ 0.1 m<sup>2</sup> đến 2.5 in<sup>2</sup>. Loại hư hỏng này không liên quan đến tải trọng, mặc dù tải trọng có thể làm tăng độ nghiêm trọng của các vết nứt đơn. Nứt khối thường xuất hiện trên một diện rộng ở mặt đường, nhưng có thể chỉ xuất hiện ở khu vực không có xe cộ. Dưới đây là 3 mức độ nghiêm trọng của nứt khối:

- (a) Hư hỏng nhẹ. Các vết nứt không hàn gắn nhưng không bị vỡ vụn, tách ra (cạnh của vết nứt theo chiều thẳng đứng) hoặc các vết nứt chỉ bị nứt rất nhỏ (vết nứt có độ rộng nhỏ trung bình 6 mm hoặc nhỏ hơn). Cũng như vậy, các vết nứt đã hàn gắn bằng vật liệu chống thấm có thể ngăn ngừa sự xâm nhập của hơi ẩm từ bên ngoài được, là các vết nứt khối có mức hư hỏng nhẹ.
- (b) Hư hỏng vừa. Các vết nứt khối bao gồm các vết nứt đã hàn gắn hoặc không hàn gắn có độ rạn vỡ trung bình; các vết nứt không hàn gắn mà không nứt tách riêng ra hoặc chỉ bị tách nhỏ nhưng có độ rộng trung bình lớn hơn 6 mm, hoặc các vết nứt đã hàn gắn hoặc chỉ bị nứt rất nhỏ nhưng có vật liệu gắn kết đáp ứng yêu cầu.
- (c) Hư hỏng nặng. Các khối bị nứt tách ra nghiêm trọng.

(3) *Nứt ngang*. Vết nứt ngang gần như vuông góc với tim đường. Những vết nứt này có thể do co ngót hoặc do ứng suất nhiệt của bề mặt AC hoặc do sự hoá rắn của nhựa, hoặc có thể là các vết nứt phản hồi gây ra do vết nứt gãy của lớp móng dưới, tức là các vết nứt do co ngót trong lớp móng xử lý bằng xi măng. Dưới đây là 3 mức độ hư hỏng của vết nứt ngang:

- (a) Hư hỏng nhẹ. Các vết nứt đã hàn gắn hoặc không hàn gắn nhưng không bị nứt tách hoặc nếu có thì rất nhỏ. Nếu là các vết nứt đã hàn gắn chúng sẽ có độ rộng bé hơn 6mm. Các vết nứt đã hàn gắn có thể có độ rộng tùy ý nhưng vật liệu gắn kết phải đáp ứng điều kiện ngăn chặn được sự thâm nhập của nước vào mặt đường. Không gây ra xóc mạnh khi xe chạy qua vết nứt.

(b) Hư hỏng vừa. Một trong các loại dưới đây:

- các vết nứt đã hàn gắn được hoặc không hàn gắn có chiều rộng bất kỳ, bị nứt tách ra với độ rộng vừa phải.
- các vết nứt đã hàn gắn không bị nứt tách ra hoặc chỉ tách ra rất nhỏ, nhưng chất hàn gắn ở trong tình trạng để nước thấm qua một cách tự do.
- vết nứt không hàn gắn không bị nứt tách hoặc tách ra rất nhỏ, nhưng độ rộng trung bình của khe nứt lớn hơn 6 mm;
- vết nứt ngẫu nhiên không lớn xuất hiện gần vết nứt chính hoặc tại các góc của các vết nứt thành mạng; hoặc
- vết nứt gây ra xóc mạnh khi xe chạy qua.

(c) Hư hỏng nặng. Là một trong những loại sau:

- các vết nứt bị tách ra nghiêm trọng.
- vết nứt ngẫu nhiên lớn hoặc trung bình xuất hiện gần khe nứt hoặc tại các góc điểm giao giữa các vết nứt; hoặc
- vết nứt gây ra xóc mạnh tới xe cộ.

(4) Vết nứt dọc. Các vết nứt dọc gần như song song với tim đường. Nguyên nhân gây ra có thể là do:

- các chỗ nối giữa các làn xe thi công kém chất lượng;
- hiện tượng co ngót của bề mặt AC do nhiệt độ thấp hoặc sự hoá rắn nhựa; hoặc
- vết nứt phản hồi gây ra do tác động nứt gãy của lớp dưới lớp mặt.

Các mức độ nghiêm trọng của các vết nứt dọc cũng tương tự như mức độ nghiêm trọng của các vết nứt ngang đã đề cập tại mục (3) ở trên.

(5) Vết hằn bánh xe. Vết hằn bánh xe là hiện tượng bề mặt lún xuống theo vệt bánh xe mà có thể khiến cho mặt đường bị trôi lên. Vết hằn bánh xe phát sinh do biến dạng không phục hồi ở bất kỳ lớp mặt đường nào hoặc phát sinh từ lớp nền, thường xuất hiện do hiện tượng cố kết hoặc chuyển vị ngang của lớp đó do tải trọng xe. Hiện tượng vết hằn bánh xe có thể gây ra do chuyển vị dẻo của lớp AC trong thời tiết nóng, hoặc do đầm nén không đủ trong khi thi công. Vết hằn bánh xe nghiêm trọng có thể gây ra sự phá hỏng kết cấu mặt đường và hiện tượng phụt nước. Dưới đây là 3 mức độ nghiêm trọng của vết hằn:

- (a) Mức độ nhẹ. Vết hằn sâu trung bình từ 6 mm đến 13 mm.
- (b) Mức độ vừa. Vết hằn sâu trung bình từ lớn hơn 13 mm đến 25 mm.
- (c) Mức độ cao. Vết hằn sâu trung bình lớn hơn 25 mm.

(6) *Hiện tượng bong bật*. Bong bật là hiện tượng mặt đường bị bào mòn do sự tách rời giữa cốt liệu và chất dính kết. Nói chung hiện tượng này xảy ra do chất kết dính asphalt không đủ khi trộn hoặc các hạt cốt liệu bị bóc nhựa. Dưới đây là các mức độ hư hỏng:

- (a) Mịn. Cốt liệu mịn và chất kết dính đã mòn dần và độ nhám của mặt đường là tương đối rấp và lỗ chỗ.
- (b) Thô. Cốt liệu thô và/hoặc chất kết dính đã mòn dần, bề mặt lồi lõm và rỗ nhiều.

(7) *Bong bật vì vết dầu*. Bong bật lỗ chỗ theo vết dầu là sự phân huỷ liên tục của bề mặt giữa các vết bánh xe. Nguyên nhân gây ra hiện tượng này là do sự rò rỉ của dầu và xăng từ các phương tiện giao thông. Các sản phẩm dầu lửa này làm mềm và làm yếu bitum gây ra hiện tượng bóc tách giữa cốt liệu và chất kết dính. Bong bật do dầu và xăng đã lọc chất kết dính asphalt, là tình trạng chủ yếu diễn ra ở các nút giao thông nơi các phương tiện giao thông phải dừng trước khi tiếp tục chuyển bánh.

(8) *Chảy nhựa*. Chảy nhựa, cũng được xem như việc tràn ra của nhựa, là sự rỉ ra của nhựa trên bề mặt mặt đường tạo ra bề mặt phản chiếu, giống như gương và bóng. Cũng như thế, hiện tượng chảy nhựa có thể kéo dài thành dòng nhựa chảy trên mặt đường. Nói chung, chảy nhựa gây ra do lượng chất liên kết asphalt quá dư thừa trong hỗn hợp và/hoặc do độ rỗng thấp. Điều đó xảy ra khi mà asphalt lấp đầy các lỗ rỗng của hỗn hợp khi thời tiết nóng và sau đó tràn ra ngoài mặt đường. Độ ẩm lớn trong mặt đường có thể là nguyên nhân gây ra bóc nhựa dẫn đến hiện tượng chảy nhựa. Vì hiện tượng chảy nhựa có thể không phục hồi lại khi thời tiết lạnh, nhựa sẽ tích lũy trên bề mặt và làm giảm khả năng chống trượt.

## 10.6. CÁC PHƯƠNG PHÁP TỔNG QUÁT CẢI TẠO MẶT ĐƯỜNG

Tuổi thọ phục vụ của mặt đường phụ thuộc nhiều yếu tố. Vì thế, mỗi dự án cải tạo đường nên được nghiên cứu, phân tích kỹ lưỡng để triển khai những phương pháp cải tạo sửa chữa thích hợp nhất. Các yếu tố sau đây cần được xét đến khi quyết định phương pháp cải tạo sửa chữa thích hợp:

- Loại, mức độ, phạm vi và nguyên nhân của hư hỏng.
- Tỷ lệ hư hỏng.

- Mức độ xuống cấp tương đối của làn xe,
- Thực trạng lớp móng trên và các lớp phía dưới,
- Sự đọng nước trong kết cấu,
- Tình trạng lề đường,
- Chất lượng chạy xe,
- Sự khống chế tĩnh không theo chiều đứng,
- Tải trọng và lưu lượng xe,
- Độ rộng mặt đường (ACP),
- Các giải pháp điều khiển giao thông,
- Bảo toàn vật liệu và năng lượng (vấn đề bảo tồn vật liệu và năng lượng),
- Những vật liệu mới để sửa chữa và cải tạo có sẵn trên thị trường hay không, và
- Chi phí.

Trong suốt tuổi thọ của kết cấu mặt đường, nên thực hiện công tác bảo dưỡng tại thời điểm thích hợp để bảo vệ kết cấu mặt đường và như vậy có thể trì hoãn hoặc giảm thiểu khối lượng công việc cải tạo mặt đường trong tương lai mới cần phải làm.

Công tác xây dựng lại, giống như công tác làm mới, nhìn chung được lên kế hoạch là mặt đường phải đảm bảo tuổi thọ phục vụ từ 10 đến 20 năm; trong khi việc cải tạo là để kéo dài tuổi thọ phục vụ của đường hiện tại ít nhất là 10 năm. Công tác xây dựng lại được thiết kế theo các tiêu chuẩn hình học hiện đang áp dụng trong khi đó công tác cải tạo nói chung lấy theo những đặc điểm hình học của tuyến cũ chỉ nâng cấp ở mức tối thiểu.

Trên những đoạn đường có nhiều làn xe cho các loại phương tiện giao thông, các làn ngoài cùng (làn dành cho xe tải) do chịu lưu lượng cao của xe tải nặng nên các kết cấu đã bị phá huỷ trong khi đó các làn ở giữa vẫn giữ được độ bền kết cấu. Trong trường hợp này, việc xây dựng lại các làn ngoài cùng để khôi phục độ bền của kết cấu và chất lượng chạy xe có thể sẽ đạt hiệu quả kinh tế cao hơn là làm một lớp phủ lên toàn bộ các làn xe kể bên và lề đường. Sự khống chế cao độ theo chiều đứng, sự hiện diện của dải phân cách, công trình thoát nước, khoảng lưu không, v.v... có thể không cho phép rải một lớp phủ, do vậy cần làm lại làn xe hoặc làm lại nhưng thay đổi cao độ. Tương tự như vậy, những phương pháp cải tạo đường phải đạt được những yêu cầu tối thiểu để có thể kéo dài tuổi thọ đường ít nhất là 10 năm.



Sau đây là phần trình bày các phương pháp cải tạo mặt đường khác nhau đối với mặt đường AC và tiêu chuẩn sử dụng. Nói chung, những phương pháp cải tạo nên tuân thủ các hướng dẫn sau đây. Tài liệu phê duyệt dự án những giải pháp khác nhau đã được nghiên cứu và lý do tại sao những giải pháp đó lại không được kiến nghị.

## 10.7. CÁC PHƯƠNG PHÁP CẢI TẠO MẶT ĐƯỜNG AC

Trong mặt đường bê tông asphalt có rất nhiều loại sự cố hoặc phá huỷ kết cấu đã từng xảy ra. Những sự cố này có thể xảy ra riêng lẻ hoặc kết hợp với nhau, có lẽ chính vì thế mà hiện nay có nhiều giải pháp xử lý sửa chữa mặt đường AC. Mức độ xử lý phụ thuộc vào loại và mức độ hư hỏng đã trình bày trong phần 10.4. Một số phương pháp xử lý chỉ sửa chữa được một loại sự cố, trong khi có những phương pháp khác (như lớp phủ) lại có thể xử lý một số sự cố. Sau đây là một vài chương trình hành động để giải quyết một cách hiệu quả rất nhiều sự cố trong suốt tuổi thọ của mặt đường AC.

- Bào dưỡng thường xuyên;
- Đại tu;
- Bảo trì phòng ngừa;
- Cải tạo;
- Xây dựng lại.

Các trang thiết bị mới; tất cả các hợp đồng thực hiện, các kế hoạch và quy định kỹ thuật ở mức độ nào đó để khắc phục những sự cố. Một vài phương pháp xử lý được sử dụng trong những chương trình này là:

- Lấp vết nứt;
- Vá ổ gà;
- Đào sửa và vá ổ gà;
- Sửa chữa đoạn lượn sóng;
- Cày xới bằng nung nóng;
- Mài;
- Nghiền;
- Láng nhựa;
- Tái sinh;
- Lớp phủ; và,
- Đào bỏ và thay thế (xây dựng lại).

Việc sửa chữa mặt đường đạt hiệu quả kinh tế (quản lý mặt đường) được xem là nghệ thuật hơn là khoa học. Người ta đã và đang tiến hành rất nhiều nghiên cứu và thử nghiệm, nhưng vẫn chưa đạt được công thức thoả đáng hoặc các giải pháp giáo khoa để giải quyết các sự cố.

(1) Các lớp láng nhựa. Các lớp láng nhựa chủ yếu sử dụng cho cả công tác bảo dưỡng và cải tạo mặt đường AC.

(a) Lớp láng dạng sương. Lớp láng dạng sương gồm có nhũ tương asphalt và nước. Loại này được sử dụng chủ yếu để chống ẩm và không khí xâm nhập vào trong mặt đường AC và để khôi phục bề mặt nhựa bị phong hoá hoặc khô. Phải rất thận trọng để đảm bảo lớp láng dạng sương sẽ thấm nhập vào mặt đường và tránh sử dụng lớp láng dạng sương khi thời tiết ẩm ướt. Trong một dự án xây dựng mới, người ta không sử dụng lớp láng dạng sương.

(b) Lớp láng làm trẻ hoá. Lớp láng trẻ hoá là dùng một chất phụ gia làm trẻ hoá (làm mềm nhựa đã bị già hoá) để tưới vào mặt đường AC hiện hữu. Bề mặt mặt đường phải có các lỗ rỗng nhỏ để cho các chất phụ gia xâm nhập vào bề mặt hiện hữu. Lớp láng này dày chừng 6 mm đến 10 mm: tăng cường cho lớp nhựa cũ bị ô xy hoá và láng lại các vết nứt li ti trên mặt đường. Việc sử dụng lớp láng làm trẻ hoá nên tránh khi thời tiết ẩm ướt.

(c) Lớp láng bằng cát. Lớp láng bằng cát gồm nhũ tương asphalt được phủ bằng cốt liệu mịn. Loại này được sử dụng để ngăn chặn sự xâm nhập của không khí và nước và cải thiện khả năng chống trượt của bề mặt mặt đường.

(d) Lớp láng bằng đá con. Lớp láng bằng đá con nói chung gồm có chất kết dính asphalt được phủ bằng lớp đá xay qua sàng. Nó được sử dụng chủ yếu cho mặt đường AC để hạn chế hiện tượng bong bật, tạo ra một lớp áo chống trượt, chống lại sự xâm nhập của hơi ẩm và không khí vào trong mặt đường AC và để khôi phục mặt đường nhựa phong hoá hoặc khô. Loại này cũng có thể được dùng cho các kết cấu mặt cầu để tạo thành một bề mặt chống trượt, hoặc trên các đường vòng như một lớp mặt tạm thời, hoặc như một lớp mặt tạm thời trong giai đoạn thi công nơi lưu lượng xe dự báo là ít.

(e) Lớp láng dạng vữa. Lớp láng dạng vữa là hỗn hợp của nhũ tương asphalt, cốt liệu mịn và nước. Loại này được dùng để lấp các vết nứt do co ngót, chống lại sự xâm nhập của độ ẩm và không khí vào trong mặt đường AC và để khôi phục bề mặt nhựa phong hoá hoặc khô. Nói chung lớp láng này tạo ra một kết cấu chống trượt tốt. Đôi khi loại này được dùng như lớp xử lý bề mặt trước khi rải lớp phủ AC.

(2) *Lớp phủ AC*. Việc triển khai những đề xuất về các lớp phủ AC và các phương pháp cải tạo khác xuất phát từ việc sử dụng những dụng cụ đo độ võng trong khảo sát tình trạng mặt đường, khoan mẫu để xác định chiều dày và thực trạng của AC. Các yêu cầu về lớp phủ sẽ được xác định qua việc xem xét chiều dày AC cần thiết để đảm bảo cường độ của kết cấu và việc giảm đến tối thiểu các vết nứt phản hồi. Cả hai yếu tố này đều rất cần thiết đối với sự làm việc cuối cùng lớp phủ. Việc xác định một lớp phủ thích hợp nhằm giảm thiểu các vết nứt phản hồi đòi hỏi phải xem xét rất nhiều vấn đề kỹ thuật. Kiểu loại, kích thước và số lượng các vết nứt bề mặt, mức độ hư hại cục bộ, tuổi và thực trạng của phân kết cấu hiện tại, chiều dày và sự làm việc của lớp phủ trước đó, các yếu tố môi trường và các tải trọng xe dự báo, tất cả đều đóng vai trò quan trọng trong quá trình đưa ra quyết định. Một vài các yếu tố khác nên được cân nhắc khi xác định các yêu cầu về lớp phủ. Các yếu tố này gồm:

- Nếu phải khống chế tĩnh không theo chiều đứng (đá vữa, các rãnh thoát nước, các kết cấu, rào hộ lan, v.v...) thì có thể phải hạn chế chiều dày bê ra cần có để kéo dài tuổi thọ của đường 10 năm.
- Khả năng giảm chiều dày lớp phủ bằng cách đào bỏ và sửa chữa những hư hỏng cục bộ và/hoặc dời bỏ và thay thế phân kết cấu phía trên của lớp AC hiện tại trước khi rải lớp phủ.
- Tính khả thi của việc sử dụng một lớp kết cấu gia cường trung gian hoặc lớp SAMI (lớp màng mỏng trung gian hấp phụ ứng suất) hoặc lớp phủ AC lưu hóa nhờ phụ gia nhằm giảm chiều dày lớp phủ tại những nơi mà chiều dày lớp phủ được quyết định bởi sự nứt phản hồi, và
- Một sự so sánh về mặt kinh tế giữa lớp phủ và các phương pháp cải tạo khác chẳng hạn phương pháp tái sinh.

Sau khi tất cả các yếu tố trên đã được cân nhắc, một phương pháp cuối cùng sẽ được triển khai để kéo dài một cách hiệu quả tuổi thọ của đường theo thời gian thiết kế qui định.

(3) *AC tái sinh*. Tái sinh có thể được sử dụng như một phương pháp cải tạo chấp nhận được tại những nơi khả thi. Thiết bị sẽ được huy động để xay nghiền mặt đường AC hiện tại một cách nhanh chóng và hiệu quả, cho phép tái sinh các vật liệu mặt đường cũ. Mặt đường AC tái sinh có một vài ứng dụng như sau:

- Lớp mặt AC khi xay trộn với cốt liệu mới và chất phụ gia trẻ hoá nhựa hoặc với nhựa bitum;
- Lớp móng AC được phủ bằng lớp mặt AC mới;

- Lớp móng cấp phối loại 3; và,
- Vật liệu gia cố lê đường.

Công việc tái sinh sẽ thường chứng tỏ tính hiệu quả, tại:

- Nơi khối lượng thi công lớn (cần xem xét vấn đề kết hợp với các dự án lân cận).
- Nơi mà nút phản hồi không chế chiều dày lớp phủ.
- Nơi mà việc khống chế lưu không theo chiều đứng (chẳng hạn tình không kết cấu, chiều cao của rào hộ lan, v.v...) hạn chế chiều dày lớp phủ.
- Nơi không có sẵn cấp phối có chất lượng đạt tiêu chuẩn.
- Nơi cần có một lớp phủ trên các làn đường không bị hỏng trong đường nhiều làn. (Công việc tái sinh cho phép cải tạo chỉ một làn xe hoặc một phần của làn xe. Trái lại, phương pháp lớp phủ thông thường lại cần phải rải đều lên tất cả các làn xe kề bên, mặc dù những làn xe đó có thể không cần phải rải lớp phủ này)

Phải so sánh phương pháp tái sinh này với các phương pháp cải tạo khác căn cứ vào chi phí, tính khả thi, việc tiêu thụ năng lượng, tiết kiệm nguyên vật liệu và tùy thuộc vào tình hình cụ thể của từng loại công việc. Việc so sánh chi phí với các phương pháp lựa chọn khác cần phải được thực hiện thông qua việc sử dụng những đơn giá hiện đang được áp dụng.

#### (4) Những công việc trước khi cải tạo.

- (a) Công tác vá các vết nứt. Các vết nứt, nói chung, có thể là do lớp móng không ổn định, do sự thay đổi thể tích trong hỗn hợp asphalt khi nhiệt độ thay đổi, quá trình hoá cứng của hỗn hợp bê tông nhựa. Cần phải vá các vết nứt để ngăn ngừa sự xâm nhập của độ ẩm. Có thể vá các vết nứt lại bằng nhũ tương, nhựa lỏng hoặc, trong trường hợp khe nứt rộng hơn, thì gắn bằng hợp chất nhựa đặc biệt hoặc vật liệu nhựa đặc hơn. Các vết nứt nhỏ chẳng hạn như nứt thành lưới thường có thể vá bằng đá nghiền nhỏ hoặc các vật liệu tương tự khác. Việc vá các vết nứt cũng có thể sử dụng hỗn hợp trộn nóng để láng một lớp móng. Các khe nứt do trượt gây ra do liên kết giữa bề mặt mặt đường và các lớp bên dưới không tốt. Cách giải quyết tốt nhất loại nứt này là đào bỏ phần AC bị hư hỏng, làm sạch và phun lớp dính bám lên bề mặt sau đó rải lớp AC mới.
- (b) Công tác sửa chữa các hư hỏng cục bộ. Nói chung, nên đào bỏ lớp AC cũ tại những đoạn đường bị hư hỏng cục bộ nặng (mặt đường mất kết cấu hoặc bị tách rời) và thay bằng một lớp AC mới trước khi rải lớp phủ AC. Nếu lớp móng dưới bị hư hỏng (vết nứt > 13mm), thì phải đào bỏ lớp móng này cũng như lớp AC và thay bằng một lớp AC mới trước khi rải lớp phủ AC. Trong hầu hết các trường hợp, công việc đào bỏ đi không được sâu quá 150 mm. Khi tiến hành vá, vật liệu hư hỏng bị đào bỏ đi và khu vực đó được phun tưới bằng nhựa lỏng hoặc nhũ tương. Sau đó khu vực này được vá bằng vật liệu được trộn trước hoặc hỗn hợp đặc biệt được thiết kế để rải trong giai đoạn thời tiết khắc nghiệt.
- (c) Công tác sửa chữa trước khi tái sinh nguội AC. Không nên tiến hành bảo dưỡng lớn trước khi tái sinh nguội một lớp mặt đường AC.

## 10.8. AN TOÀN GIAO THÔNG VÀ ĐIỀU KHIỂN GIAO THÔNG

Một trong những vấn đề đầu tiên cần cân nhắc khi triển khai dự án cải tạo mặt đường là an toàn giao thông và điều khiển giao thông trong suốt thời gian tiến hành công tác cải tạo, cũng như an toàn chung và an toàn cho công nhân của nhà thầu. Cần có nhận thức đầy đủ về an toàn giao thông và điều khiển giao thông để đạt được yêu cầu chất lượng mà không làm chi phí dự án tăng nhiều. Sau đây là một vài phương án điều khiển giao thông:

(1) *Cấm xe toàn bộ tắc ngang đường.* Năng suất, chất lượng và hiệu quả kinh tế sẽ tối đa khi có thể áp dụng giải pháp đóng toàn bộ nền đường trong suốt thời gian cải tạo. Giải pháp này đòi hỏi chuyển giao thông sang những con đường khác.

(2) *Đóng một làn xe.* Nói chung, (các) làn xe (tải) ngoài cũng chịu hư hỏng mặt đường nặng nhất, có thể tiến hành thay làn xe bằng cách đóng toàn bộ làn xe đó trong suốt thời gian xây dựng lại. Cần xem xét các giải pháp tạm thời, thu hẹp các làn xe hoặc rải thêm lớp AC ở giữa. Trong nhiều trường hợp đặc biệt, việc sử dụng rào chắn bê tông tạm thời có thể là giải pháp tốt nhất. Ở những nơi có thể, nên giữ một khoảng cách tối thiểu 2m. giữa làn xe lưu thông và làn xe đang được rải.

(3) *Đóng xe vào cuối tuần.* Giải pháp này nên được cân nhắc trong các khu vực lưu lượng giao thông cao, nơi mà việc đóng làn xe có thể gây ra tắc đường nghiêm trọng và tai nạn và làm chậm trễ người điều khiển các phương tiện. Việc đóng xe này cũng ảnh hưởng đến công việc kinh doanh ở địa phương.

(4) *Đóng xe vào ban đêm.* Giải pháp này là ít được ưa thích nhất, nhưng đôi khi nó lại là một giải pháp khả thi duy nhất. Các giải pháp điều khiển giao thông bổ sung bao gồm phân đoạn thời gian thi công, sử dụng đường tạm, các đường vòng và biển báo. Khu Quản lý Đường bộ cần được tư vấn để ban hành các qui định về an toàn và điều khiển giao thông.

## 10.9. SỰ BẢO TOÀN VẬT LIỆU VÀ NĂNG LƯỢNG

Các vật liệu để rải đường như xi măng, nhựa, và các sản phẩm đá đang ngày càng trở nên khan hiếm và đắt đỏ hơn, quá trình sản xuất các vật liệu cũng tiêu thụ khá nhiều năng lượng. Ngày nay chúng ta càng nhận thấy rằng các nguồn tài nguyên không tái sinh được đang cạn dần, việc tiêu thụ ngày càng tăng trên qui mô toàn cầu đòi hỏi chúng ta phải cân nhắc để sử dụng tối ưu nhưng nguồn tài nguyên này. Đồng thời phải xem xét nghiên cứu những giải pháp khác như thay thế bằng các nguồn nguyên liệu dồi dào hơn hay giàu khả năng tái sinh hơn, hoặc tái sinh vật liệu cũ. Trong mọi trường hợp, khi rải 100% lớp bê tông ở phần mới, phải cân nhắc giải pháp tái sinh mặt đường AC cũ.

## 10.10. LỰA CHỌN CÁC PHƯƠNG PHÁP CẢI TẠO

### 10.10.1. TỔNG QUÁT

Phần này trình bày một hướng dẫn tổng quan để lựa chọn các phương pháp cải tạo mặt đường. Công tác cải tạo mặt đường vừa đòi hỏi tính nghệ thuật, vừa đòi hỏi tính khoa học. Phần này sẽ không viết về những kiểu lớp phủ khác nhau đã được trình bày ở Chương 11, không có các phương trình xác định, các hướng dẫn hoặc những quy trình theo từng bước một mà người ta có thể sử dụng làm “cẩm nang nấu ăn” cho công tác thiết kế cải tạo phù hợp. Do đó, mỗi một dự án sẽ phải áp dụng rất nhiều cả phân tích và đánh giá kỹ thuật. Toàn bộ cả một quá trình cải tạo đường sẽ chỉ liên quan đến một số quan niệm thẩm mỹ nhất định, nên cần phải có một quá trình thông tin phản ánh liên tục từ các cơ quan tiến hành thực hiện các phương pháp cải tạo khác nhau.

Mặc dù kiến thức không hoàn thiện người kỹ sư phải đưa ra các quyết định về cải tạo đường dựa vào những thông tin phù hợp nhất sẵn có. Ở đó không có các giải pháp “đúng” và “sai” về các vấn đề cải tạo mặt đường, mà chỉ có các giải pháp “tốt hơn” hoặc “tối ưu”. Giải pháp tối ưu đích thực tối đa hóa các lợi ích và giảm thiểu các chi phí thường không thể đạt được do tác động của các ràng buộc (chẳng hạn vốn bị hạn chế). Tuy nhiên, có một giải pháp ưu thế hơn với hiệu quả về chi phí, có các đặc tính ưu thế khác, và đáp ứng được một số ràng buộc hiện tại. Người kỹ sư có trách nhiệm phải đem hết năng lực, trí thức để xác định phương pháp cải tạo “ưu thế” nhất đã tính đến những điều kiện và những hạn chế nhất định.

Nếu sự lựa chọn giải pháp “ưu thế” là một vấn đề kỹ thuật phức tạp, công tác phân tích cải tạo sẽ dễ dàng hơn thông qua việc sử dụng giải pháp logic từng bước một. Những nguyên tắc cơ bản của phương pháp này dựa trên sự cần thiết phải:

- (1) Xác định nguyên nhân hư hỏng hoặc các sự cố của mặt đường,
- (2) Lập danh sách một số giải pháp để giải quyết một cách hợp lý những sự cố đó (sửa chữa và phòng chống các sự cố sẽ xảy ra trong tương lai), và
- (3) Lựa chọn phương pháp cải tạo ưu thế hơn đã tính đến những ràng buộc về mặt kinh tế và những ràng buộc khác của dự án. Các bước chính trong quá trình lựa chọn này được minh họa trong Hình 10.1 và được mô tả chi tiết trong phần này.

### 10.10.2. XÁC ĐỊNH VẤN ĐỀ

Giai đoạn 1 của quá trình chọn phương pháp cải tạo mặt đường là xác định vấn đề. Để tránh việc xác định không chính xác, người kỹ sư cần phải thu thập và đánh giá đầy đủ các thông tin về mặt đường để hiểu một cách toàn diện về các tình huống. Nhiều mặt đường đã cải tạo xảy ra sự cố hư hỏng trước thời gian dự tính có thể do việc đánh giá không đầy đủ. Nói tóm lại, bước đầu tiên là xác định/thiết lập tình trạng của mặt đường.

*Thu thập số liệu.* Việc đánh giá mặt đường đòi hỏi thu thập rất nhiều các số liệu tương ứng, có thể chia thành các mục chính sau:

- tình trạng mặt đường
- tình trạng lề
- thiết kế mặt đường
- thiết kế hình học
- đặc tính của đất và các vật liệu
- tải trọng và lưu lượng giao thông
- điều kiện khí hậu
- điều kiện thoát nước
- điều kiện an toàn

Việc thu thập số liệu cụ thể phụ thuộc một phần vào phương pháp cải tạo đang được xem xét. Ví dụ, nếu áp dụng phương pháp xay nghiền mặt đường bê tông, thì phải hiểu rõ về thiết kế mặt đường, độ cứng của cốt liệu lớn trong bê tông, cấp độ giao thông, trắc dọc bề mặt, các giải pháp điều khiển giao thông, và mức độ nghiêm trọng của hư hỏng. Hình 10.2 tóm tắt các số liệu cần thiết đối với các phương án cải tạo cụ thể.

**Đánh giá các số liệu.** Trong suốt quá trình thu thập và đánh giá số liệu, người kỹ sư nên thu thập đầy đủ thông tin để xác định thấu đáo các vấn đề. Vì thời gian và ngân quỹ cho phần công việc này bị hạn chế, cần phải nghiên cứu một quy trình đánh giá, thu thập số liệu tiêu chuẩn, như quy trình trình bày dưới đây. Quy trình này phát huy đến mức tối đa các nguồn thông tin, nhân sự và thiết bị sẵn có.

*Bước 1. Thu thập số liệu văn phòng.* Vị trí của dự án, năm xây dựng, năm và loại hình bảo dưỡng chính, vật liệu thiết kế mặt đường và đặc tính của đất, giao thông, điều kiện khí hậu và bất kỳ số liệu thực hiện có sẵn nào.

*Bước 2. Khảo sát hiện trường lần thứ nhất.* Gồm tình trạng hư hỏng, điều kiện thoát nước, độ nhám, các phương án điều khiển giao thông, và an toàn giao thông. Cách tiến hành chi tiết đối với việc thu thập số liệu tình trạng mặt đường được trình bày trong Phụ lục A.

*Bước 3. Đánh giá số liệu lần thứ nhất và xem xét các nhu cầu số liệu phụ thêm.* Căn cứ vào đánh giá ban đầu này, có thể đưa ra một danh sách các phương án cải tạo đường để hỗ trợ việc đánh giá các nhu cầu số liệu phụ thêm.

*Bước 4. Khảo sát hiện trường lần thứ hai.* Thí nghiệm và đo đạc chi tiết; gồm những hạng mục như khoan và lấy mẫu, đo độ nhám, thí nghiệm độ võng, chống trượt, các thí nghiệm thoát nước, và tình không chiều đứng.

*Bước 5. Thí nghiệm mẫu trong phòng thí nghiệm* Bao gồm các thí nghiệm vật liệu về cường độ, mô đun đàn hồi, tính thấm, độ ẩm, độ chặt, cấp phối (nếu cho thí nghiệm là cần thiết).

*Bước 6. Đánh giá số liệu lần thứ hai.* Gồm đánh giá về mặt kết cấu, đánh giá chức năng và xác định các yêu cầu số liệu phụ thêm nếu cần.

*Bước 7. Biên soạn số liệu văn phòng và hiện trường lần cuối cùng.* Chuẩn bị báo cáo đánh giá cuối cùng.

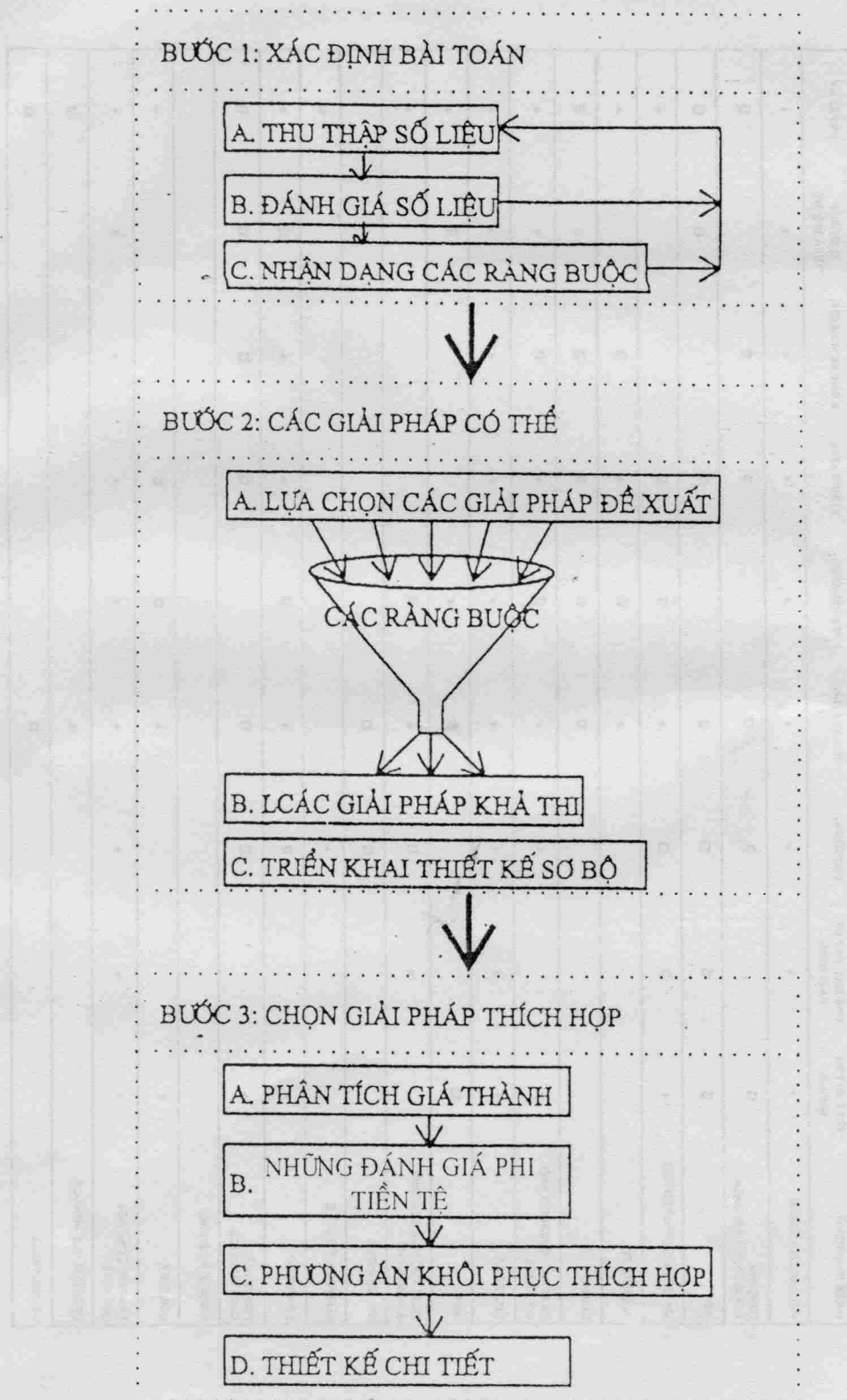
Ở mức độ nhất định, quy mô của dự án sẽ qui định thời gian và tiền bạc đích thực phải chi trả cho công tác đánh giá mặt đường. Các đường chính và các đường có lưu lượng giao thông cao dĩ nhiên cần một danh giá toàn diện và triệt để hơn là những đường có lưu lượng xe thấp.

Các số liệu đã thu thập phải được đánh giá kỹ lưỡng và tóm tắt một cách có hệ thống. Hình 10.3 trình bày một danh sách đầy đủ các yếu tố cần nghiên cứu trong quá trình đánh giá một mặt đường thích hợp. Nhiều mục số liệu có thể thu thập để đánh giá chính từ nguồn số liệu hiện có đã được thu thập theo định kỳ. Việt Nam đã có nguồn thông tin quản lý mặt đường đáng kể. Các khoản mục khác sẽ cần thí nghiệm hiện trường trực tiếp để lấy thông tin mới, chi tiết.

*Xác định các khống chế.* Phải xác định các khống chế trong dự án cải tạo mặt đường trong suốt giai đoạn xác định vấn đề vì những khống chế này có ảnh hưởng thường xuyên đến sự lựa chọn phương án cải tạo. Một số khống chế có thể hạn chế sự lựa chọn các phương án cải tạo, đó là:

- vốn dự án bị giới hạn
- các vấn đề điều khiển giao thông (đóng làn xe)
- tuổi thọ mong muốn tối thiểu của các vấn đề thiết kế hình học cải tạo đường
- các công trình công cộng
- tình không
- lộ giới
- thiết bị và các vật liệu sẵn có
- chuyên môn của nhà thầu và chính sách về nhân lực





Hình 10.1. Trình tự lựa chọn giải pháp khôi phục mặt đường

CÁC SỐ LIỆU YÊU CẦU	SỬA CHỮA TOÀN BỘ CHIỀU DÀY	VÀ MỘT PHẦN CHIỀU DÀY	MÀT	TẠI SINH	LÀNG NHỀ	THOÁT NƯỚC ĐỐI AỒ ĐƯƠNG	GÁN LẠI MÔI MÔI	XỬ LÝ BỀ MẶT	LỚP PHỤ
THIẾT KẾ MẬT ĐƯỜNG	•	•	•	•	•	•	•	•	•
SỐ LIỆU XÂY DỰNG GỐC	□	□	□	□	□	□	□	□	□
TUỔI	□	□	□	□	□	□	□	□	□
TÍNH CHẤT VẬT LIỆU	•	□	□	•	□	□	□	•	•
NỀN ĐƯỜNG				•	□	•	□	•	•
KHÍ HẬU				□	□	□	□	•	□
TẠI TRONG VÀ LƯU LƯỢNG XE*			•	•	□	•	□	•	•
HỒNNG	•	•	•	•	•	•	•	•	•
NDT	□			□	•			□	•
THI SGHỆM PHIA HOAM VÀ LAY MÀU	•		□	•	□				•
ĐỘ SÂM			□	□					□
CẮT ĐỌC BỀ MẶT			•						□
THOÁT NƯỚC	•		□	•	□	•	•	□	•
ĐUY TƯ TRƯỚC ĐO	•		□	□		□	□	□	□
CÁI BỊ DÂY NƠ									
CÁI CÔNG TRÌNH PHỤ TRỢ	•			•	□				•
CÁC GIẢI PHÁP KIỂM SOÁT GIÓ THƯỜNG	•		•	•	•	•	•	•	•
TÍNH KHÔNG THEO CHIỀU ĐƯỜNG				•					□
HÌNH HỌC TUYÊN				□					□

GIỚI CHỨNG     BÀI CÁN CỎ     MÔNG MƯỜN (NEN CỎ)

Hình 10.2. Các số liệu yêu cầu cho các kỹ thuật cải tạo khác nhau

Một hạn chế cực kỳ khó khăn nữa đó là vấn đề liên quan đến mạng lưới đường bộ. Khi đánh giá các sự cố của mặt đường cụ thể nào đó và các phương án cải tạo có thể, phải xem xét các nhu cầu và những ưu tiên của toàn bộ mạng lưới mà con đường đảm trách. Phương pháp cải tạo tối ưu đối với một dự án chưa chắc đã có lợi cho toàn bộ mạng lưới nói chung.

Các khống chế trong dự án thường hạn chế các phương pháp cải tạo sẵn có. Những nơi có thể, nên lên kế hoạch một cách cẩn thận để giải quyết các khống chế này; càng cho phép chúng ảnh hưởng nhiều đến dự án, thì các giải pháp cải tạo tốt nhất càng ít đi.

### 10.10.3. CÁC GIẢI PHÁP CHO NHỮNG VẤN ĐỀ CHÍNH

Giai đoạn 2 của quá trình lựa chọn cải tạo mặt đường như phác hoạ ở Hình 10.1, là xác định các giải pháp cho những vấn đề chính. Bước thứ nhất trong giai đoạn này là nhận dạng, phát hiện một số giải pháp khả thi về mặt kỹ thuật để giải quyết sự cố mặt đường xuống cấp. Bước tiếp theo, các giải pháp đề nghị được đưa ra để giải quyết các khống chế của dự án, và các giải pháp nào thoả mãn được các ràng buộc đó sẽ được xem là giải pháp cải tạo khả thi.

**Lựa chọn các giải pháp kiến nghị.** Sau khi hoàn thành giai đoạn 1, giai đoạn xác định vấn đề, người kỹ sư thiết kế sẽ đề xuất một vài giải pháp về cải tạo đường. Các giải pháp đề nghị là những giải pháp giải quyết được những nguyên nhân gây ra hiện tượng xuống cấp với tính hiệu quả trong cả việc sửa chữa và ngăn ngừa các hư hỏng hiện tại đến mức tối đa. Sau khi lựa chọn các giải pháp đề nghị, người kỹ sư phải xác định khối lượng công việc cần thiết cho mỗi giải pháp vì nó liên quan tới chi phí.

Thật dễ nhưng lại không khôn ngoan khi đưa ra một "phương án ổn định nhanh" hoặc tệ hơn, một giải pháp xử lý chỉ mang tính thẩm mỹ, trên một mặt đường bị hư hỏng. Tiền của chi cho những sửa chữa không triệt để là tiền của bị lãng phí. Nếu nguyên nhân gây ra hư hỏng không được xử lý, các hư hỏng sẽ tiếp tục xuất hiện và trầm trọng hơn. Các lợi ích trước mắt thu được từ các sửa chữa hời hợt không bao giờ tiết kiệm được chi phí bỏ ra. Các xử lý ổn định nhanh tự nó không phải là xấu; chỉ đơn giản là chúng không đem lại hiệu quả kinh tế.

Nhìn chung, công tác cải tạo chỉ được xem xét đối với các phần mặt đường hư hỏng đáng kể. Ví dụ, nếu một kilomet trong ba kilomet kết cấu mặt đường hư hỏng nặng thì thông thường chỉ cần cải tạo một kilomet ấy mà thôi. Điều này không có nghĩa là chỉ các hư hỏng trầm trọng mới cần được cải tạo. Có thể sẽ là kinh tế hơn nếu chi trả thêm tiền hỗ trợ việc sửa chữa một vài hư hỏng nhẹ vừa đồng thời với việc sửa chữa những hư hỏng trầm trọng. Về mặt tiện lợi, có thể lợi hơn nếu tiến hành sửa chữa đồng thời cả hư hỏng nặng và hư hỏng vừa trên đường có lưu lượng giao thông cao nếu công tác cải tạo lớn gây ra những sự cố đáng kể về điều khiển giao thông.

**Bảng 10.1. Tóm tắt các danh mục đánh giá mặt đường**

**ĐÁNH GIÁ KẾT CẤU**

- Sự hư hỏng hiện tại
  - Sự hư hỏng nhẹ không có liên quan đến tải trọng
  - Sự hư hỏng vừa có liên quan đến tải trọng
  - Sự hư hỏng lớn có liên quan đến tải trọng
- Kết cấu không có đủ khả năng chịu tải
  - Có, Không

**ĐÁNH GIÁ CHỨC NĂNG**

- Độ nhám
  - Rất tốt, trung bình, xấu, rất xấu
  - Đo đạc
- Chỉ số khả năng phục vụ hiện tại
  - Chống trượt
    - Đủ, có vấn đề, không đủ
  - Vết hàn nghiêm trọng
    - Thấp, Trung bình, Cao

**SỰ THAY ĐỔI (KHÁC NHAU) VỀ ĐÁNH GIÁ TÌNH TRẠNG**

- Sự thay đổi có hệ thống dọc tuyến
  - Có, Không
- Sự thay đổi có hệ thống giữa các làn xe
  - Có, Không
- Sự thay đổi cục bộ (vùng rất xấu) dọc tuyến
  - Có, Không

**ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA KHÍ HẬU**

- Vùng khí hậu
  - Vùng ẩm ướt
- I ẩm ướt suốt năm
- II ẩm ướt theo mùa
- III độ ẩm rất thấp
- Sự hư hại nghiêm trọng do độ ẩm tăng lên
  - Thấp, Trung bình, Cao
- Miêu tả (bóc nhựa, phụt nước)
  - Khả năng thoát nước của lớp dưới - móng trên
    - Tốt, ở trạng thái giới hạn, không chấp nhận
  - Khả năng thoát nước của nền đường
    - Tốt, ở trạng thái giới hạn, không chấp nhận
  - Khả năng thoát nước của lớp mặt
    - Chấp nhận, Cần thiết phải nâng cấp
  - Miêu tả

**ĐÁNH GIÁ VẬT LIỆU MẶT ĐƯỜNG**

- Điều kiện lớp mặt tốt, Phá hỏng
  - Miêu tả
- Điều kiện của lớp móng trên tốt, xuống cấp
  - Miêu tả
- Điều kiện của lớp móng trên tốt, xuống cấp
  - Miêu tả

**Bảng 10.1 (tiếp theo)**

**ĐÁNH GIÁ LỚP ĐẤT NỀN ĐƯỜNG, LỚP NỀN THƯỢNG**

- Sự chịu tải của kết cấu
  - Thấp, trung bình, cao
- Mềm yếu khi ẩm
  - Thấp, trung bình, cao
- Trương nở
  - Có, không

**ĐÁNH GIÁ SỰ THỰC HIỆN DUY TU TRƯỚC ĐÓ**

- Nhỏ, vừa, lớn
- Thiếu sự duy tu dẫn đến phá hỏng
  - Có, không
- Miêu tả

**ĐÁNH GIÁ TỶ LỆ HƯ HỎNG**

- Dài hạn
  - Thấp, bình thường, cao
- Ngắn hạn
  - Thấp, bình thường, cao

**ĐIỀU KHIỂN GIAO THÔNG TRONG THỜI KỲ XÂY DỰNG**

- Có sẵn các đường vòng để có thể đóng cửa các làn xe được hay không?
  - Có, không
- Có phải thi công khi xe cộ vẫn đang lưu hành không?
  - Có, không
- Có thể thi công ở những giờ không phải là cao điểm hay không?
  - Miêu tả

**YẾU TỐ HÌNH HỌC VÀ AN TOÀN**

- Năng lực hiện tại
  - Đủ, không đủ
- Năng lực trong tương lai
  - Đủ, không đủ
- Yêu cầu mở rộng hiện nay
  - Có, không
- Ghi các vị trí xảy ra nhiều tai nạn
- Vấn đề tĩnh không của cầu
- Những vấn đề cản trở dọc hai bên đường
- Những vấn đề về các công trình công cộng

**XE VÀ TẢI TRỌNG**

- ADT (Hai chiều) Lưu lượng xe trung bình ngày
- AADT (Hai chiều) Lưu lượng xe ngày theo trung bình năm
- Số lượng tích lũy tải trọng trục xe tương đương 80 kN/ESAL/năm
- Tải trọng trục xe tương đương của năm hiện tại 80 kN/ESAL/năm

**LỀ ĐƯỜNG**

- Điều kiện mặt đường
  - Tốt, trung bình, xấu
- Các khu vực phá hỏng cục bộ
  - Có, không

**Các giải pháp cải tạo khả thi.** Như đã nói, các giải pháp cải tạo khả thi đối với một trường hợp hư hỏng mặt đường cụ thể nào đó có thể lựa chọn thông qua việc đánh giá những giải pháp được đề nghị có xét đến những không chế trong dự án. Giải pháp khả thi được xem là giải pháp có thể giải quyết nguyên nhân gây hư hỏng và đạt được hiệu quả cả trong việc sửa chữa mặt đường xuống cấp hiện tại cũng như ngăn chặn những hư hỏng này tái diễn, trong khi thoả mãn các điều kiện ràng buộc.

Một giải pháp khả thi có thể bao gồm nhiều kỹ thuật sửa chữa. Các kỹ thuật cải tạo kết hợp có thể cần thiết để sửa chữa một hoặc nhiều hư hỏng cùng một lúc trong một dự án riêng biệt. Trách nhiệm của người kỹ sư là dựa vào các kết quả đánh giá dự án để xác định các kỹ thuật hoặc sự phối hợp các kỹ thuật để sử dụng như những giải pháp cải tạo khả thi cho một loại mặt đường nhất định.

**Việc triển khai các thiết kế sơ bộ.** Sau khi đã chọn xong các giải pháp khả thi cần chuẩn bị công tác thiết kế sơ bộ. Thiết kế sơ bộ, như việc lựa chọn chiều dày lớp phủ thích hợp, chỉ cần khái toán (ước tính giá thành gần đúng). Thiết kế các dự án cải tạo yêu cầu chuyên môn kỹ thuật như thiết kế mặt đường mới.

#### 10.10.4. Lựa chọn giải pháp ưu việt

Giải đoạn 3 của quá trình lựa chọn cải tạo mặt đường, như đã minh họa ở Hình 10.1, là việc lựa chọn giải pháp ưu việt. Không thể có một phương pháp đúng hoàn toàn cho việc lựa chọn giải pháp cải tạo "ưu thế nhất" cho một dự án nào đó. Đúng hơn, quá trình lựa chọn đòi hỏi những đánh giá đáng kể về mặt kỹ thuật, sự sáng tạo, và sự linh hoạt.

**Phân tích chi phí.** Chi phí cho các giải pháp cải tạo nói chung được xem là tiêu chuẩn quan trọng nhất trong quá trình lựa chọn giải pháp ưu thế hơn. Các loại chi phí khác nhau cho toàn bộ tuổi thọ của mặt đường được trình bày ở Chương 7. Ở đây trình bày một vài điểm quan trọng về phân tích chi phí trong chu kỳ tuổi thọ vì nó ảnh hưởng đến sự lựa chọn phương pháp cải tạo.

Việc phân tích chi phí chu kỳ tuổi thọ đòi hỏi đầu vào gồm cả chi phí và thời gian. Thật đáng tiếc, cả hai yếu tố này đều rất không ổn định. Ví dụ, tuổi thọ hiệu quả của kỹ thuật cải tạo là phụ thuộc vào các ảnh hưởng của các yếu tố sau:

- Kỹ năng và mối quan tâm đến các công việc được tiến hành.
- Chất lượng của các vật liệu được sử dụng.
- Các điều kiện môi trường phổ biến trong khu vực xây dựng đường
- Lượng giao thông trên đường
- Các công việc bảo dưỡng và cải tạo khác đang được tiến hành đồng thời.

Thậm chí người kỹ sư đã quen với việc thực hiện các phương pháp cải tạo khác nhau có thể đánh giá được sự khó khăn khi chọn lựa các đầu vào thích hợp để phân tích chi phí chu kỳ tuổi thọ. Để loại trừ sai số đến mức có thể, cần bắt đầu thu thập số liệu thực hiện cải tạo trong ngân hàng dữ liệu quản lý mặt đường. Điều này có ý nghĩa vô cùng quan trọng trong việc phân tích chi phí chu kỳ tuổi thọ.

Một vấn đề quan trọng khác đối với phân tích chi phí chu kỳ tuổi thọ là một biện pháp kỹ thuật cải tạo giống nhau nhưng khi áp dụng trên các loại mặt đường khác nhau, có thể đem lại hiệu quả khác nhau. Hơn nữa, một vài phương pháp có thể giữ mặt đường luôn ở mức độ đồng nhất cao, trong khi các phương pháp khác có thể cho phép tình trạng mặt đường tương tự thay đổi bất thường. Do vậy, sự không nhất quán thường không bộc lộ qua việc phân tích chi phí nếu chi phí người sử dụng không được tính đến. Vì thế việc tính đến chi phí người sử dụng trong việc phân tích chi phí là rất quan trọng.

*Các xem xét phi tiền tệ.* Một vài yếu tố phi tiền tệ sẽ được xem xét khi xác định phương pháp cải tạo ưu thế hơn. Một vài yếu tố trong số đó là:

- tuổi thọ phục vụ
- thời gian kiểm soát giao thông trong quá trình xây dựng
- độ tin cậy (thiết kế đã được chứng tỏ trong khu vực)
- tính xây dựng
- tính bảo quản

Cũng như đánh giá về mặt tiền tệ, tuổi thọ phục vụ của một phương pháp cải tạo là một yếu tố quan trọng. Đặc biệt rất quan trọng đối với các đơn vị chịu trách nhiệm quản lý trên các đường lưu lượng giao thông cao, tại những nơi này, việc đóng làn xe và giao thông chậm trễ có thể gây ra những khó khăn lớn. Thông số thời gian quan trọng nhất là số năm có thể kéo dài tuổi thọ mặt đường đạt được khi áp dụng các phương pháp cải tạo và sẽ là một yếu tố quyết định được cơ quan liên quan sử dụng.

*Phương án cải tạo ưu việt.* Phương án cải tạo ưu việt đối với một dự án được lựa chọn, sử dụng, trước hết là các yếu tố tiền tệ, sau đó đến các yếu tố phi tiền tệ. Bất cứ khi nào việc phân tích chi phí không thể hiện rõ một lợi thế nào đối với một trong số những giải pháp khả thi, các yếu tố phi tiền tệ có thể được sử dụng để trợ giúp quá trình chọn lựa. Phần 10.4 sẽ trình bày phương pháp đánh giá những giải pháp cải tạo khác nhau dựa trên các tiêu chuẩn không thể hiện bằng các đơn vị tiền tệ. Đầu tiên, tầm quan trọng tương đối của mỗi tiêu chuẩn được tổ thiết kế phân bổ. Bước tiếp theo, các giải pháp được đánh giá căn cứ vào dự đoán tính năng thực hiện của các giải pháp đó trong các lĩnh vực tiêu chuẩn. Sau đó, việc đánh giá một giải pháp lựa chọn trong một lĩnh vực được nhân với tầm quan trọng được phân bổ của yếu tố đó để đạt được một "điểm". Cuối cùng tất cả các điểm cho một giải pháp được cộng lại, và giải pháp nào có số điểm cao nhất sẽ được chọn là giải pháp ưu việt.

*Thiết kế chi tiết.* Sau khi phương pháp cải tạo ưu việt được chọn thì kế hoạch thiết kế chi tiết, các quy định kỹ thuật và dự toán được chuẩn bị. Nếu có một sự sai khác lớn trong thiết kế, chi phí hoặc điều kiện xảy ra trong suốt giai đoạn này thì có thể cần thiết phải điều tra lại xem liệu giải pháp này vẫn là một giải pháp có hiệu quả kinh tế hay không.

### 10.10.5. TỔNG KẾT

Trình tự logic để lựa chọn phương pháp cải tạo ưu việt được trình bày trong Hình 10.1. Nó cung cấp cho người kỹ sư hướng dẫn về tổ chức và đánh giá thông tin thu được từ mặt đường, xác định các nhu cầu thêm về thông tin và đánh giá hỗ trợ, triển khai những giải pháp cải tạo khả thi và lựa chọn giải pháp ưu việt trong số những giải pháp đề xuất, sử dụng các nguyên tắc kỹ thuật sâu rộng.

Trình tự từng bước này có thể giúp người kỹ sư tiết kiệm thời gian và tiền bạc khi lựa chọn phương pháp cải tạo đáp ứng tốt nhất tất cả các yêu cầu của mặt đường, thoả mãn tất cả các khống chế của dự án và phản ánh những ưu tiên của người thực hiện liên quan đến việc sử dụng nguồn vốn có sẵn, thực hiện các yêu cầu của công tác cải tạo và các nhu cầu của mạng lưới mặt đường. Nếu trình tự này được biên soạn tốt và được kiểm chứng qua những đánh giá tốt về mặt kỹ thuật, việc lựa chọn một phương pháp cải tạo cụ thể cho một dự án sẽ được cơ quan quản lý và công chúng xác nhận. Có lẽ điều quan trọng nhất là trình tự có tính hệ thống có thể thay đổi quan niệm về một phương cách “tiêu chuẩn cố định” truyền thống để cải tạo mặt đường của cơ quan thực hiện thành một chính sách cải tạo thiết kế mang tính tập quán đích thực đáp ứng các yêu cầu của mặt đường.



**Bảng 10.2. Phương pháp minh họa cho sự lựa chọn các phương án khôi phục**

	CHI PHÍ BAN ĐẦU	THỜI GIAN XÂY DỰNG	TUỔI THỌ PHỤC VỤ	TÍNH ĐỀ SỬA CHỮA VÀ CÔNG SỨC TRONG BẢO TRÌ	TÍNH ĐỀ THÔNG XE VÀ HƯỚNG DẪN GIAO THÔNG	SỰ THÍCH HỢP CỦA THIẾT KẾ TRONG ĐK KHÍ HẬU CỦA VÙNG		TỔNG GIÁ TRỊ	THỨ BẬC
TẦM QUAN TRỌNG TƯƠNG ĐỐI	20%	20%	25%	15%	5%	15%		100	
PHƯƠNG ÁN 1	60/12	60/12	100/25	80/12	90/4,5	100/1,5		80,5	1
PHƯƠNG ÁN 1A	60/12	60/12	100/25	80/12	90/4,5	100/1,5		80,5	1
PHƯƠNG ÁN 2	60/12	60/12	70/17,5	50/7,5	60/3	40/6		58	5
PHƯƠNG ÁN 2A	60/12	60/12	70/17,5	50/7,5	60/3	40/6		58	5
PHƯƠNG ÁN 3	60/12	40/0	100/25	80/12	100/5	90/13,5		75,5	2
PHƯƠNG ÁN 4	60/12	80/16	40/10	20/3	40/2	20/3		46	7
PHƯƠNG ÁN 5	40/8	60/12	40/10	50/7,5	50/2,5	30/4,5		44,5	8
PHƯƠNG ÁN 6	70/14	80/16	60/12,5	50/7,5	80/4	40/6		60	4
PHƯƠNG ÁN 7	100/20	100/20	20/5	20/3	40/2	40/6		56	6
PHƯƠNG ÁN 8	30/6	60/12	100/25	100/15	100/5	30/4,5		67,5	3

## Chương 11. Các phương pháp cải tạo bằng lớp phủ

Các lớp phủ được sử dụng để sửa chữa việc thiếu hụt về mặt kết cấu hoặc về mặt chức năng của mặt đường hiện tại. Điều rất quan trọng là người thiết kế phải xem xét loại hư hỏng xuất hiện để xác định có hay không có sự thiếu hụt về mặt kết cấu hoặc chức năng, để có thể đưa ra một thiết kế và loại lớp phủ thích hợp. Những thiếu hụt về mặt chức năng phát sinh từ các điều kiện gây ảnh hưởng bất lợi tới người sử dụng đường, trong khi đó những thiếu hụt về mặt kết cấu phát sinh từ các điều kiện ảnh hưởng bất lợi đến khả năng chịu tải của kết cấu mặt đường.

Các lớp phủ bảo trì hoặc các lớp xử lý bề mặt đôi khi được xem như là các biện pháp ngăn ngừa nhằm làm giảm tốc độ hư hỏng của mặt đường. Loại xử lý này gồm có các lớp phủ mỏng AC và các lớp xử lý bề mặt khác nhau ngăn không cho nước thấm vào.

### 11.1. TÍNH KHẢ THI CỦA LOẠI LỚP PHỦ

Tính khả thi của bất cứ loại lớp phủ nào phụ thuộc vào những cân nhắc chủ yếu sau đây:

- (1) Nguồn vốn để thi công lớp phủ.
- (2) Tính khả thi trong thi công của lớp phủ. Điều này gồm một số khía cạnh sau:
  - (a) Điều khiển giao thông
  - (b) Thiết bị và vật liệu sẵn có
  - (c) Điều kiện khí hậu
  - (d) Các vấn đề thi công như là tiếng ồn, ô nhiễm, công trình ngầm, tĩnh không cầu, chiều dày lề và sự kéo dài độ dốc trong trường hợp dài đất dành cho đường bị hạn chế v.v...
  - (e) Sự cản trở giao thông và các chi phí chậm trễ cho người sử dụng đường
- (3) Tuổi thọ thiết kế tương lai yêu cầu đối với lớp phủ. Nhiều yếu tố sẽ ảnh hưởng đến tuổi thọ của lớp phủ, như là các yếu tố sau:

- (a) Hư hỏng mặt đường hiện tại (các kiểu hư hỏng cụ thể mức độ nghiêm trọng và khối lượng)
- (b) Thiết kế mặt đường hiện tại, điều kiện của vật liệu mặt đường (đặc biệt các vấn đề độ bền), và lớp đất nền
- (c) Tải trọng xe tương lai
- (d) Khí hậu địa phương
- (e) Tình trạng thoát nước ngầm hiện tại

Tất cả các yếu tố này và yếu tố cụ thể khác tại hiện trường cần phải được cân nhắc để xác định mức độ phù hợp của một lớp phủ.

## 11.2. NHỮNG XEM XÉT QUAN TRỌNG TRONG THIẾT KẾ LỚP PHỦ

Thiết kế lớp phủ đòi hỏi phải xem xét rất nhiều các yếu tố, bao gồm:

- Sửa chữa trước khi rải lớp phủ,
- Kiểm soát khe nứt phản hồi,
- Các tải trọng xe,
- Thoát nước dưới mặt đường (nước ngầm),
- Cào bóc mặt đường AC hiện tại,
- Tỷ lệ tái sinh của mặt đường hiện tại,
- Các nhu cầu của lớp phủ thiên về mặt chức năng hay về mặt kết cấu.
- Các loại vật liệu lớp phủ.
- Lê đường,
- Vết lún trên mặt đường AC hiện tại và trên lớp phủ.
- Mức độ tin cậy thiết kế lớp phủ và độ lệch tiêu chuẩn toàn bộ, và
- Mở rộng mặt đường.

Người thiết kế không được xem nhẹ các vấn đề này. Từng vấn đề này được mô tả một cách vắn tắt trong phần này, đặc biệt các vấn đề chung cho tất cả các loại lớp phủ. Chúng được mô tả kỹ hơn trong các phần nói về mỗi loại lớp phủ.

### 11.2.1. CÔNG VIỆC SỬA CHỮA TRƯỚC KHI RẢI LỚP PHỦ.

Hư hỏng trong mặt đường bao gồm các hư hỏng nhìn thấy bằng mắt thường cũng như các hư hỏng tại bề mặt không thể nhìn thấy nhưng có thể phát hiện bằng các biện pháp khác. Nên sửa chữa những hư hỏng này đến mức nào trước khi rải lớp phủ? Khối lượng của việc cần làm trước khi rải lớp phủ có liên quan tới loại lớp phủ được lựa chọn. Nếu hư hỏng trong mặt đường hiện tại có ảnh hưởng tới sự phục vụ của lớp phủ trong vòng một vài năm, thì các hư hỏng nên được sửa chữa trước khi rải lớp phủ. Nhiều hư hỏng, xuất hiện trong các lớp phủ gây ra do hư hỏng đã không được sửa chữa trong mặt đường hiện tại. Người thiết kế cũng nên xem xét cân nhắc các chi phí sửa chữa trước khi rải lớp phủ và kiểu lớp phủ. Nếu mặt đường hiện tại bị hư hỏng nặng thì việc lựa chọn một kiểu lớp phủ nhạy cảm ít đối với tình trạng mặt đường hiện tại có thể có hiệu quả kinh tế hơn là sửa chữa quá nhiều trước khi rải lớp phủ.

### 11.2.2. KIỂM SOÁT KHE NÚT PHẢN ÁNH

Các khe nứt phản ánh là nguyên nhân cố hữu gây ra hư hỏng lớp phủ. Trình tự thiết kế chiều dày trong chương này không xét đến khe nứt phản ánh. Cần áp dụng các bước phụ thêm để giảm sự tái diễn và độ nghiêm trọng của vết nứt phản ánh. Một số lớp phủ nhạy cảm ít đối với khe nứt phản ánh hơn là các loại khác do vật liệu và thiết kế của chúng. Tương tự như vậy một số biện pháp kiểm soát vết nứt phản ánh có hiệu quả hơn đối với một số loại lớp phủ và mặt đường hơn với những loại khác. Kiểm soát vết nứt phản ánh được trình bày chi tiết hơn trong các phần nói về từng loại lớp phủ.

### 11.2.3. CÁC TẢI TRỌNG XE

Quy trình thiết kế lớp phủ đòi hỏi tải trọng trục đơn tương đương 80kN (ESALs) được dự kiến cho toàn bộ tuổi thọ thiết kế của lớp phủ trên làn xe thiết kế. ESALs được dự tính phải được tính toán bằng cách sử dụng các yếu tố tương đương mặt đường mềm thích hợp từ Chương 3.

### 11.2.4. THOÁT NƯỚC BÊN DƯỚI MẶT ĐƯỜNG (THOÁT NƯỚC NGẦM)

Điều kiện thoát nước bên dưới mặt đường của mặt đường hiện tại thường có ảnh hưởng lớn đến sự làm việc của các lớp phủ. Việc đánh giá thoát nước bên dưới mặt đường của mặt đường hiện tại nên được tiến hành như mô tả trong Phụ lục A. Việc cải tạo điều kiện thoát nước kém bên dưới mặt đường sẽ có hiệu quả tốt đối với sự làm việc của một lớp phủ. Việc thoát nước thừa từ mặt cắt ngang mặt đường sẽ giảm sự xói và tăng cường độ lớp móng trên và lớp nền, rồi sẽ làm giảm độ võng. Ngoài ra việc cải tạo thoát nước bên dưới mặt đường có thể làm chậm sự bong tróc bê tông nhựa (AC).

### 11.2.5. VẾT LÚN BÁNH XE TRÊN CÁC MẶT ĐƯỜNG AC

Nguyên nhân của vết lún do bánh xe trên mặt đường AC phải được xác định trước khi thiết kế lớp phủ AC. Một lớp phủ có thể không phù hợp nếu vết lún do bánh xe nghiêm trọng xuất hiện do sự mất ổn định ở bất cứ một lớp nào của mặt đường hiện tại. Có thể cào bóc để gỡ bỏ bề mặt bị lún do bánh xe và bất kỳ lớp nhựa bị lún nào nằm ở phía dưới.

### 11.2.6. CÀO BỐC MẶT AC

Việc bóc bỏ phần bề mặt AC hiện tại thường cải thiện sự làm việc của lớp phủ AC nhờ gỡ bỏ vật liệu AC bị hoá cứng và bị nứt. Vết lún do bánh xe hoặc sự biến dạng méo mó của bất cứ lớp nào phải được khắc phục bằng cách cào bóc trước khi rải một lớp phủ khác; nếu không, nó có thể góp phần đáng kể gây lún trong lớp phủ.

### 11.2.7. TÁI SINH MẶT ĐƯỜNG HIỆN TẠI

Việc tái sinh một phần của lớp AC hiện tại có thể được cân nhắc như một phương án trong thiết kế lớp phủ. Điều đó đã trở nên rất phổ biến trong thực tế. Tái sinh toàn bộ lớp AC cũng có thể được tiến hành (đôi khi kết hợp với việc dỡ bỏ lớp móng trên bị hư hỏng).

### 11.2.8. CÁC LỚP PHỦ THIÊN VỀ MẶT CHỨC NĂNG HAY THUỘC VỀ MẶT KẾT CẤU

Quy trình thiết kế lớp phủ trong chương này đưa ra một chiều dày lớp phủ để điều chỉnh sự thiếu hụt của kết cấu. Nếu không có sự thiếu hụt kết cấu nào tồn tại thì sẽ không sử dụng lớp phủ. Tuy nhiên, điều đó không có nghĩa rằng mặt đường không cần một lớp phủ để điều chỉnh thiếu hụt về chức năng. Nếu thiếu hụt về chức năng là chủ yếu, thì chiều dày lớp phủ chỉ nên là chiều dày cần để sửa chữa về mặt chức năng. Nếu mặt đường có sự thiếu hụt cả về kết cấu thì cần có chiều dày lớp phủ kết cấu đủ để đảm nhiệm xe chạy trong tương lai suốt cả thời gian thiết kế.

### 11.2.9. CÁC VẬT LIỆU LỚP PHỦ

Các vật liệu lớp phủ phải được lựa chọn và thiết kế với các chức năng trong phạm vi tải trọng và điều kiện khí hậu cụ thể và các thiếu hụt mặt đường hiện tại.

### 11.2.10. LỀ ĐƯỜNG

Nói chung các làn xe làm bằng lớp phủ đòi hỏi lề được phủ để phù hợp với đường dốc của các làn xe chạy. Trong khi lựa chọn vật liệu lớp phủ và chiều dày lớp phủ cho lề đường, người thiết kế phải xét mức độ hư hỏng của lề đường hiện tại và lưu lượng của xe sẽ chạy trên phần lề đó. Ví dụ, nếu xe tải có xu hướng đỗ trên phần lề tại một số nơi, thì điều đó phải được xem xét trong khi thiết kế lớp phủ lề đường.

Nếu lề hiện tại vẫn trong điều kiện tốt, thì bất kỳ một chu vực hư hỏng nào cũng nên được vá. Sau đó một lớp phủ có thể được rải để độ dốc lề giống như độ dốc các làn xe chạy. Nếu lề hiện tại trong điều kiện hư hỏng mà không thể vá một cách kinh tế thì phải đào bỏ và thay thế bằng lớp lề khác.

### 11.2.11. ĐỘ TIN CẬY TRONG THIẾT KẾ LỚP PHỦ VÀ ĐỘ LỆCH TIÊU CHUẨN TOÀN BỘ

Lớp phủ có thể được thiết kế đối với các mức độ tin cậy khác nhau sử dụng quy trình mô tả trong Chương 8 đối với mặt đường mới. Việc này được làm thông qua xác định chỉ số kết cấu ( $SN_i$ ) đòi hỏi để đảm nhiệm lượng xe một thời kỳ thiết kế ở mức độ tin cậy mong muốn.

Độ tin cậy có tác động lớn đối với chiều dày lớp phủ. Sự thay đổi độ tin cậy được sử dụng để xác định  $SN_i$  hoặc ở giữa 50% và 99% có thể đem lại các chiều dày lớp phủ thay đổi chừng 2,5cm hoặc hơn. Dựa trên thí nghiệm hiện trường, thấy rằng mức độ tin cậy thiết kế xấp xỉ 90% đến 95% sẽ cho các chiều dày lớp phủ thích hợp với hầu hết các dự án, khi dùng các độ lệch tiêu chuẩn toàn bộ kiến nghị trong Chương 8. Tất nhiên có nhiều tình huống khiến ta muốn thiết kế với mức độ tin cậy thấp hơn hoặc cao hơn, phụ thuộc hậu quả hư hỏng của lớp phủ. Độ tin cậy được sử dụng cho các loại lớp phủ khác nhau có thể thay đổi và nên được đánh giá với những phân cấp chức năng đường khác nhau (hoặc lưu lượng xe).

Người thiết kế nên hiểu rằng một số nguồn nguyên nhân bất trá là khác nhau đối với việc thiết kế lớp phủ và với việc thiết kế mặt đường mới. Do đó, các độ lệch tiêu chuẩn toàn bộ được đề nghị cho thiết kế mặt đường mới có thể không phù hợp đối với thiết kế lớp phủ. Giá trị phù hợp cho độ lệch tiêu chuẩn toàn bộ cũng có thể thay đổi bởi loại lớp phủ. Một nguồn gốc nữa của biến đổi là sự bất trắc kết hợp với sự thiết lập chỉ số kết cấu hữu hiệu hiện có ( $SN_{eff}$ ). Tuy vậy, một vài nguồn biến số có thể nhỏ hơn đối với thiết kế lớp phủ so với thiết kế mặt đường mới (dự báo xe trong tương lai). Cần nghiên cứu thêm để lập tốt hơn các độ lệch tiêu chuẩn đối với thiết kế lớp phủ. Ở thời điểm hiện tại giá trị đề nghị để sử dụng là 0.45 đối với bất kỳ loại lớp phủ AC.

### 11.2.12. MỞ RỘNG MẶT ĐƯỜNG

Nhiều lớp phủ AC được rải cùng lúc với mở rộng mặt đường (hoặc thêm các làn xe hoặc tăng rộng cho làn xe hẹp). Việc mở rộng yêu cầu có sự phối hợp giữa thiết kế các đoạn mặt đường được mở rộng và lớp phủ, không chỉ cho bề mặt phải tương thích về chức năng, mà còn làm sao cho cả các đoạn hiện có và đoạn mở rộng phải tương thích về kết cấu. Nhiều dự án mở rộng làn xe đã gây hư hỏng nghiêm trọng dọc theo các khe nối dọc do thiết kế sai. Các gợi ý thiết kế chủ chốt là:

- (1) Thiết kế "tuổi thọ" của cả lớp phủ và thi công mở rộng mới phải giống nhau để tránh phải cải tạo sau này vào những tuổi rất khác nhau.
- (2) Mặt cắt ngang được mở rộng nói chung phải phù hợp chặt chẽ với mặt đường hiện tại hoặc mặt cắt ngang theo loại vật liệu và chiều dày.
- (3) Một loại vải giảm nhẹ khe nứt phản ánh có thể được đặt dọc theo khe nối mở rộng theo chiều dọc.

- (4) Chiều dày lớp phủ nói chung nên giống nhau trên đoạn mở rộng cũng như trên phần còn lại của làn xe.
- (5) Thoát nước dưới mặt đường dọc theo đường sẽ được lắp đặt nếu cần thiết.

### 11.3. CÁC SAI SÓT TIỀM ẨN VÀ VIỆC ĐIỀU CHỈNH CÓ THỂ ĐỐI VỚI TRÌNH TỰ THIẾT KẾ CHIỀU DÀY

Sử dụng các trình tự này để tính toán những chiều dày lớp phủ hợp lý khi mặt đường có sự thiếu hụt về kết cấu. Nếu chiều dày lớp phủ tỏ ra không hợp lý thì có thể do những nguyên nhân sau:

- (1) Sự hư hỏng mặt đường có thể chủ yếu do các yếu tố không liên quan đến tải trọng. Nếu giá trị chiều dày lớp phủ tính toán nhỏ hơn hoặc gần với 0 thì mặt đường không cần thiết phải cải tạo kết cấu. Nếu có thiếu hụt về mặt chức năng thì chiều dày lớp phủ nhỏ nhất có thể được rải.
- (2) Có thể cần có sự sửa đổi các số liệu đưa vào thiết kế lớp phủ để làm cho quy trình phù hợp với các điều kiện cụ thể.
  - (a) *Độ tin cậy thiết kế lớp phủ, R.* Độ tin cậy thiết kế đã đề xuất cần được xem xét lại đối với thiết kế lớp phủ, bởi vì các khuyến nghị đưa ra trong Chương 9 là dùng cho thiết kế mặt đường mới.
  - (b) *Độ lệch tiêu chuẩn toàn bộ, S<sub>m</sub>.* Các giá trị đề nghị cho thiết kế mặt đường mới có thể quá thấp hoặc quá cao cho việc thiết kế lớp phủ.
  - (c) *Các hệ số điều chỉnh chỉ số kết cấu.* Có rất nhiều khía cạnh của các yếu tố này cần điều chỉnh.
  - (d) *Mô đun đàn hồi thiết kế của nền đường.* Đặc biệt, phải sử dụng một mô đun đàn hồi thích hợp với mô đun đã được đưa vào phương trình thiết kế mặt đường mềm trong Chương 9.
  - (e) *Các đầu vào thiết kế khác có thể có sai sót.* Phạm vi của các giá trị tiêu biểu cho các đầu vào được đưa ra trong phiếu điều tra cho việc thiết kế lớp phủ.

### 11.4. ĐÁNH GIÁ MẶT ĐƯỜNG CHO THIẾT KẾ LỚP PHỦ

Việc đánh giá mặt đường hiện tại là rất quan trọng để xác định bất kỳ một thiếu hụt nào về mặt chức năng hoặc về mặt kết cấu và để lựa chọn việc sửa chữa thích hợp trước khi rải lớp phủ, việc xử lý vết nứt phản ánh và thiết kế lớp phủ để điều chỉnh các thiếu hụt này. Phần này hướng dẫn việc đánh giá mặt đường để thiết kế lớp phủ.

#### 11.4.1. THIẾT KẾ CÁC LỚP PHỦ DỌC THEO DỰ ÁN

Các dự án cải tạo mặt đường bao gồm chiều dài của mặt đường với phạm vi từ một vài trăm mét đến vài kilomet. Có hai cách tiếp cận để thiết kế một chiều dày lớp phủ đối với một dự án, cả hai cách này đều có các ưu và khuyết điểm. Kỹ sư thiết kế nên lựa chọn cách tiếp cận nào thích hợp nhất với tình huống thiết kế cụ thể.

(1) *Cách thiết kế theo đoạn đồng nhất.* Dự án được chia thành các đoạn tương đối đồng nhất về thiết kế và điều kiện. Mỗi đoạn đồng nhất được xem xét một cách độc lập và đầu vào thiết kế lớp phủ tính được từ mỗi đoạn tiêu biểu cho điều kiện trung bình của nó (chiều dày trung bình, con số trung bình các khe nứt ngang trên một dặm, mô đun đàn hồi trung bình). Việc xác định các đoạn đồng đều được mô tả trong Phụ lục A. Các trị số đầu vào trung bình đối với đoạn được sử dụng để tính ra một chiều dày lớp phủ duy nhất cho toàn bộ chiều dài của đoạn đó. Các trị số đầu vào trung bình phải được sử dụng theo quy trình thiết kế của AASHTO bởi vì đã có độ tin cậy thiết kế được áp dụng sau này để đưa ra một hệ số an toàn phù hợp.

(2) *Cách thiết kế từng điểm.* Chiều dày lớp phủ được xác định cho từng điểm cụ thể dọc theo đoạn thiết kế đồng nhất (100 mét một). Tất cả các trị số đầu vào yêu cầu được xác định cho mỗi một điểm, để có thể thiết kế chiều dày lớp phủ. Các yếu tố có thể thay đổi từ điểm này tới điểm kia là độ võng, chiều dày và tình trạng đường; các đầu vào khác thường là hằng số dọc theo dự án. Cách tiếp cận này xem ra có thể yêu cầu nhiều công việc hơn; tuy nhiên, trong thực tế nó không đòi hỏi thêm nhiều công việc hiện trường, chỉ vận hành nhiều hơn thông qua quy trình thiết kế. Việc này có thể giải quyết có hiệu quả bằng việc sử dụng máy tính.

Cách tiếp cận từng điểm sẽ tính được một chiều dày thiết kế lớp phủ yêu cầu đối với mỗi điểm phân tích dọc theo toàn bộ dự án với độ tin cậy đã cho. Trong việc lựa chọn một chiều dày cho đoạn đồng nhất, nên chú ý rằng mỗi chiều dày lớp phủ đã được tăng lên để tính toán cho độ tin cậy thiết kế. Việc lựa chọn một chiều dày lớn hơn các giá trị trung bình này sẽ dùng để thiết kế cho độ tin cậy cao hơn. Chiều dày lớp phủ ở từng điểm có thể được sử dụng để chia dự án thành các đoạn có chiều dày thiết kế lớp phủ khác nhau nếu có các thay đổi hệ thống dọc theo dự án, hoặc một chiều dày thiết kế có thể được lựa chọn cho toàn bộ dự án. Các khu vực có các yêu cầu về chiều dày cao một cách bất thường cần được khảo sát hiện trường phụ thêm và phải được sửa chữa nhiều hoặc phải xây dựng lại.

#### 11.4.2. ĐÁNH GIÁ CHỨC NĂNG CỦA MẶT ĐƯỜNG HIỆN TẠI

Hư hỏng chức năng được xác định như bất kỳ một điều kiện nào gây ảnh hưởng bất lợi đến người sử dụng đường. Một số giải pháp lớp phủ được kiến nghị đối với các vấn đề về chức năng được đưa ra (xem thêm bảng ở trang sau).

##### (1) *Ma sát bề mặt và màng nước trên mặt đường*

Ma sát kém khi thời tiết xấu ẩm ướt do sự mài mòn bề mặt (độ nhám vi mô hoặc vĩ mô không phù hợp). Một lớp phủ mỏng phù hợp với cấp độ giao thông có thể được sử dụng để sửa chữa vấn đề này.



Ma sát kém do sự chảy nhựa của bề mặt. Việc cào bóc bề mặt AC có thể yêu cầu để gỡ bỏ vật liệu đang chảy nhựa để ngăn ngừa sự chảy nhựa tiếp theo lan ra toàn bộ lớp phủ và để ngăn ngừa vết hàn bánh xe do không ổn định. Sau khi cào bóc một lớp ma sát cấp phối hờ hoặc chiều dày lớp phủ thích hợp đối với cấp độ giao thông có thể được sử dụng để sửa chữa vấn đề này.

Trượt do màng nước và té nước do vết hàn bánh xe. Việc xác định lớp nào bị hàn bánh xe và có biện pháp sửa chữa phù hợp là rất quan trọng.

**(2) Bề mặt không bằng phẳng**

Sự méo bề mặt với chiều dài lượn sóng, gồm cả trường nở. Một lớp phủ bù vênh với chiều dày thay đổi (chiều dày đủ trên các đỉnh) thông thường có thể sửa chữa được các vấn đề này.

Độ gồ ghề do các khe nứt ngang, khe nứt dọc và ổ gà bị hư hỏng. Một lớp phủ thường sẽ chỉ sửa chữa được độ gồ ghề một cách tạm thời, tới khi các khe nứt phản ánh qua lớp phủ. Sửa chữa toàn chiều sâu các khu vực hư hỏng và một lớp phủ AC dày hơn kết hợp với xử lý kiểm soát khe nứt phản ánh có thể sửa chữa vấn đề này.

Độ gồ ghề do sự bong bật bề mặt. Một lớp phủ AC mỏng dùng để sửa chữa vấn đề này. Việc cào bóc bề mặt hiện tại có thể cần thiết nhằm đào bỏ lớp vật liệu bị hư hỏng để ngăn ngừa bong bật. Nếu việc bong rã nhẹ là do mất nhựa thì toàn bộ lớp đó nên đào bỏ đi bởi vì việc mất nhựa sẽ tiếp tục lan tới lớp phủ ở bên dưới.

**Bảng 11.1. Nguyên nhân của vết hàn bánh xe và các giải pháp**

Nguyên nhân	Lớp bị vết hàn bánh xe	Giải pháp
Tổng chiều dày mặt đường không đủ	Lớp nền	Lớp phủ dày
Lớp cốt liệu hạt không ổn định do bão hoà nước	Lớp móng trên hoặc móng dưới	Đào bỏ lớp không ổn định hoặc làm lớp phủ dày
Lớp không ổn định do cường độ chống cắt thấp	Lớp móng trên	Đào bỏ lớp không ổn định hoặc làm lớp phủ dày
Hỗn hợp AC không ổn định (kể cả bong tách)	Lớp bề mặt	Đào bỏ lớp không ổn định
Lu lèn do xe cộ	Lớp móng dưới, móng trên, bề mặt	Cào bóc bề mặt và/hoặc làm lớp phủ bù vênh

“Các lớp phủ phòng ngừa” được sử dụng để giảm tốc độ xuống cấp. Loại lớp phủ này gồm lớp AC mỏng và các biện pháp xử lý bề mặt khác nhau. Loại này có thể được áp dụng cho mặt đường không có bất kỳ sự thiếu hụt kết cấu hay chức năng trước mắt, nhưng dự đoán là sẽ bị hư hỏng nhanh chóng trong tương lai.

Các thiết kế lớp phủ (gồm chiều dày, sửa chữa trước khi rải lớp phủ và xử lý vết nứt phản ánh) phải đề cập đến các nguyên nhân của các vấn đề về chức năng và ngăn ngừa sự trở lại của chúng. Điều này có thể chỉ được làm thông qua kỹ thuật hợp lý và yêu cầu có kinh nghiệm về giải quyết các vấn đề cụ thể. Việc thiết kế lớp phủ yêu cầu để sửa chữa các vấn đề chức năng nên được phối hợp với thiết kế lớp phủ cần để sửa chữa bất kỳ thiếu hụt nào trong kết cấu.

#### 11.4.3. ĐÁNH GIÁ KẾT CẤU CỦA MẶT ĐƯỜNG HIỆN TẠI

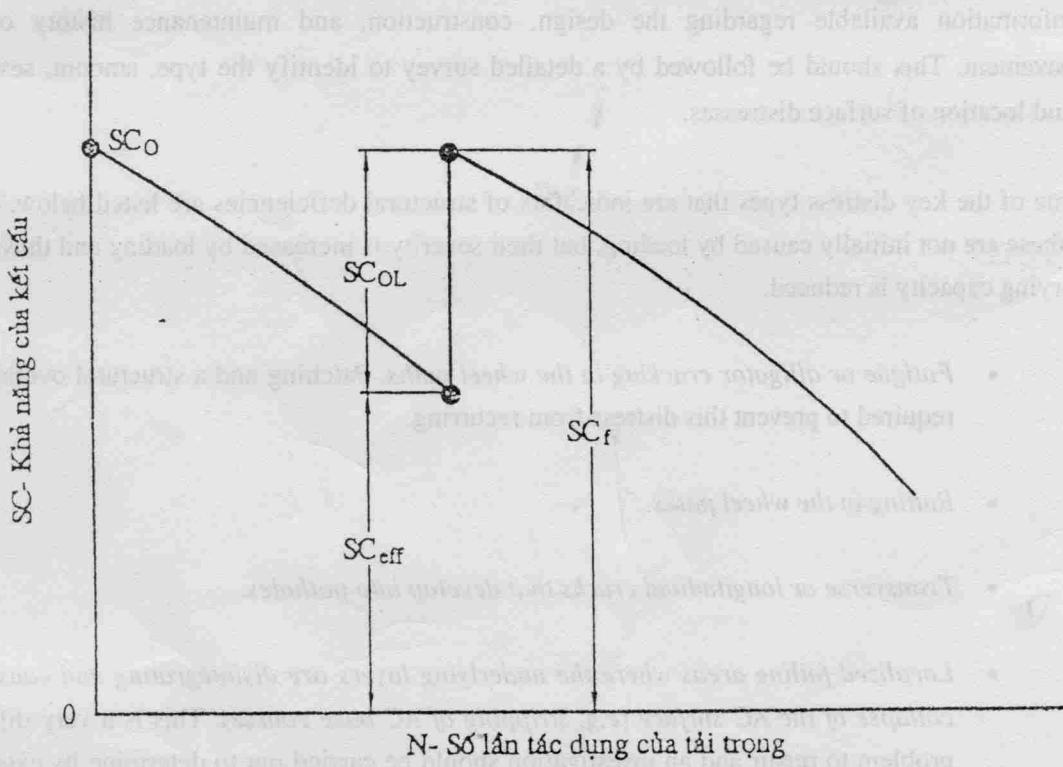
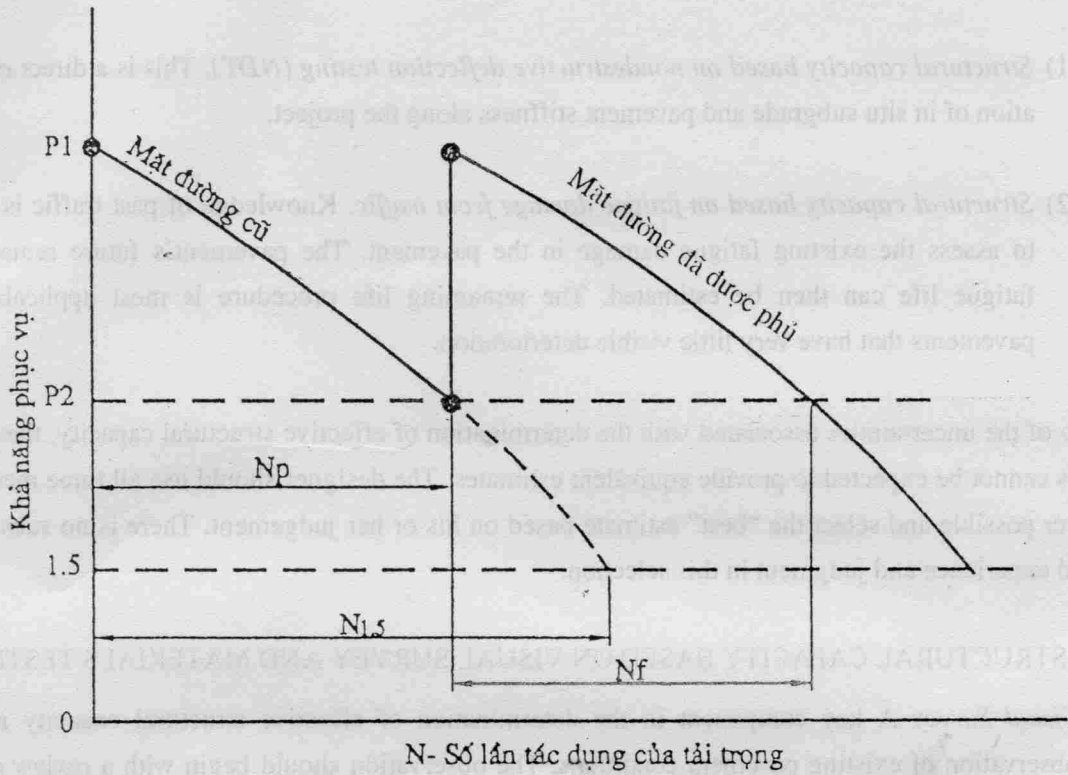
Hư hỏng về mặt kết cấu được xác định là bất kỳ điều kiện nào làm giảm khả năng chịu tải của mặt đường. Quy trình thiết kế lớp phủ được trình bày ở đây dựa trên các khái niệm là thời gian và tải trọng xe làm giảm khả năng chịu tải của mặt đường và một lớp phủ có thể được thiết kế để làm tăng khả năng chịu tải trong một thời kỳ thiết kế tương lai.

Hình 11.1 minh họa các khái niệm chung của sự thiếu hụt về kết cấu và năng lực kết cấu hữu hiệu. Năng lực kết cấu của mặt đường khi kết cấu còn mới được ký hiệu là  $SC_0$ . Đối với mặt đường mềm, năng lực kết cấu là chỉ số kết cấu, SN.

Năng lực kết cấu của mặt đường giảm xuống theo thời gian và lưu lượng xe, và vào lúc tiến hành đánh giá thiết kế lớp phủ, thì năng lực kết cấu đã bị giảm đi tới  $SC_{eff}$ . Năng lực kết cấu hiệu quả đối với mặt đường mềm ký hiệu là  $SN_{eff}$ .

Nếu năng lực kết cấu  $SC_1$  được yêu cầu đối với lưu lượng xe tương lai dự kiến trong suốt thời gian thiết kế lớp phủ, thì một lớp phủ có năng lực kết cấu  $SC_{01}$  (nghĩa là  $SC_1 - SC_{eff}$ ) phải được bổ sung cho kết cấu hiện tại. Phương pháp thiết kế lớp phủ này được gọi một cách phổ biến là phương pháp thiếu hụt về mặt kết cấu. Tất nhiên, năng lực kết cấu lớp phủ yêu cầu chỉ có thể là đúng nếu việc đánh giá năng lực kết cấu hiện tại là đúng. Mục tiêu chính của việc đánh giá kết cấu là để xác định năng lực kết cấu hữu hiệu của mặt đường hiện tại.

Nếu mối quan hệ đi xuống như mô tả ở Hình 11.1 được xác định một cách rõ ràng, việc đánh giá năng lực kết cấu hữu hiệu sẽ là rất dễ dàng tuy nhiên không hẳn như vậy. Không có một phương pháp duy nhất cụ thể nào để đánh giá năng lực kết cấu. Việc đánh giá năng lực kết cấu hữu hiệu phải xem xét điều kiện của vật liệu mặt đường hiện có và cũng xem xét những vật liệu này sẽ làm việc như thế nào trong tương lai. Kiến nghị ba phương pháp đánh giá để xác định năng lực kết cấu hữu hiệu.



Hình 11.1. Sự tổn thất về khả năng của kết cấu theo thời gian và tải trọng xe

Năng lực kết cấu dựa vào khảo sát bằng mắt và thí nghiệm vật liệu. Điều này gồm việc đánh giá các điều kiện hiện tại dựa vào các khảo sát thoát nước và hư hỏng, và thông thường là đánh giá qua một vài lỗ khoan và thí nghiệm vật liệu.

- (1) *Năng lực kết cấu dựa vào thí nghiệm độ võng không phá hỏng kết cấu (NDT)*. Đánh giá trực tiếp độ cứng mặt đường và lớp nền tại hiện trường dọc theo dự án.
- (2) *Năng lực kết cấu dựa vào hư hỏng mới do tải trọng trùng phục*. Những hiểu biết về xe cộ trong quá khứ được sử dụng để đánh giá hư hỏng mới hiện tại trên mặt đường. Tuổi thọ mới còn lại trong tương lai của mặt đường có thể được dự tính. Quy trình tuổi thọ còn lại thường áp dụng cho mặt đường có rất ít hư hỏng nhìn thấy được.

Do sự không chắc chắn trong việc xác định năng lực kết cấu hữu hiệu nên không thể trông đợi rằng ba phương pháp này cùng đưa ra các dự báo tương đương. Người thiết kế nên sử dụng cả ba phương pháp này khi có thể và lựa chọn điều dự báo tốt nhất dựa vào sự đánh giá của mình. Ở đây không có gì thay thế cho kinh nghiệm già dặn và sự đánh giá của người thiết kế trong việc lựa chọn.

#### 11.4.4. NĂNG LỰC KẾT CẤU DỰA VÀO KHẢO SÁT BẰNG MẮT VÀ THÍ NGHIỆM VẬT LIỆU

*Khảo sát bằng mắt* Một thành phần chủ chốt trong việc xác định năng lực kết cấu hữu hiệu là sự quan sát các tình trạng mặt đường hiện tại. Sự quan sát nên bắt đầu bằng việc xem xét tất cả các thông tin sẵn có về thiết kế, thi công và lịch sử bảo dưỡng mặt đường. Tiếp theo là khảo sát chi tiết để xác định loại, khối lượng, sự nghiêm trọng và vị trí của các hư hỏng bề mặt

Dưới đây sẽ liệt kê một số kiểu hư hỏng biểu thị các thiếu hụt về mặt kết cấu. Một vài kiểu hư hỏng này lúc đầu không phải do tải trọng gây ra, nhưng mức độ nghiêm trọng của chúng gia tăng bởi tải trọng, và do đó khả năng chịu tải bị giảm xuống.

- *Vết nứt mới hoặc nứt thành lưới trong các vết bánh xe*. Việc vá và lớp phủ kết cấu được yêu cầu để ngăn ngừa hư hỏng này lại diễn ra.
- *Vết lún trong các vết bánh xe*.
- *Các khe nứt ngang hoặc nứt dọc phát triển thành ổ gà*.
- *Các khu vực hư hỏng cục bộ ở những nơi mà các lớp nằm dưới không liên kết với nhau và gây ra sự gãy vụn bề mặt AC (sự mất nhựa của lớp móng AC)*. Đây là một vấn đề rất khó sửa chữa và nên điều tra để xác định mức độ của nó. Nếu nó không phát triển, nên sửa chữa sâu hết cả chiều hư hỏng và làm một lớp phủ kết cấu. Nếu việc sửa chữa toàn bộ chiều sâu là quá lớn thì nên xây dựng lại hoặc thiết kế một lớp phủ kết cấu cho khu vực yếu nhất.

#### 11.4.5. NĂNG LỰC KẾT CẤU DỰA VÀO THÍ NGHIỆM ĐỘ VÔNG KHÔNG PHÁ HUỖ KẾT CẤU

Thí nghiệm độ vông không phá huỷ kết cấu (NDT) là một công nghệ hết sức giá trị và phát triển nhanh chóng. Khi được áp dụng một cách thích hợp, NDT có thể cung cấp một khối lượng lớn các thông tin và sự phân tích với một chi phí rất hợp lý về thời gian, tiền bạc và công sức. Tuy nhiên, việc phân tích có thể rất nhạy cảm đối với các điều kiện chưa biết và phải được thực hiện bởi những người có kinh nghiệm và hiểu biết.

Trong phạm vi của các quy trình thiết kế lớp phủ này, sự đánh giá về mặt kết cấu bằng NDT sẽ không giống nhau mà tùy thuộc vào kiểu mặt đường. Đối với việc đánh giá mặt đường mềm, NDT đảm nhiệm hai chức năng: (1) để dự tính mô đun đàn hồi đất nền, và (2) cung cấp dự báo trực tiếp  $SN_{eff}$  của kết cấu mặt đường.

Ngoài việc đánh giá kết cấu, NDT có thể cung cấp các số liệu có ích khác cho quá trình thiết kế. Số liệu độ vông có thể được sử dụng để định lượng hoá những thay đổi dọc theo dự án và để chia nhỏ dự án thành các đoạn có cường độ kết cấu giống nhau. Số liệu NDT cũng có thể được sử dụng vào gián đồ tính ngược lại để dự tính giá trị mô đun đàn hồi đối với các lớp mặt đường khác nhau. Mặc dù quy trình này không bao gồm việc sử dụng các giá trị này như một phần của việc xác định tình trạng kết cấu, việc tính toán ngược lại cho giá trị thấp bất thường đối với bất kỳ lớp nào nên được xem như một chỉ số thuyết phục cho thấy việc nghiên cứu chi tiết tình trạng của lớp đó là cần thiết.

Các phương pháp riêng để đánh giá năng lực kết cấu hữu hiệu bằng việc phân tích NDT được thảo luận trong các phần có liên quan đến các kiểu lớp phủ cụ thể.

#### 11.4.6. NĂNG LỰC KẾT CẤU DỰA VÀO TUỔI THỌ CÒN LẠI

Cách tiếp cận tuổi thọ còn lại đối với việc đánh giá kết cấu dựa trực tiếp vào các khái niệm được minh hoạ trong Hình 11.1. Điều này tuân theo khái niệm phá hoại mỗi do mặt đường bị phá hoại dần dần bởi tải trọng trùng phục và làm giảm số tải trọng phụ thêm mà mặt đường có thể chịu tới khi hư hỏng. Tại bất cứ một thời điểm nào cho trước các biểu hiện phá hoại có thể không trực tiếp quan sát được, nhưng có sự giảm sút năng lực kết cấu dưới dạng khả năng chịu tải ở tương lai (số lượng tải trọng tương lai mà mặt đường có thể chịu).

Để xác định tuổi thọ còn lại, người thiết kế phải xác định lượng xe thực tế trên mặt đường đã chịu tới thời điểm đang xét và tổng số lượng xe trên mặt đường có thể chịu được cho đến khi “hư hỏng” (khi độ phục vụ tương đương 1.5, phù hợp với các phương trình Thí nghiệm Đường bộ AASHO). Cả hai lượng xe phải được biểu diễn bằng 80kN ESAL. Hiệu số của hai giá trị này, được biểu thị bằng số phần trăm của tổng lượng xe mà mặt đường chịu được cho đến khi “hư hỏng” và được gọi là tuổi thọ còn lại:

$$RL = 100 [1 - (N_p/N_{1.5})]$$

Trong đó:

RL - tuổi thọ còn lại (%);

$N_p$  - tổng lưu lượng xe đến thời điểm đang xét 80kN ESAL;

$N_{1.5}$  - tổng lưu lượng xe đến khi "hư hỏng" mặt đường ( $P_2 = 1.5$ ), 80kN ESAL.

Với RL được xác định, người thiết kế có thể tìm được một yếu tố điều kiện (CF) từ Hình 11.2. CF xác định bằng phương trình:

$$CF = SC_n / SC_0$$

Trong đó

$SC_n$  - năng lực kết cấu mặt đường sau  $N_p$  ESAL;

$SC_0$  - năng lực kết cấu mặt đường ban đầu.

Năng lực kết cấu hiện tại có thể được dự tính bằng cách nhân năng lực kết cấu ban đầu của mặt đường với CF. Ví dụ, chỉ số kết cấu ban đầu ( $SN_0$ ) của một mặt đường mềm có thể được tính toán từ chiều dày vật liệu và các hệ số kết cấu đối với các vật liệu này trong mặt đường mới.  $SN_{eff}$  của mặt đường dựa vào việc phân tích tuổi thọ còn lại sẽ là:

$$SN_{eff} = CF \times SN_0$$

Năng lực kết cấu được xác định bằng mối quan hệ này là không tính đến bất kỳ việc sửa chữa nào trước khi làm lớp phủ. Năng lực kết cấu tính toán được nên xem là một giá trị giới hạn thấp và có thể yêu cầu điều chỉnh để phản ánh các lợi ích của việc sửa chữa trước khi làm lớp phủ.

Để xác định tuổi thọ còn lại,  $N_{1.5}$  có thể được dự tính một cách xấp xỉ bằng việc sử dụng phương trình thiết kế mặt đường mới hoặc các toán đồ, hoặc các phương trình khác dựa trên thông tin địa phương. Để phù hợp với thử nghiệm Đường bộ AASHO và việc triển khai các phương trình này, nên dùng giá trị PSI khi đường hư hỏng bằng 1.5 và độ tin cậy là 50%.

Khi sử dụng phương pháp này, người thiết kế không phải lo lắng nếu lượng xe hiện tại ( $N_p$ ) vượt quá lượng xe gây hư hỏng ( $N_{1.5}$ ) kết quả làm cho tuổi thọ còn lại tính ra là âm. Khi điều này xảy ra, người thiết kế có thể dùng giá trị nhỏ nhất của CF (0.50), hoặc không sử dụng phương pháp tuổi thọ còn lại.

Cách tiếp cận tuổi thọ còn lại xác định  $SN_{eff}$  có một vài thiếu sót nghiêm trọng. Có 4 nguyên nhân sai sót chính, do:

- (1) Khả năng dự báo của các phương trình Thí nghiệm Đường bộ AASHTO,
- (2) Sự khác nhau lớn về khả năng làm việc thường thấy thậm chí trong số các loại mặt đường với các thiết kế gần như giống nhau hoàn toàn.
- (3) Dự báo 80kN ESALs của quá khứ, và
- (4) Sự không có khả năng xét đến khối lượng công việc sửa chữa trước khi làm lớp phủ đối với mặt đường. Đối với mặt đường xuống cấp đáng kể, giá trị  $SN_{eff}$  tính được bằng phương pháp tuổi thọ còn lại có thể thấp hơn nhiều so với các giá trị tính được từ các phương pháp khác luận chứng cho việc sửa chữa trước khi làm lớp phủ. Như vậy, quy trình tuổi thọ còn lại là có thể áp dụng tốt nhất cho mặt đường có rất ít hư hỏng nhìn thấy được.

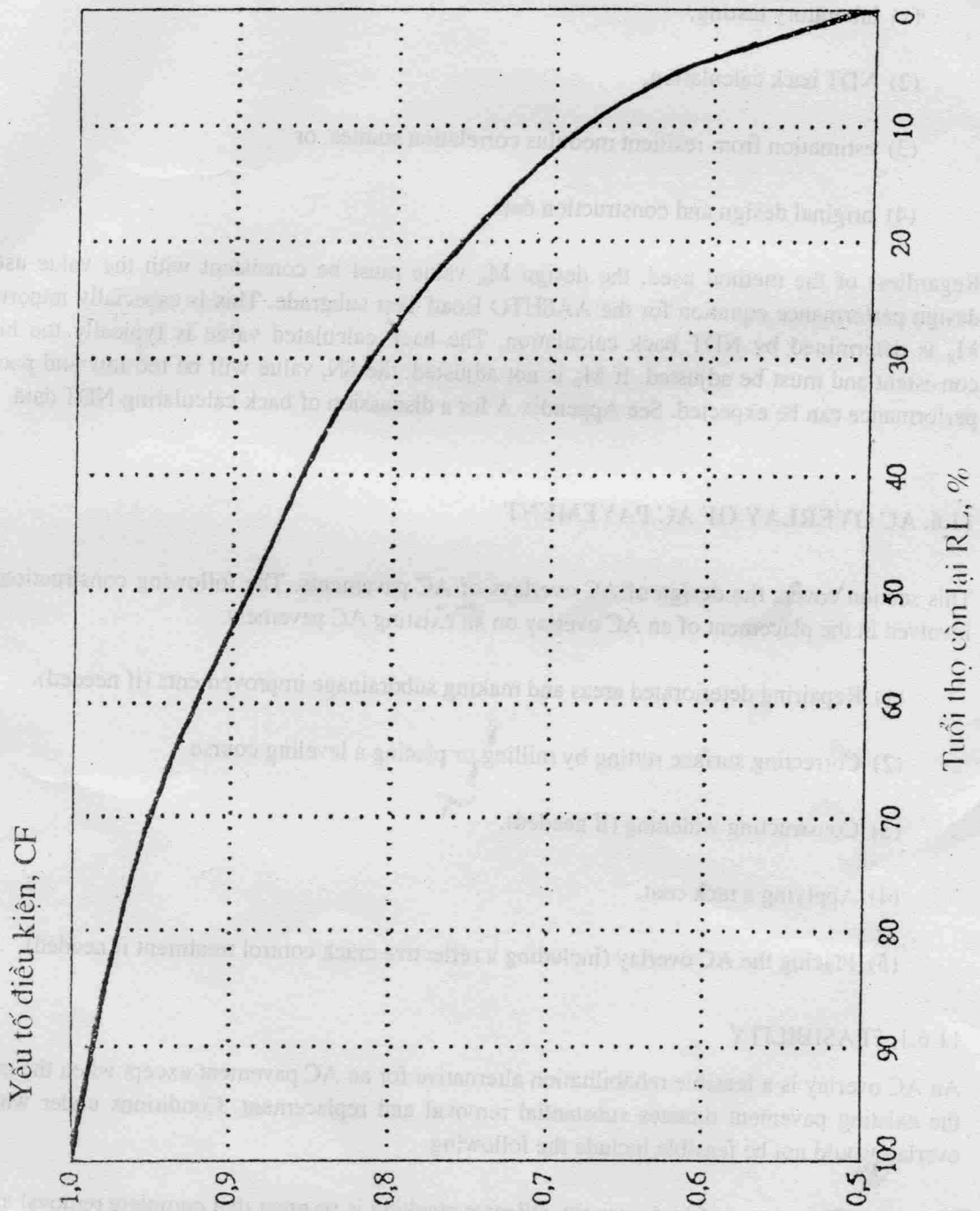
Do vậy, phương pháp xác định tuổi thọ còn lại của mặt đường này, trong một vài trường hợp có thể dẫn đến các kết quả không đúng. Hai sai lầm đặc biệt sau đây có thể xảy ra với phương pháp này:

(1) Dự báo tuổi thọ còn lại có thể là đặc biệt thấp thậm chí có rất ít những hư hỏng liên quan tới tải trọng. Trong khi một vài hư hỏng nhỏ có thể tồn tại trong kết cấu mặt đường trước khi số lượng khá lớn của vết nứt xuất hiện, thì khối lượng hư hỏng không thể lớn, hoặc nó sẽ là chứng cứ chắc chắn là khối lượng tương đối lớn của các vết nứt. Nếu vết nứt có quan hệ với tải trọng thể hiện với số lượng rất nhỏ và ở mức độ hư hỏng nhẹ, mặt đường phải có tuổi thọ còn lại khá lớn, bất kể tính toán đưa ra dự kiến tuổi thọ còn lại dựa vào lượng xe là bao nhiêu.

(2) Dự báo tuổi thọ còn lại có thể là rất cao thậm chí có khối lượng lớn các vết nứt vừa và nặng liên quan đến tải trọng. Trong trường hợp này, mặt đường thực sự có tuổi thọ còn lại thấp.

Tại bất kỳ điểm nào ở giữa hai thái cực này, tuổi thọ còn lại được tính toán thông qua lượng xe quá khứ có thể không phản ánh khối lượng hư hỏng nhỏ trong mặt đường, nhưng nhận thức điều này từ hư hỏng được quan sát có thể khó hơn. Nếu tuổi thọ còn lại tính toán tỏ ra khác thường so với số lượng và mức độ trầm trọng của hư hỏng liên quan đến tải trọng, thì không sử dụng phương pháp tải trọng còn lại để tính toán năng lực kết cấu của mặt đường hiện tại.

Phương pháp tuổi thọ còn lại để xác định năng lực kết cấu không có thể áp dụng trực tiếp, nếu không có sửa đổi, đối với mặt đường đã có một hoặc nhiều lớp phủ.



Hình 11.2. Quan hệ giữa yếu tố điều kiện với tuổi thọ còn lại



### 11.5. XÁC ĐỊNH $M_R$ THIẾT KẾ

$M_R$  thiết kế lớp nền có thể được xác định bằng:

- (1) Thí nghiệm trong phòng.
- (2) Việc tính toán ngược từ NDT.
- (3) Dự tính từ các nghiên cứu tương quan mô đun đàn hồi, hoặc
- (4) Thiết kế ban đầu và số liệu thi công.

Bất kể dùng phương pháp nào, giá trị  $M_R$  thiết kế phải phù hợp với giá trị dùng trong phương trình sự làm việc thiết kế đối với lớp nền Thí nghiệm Đường bộ AASHTO. Điều này đặc biệt quan trọng khi  $M_R$  được xác định bằng cách tính toán ngược từ NDT. Giá trị được tính toán ngược là quá cao một cách điển hình để phù hợp và cần phải được điều chỉnh. Nếu  $M_R$  không được điều chỉnh, thì giá trị SN<sub>e</sub> sẽ quá thấp và không thể có được lớp phủ tốt. (Xem Phụ lục A - Bàn về việc tính ngược từ số liệu NDT).

### 11.6. LỚP PHỦ AC CỦA MẶT ĐƯỜNG AC

Phần này gồm việc thiết kế các lớp phủ AC của mặt đường AC. Các nhiệm vụ thi công sau đây được tính trong việc rải một lớp phủ AC trên lớp mặt đường AC cũ.

- (1) Sửa chữa các khu vực bị hư hỏng và cải tạo hệ thống thoát nước bên dưới mặt đường (nếu cần thiết).
- (2) Sửa chữa bề mặt lún bằng việc cào bóc hoặc rải một lớp bù vênh.
- (3) Thi công mở rộng (nếu cần).
- (4) Sử dụng một lớp dính bám.
- (5) Rải một lớp phủ AC (gồm việc xử lý khống chế khe nứt phản ánh nếu cần).

#### 11.6.1. TÍNH KHẢ THI

Lớp phủ AC là phương án khả thi khôi phục mặt đường AC, trừ khi tình trạng mặt đường hiện tại buộc phải đào bỏ và thay thế đáng kể. Các điều kiện để một lớp phủ AC sẽ không khả thi bao gồm:

- (1) Số lượng của các vết nứt thành lưới trầm trọng lớn đến mức buộc phải đào bỏ hoàn toàn và thay thế lớp mặt hiện tại.
- (2) Vết hằn bánh xe ở bề mặt quá nhiều cho thấy rằng vật liệu hiện tại thiếu độ ổn định cần thiết để ngăn ngừa lún tái diễn.
- (3) Lớp móng trên được gia cố hiện tại có dấu hiệu hư hỏng nghiêm trọng và sẽ yêu cầu một khối lượng quá lớn công tác sửa chữa để bảo đảm sự chịu lực đồng đều đối với lớp phủ.

(4) Lớp móng trên bằng vật liệu hạt hiện tại phải được đào bỏ và thay thế do sự xâm nhập và phá tạp của lớp nền yếu.

(5) Sự bong tróc trong bề mặt AC hiện tại bắt buộc phải đào bỏ và thay thế.

### 11.6.2. SỬA CHỮA TRƯỚC KHI RẢI LỚP PHỦ

Các loại hư hỏng sau đây nên được sửa chữa trước khi rải lớp phủ mặt đường AC. Nếu chúng không được sửa chữa, tuổi thọ phục vụ của lớp phủ sẽ bị giảm nhiều.

Kiểu hư hỏng	Các yêu cầu về công tác sửa chữa
Nứt thành lưới	Tất cả các lưới nứt hư hỏng nặng phải được sửa chữa. Các lưới nứt ở mức độ trung bình nên được sửa chữa trừ khi rải lớp vải hoặc sử dụng các loại khác để kiểm soát vết nứt phản hồi. Công tác sửa chữa gồm cả việc đào bỏ vật liệu yếu dưới bề mặt.
Nứt thẳng	Các vết nứt thẳng hư hỏng nặng nên được vá lại. Các vết nứt thẳng mà độ hở lớn hơn 0.5 cm nên được lấp đầy với hỗn hợp cát - nhựa hoặc các vật liệu trét thích hợp khác. Một vài phương pháp khống chế vết nứt phản ánh được đề nghị dùng cho các vết nứt ngang đã từng bị mở rộng và khép lại.
Vết hằn bánh xe	Đào bỏ các vết lún bằng cách cào bóc hoặc rải lớp bù vênh. Nếu vết hằn là nghiêm trọng thì phải điều tra xem lớp nào gây ra lún để xác định lớp phủ có khả thi hay không.
Sự không bình thường của bề mặt	Các chỗ lồi lõm và gợn sóng đòi hỏi phải điều tra và xử lý các nguyên nhân của chúng. Trong hầu hết các trường hợp cần đào bỏ và rải lại.

### 11.6.3. KIỂM SOÁT VẾT NỨT PHẢN ÁNH

Cơ chế cơ bản của nứt phản ánh là sự tập trung ứng suất trong lớp phủ do sự chuyển động trong xung quanh vết nứt ở bề mặt hiện tại. Sự chuyển động này có thể là uốn hoặc cắt gây ra do các tải trọng hoặc có thể do thay đổi nhiệt độ làm cho co ngót theo phương ngang. Chiều dày của lớp phủ hoặc chiều dày và độ cứng của mặt đường hiện tại tác động đến các sự chuyển dịch do tải trọng. Sự thay đổi nhiệt độ theo mùa và hàng ngày, hệ số giãn nở vì nhiệt của mặt đường hiện tại và khoảng cách các vết nứt tác động đến các chuyển dịch do nhiệt độ.

Công tác sửa chữa trước khi rải lớp phủ (vá và lấp vết nứt) có thể giúp trì hoãn sự xuất hiện và hư hỏng của các vết nứt phản ánh. Các biện pháp kiểm soát vết nứt phản ánh bổ sung tỏ ra hữu ích trong một số trường hợp như sau:

- (1) Các màng phân cách bằng vải sợi tổng hợp và màng hấp thụ ứng suất (SAMIs) tỏ ra có hiệu quả trong việc kiểm soát sự phản hồi của vết nứt thành lưới hư hỏng vừa và nhỏ. Chúng cũng có thể sử dụng để kiểm soát sự phản ánh của các vết nứt nhiệt độ, đặc biệt khi được sử dụng kết hợp với các chất lấp kín vết nứt. Tuy vậy chúng tỏ ra ít hiệu quả trong việc hạn chế các vết nứt phản hồi phát sinh do các chuyển vị thẳng đứng hoặc chuyển vị ngang.
- (2) Các lớp giảm nhẹ vết nứt dày hơn 7.5 cm tỏ ra có hiệu quả trong việc khống chế sự phản ánh của các vết nứt do các chuyển dịch lớn hơn. Các lớp giảm nhẹ vết nứt này bao gồm cốt liệu thô cấp phối dạng hở và một tỷ lệ nhỏ AC.
- (3) Việc cưa và rải trám các khe trong lớp phủ AC tại vị trí trùng với các vết nứt thẳng trong lớp nằm ở dưới lớp AC có thể là hiệu quả trong việc khống chế hư hỏng của các vết nứt phản ánh. Kỹ thuật này rất có hiệu quả khi áp dụng cho các lớp phủ AC lên mặt đường PCC có khe nối khi vết cưa phù hợp với khe nối hoặc khe nứt thẳng trong phạm vi 2 cm.
- (4) Chiều dày tăng của lớp phủ AC làm giảm uốn vòng hoặc cắt đứng dưới tải trọng và cũng làm giảm thay đổi nhiệt độ trong mặt đường hiện tại. Như vậy, lớp phủ AC dày hơn sẽ có hiệu quả hơn trong việc trì hoãn sự xuất hiện và hư hỏng của vết nứt phản ánh so với lớp phủ mỏng. Tuy nhiên việc làm tăng chiều dày lớp phủ AC là phương pháp tốn kém để kiểm soát vết nứt phản ánh.

Vết nứt phản ánh có ảnh hưởng đáng kể tới tuổi thọ của lớp phủ AC. Các vết nứt phản ánh bị hư hỏng làm giảm khả năng phục vụ của mặt đường và cũng yêu cầu bảo dưỡng thường xuyên chẳng hạn như công tác hàn gắn và vá. Các khe nứt phản ánh cũng để cho nước xâm nhập vào kết cấu mặt đường, có thể dẫn đến sự mất liên kết giữa lớp phủ AC và lớp mặt đường AC hiện tại, sự bong tróc trong một hoặc cả hai lớp đó và sự giảm yếu các lớp vật liệu hạt và lớp nền. Vì lý do này, các khe nứt phản ánh được hàn gắn ngay khi chúng xuất hiện và hàn gắn lại định kỳ trong suốt tuổi thọ lớp phủ. Việc hàn gắn các khe nứt hư hỏng nhẹ cũng có thể hiệu quả trong việc làm chậm tiến trình phát triển tới mức độ vừa và nặng của chúng.

#### 11.6.4. THOÁT NƯỚC BÊN DƯỚI MẶT ĐƯỜNG

Xem hướng dẫn ở Phần 10.5.2.4.

#### 11.6.5. THIẾT KẾ CHIỀU DÀY

Nếu lớp phủ được rải vì mục đích cải tạo kết cấu, chiều dày yêu cầu của lớp phủ là hàm của năng lực kết cấu yêu cầu để đáp ứng các nhu cầu giao thông trong tương lai và năng lực kết cấu của mặt đường hiện tại. Chiều dày yêu cầu làm tăng năng lực kết cấu để chịu lượng giao thông tương lai được xác định theo phương trình sau:

$$SN_{ot} = a_{ot} \times D_{ot} = SN_r - SN_{eff}$$

Trong đó:

$SN_{oi}$  - chỉ số kết cấu lớp phủ yêu cầu

$a_{oi}$  - hệ số kết cấu đối với lớp phủ AC

$D_{oi}$  - chiều dày lớp phủ yêu cầu, tính bằng in-sơ

$SN_i$  - chỉ số kết cấu yêu cầu để chịu tải trọng xe tương lai.

$SN_{eff}$  - chỉ số kết cấu hữu hiệu của mặt đường hiện tại.

Chiều dày lớp phủ yêu cầu được xác định thông qua các bước thiết kế sau. Các bước này cung cấp một phương pháp thiết kế toàn diện, đòi hỏi phải làm thí nghiệm mặt đường để các số liệu đầu vào phục vụ thiết kế hợp lý. Nếu không thể tiến hành thí nghiệm (chẳng hạn đối với đường có lượng xe thấp) thì có thể thiết kế lớp phủ gần đúng dựa trên quan sát các hư hỏng nhìn thấy được bằng cách bỏ qua các *Bước 4* và *5* và bằng cách dự tính các số liệu đầu vào khác.

**Bước 1: Phát hiện các vấn đề liên quan đến thiết kế và thi công mặt đường hiện tại.**

- (1) Chiều dày và loại vật liệu của mỗi lớp mặt đường.
- (2) Thông tin về đất nền tại chỗ (từ các nhật ký thi công, khảo sát đất nền, các báo cáo đất nông nghiệp của khu vực v.v...)

**Bước 2: Phân tích giao thông.**

- (1) 80kN ESALs tích lũy theo thời gian qua trên làn xe thiết kế ( $N_p$ ), (chỉ dùng trong phương pháp tuổi thọ còn lại để xác định  $SN_{eff}$ ).
- (2) 80kN ESALs tương lai được dự báo trong làn xe thiết kế trong suốt thời kỳ thiết kế ( $N_i$ ).

**Bước 3: Khảo sát các tình trạng.**

Các kiểu hư hỏng và mức độ nghiêm trọng định nghĩa ở trên cần phải được đo đạc trong giai đoạn khảo sát các điều kiện và được sử dụng trong việc xác định các hệ số của kết cấu. Công tác lấy mẫu dọc theo dự án trong làn xe chạy nhiều nhất có thể được sử dụng để dự tính các khối lượng này.

- (1) Tỷ lệ của khu vực bề mặt vết nứt thành lưới (loại 1, 2, và 3 tương ứng với các hư hỏng nhẹ, vừa và nặng).
- (2) Số các vết nứt ngang trên một dặm (các hư hỏng nhẹ, vừa và nặng).
- (3) Chiều sâu vết lún trung bình.
- (4) Bảng chứng về hiện tượng phụt nước tại các khe nứt và ở bên rìa mặt đường.

**Bước 4: Thí nghiệm độ võng mặt đường (rất cần thiết phải tiến hành).**

Việc đo độ võng ở vệt bánh xe phía ngoài với các khoảng cách thích hợp dùng để đánh giá một cách đầy đủ các điều kiện. Thường sử dụng các khoảng cách từ 30 đến 300m (ở Việt Nam thường là 50m). Các khu vực bị hư hỏng và sẽ sửa chữa thì không thí nghiệm. Một thiết bị đo độ võng do khối nặng rơi (Thiết bị đo độ võng theo kiểu xung lực) và nên dùng độ lớn tải trọng xấp xỉ 9,000 pao. ASTM D 4694 và D 4695 hướng dẫn thêm về thí nghiệm độ võng. Các độ võng nên đo tại tâm của tải trọng và tại ít nhất một điểm nữa cách tâm tải trọng như mô tả dưới đây.

- (1) Mô đun đàn hồi nền ( $M_R$ ). Tại các khoảng cách khá lớn từ tải trọng, các độ võng đo được tại bề mặt mặt đường chỉ là do độ biến dạng của lớp đất nền đường và không phụ thuộc vào kích cỡ của tấm tải trọng. Điều này cho phép tính ngược mô đun đàn hồi của lớp đất nền từ việc đo độ võng đơn và độ lớn tải trọng. Xem Phụ lục A.

**Bước 5: Khoan và thí nghiệm vật liệu (nhấn mạnh).**

- (1) *Mô đun đàn hồi của lớp nền*. Nếu thí nghiệm độ võng không được thực hiện, công tác thí nghiệm mẫu của lớp nền trong phòng có thể cần tiến hành để xác định mô đun đàn hồi của nó, sử dụng AASHTO T 292-91 I với độ chênh (deviator) ứng suất là 41 Pa (6 psi) để phù hợp với độ chênh ứng suất đã sử dụng trong việc thiết lập 20,700Pa (3,000 psi) cho lớp đất Thử nghiệm Đường bộ AASHTO mà được đưa vào phương trình thiết kế mặt đường mềm. Cũng có thể làm các thí nghiệm khác chẳng hạn như CBR hoặc thí nghiệm phân loại đất và hiệu chỉnh gần đúng để dự tính mô đun đàn hồi. Dùng phương trình dự tính  $M_R = 1500 \times \text{CBR}$  có thể cho ra một giá trị quá lớn đối với quy trình thiết kế này. Các mối quan hệ khác có sẵn trong khu vực địa phương có thể hợp lý hơn. Xem Phụ lục D về các quan hệ khác có thể thích hợp hơn.

- (2) *Các mẫu của các lớp AC và lớp móng trên có gia cường* nên được khảo sát bằng mắt để đánh giá sự bong tróc, sự xuống cấp và độ xói mòn.

- (3) *Các mẫu của lớp móng trên và lớp móng dưới làm bằng vật liệu hạt* nên được khảo sát bằng mắt và phân tích thành phần hạt để đánh giá sự xuống cấp và sự nhiễm bẩn do các hạt bụi.

- (4) *Chiều dày của tất cả các lớp* nên được đo đạc.

**Bước 6: Xác định chỉ số kết cấu yêu cầu cho giao thông tương lai (SNf).**

- (1) Mô đun đàn hồi hiệu quả của lớp nền thiết kế.

Xác định bởi một trong các phương pháp sau:

- (a) Thí nghiệm trong phòng đã được mô tả trong Bước 5.

- (b) Tính toán ngược từ các số liệu độ võng (Chú ý: giá trị này phải được điều chỉnh để phù hợp với giá trị được sử dụng trong phương trình thiết kế mặt đường mềm AASHTO như mô tả dưới đây).

- (c) Có thể dự tính gần đúng bằng cách sử dụng thông tin hiện có về lớp đất nền có sẵn và các mối quan hệ được tạo lập từ việc nghiên cứu mô đun đàn hồi. Tuy nhiên, nếu như các số liệu về đất thi công được sử dụng, mô đun đàn hồi có thể đã thay đổi từ khi thi công do các thay đổi về hàm lượng ẩm hoặc các yếu tố khác.

Bất kể phương pháp nào được áp dụng, mô đun đàn hồi hiệu quả lớp nền thiết kế phải là (1) tiêu biểu cho các tác động do thay đổi theo mùa và (2) phù hợp với giá trị mô đun đàn hồi được sử dụng để mô tả lớp đất thử nghiệm Đường bộ AASHTO. Các giá trị  $M_R$  được tính toán ngược từ các độ võng phải được điều chỉnh để phù hợp với giá trị đo đạc trong phòng sử dụng cho lớp đất thí nghiệm Đường bộ AASHTO trong khi xây dựng phương trình thiết kế mặt đường mềm. Người ta đề xuất rằng các giá trị tính toán ngược  $M_R$  phải được nhân với hệ số hiệu chỉnh  $C = 0.33$  dùng để xác định  $SN_f$  cho các mục đích thiết kế khi sử dụng một tải trọng FWD xấp xỉ 9,000 pao. Giá trị này nên được đánh giá và điều chỉnh nếu cần theo loại đất và thiết bị đo đạc của nó. Do vậy,  $M_R$  thiết kế dưới đây nên được sử dụng để xác định  $SN_f$

$$M_{R\text{thiết kế}} = C (0.24 P) / d_r$$

Trong đó đề nghị  $C = 0.33$ :

- $M_k$  - mô đun đàn hồi lớp nền được tính toán ngược từ độ võng psi (6,9 Pa);
- $P$  - tải trọng được dùng, pao (0.45kg);
- $d_r$  - độ võng tại điểm cách tâm tải trọng một khoảng  $r$ , inơ (25.4mm);
- $r$  - khoảng cách từ tâm tải trọng, inơ (25.4mm).

Cũng cần lưu ý rằng việc hiện diện của một lớp rất cứng (chẳng hạn đá gốc) trong phạm vi khoảng 4.6m (15 feet) kể từ đỉnh lớp nền có thể làm cho giá trị  $M_k$  tính toán ngược từ độ võng là cao. Khi có điều kiện như thế, giá trị  $C$  thấp hơn 0.33 có thể phù hợp. Người thiết kế cần lưu ý không nên sử dụng giá trị  $M_k$  quá lớn. Giá trị  $M_k$  được lựa chọn để thiết kế là cực kỳ quan trọng đối với chiều dày lớp phủ. Việc sử dụng giá trị lớn hơn 20,700 Pa (3,000 psi) là một dấu hiệu chứng tỏ lớp đất nền cứng hơn lớp đất á sét A-6 dùng tại hiện trường thử nghiệm đường và do đó sẽ chịu lực tốt hơn và kéo dài tuổi thọ mặt đường.

- (2) *Tổn thất PSI thiết kế.* PSI ngay sau khi rải lớp phủ (P1) trừ đi PSI tại thời điểm cải tạo tiếp theo (P2).
- (3) *Độ tin cậy thiết kế lớp phủ R (%).* Xem Phần 11.2.11
- (4) *Độ lệch tiêu chuẩn toàn bộ  $S_0$  đối với mặt đường mềm.* Xem Phần 11.2.11.

Tính  $SN_f$  đối với số liệu đầu vào thiết kế ở trên bằng cách sử dụng phương trình thiết kế mặt đường mềm hoặc toán đồ trong Chương 9. Khi thiết kế một chiều dày lớp phủ cho đoạn mặt đường đồng nhất phải sử dụng các giá trị trung bình cho đầu vào. Khi thiết kế chiều dày lớp phủ cho các điểm cụ thể dọc theo dự án thì phải sử dụng các số liệu cho điểm đó. Bản xác định  $SN_f$  được cho trong ở Bảng 11.2

**Bước 7: Xác định chỉ số kết cấu hữu hiệu ( $SN_{eff}$ ) của mặt đường hiện tại.**

Ba phương pháp được trình bày cho việc xác định chỉ số kết cấu hữu hiệu của mặt đường AC thông thường: phương pháp NDT, phương pháp khảo sát điều kiện, và phương pháp tuổi thọ môi còn lại. Người thiết kế nên sử dụng cả 3 phương pháp này để đánh giá mặt đường, và sau đó lựa chọn một giá trị cho  $SN_{eff}$  dựa vào các kết quả, sử dụng việc đánh giá kỹ thuật và kinh nghiệm trong quá khứ.

 **$SN_{eff}$  từ NDT đối với mặt đường AC**

Phương pháp NDT xác định  $SN_{eff}$  theo giả thiết là năng lực kết cấu của mặt đường là một hàm của độ cứng toàn bộ và tổng chiều dày của mặt đường. Mối quan hệ giữa  $SN_{eff}$ , chiều dày và độ cứng là:

$$SN_{eff} = 0.0045D (E_p)^{1/3}$$

Trong đó:

D - tổng chiều dày của tất cả các lớp mặt đường trên lớp nền, (inso);

$E_p$  - mô đun hữu hiệu của các lớp mặt đường trên lớp nền, (psi);

$E_p$  có thể được tính toán ngược từ các số liệu độ vồng như đã mô tả ở Bước 4.

Hình 11 có thể được sử dụng để xác định  $SN_{eff}$  theo phương trình trên.

 **$SN_{eff}$  từ việc khảo sát điều kiện đối với mặt đường AC**

Phương pháp khảo sát điều kiện xác định  $SN_{eff}$  gồm việc phân tích thành phần cấu tạo mặt đường bằng cách sử dụng phương trình chỉ số kết cấu:

$$SN_{eff} = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

Trong đó:

$D_1, D_2, D_3$  - các chiều dày của lớp mặt đường, lớp móng trên và lớp móng dưới của mặt đường hiện tại;

$a_1, a_2, a_3$  - các hệ số lớp kết cấu tương ứng;

$m_2, m_3$  - các hệ số thoát nước đối với lớp móng trên và móng dưới bằng vật liệu hạt.

**Bảng 11.2. Bảng tính để xác định  $SN_r$  đối với mặt đường AC**

LUU LƯỢNG XE :

80kN ESALs tương lai ở làn xe thiết kế \_\_\_\_\_

trong suốt thời gian thiết kế,  $N_r$  = \_\_\_\_\_

MÔ ĐUN ĐÀN HỒI HỮU HIỆU LỚP ĐẤT NỀN:

Mô đun đàn hồi thiết kế,  $M_R$  = \_\_\_\_\_

Đã điều chỉnh để phù hợp với mô hình mặt đường mềm và đối với những thay đổi theo mùa.  $M_R$  thiết kế điển hình là 13,800Pa/2,000 tới 69,000Pa/10,000 psi đối với đất hạt nhỏ, 69,000Pa/10,000 tới 138,000Pa/20,000 với đất hạt thô. Giá trị  $M_R$  của đất thử nghiệm Đường bộ AASHTO được sử dụng trong phương trình thiết kế mặt đường mềm là 20,700Pa/3,000 psi.

TỶ SỐ THẤT KHẢ NĂNG PHỤC VỤ:

Tỷ số thất PSI thiết kế (P1 — P2) (1.2 to 2.5) = \_\_\_\_\_

ĐỘ TIN CẬY THIẾT KẾ:

Độ tin cậy thiết kế lớp phủ, R (80 - 95%) = \_\_\_\_\_

Độ lệch tiêu chuẩn toàn bộ,  $S_n$ , (điển hình 0.45) = \_\_\_\_\_

NĂNG LỰC KẾT CẤU TƯƠNG LAI:

Chỉ số kết cấu yêu cầu đối với lượng xe tương lai được xác định từ phương trình thiết kế mặt đường hoặc toán đồ trong chương 9.

$SN_i$  = \_\_\_\_\_



Xem Chương 9, hướng dẫn xác định các hệ số thoát nước. Khi lựa chọn các giá trị  $m_2$  và  $m_3$ , lưu ý rằng tình trạng thoát nước kém đối với lớp móng trên và móng dưới ở Thí nghiệm Đường bộ AASHTO sẽ đưa ra giá trị hệ số thoát nước là 1.0.

Tùy thuộc vào loại và khối lượng các hư hỏng, các giá trị hệ số lớp đã ấn định cho loại vật liệu trong mặt đường đang khai thác trong hầu hết các trường hợp nên lấy thấp hơn giá trị ấn định cho cùng loại vật liệu khi xây dựng mới. Trường hợp ngoại lệ so với quy định chung này có thể là các vật liệu hạt không kết dính khi thấy không có một biểu hiện nào của sự thoái hoá hay nhiễm bẩn.

Ví dụ, người ta có thể sử dụng giá trị 0.34 đối với bề mặt AC chất lượng cao mới, nhưng đối với các mục đích thiết kế lớp phủ một hệ số được giảm đi đối với vật liệu giống nhau trong mặt đường hiện tại có thể được sử dụng, chẳng hạn 0.38 nếu lớp AC trong điều kiện tốt, 0.20 nếu lớp AC trong điều kiện bình thường, và 0.15 nếu lớp AC trong điều kiện xấu. Những đánh giá về điều kiện đường sẽ dựa trên số lượng các vết nứt hiện có.

Một vài hệ số lớp đối với các vật liệu hiện tại được đưa ra trong Bảng 11.3

Khi áp dụng Bảng 11.3, cần lưu ý các điểm sau :

- (1) Tất cả các hư hỏng được quan sát tại bề mặt mặt đường.
- (2) Đề nghị vá tất cả các vết nứt thành lưới hư hỏng nặng. Các hệ số lớp được lựa chọn của lớp mặt AC và lớp móng trên đã được gia cố ổn định cân phản ánh số lượng các khe nứt hư hỏng nặng còn lại sau khi vá.
- (3) Thêm vào bằng chứng của hiện tượng phụt nước nhận thấy trong quá trình khảo sát điều kiện, các mẫu của vật liệu móng trên cần được lấy và kiểm tra để làm bằng chứng có xói mòn, sự thoái hoá và nhiễm bẩn do bụi, cũng như đánh giá về độ thoát nước và các hệ số lớp bị giảm đi tương ứng.
- (4) Tỷ lệ khe nứt ngang được xác định bằng (mét dài vết nứt/mét vuông mặt đường) x 100.
- (5) Đề nghị khoan mẫu và thí nghiệm để đánh giá tất cả các vật liệu và nhất là để đánh giá các lớp đã được gia cố.
- (6) Có thể có các loại hư hỏng khác mà theo ý kiến của người kỹ sư có thể làm giảm đi khả năng làm việc của lớp phủ. Những hư hỏng này cần được xem xét thông qua việc giảm hệ số kết cấu thích hợp của lớp có hư hỏng (sự sần tróc ở bề mặt AC, sự bong tróc của lớp AC).

$SN_{eff}$  từ tuổi thọ còn lại của mặt đường AC

Tuổi thọ còn lại của mặt đường được tính theo phương trình sau:

$$RL = 100 [1 - (N_p/N_{1.5})]$$

Trong đó:

RL - tuổi thọ còn lại (%);

$N_p$  - tổng lượng xe tới ngày khảo sát (80kN ESAL);

$N_{1.5}$  - tổng lượng xe làm "hư hỏng" mặt đường ( $P_2 = 1.5$ ), 80kN ESAL.

Cùng với sự xác định RL, người thiết kế có thể đạt được một yếu tố điều kiện (CF) từ Hình 12 CF được xác định bởi phương trình:

$$CF = SC_n/SC_0$$

Trong đó:

$SC_n$  - năng lực kết cấu mặt đường sau  $N_p$  ESAL;

$SC_0$  - năng lực kết cấu mặt đường ban đầu.

Năng lực kết cấu hiện tại có thể được dự tính bằng cách nhân năng lực kết cấu ban đầu của mặt đường với CF. Ví dụ, chỉ số kết cấu ban đầu ( $SN_0$ ) của mặt đường mềm có thể được tính toán từ chiều dày vật liệu và các hệ số kết cấu đối với các vật liệu này trong mặt đường mới.  $SN_{eff}$  của mặt đường dựa trên việc phân tích tuổi thọ còn lại sẽ là:

$$SN_{eff} = CF \times SN_0$$

$N_{1.5}$  có thể được tính bằng việc sử dụng các phương trình hoặc toán đồ thiết kế mặt đường mới trong Chương 9. Để phù hợp với Thí nghiệm Đường bộ AASHO và việc triển khai các phương trình này, đề nghị sử dụng PSI "hư hỏng" tương đương 1.5 và một độ tin cậy là 50%.

Người thiết kế nên nhận thấy rằng  $SN_{eff}$  được xác định bằng phương pháp này không phản ánh bất kỳ một lợi ích nào đối với việc sửa chữa trước khi làm lớp phủ. Vì thế việc dự tính  $SN_{eff}$  đã đạt được phải được xem là có một giá trị giới hạn thấp.  $SN_{eff}$  của mặt đường sẽ cao hơn nếu việc sửa chữa các hư hỏng do tải trọng trước khi rải lớp phủ cũ (nứt thành lưới) đã được làm. Không thể áp dụng phương pháp này đối với việc xác định  $SN_{eff}$  mà không có sự điều chỉnh, đối với mặt đường AC đã được gia cường một hoặc nhiều lớp phủ.

**Bước 8: Xác định chiều dày lớp phủ**

Chiều dày của lớp phủ AC được tính như sau:

$$D_{oi} = SN_{oi}/a_{oi} = (SN_i - SN_{eff})/a_{oi}$$

Trong đó

$SN_{oi}$  — chỉ số kết cấu yêu cầu đối với lớp phủ;

$a_{oi}$  — hệ số kết cấu cho lớp phủ AC;

$D_{oi}$  — chiều dày lớp phủ yêu cầu, (insơ);

$SN_i$  — chỉ số kết cấu được xác định trong Bước 6;

$SN_{eff}$  — chỉ số kết cấu hữu hiệu của mặt đường hiện tại từ Bước 7.

Chiều dày lớp phủ xác định từ mối quan hệ trên sẽ là hợp lý khi các lớp phủ được đòi hỏi để sửa chữa một sự thiếu hụt về mặt kết cấu. Xem Phần 5.2.17 bàn về các yếu tố gây nên kết quả chiều dày lớp phủ không hợp lý.

**11.6.6. CÀO BÓC BỀ MẶT**

Nếu mặt đường AC được cào bóc trước khi rải lớp phủ, chiều sâu cào bóc phải được phản ánh trong việc phân tích  $SN_{eff}$ . Nếu chiều sâu của lớp cào bóc không vượt quá chiều sâu cần thiết tối thiểu để cào bỏ bề mặt lún thì giá trị  $SN_{eff}$  được xác định bằng NDT không cần có sự điều chỉnh nào. Nếu cào bóc ở chiều sâu lớn hơn, giá trị  $SN_{eff}$  được xác định theo NDT có thể bị giảm xuống một lượng tương đương với chiều sâu được cào bóc đi nhân với hệ số lớp của lớp mặt AC căn cứ vào việc khảo sát điều kiện.

**11.6.7. LỀ ĐƯỜNG**

Xem hướng dẫn trong Phần 11.2.10.

**Bảng 11.3. Các hệ số lớp được đề nghị đối với vật liệu lớp của mặt đường AC hiện tại**

Vật liệu	Điều kiện bề mặt	Hệ số
Bề mặt AC	Không hoặc ít vết nứt thành lưới và/hoặc chỉ có vết nứt ngang nhẹ	0,28 - 0,32
	< 10% vết nứt thành lưới hư hỏng nhẹ và/hoặc	0,20 - 0,28
	< 5% vết nứt ngang hư hỏng nhẹ và vừa	
	> 10% vết nứt thành lưới hư hỏng nhẹ và/hoặc	0,16 - 0,29
	< 10% vết nứt thành lưới hư hỏng vừa và/hoặc	
	> 5 - 10% vết nứt ngang hư hỏng vừa và nặng	
	> 10% vết nứt thành lưới hư hỏng vừa và/hoặc	0,14 - 0,20
	< 10% vết nứt thành lưới hư hỏng nặng và/hoặc > 10% vết nứt ngang hư hỏng vừa và nặng > 10% vết nứt thành lưới hư hỏng nặng và/hoặc > 10 vết nứt ngang hư hỏng nặng	0,08 - 0,15
Lớp móng trên có gia cố	Không hoặc ít vết nứt và/hoặc chỉ có vết nứt ngang nhẹ	0,20 - 0,35
	< 10% vết nứt thành lưới hư hỏng nhẹ và/hoặc	0,15 - 0,25
	< 5% vết nứt ngang hư hỏng vừa và nặng	
	> 10% vết nứt thành lưới hư hỏng nhẹ và/hoặc	0,15 - 0,20
	< 10% vết nứt thành lưới hư hỏng nặng và/hoặc	
	> 5 - 10% vết nứt ngang hư hỏng vừa và nặng	
	> 10% vết nứt thành lưới hư hỏng vừa và/hoặc	0,10 - 0,20
	< 10% vết nứt thành lưới hư hỏng nặng và/hoặc > 10% vết nứt ngang hư hỏng vừa và nặng > 10% vết nứt thành lưới hư hỏng nặng và/hoặc > 10% vết nứt ngang hư hỏng nặng	0,08 - 0,15
Lớp móng trên hoặc lớp móng dưới	Không có bằng chứng về hiện tượng phụt nước, thoái hoá hoặc sự nhiễm bẩn do bụi	0,10 - 0,14
bằng vật liệu hạt	Một vài bằng chứng về hiện tượng phụt nước, thoái hoá hoặc sự nhiễm bẩn bởi bụi	0,00 - 0,10

## Chương 12. Các phương pháp cải tạo không dùng lớp phủ

Có thể áp dụng nhiều kỹ thuật cải tạo mặt đường khác nhau để kéo dài tuổi thọ mặt đường mà không cần sử dụng lớp phủ. Một số trong số các kỹ thuật này có thể ứng dụng trước khi rải lớp phủ. Việc sử dụng các kỹ thuật này thường là một giải pháp chi phí có hiệu quả (trong khuôn khổ chi phí chu trình tuổi thọ), và làm chậm lại việc thay thế lớp phủ tốn kém, quá trình tái sinh hoặc làm chậm lại quá trình xây dựng lại trong vòng vài năm. Khi đánh giá tính khả thi và hiệu quả ứng dụng các phương pháp cải tạo này cần phải cân nhắc một vài yếu tố như tình trạng hư hại bề mặt, tình trạng kết cấu và tình trạng chức năng của mặt đường hiện tại. Chương này nói về nền tảng và các phương pháp luận liên quan đến giải pháp cải tạo không dùng lớp phủ.

### 12.1. ĐÁNH GIÁ TÌNH TRẠNG MẶT ĐƯỜNG

Đánh giá tình trạng mặt đường gồm việc xem xét các vấn đề cụ thể đang tồn tại trong mặt đường. Điều này đòi hỏi phải xác định các loại và các nguyên nhân gây ra tình trạng hư hỏng cũng như mức độ xuống cấp của mặt đường.

#### 12.1.1. HƯ HỎNG BỀ MẶT

Những loại hư hỏng thể hiện rất cơ bản và rõ ràng tình trạng mặt đường hiện tại. Mỗi loại hư hỏng là hậu quả của một hay nhiều nguyên nhân, mà khi đã phát hiện ra, nó chỉ rõ phương pháp cải tạo nào là cần thiết. Như liệt kê dưới đây, những số liệu về tình trạng hư hỏng sẽ rất có ích cho việc lựa chọn những giải pháp cải tạo không dùng lớp phủ.

(1) Trong các kế hoạch và các dự toán, phải xác định và dự tính khối lượng cho những loại hư hỏng ở mức độ vừa hoặc nghiêm trọng cần phải sửa chữa.

(2) Việc kiểm tra toàn bộ số liệu đã thu thập về tình trạng hư hỏng sẽ cho biết tình trạng mặt đường trong một dự án có khác biệt nhiều hay không. Sau đó có thể điều chỉnh công tác sửa chữa cho phù hợp với từng tình trạng mặt đường cụ thể nhằm giảm thiểu các chi phí.

(3) Các kết quả khảo sát tình trạng hư hỏng có thể cho biết những thí nghiệm nào cần được bổ sung để thu thập được các số liệu đủ cho công tác thiết kế.

Các số liệu về tình trạng hư hại của mặt đường sẽ rất hữu ích để tìm ra cơ chế sự xuống cấp của mặt đường. Có thể phân loại tình trạng hư hại của mặt đường thành loại hư hỏng do tải trọng và hư hỏng không do tải trọng, bao gồm công tác thiết kế, thi công, vật liệu kém bền và yếu tố khí hậu. Những hiểu biết này giúp cho người kỹ sư xác định được kỹ thuật cải tạo thích hợp.

### 12.1.2. TÌNH TRẠNG THUỘC VỀ KẾT CẤU

Lĩnh vực liên quan nhiều nhất đến tính khả thi của phương pháp cải tạo không dùng lớp phủ là tính thích hợp về mặt kết cấu của mặt đường. Chỉ những mặt đường tương thích về mặt kết cấu hoặc mặt đường được khôi phục lại trong tình trạng tương thích về kết cấu, mới đủ tiêu chuẩn sử dụng phương pháp cải tạo không dùng lớp phủ. Việc đánh giá kết cấu phải chỉ rõ liệu mặt đường có thể chịu được hay không tải trọng xe tương lai trong suốt tuổi thọ thiết kế mà không sử dụng lớp phủ để cải thiện kết cấu.

Các loại hư hỏng hiện tại là một nguồn thông tin tốt để đánh giá ảnh hưởng của tải trọng xe lên mặt đường trong thời gian qua. Nếu đó là một hư hỏng nặng do tải trọng xe gây ra, thì phải xem xét lại tính tương thích của kết cấu của mặt đường hiện tại. Trên các đường nhiều làn xe, sự khác biệt về mức độ hư hại khác nhau giữa các làn xe bên trong và các làn xe bên ngoài chính là một bằng chứng cho thấy tác động của xe tải đối với tính tương thích kết cấu của mặt đường. Kết cấu là tương thích nếu chịu được tải trọng xe trong thời gian đã qua và trong tương lai. Khi sử dụng phương pháp này, phải xác định được những đặc tính của mặt đường hiện tại; không thể giả thiết rằng chúng tương đương với các đặc tính ban đầu của mặt đường tại thời điểm đang thi công. Các trình tự NDT trình bày trong quy trình đưa ra những hướng dẫn để ước tính tuổi thọ kết cấu còn lại của mặt đường

### 12.1.3. TÌNH TRẠNG THUỘC VỀ CHỨC NĂNG

Tình trạng thuộc về chức năng của mặt đường thể hiện khả năng phục vụ người sử dụng của mặt đường, và các chỉ số chính sẽ gồm:

- độ gồ ghề,
- sự chống trượt/trượt do màng nước,
- bề ngoài, và
- các vấn đề khác về an toàn.

Để đánh giá đầy đủ tình trạng thuộc về chức năng của mặt đường cần phải đo độ gồ ghề và khả năng chống trượt ở mỗi làn xe trong dự án. Khi thiết kế phương án cải tạo phải chú trọng đặc biệt đến những đoạn đường quá gồ ghề và/hoặc khả năng chống trượt kém.

Việc đánh giá tổng thể mặt đường nên lưu ý những yếu tố được trình bày trong Hình 10.1, Chương 10.

## 12.2. VIỆC TRIỂN KHAI CÁC PHƯƠNG ÁN VÀ CÁC GIẢI PHÁP KHẢ THI

Một phương án khả thi là phương án có thể giải quyết được vừa nguyên nhân gây hư hỏng lại vừa đạt hiệu quả trong sửa chữa hư hỏng và ngăn ngừa sự tái diễn những hư hỏng này, trong khi vẫn đáp ứng được các ràng buộc của dự án. Một số dự án chỉ có một hoặc hai phương án khả thi không dùng lớp phủ.

Bảng 12.1 là những kiến nghị cụ thể trong việc lựa chọn các phương pháp đề xuất để sửa chữa hư hỏng và ngăn ngừa sự tái diễn những hư hỏng đó. Với mỗi loại hư hỏng có thể áp dụng một hoặc nhiều phương pháp sửa chữa và/hoặc bảo dưỡng. Nếu phương pháp sửa chữa và bảo dưỡng nào thỏa mãn được các yêu cầu của mặt đường và đáp ứng được các khống chế bắt buộc (chẳng hạn nguồn vốn có sẵn và khả năng kéo dài tuổi thọ tối thiểu), thì những phương pháp đó đủ tiêu chuẩn để chọn làm phương án cải tạo khả thi.

Để sử dụng có hiệu quả nhất nguồn vốn hạn hẹp sẵn có, người kỹ sư phải lựa chọn cho dự án phương án có chi phí hiệu quả nhất. Bảng sau đây đưa ra một ví dụ minh họa thông qua việc lựa chọn phương pháp cải tạo đối với mặt đường mềm hiện đang bị hư hỏng.

**Bảng 12.1**

Hư hỏng hiện tại	Phương pháp sửa chữa kiến nghị	Biện pháp phòng ngừa kiến nghị
Vết nứt ngang	Vá đủ chiều sâu	Hàn gắn khe nối
Trơ đá	Láng nhựa	Làm "trẻ hóa" lại lớp láng mặt Láng dạng sương
Vết hằn bánh xe	Nghiền nguội các vết lún Rải lớp phủ theo các vết hằn bánh xe	Không có

Mỗi loại đường hư hỏng phải chọn một phương pháp sửa chữa và một hay nhiều phương pháp phòng ngừa thích hợp. Nếu chỉ tiến hành sửa chữa thì khi mặt đường được thông xe, cơ chế gây ra hư hỏng sẽ ngay lập tức bắt đầu phá huỷ. Sau khi mỗi loại hư hỏng được xử lý bằng một phương pháp sửa chữa thích hợp, phải sử dụng một hay nhiều phương pháp ngăn ngừa nhằm đưa ra một thiết kế có hiệu quả về mặt giá thành.

Nhiều dự án thể hiện nhiều loại hư hại mặt đường khác nhau, vì vậy, cần phải áp dụng kết hợp nhiều phương pháp sửa chữa và ngăn ngừa khác nhau. Nhiều phương pháp kết hợp giữa bảo dưỡng và sửa chữa thường xuyên được sử dụng để phục hồi tình trạng mặt đường bị xuống cấp về trạng thái phục vụ tốt trong một thời gian dài. Phải đánh giá hiệu quả chi phí của mỗi phương án và quyết định lựa chọn cuối cùng sẽ dành cho phương án có hiệu quả về mặt giá thành cao nhất.

Với mỗi loại mặt đường trong hệ thống đường bộ, cần triển khai một giải pháp cải tạo mặt đường triệt để. Giải pháp nên gồm các quy trình về công tác kiểm tra, đánh giá và sự lựa chọn kỹ thuật cải tạo khả thi. Việc xem xét các công tác kỹ thuật ngăn ngừa là quan trọng nhất.

### 12.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP CẢI TẠO CHÍNH KHÔNG DÙNG LỚP PHỦ

Phần này trình bày các phương pháp cải tạo chính sau đây có thể sử dụng làm các giải pháp kỹ thuật không dùng lớp phủ:

- (1) Công tác sửa chữa toàn bộ chiều sâu bị hư hại
- (2) Vá đến chiều sâu bị hỏng
- (3) Láng vết nứt
- (4) Láng và vá cục bộ
- (5) Cào Nghiền mặt đường
- (6) Thoát nước dưới mặt đường
- (7) Xử lý bề mặt

#### 12.3.1. CÔNG TÁC SỬA CHỮA TOÀN BỘ CHIỀU SÂU BỊ HƯ HỎNG

Công tác sửa chữa toàn bộ chiều sâu có thể sử dụng cho tất cả các loại mặt đường và là hạng mục tiêu biểu cần chi phí lớn trong một dự án cải tạo đường. Vì chi phí cho vá đường cao, rất nhiều cơ quan thực hiện không có ý định sửa chữa khu vực bị hỏng mà lẽ ra phải được sửa chữa trong suốt quá trình cải tạo mặt đường. Điều này có thể dẫn đến hậu quả mặt đường bị xuống cấp nhanh chóng và trong tương lai chi phí cho công tác cải tạo sẽ tốn kém hơn.

Bước đầu tiên trong quá trình sửa chữa là xác định vị trí và các ranh giới. Phải xác định được những khu vực bị hư hỏng cụ thể cần sửa chữa và các ranh giới. Phải xác định được những khu vực lớn bị hư hỏng nặng để đào bỏ hết và thay thế. Việc xác định các ranh giới khu vực cần vá sửa cũng rất quan trọng để đào bỏ những hư hại đáng kể phía dưới. Khi nghiên cứu kết quả của các lỗ khoan lấy mẫu chúng ta cũng có thể thu thập được thông tin về những hư hại khác có thể xảy ra dưới lớp mặt đường. Ranh giới cần vá sửa không nên quá gần một vết nứt ngang hoặc khe nối hiện tại hoặc không nên gần phần mặt đường đã hư hỏng.



**Công tác vá sửa sử dụng hỗn hợp nhựa.** Phần này trình bày về công tác vá sửa mặt đường atphan bằng hỗn hợp nhựa vá. Có 2 loại hỗn hợp nhựa chính dùng để vá, đó là: (a) hỗn hợp trộn và lu lèn khi hỗn hợp còn nóng, và (b) hỗn hợp trộn sau đó lưu giữ một thời gian trước khi sử dụng. Chất lượng và chi phí cho các hỗn hợp khá khác nhau. Việc tiến hành vá nhựa phụ thuộc vào cả chất lượng của vật liệu sử dụng trong hỗn hợp và chất lượng thi công trong khi rải và lu lèn. Hỗn hợp vá sửa bằng nhựa tốt nhất sẽ chỉ tồn tại trong một thời gian ngắn nếu trong thi công không tuân thủ những qui trình thi công thích hợp.

Công tác vá sửa thường đi liền với việc lấp những ổ gà hình thành trên mặt đường mềm do ảnh hưởng của độ ẩm và lưu lượng xe cộ. Vá sửa bằng nhựa được dùng làm một biện pháp phục hồi các đoạn đường bị hư hỏng nhưng không được phân loại như khu vực có ổ gà, và đôi khi được sử dụng như một biện pháp giảm áp lực lan rộng trong mặt đường cứng.

Vá sửa bằng nhựa không chỉ dùng để sửa chữa cục bộ (chẳng hạn như vá ổ gà). Các đoạn lớn trên mặt đường mềm có thể nảy sinh các vết nứt mới, điều đó thể hiện cường độ kết cấu không thích hợp. Nếu những đoạn này không được vá sửa đúng thì bất cứ biện pháp rải lại bề mặt nào đều sẽ chỉ lãng phí tiền bạc mà thôi, bởi vì lớp phủ sẽ nhanh chóng bị hư hỏng tại những đoạn này. Việc vá sửa những đoạn này nhằm tạo ra một nền móng thích hợp sẽ được trình bày sau.

### 12.3.2. GẮN LẠI VẾT NỨT VÀ KHE NỐI

Công tác hàn gắn và hàn gắn lại các vết nứt và khe nối trên mặt đường atphan là một phần quan trọng trong công tác cải tạo đường, tuy nhiên lại không được xem xét một cách thích đáng. Hiệu quả của công tác hàn gắn các khe nối và các vết nứt trong việc kéo dài tuổi thọ phục vụ của mặt đường là một vấn đề đã được tranh cãi khá lâu. Nếu gắn lại không đạt chất lượng tốt sẽ khiến hư hại nghiêm trọng hơn khi nước tự do thâm nhập vào kết cấu mặt đường và vào khe nối ngang của mặt đường. Lượng nước quá nhiều có thể khiến tất cả các mặt đường hư hại nhanh chóng. Nếu hàn gắn khe nối và các vết nứt tốt (những hư hại này có thể phát triển trong mặt đường) sẽ có thể kéo dài quá trình phục vụ và tuổi thọ mặt đường. Những lợi ích này gồm:

- (1) loại bỏ các chất bẩn (lọt vào khe nứt) và ngăn ngừa sự xâm thực tiếp theo, và
- (2) giảm sự xâm nhập của nước và những hoá chất có thể chảy theo vào trong khe nối hoặc vết nứt.

Nói chung, trên những trục đường chính, việc hàn gắn lại có thể đạt hiệu quả về chi phí, căn cứ vào một hoặc hai lý do nêu trên. Hàn khe nối không nhất thiết phải đạt được cả hai hiệu quả trên. Điều đó tùy thuộc vào những sự cố cụ thể đang xảy ra tại khu vực lân cận. Nếu kết quả khảo sát hệ thống thoát nước cho thấy độ ẩm trong kết cấu mặt đường sẽ tăng nhanh hoặc đã làm tăng mức độ hư hỏng thì việc hàn gắn lại các khe nối hoặc vết nứt là rất cần thiết. Trên đường có lưu lượng xe thấp việc hàn gắn có thể không đạt hiệu quả về mặt giá thành. Khi quyết định có nên tiến hành gắn lại những khe nối hay vết nứt hay không, phải xem xét mức độ hư hại tăng nhanh do hơi nước tự do thâm nhập vào kết cấu mặt đường

Để đảm bảo hư hỏng do độ ẩm tăng sẽ không làm giảm tuổi thọ mặt đường, tất cả các nguồn xâm nhập chủ yếu của nước phải được bịt kín. Các nguồn nước chính gồm:

- các mối nối dọc theo làn xe/lề đường,
- các mối nối dọc giữa các làn xe, và
- các vết nứt trên mặt đường atphan.

Nhu cầu gắn lại các mối nối dọc theo làn xe/lề đường chỉ giảm không đáng kể nếu có các cống ngầm dọc được thiết kế và lắp đặt thích hợp. Một lượng lớn nước xâm nhập qua khe nối có thể làm cho các cốt liệu mịn chảy theo cống thoát nước. Sự cố này cũng giống như khi nước trào lên qua các mối nối.

**Hàn gắn vết nứt.** Các vết nứt, không giống như những mối nối, có kích thước và hướng nứt rất khác nhau và điều đó rất khó cho công tác hàn gắn. May thay, hầu hết các vết nứt đều không biến dạng như các khe nối. Điều này cho phép vật liệu dùng để hàn gắn vết nứt phát huy hiệu quả tốt hơn nhiều so với khi hàn gắn khe nối. Vì vậy, trình tự hàn gắn vết nứt không đòi hỏi khắt khe như với khe nối. Nếu việc khảo sát tình trạng hư hại cho thấy khoảng cách giữa các vết nứt khá rộng gây ra các chuyển dịch lớn thì các vết nứt phải được xem như là các khe nối và phải xử lý giống như các khe nối.

Các vết nứt do nhiệt độ trên mặt đường AC là các vết nứt đang hoạt động, và có thể được xử lý giống như khe nối, vì chúng sẽ bị chuyển dịch lớn khi nhiệt độ thay đổi. Các khe trong vết nứt thường không sạch và không có hình dáng rõ ràng như trong khe nối. Kích thước các khe chứa trong vết nứt sẽ tương tự như kích thước đòi hỏi của một khe nối đang bị sự chuyển dịch tương tự để hạn chế tối thiểu các ứng suất.

### 12.3.3. NGHIÊN NGUỘI LỚP MẶT ATPHAN

Phần này trình bày một phương pháp kỹ thuật dùng để thay đổi lớp mặt của mặt đường atphan cho nhiều mục đích khác nhau. Kỹ thuật cải tạo này được sử dụng rộng rãi kết hợp với các kỹ thuật khác để khôi phục tình trạng mặt đường tốt như mặt đường mới. Tuy nhiên, trong một số trường hợp, đã chứng tỏ đây là biện pháp kỹ thuật duy nhất có thể áp dụng.

Nghiên nguội là việc sử dụng các máy nghiền thích hợp để bóc từng mảng lớp mặt AC sâu khoảng 3 tới 4 inơ. Mục đích chính của việc nghiền nguội là đào bỏ lớp vật liệu atphan. Công tác nghiền nguội đã thành công trong việc đào bề mặt AC sâu khoảng 3 tới 4 inơ trong một vệt xe đi. Những ứng dụng chính của việc nghiền nguội gồm:

- (1) Khôi phục vỉa hè của mặt đường atphan,

- (2) Khôi phục độ dốc ngang của mặt đường atphan để cải tạo sự thoát nước hoặc sửa chữa những sự cố tại đầu vào,
- (3) Tăng cường sức bám của lớp mặt atphan,
- (4) Đào bỏ các lớp phủ atphan trên mặt đường bê tông,
- (5) Tạo một bề mặt nhám, sạch để liên kết với lớp phủ bằng bê tông,
- (6) Đào vật liệu kết hợp với tái sinh bề mặt, và
- (7) Đào bỏ vật liệu để tạo ra một bề mặt bằng phẳng (nơi mặt đường có cường độ kết cấu thích hợp).

Sau khi đào vật liệu lớp mặt dùng phương pháp nghiền nguội, hầu hết mặt đường được rải lại. Tuy nhiên, ở một vài dự án đã thực hiện xong nghiền nguội và thông xe ngay không rải một lớp phủ thì tiếng ồn từ bánh xe rất lớn và có thể khiến dân chúng có phản ứng. Nếu như mặt đường có kết cấu thích hợp và mức độ gồ ghề trên đường lại không do tải trọng xe gây ra thì đây có thể là phương pháp rất hiệu quả về chi phí để trì hoãn công tác thi công lớp phủ lại trong vài năm. Lớp mặt đã được nghiền không quá thô nhám và có thể phục vụ trong vòng vài năm.

Nói chung, lớp mặt AC đã được nghiền sẽ tạo ra một bề mặt có khả năng tạo nhám. Theo thời gian, phần mặt đường đã được nghiền sẽ mòn đi và bề mặt cốt liệu bị rạn nứt lộ ra chính là sẽ có khả năng tạo nhám. Nếu cốt liệu dễ bị bạc đầu mài nhẵn thì khả năng tạo nhám cuối cùng sẽ biến mất do tác động của tải trọng xe. Khi mặt đường thông xe, phải tiến hành điều tra khảo sát vấn đề này.

Nên tạo ra một kết cấu đồng nhất trên toàn bộ chiều dài dự án. Dung sai của trắc dọc phải giống như trắc dọc trong xây dựng mới.

#### 12.3.4. THIẾT KẾ THOÁT NƯỚC DƯỚI MẶT ĐƯỜNG

Thoát nước dưới mặt đường là một vấn đề quan trọng khi tiến hành rải lại bề mặt, khôi phục và cải tạo hệ thống mặt đường. Nước là nhân tố chủ yếu gây ra phần lớn các sự cố có liên quan đến khả năng phục vụ của mặt đường. Nước cũng là nguyên nhân gián tiếp hoặc trực tiếp của nhiều hư hại trong hệ thống mặt đường.

Một cuộc khảo sát về công tác thoát nước có thể cho thấy hệ thống thoát nước dưới mặt đường phải không chế được một hay nhiều nguồn nước trong mặt đường. Các hoạt động thi công và bảo dưỡng mặt đường thường cần nhiều loại hệ thống thoát nước dưới mặt đường. Nước thoát đi sẽ làm tăng cường độ và độ cứng của mặt đường, do đó có thể kéo dài tuổi thọ mặt đường. Vì vậy, phải hết sức thận trọng khi thiết kế các hệ thống thoát nước đồng bộ và chi tiết. Người thiết kế phải đánh giá lại các đặc tính của vật liệu sử dụng trong thiết kế như đã tóm tắt trong Chương 9 “Các đặc tính của vật liệu đối với thiết kế kết cấu.”

Hệ thống thoát nước ngầm nên được thiết kế và xây dựng với ý đồ bảo dưỡng và làm việc dài hạn bao gồm cả việc thanh tra định kỳ để kiểm tra. Những số liệu lấy được ngay sau khi thi công để kiểm tra xem hệ thống thoát nước này có hoạt động tốt hay không. Nếu lưu lượng thoát nước giảm sút đáng kể chúng ta cần phải dọn vệ sinh và / hoặc tiến hành công tác bảo dưỡng. Tính tương thích của các công trình thoát nước ngầm cho mặt đường hiện tại có thể được xác định thông qua việc phân tích hệ thống thoát nước hoàn toàn mới và đánh giá khả năng của nó nhằm thoát nước cho hệ thống mặt đường.

### 12.3.5. XỬ LÝ LỚP MẶT

Việc sử dụng các lớp xử lý bề mặt hoặc các lớp láng nhựa là một phương pháp cải tạo mặt đường dùng cho tất cả các loại mặt đường atphan, từ các đường có lưu lượng xe thấp tới các con đường liên bang. Phương pháp cải tạo này sẽ sử dụng một lớp atphan và/hoặc cốt liệu rải lên lớp mặt đường có chiều dày nói chung nhỏ hơn 1 in, để tăng cường hoặc bảo vệ được các đặc tính của lớp mặt đường. Nhìn chung, khi sử dụng lớp xử lý bề mặt sẽ có rất ít hoặc không có tác dụng cải thiện kết cấu mặt đường trực tiếp. Tuy nhiên, chúng ta vẫn có thể tăng tuổi thọ và cường độ kết cấu của mặt đường khi sử dụng kỹ thuật này.

Lớp láng nhựa và/hoặc lớp xử lý bề mặt từ lâu đã được sử dụng để bảo dưỡng mặt đường atphan tiêu chuẩn và các trình tự cải tạo. Trước đây, những lớp này chủ yếu được dùng trên các đường phố và các con đường có lưu lượng xe thấp, để kéo dài tuổi thọ mặt đường với chi phí thấp. Do những áp dụng mới hơn, công tác xử lý bề mặt và láng nhựa sẽ được phân tích để giúp người Kỹ sư nắm bắt được ứng dụng của những lớp này trên mặt đường, và làm thế nào để sử dụng hợp lý vật liệu dùng trong lớp xử lý mặt đường hay lớp láng nhựa. Phần sau đây sẽ trình bày cách xếp loại, các chức năng và việc thiết kế các lớp xử lý bề mặt.

### 12.3.6. PHÂN LOẠI LỚP LÁNG NHỰA HOẶC LỚP XỬ LÝ BỀ MẶT

Khi phân loại các lớp láng nhựa và các lớp xử lý bề mặt người ta dựa vào thành phần của các lớp này, có thể chỉ có thành phần atphan hoặc thông thường là có cả atphan và cốt liệu. Dưới đây là một số loại điển hình:

- (1) *Lớp tạo nhám cấp phối hở*. Lớp này là hỗn hợp giữa atphan và cốt liệu, theo thiết kế dùng để thoát nước ra khỏi lớp mặt đường qua một kết cấu hở và rỗng trong hỗn hợp. Nước thoát nhanh làm giảm những sự cố do nước đọng lại khi thời tiết ẩm. Các lớp này thường được gọi là lớp láng trộn trong trạm trộn hoặc hỗn hợp trộn rỗng (như ngô rang).

- (2) *Lớp xử lý bề mặt bằng Cốt liệu - Atphan.* Lớp xử lý này bao gồm việc rải lần lượt atphan và đá nghiền thành một hay nhiều lớp để tạo thành một kết cấu dày 2cm hoặc (lớn hơn), đôi khi gọi là lớp láng mặt. Đây là kiểu xử lý láng nhựa thông thường mà các cơ quan địa phương hay sử dụng. Lớp xử lý này cũng được sử dụng để láng lại mặt đường có lưu lượng xe thấp.
- (3) *Lớp láng Atphan pha cao su.* Đây là một loại đặc biệt xử lý bề mặt bằng cốt liệu - atphan. Vật liệu atphan được thay bằng một loại hỗn hợp đặc dụng pha trộn bằng cao su và nhựa atphan. Lớp rải này đã được sử dụng như một phần của SAMI (Lớp màng hấp thụ ứng suất) để làm giảm nút phản ánh trước khi rải lớp phủ. Gần đây nó được sử dụng không dùng lớp phủ để tận dụng tính đàn hồi bổ sung trong tính chất kết dính của atphan để giữ đá chặt hơn và làm giảm tính dính trên bề mặt.
- (4) *Lớp láng nhựa dạng vữa.* Lớp láng nhựa dạng vữa gồm nhũ tương được pha loãng trộn với cốt liệu dạng cát trong máy trộn đặc biệt. Lớp vữa này sau đó được rải mỏng trên bề mặt mặt đường. Nói chung, chiều dày của lớp này nhỏ hơn 1 cm.
- (5) *Lớp láng dạng sương.* Lớp láng dạng sương là một loại nhũ tương pha loãng không sử dụng cốt liệu. Nó được láng lên bề mặt và tạo ra một khả năng gia cường nhỏ. Nó cũng cho thấy sự phân biệt rất rõ ràng giữa mặt đường và lề đường. Lớp láng này chủ yếu được dùng trên các đường có lưu lượng xe lớn.
- (6) *Lớp láng bằng cát.* Lớp láng bằng cát gồm nhũ tương phun với một lớp phủ nhẹ bằng cát hoặc đá nghiền nhỏ. Loại lớp láng này có chức năng giống như lớp láng dạng sương nhưng nó tạo ra một bề mặt chịu ma sát tốt hơn. Mặt ngoài của lớp láng bằng cát không giống như lớp láng dạng sương.
- (7) *Phun nhựa trên đường.* Phun nhựa trên đường là một phương pháp chủ yếu dùng để chống bụi trên các đường không có lớp phủ hoặc các đường có lưu lượng xe thấp. Vật liệu atphan dạng lỏng được dùng để ép giữ bụi trên bề mặt. Người ta có thể trộn dầu vào vật liệu của lớp mặt, sau một thời gian dài nó sẽ tạo thành một bề mặt có khả năng chịu được những tác động của thời tiết.

### 12.3.7. CÁC CHỨC NĂNG CỦA LỚP LÁNG NHỰA HOẶC LỚP XỬ LÝ BỀ MẶT

Các lớp xử lý bề mặt có thể kéo dài được tuổi thọ phục vụ của mặt đường và giảm chi phí bảo dưỡng quy định cho đến khi có thể triển khai một chương trình cải tạo có hiệu quả chi phí hơn. Các chức năng chính của lớp xử lý bề mặt là:

- (1) *Tạo một lớp bề mặt cho xe chạy.* Lớp xử lý bề mặt bằng cốt liệu - atphan tạo ra một lớp cốt liệu mới chịu lưu lượng xe, lớp này có thể bền hơn và có các đặc tính chịu mài mòn tốt hơn bề mặt ban đầu. Nhìn chung, lớp này tăng cường khả năng tạo nhám nhưng có thể không tăng độ bền của bề mặt. Cốt liệu dùng để sửa chữa lớp mặt không bền phải được thí nghiệm kỹ càng (Thí nghiệm độ cứng Sulfate và độ mài mòn Los Angeles) để đảm bảo là cốt liệu đó đạt được độ bền qui định.
- (2) *Hàn gắn các vết nứt.* Việc sử dụng cốt liệu và/hoặc atphan trong các lớp phủ này cung cấp một khối lượng lớn vật liệu atphan có thể gắn các vết nứt nhỏ. Lớp xử lý bằng cốt liệu - atphan sẽ gắn lại hầu hết những vết nứt, trong khi đó lớp láng dạng sương chỉ gắn lại được những vết nứt rất nhỏ. Việc sử dụng atphan lưu hoá cung cấp loại vật liệu tốt nhất cho việc khắc phục các vết nứt và việc bảo dưỡng lớp láng hiệu quả. Việc loại trừ hơi nước trong các khe nứt có thể kéo dài tuổi thọ mặt đường và trên thực tế có thể hỗ trợ duy trì cường độ kết cấu của mặt đường.
- (3) *Lớp mặt không thấm nước.* Độ rỗng của mặt đường atphan rất khác nhau và ở mức độ nào đó có thể cho nước xâm nhập qua kết cấu rỗng thông thường. Sử dụng lớp bề mặt không thấm nước sẽ hạn chế sự thâm nhập của hơi nước và giảm tốc độ xuống cấp của các mặt đường hiện tại.
- (4) *Tăng cường khả năng tạo nhám chống trượt.* Sử dụng một lớp ma sát cấp phối hồ sẽ giảm được nguy cơ xảy ra sự cố trên mặt đường do thời tiết có thể giảm được nguy cơ xảy ra hiện tượng màng nước. Cốt liệu trong một lớp xử lý bề mặt đạt tiêu chuẩn có thể trực tiếp tăng cường khả năng chống trượt của mặt đường. Phải kiểm tra cấp phối của lớp xử lý bề mặt để đảm bảo rằng khả năng tạo nhám của phần xây dựng tiếp theo sẽ vẫn được giữ nguyên.
- (5) *Giảm các tác động do thời tiết.* Dùng atphan và vật liệu atphan mềm hơn rải lên bề mặt mặt đường đã bị ôxi hoá làm giảm quá trình hoá cứng của bề mặt atphan ban đầu. Vật liệu bổ sung của atphan sẽ giảm những lỗ rỗng trên bề mặt mặt đường và ngăn cản sự thâm nhập của nước và không khí, mà có xu hướng làm cứng atphan. Việc sử dụng lớp láng dạng sương và dạng vữa phát huy hiệu quả tốt ở những đoạn đường thường xảy ra hiện tượng atphan bị ôxi hoá và hoá cứng.
- (6) *Cải tạo bên ngoài lớp bề mặt.* Trong một số trường hợp, vẻ bề ngoài chung của bề mặt đường khá lồi lõm do công tác vá sửa đường hay do những hoạt động xây dựng khác. Láng một lớp xử lý bề mặt là phương pháp đơn giản và hiệu quả để khắc phục những lồi lõm đó, tạo ra một bề mặt đường bằng phẳng, đồng nhất.
- (7) *Sự phân định có thể nhìn thấy bằng mắt thường.* Khi nhìn bằng mắt thường, sự khác biệt rõ ràng giữa lề đường và mặt đường chính sẽ hỗ trợ lái xe. Qua nghiên cứu cho thấy khi có sự khác biệt này, người điều khiển phương tiện giao thông sẽ tránh không lái xe lên chỗ tiếp giáp giữa làn xe với lề đường, do vậy sẽ kéo dài tuổi thọ mặt đường. Sự khác biệt bề ngoài này với kiểu dáng của lề đường sẽ làm tăng thêm độ an toàn cho mặt đường nói chung.

- (8) *Về mặt kết cấu.* Rải lớp xử lý bề mặt sẽ không thu được lợi ích trực tiếp nào về mặt kết cấu. Xử lý bề mặt nhiều lớp - hai hoặc ba lớp hoặc nhiều hơn - có thể tạo ra một kết cấu nào đó cho mặt đường, nhưng không làm được thí nghiệm cho hỗn hợp. Cốt liệu sử dụng không phải là cấp phối đồng nhất để đảm bảo các cốt liệu sẽ xen kẽ nhau, do vậy không thể chống được hiện tượng biến dạng dưới tải trọng trùng phức nặng. Do vậy, một lớp xử lý bề mặt không thể được xem là một sự cải tạo kết cấu cho mặt đường, mặc dù có thể có những cải tạo về kết cấu cho lề đường. Có thể giảm tỷ lệ hư hỏng của mặt đường thông qua việc hàn gắn các vết nứt và ngăn chặn nước xâm nhập vào mặt đường, và do đó trì hoãn yêu cầu phải cải tạo kết cấu. Như vậy, việc xử lý bề mặt có thể hỗ trợ một cách gián tiếp vào tính tương thích kết cấu của mặt đường.

### 12.3.8. CÁC KHÁI NIỆM THIẾT KẾ TỔNG QUÁT VỀ LỚP XỬ LÝ BỀ MẶT HOẶC LỚP LẮNG NHỰA

Khi thiết kế một lớp xử lý bề mặt hoặc lớp láng nhựa, cần phải xem xét hai thành phần sau đây: vật liệu atphan và cốt liệu. Những cân nhắc chung về thiết kế cũng tương tự như trong thiết kế tất cả các loại lớp xử lý bề mặt. Người thiết kế phải kiểm tra đánh giá các qui trình có sẵn để đảm bảo rằng những qui trình đó sẽ thích ứng với các vật liệu ở địa phương. Nhìn chung, người kỹ sư phải xem xét các vấn đề sau để đảm bảo sẽ thực hiện thành công lớp xử lý bề mặt:

- Kết cấu mặt đường hiện tại
- Vật liệu sẵn có (Atphan và cấp phối)
- Khối lượng ước tính
- Điều kiện địa phương và kinh nghiệm

Nếu cường độ kết cấu của mặt đường hiện tại không chịu được lưu lượng xe dự tính trong khoảng từ 3 đến 5 năm thì không nên xem xét việc áp dụng lớp xử lý bề mặt. Như vậy, cần phải áp dụng một phương pháp cải tạo quy mô hơn cho mặt đường này vì thiết kế không cho phép các lớp xử lý bề mặt phải chịu tải trọng xe vượt quá cường độ kết cấu của mặt đường phía dưới.

Tình trạng vật lý của mặt đường sẽ tác động đến khối lượng vật liệu atphan cần dùng cho lớp xử lý bề mặt hoặc lớp láng nhựa. Nếu bề mặt bị chảy nhựa thì nên giảm khối lượng atphan xuống để bù trừ với lượng nhựa atphan đã ứ đọng trên mặt đường. Nếu bề mặt bị ôxi hoá và rất rỗng, thì nên tăng khối lượng atphan lên vì trong quá trình thi công bề mặt sẽ hấp thụ lượng atphan tăng thêm đó. Chính sự hấp thụ này sẽ tách atphan ra khỏi cốt liệu trong lớp xử lý bề mặt. Các yếu tố liên quan tới loại atphan và cốt liệu được sử dụng, cũng như khối lượng thiết kế cụ thể, là chức năng trực tiếp trong tiêu chuẩn kỹ thuật của vật liệu và tiêu chuẩn kỹ thuật thi công.

### 12.4. ƯỚC TÍNH TUỔI THỌ CỦA CÁC KỸ THUẬT CẢI TẠO KHÔNG DÙNG LỚP PHỦ

Theo thời gian, tất cả các mặt đường đều bị hư hỏng do tải trọng xe, tác động của thời tiết và các nguyên nhân khác. Điều đặc biệt quan trọng là có thể dự đoán được mức độ xuống cấp của mặt đường (và do vậy dự đoán cả tuổi thọ phục vụ) trong giai đoạn hoạt động đầu tiên sau khi xây dựng mới hoặc xây dựng lại, hoặc sau khi đã tiến hành một lần hay nhiều lần cải tạo.

**Xử lý bề mặt.** Có nhiều loại xử lý bề mặt khác nhau, và mỗi loại trong số đó đều có những đặc điểm riêng về khả năng phục vụ và tuổi thọ phục vụ. Mức độ giao thông và tình trạng mặt đường trước khi rải lớp xử lý mặt đường có ý nghĩa cực kỳ quan trọng. Tuổi thọ ghi nhận được của một số lớp xử lý bề mặt trên những mặt đường có mức độ giao thông điển hình từ thấp đến trung bình sẽ được trình bày dưới đây.

Bảng 12.2

Xử lý bề mặt	Tuổi thọ quan sát (Năm)
Láng một lớp	3 - 5
Láng hai lớp	4 - 6
Láng dạng vữa	3 - 5
Láng lưu hoá	3 - 8
Láng dạng sương hoặc cải thiện (làm trẻ hoá nhựa cũ)	1 - 3
Lớp tạo nhám cấp phối hở	3 - 7



## Chương 13. Các định nghĩa về kết cấu mặt đường

Danh sách sau đây là định nghĩa gồm một vài thuật ngữ không được sử dụng một cách thông dụng. Một vài thuật ngữ được dùng trong "Hướng dẫn của AASHTO về thiết kế kết cấu Mặt đường" và có thể được tư vấn địa phương sử dụng v.v.. khi nói về kết cấu mặt đường. Một vài thuật ngữ sẽ là những thuật ngữ thông dụng trong thiết kế mặt đường và các ấn bản nghiên cứu mà kỹ sư mặt đường (PE) cần phải đọc.

*Nứt thành lưới.* Các vết nứt có liên quan đến tải trọng có mối liên hệ với nhau hoặc đan xen nhau (mọi) trong mặt đường AC tạo thành một chuỗi các đa giác nhỏ giống như da cá sấu.

*Thời kỳ phân tích.* Là khoảng thời gian tiến hành việc phân tích kinh tế; thông thường sẽ gồm ít nhất một lần cải tạo. Điều đó cũng được gọi là "thời kỳ quay vòng chu kỳ tuổi thọ kinh tế".

*Lớp móng hở xử lý nhựa (ATPB).* Hỗn hợp đá dăm hạt lớn cấp phối hở độ thấm cao và chất kết dính atphan được rải như một lớp móng để đảm bảo độ thoát nước tốt của kết cấu cùng tham gia chịu lực với lớp trên

*Lớp móng trên.* Một lớp có chiều dày và chất lượng đã định trước của vật liệu được lựa chọn, gia công và/hoặc xử lý, được rải liền ngay dưới lớp mặt và nằm trên lớp móng dưới hoặc nằm trên đất nền, để đỡ lớp mặt đường.

*Vật liệu nền.* Vật liệu trong nền đào hoặc nền đắp nằm bên dưới lớp thấp nhất của lớp móng dưới, lớp móng, lớp mặt đường hoặc các lớp được quy định khác.

*Đất nền.* xem vật liệu nền.

*Nứt khối.* Các khe nứt được nối liền với nhau trên lớp mặt đường mềm, những khe nứt này là khôngdo tác dụng của tải trọng, nó tạo thành một chuỗi các đa giác rộng thường có các góc cạnh sắc nhọn.

*Nứt gãy.* Thường tập trung phía trên nơi mà tám mặt đường cứng bị vỡ hoặc bị vỡ, tại nơi gần khe nối ngang hoặc khe nứt.

*Đất đắp.* Đất tự nhiên lấy từ nguồn ở bên ngoài thủng đầu của đường để bù đắp sự thiếu hụt trong khối lượng đào.

*Lớp móng hở gia cố xi măng (CTPB).* Một hỗn hợp cấp phối hở của cốt liệu thô có độ thấm cao, xi măng poóc lăng, và nước được rải như lớp móng đảm bảo thoát nước thích hợp cho kết cấu và trợ lực cho kết cấu.

*Lớp láng nhựa.* Lớp bọc mặt bằng nhũ tương nhựa có độ nhớt cao kết hợp với lớp đá con đã qua sàng rải trên toàn bộ bề mặt mặt đường bê tông atphan rồi lu lèn, để bảo dưỡng, để kéo dài tuổi thọ phục vụ.

*Tái sinh nguội.* Việc cải tạo mặt đường bê tông atphan mà không dùng nhiệt khi xay và trộn với chất kết dính mới và/hoặc các phụ gia tại chỗ.

*Mặt đường liền hợp.* Một kết cấu mặt đường hoặc phần kết cấu bao gồm một bề mặt lớp bê tông atphan và tấm bê tông xi măng poóc lăng; một lớp phủ bê tông atphan trên tấm bê tông xi măng (PCC cũng được xem như mặt đường liền hợp).

*Khe thi công.* Một khe cần được tạo ra khi ngừng rải bê tông trong một thời gian dài.

*Khe co.* Xem khe của mặt đường bê tông xi măng đã bị giảm yếu.

*Bê tông atphan chặt (DGAC).* Một hỗn hợp bê tông atphan có cấp phối đồng nhất (cốt liệu và nhựa rải) có độ rỗng bé, được sử dụng chủ yếu như một lớp bề mặt nhằm đạt được cường độ kết cấu cần thiết để phân bổ tải trọng cho các lớp phía dưới của kết cấu mặt đường.

*Thời kỳ thiết kế.* Khoảng thời gian mà một kết cấu mặt đường cải tạo hoặc xây dựng ban đầu được thiết kế để phục vụ được trước khi đạt đến khả năng phục vụ cuối cùng của nó hoặc đạt đến tình trạng đòi hỏi phải cải tạo hoặc xây dựng lại; thời gian này cũng được xem như là thời gian phục vụ. Bởi do có nhiều biến số độc lập liên quan nên tuổi thọ phục vụ yêu cầu trước khi sửa chữa lớn hoặc cải tạo, thực tế có thể xem là dài hơn hay ngắn hơn.

*Thanh nổi.* Một thiết bị truyền tải trọng trong một tấm cứng, thường là một cốt thép trơn.

*Các hệ số thoát nước.* Các hệ số hướng dẫn thiết kế trong AASHTO dùng để điều chỉnh các hệ số lớp trong mặt đường mềm hoặc các ứng suất trong mặt đường cứng nhằm xem có thể đánh giá chức năng kết cấu mặt đường còn tốt ở mức nào khi chịu các ảnh hưởng bất lợi do việc xâm nhập của nước. Không sử dụng nếu có hệ thống thoát nước tốt.

*Bong bật nhẹ trên vệt bánh.* Sự hư hỏng tăng dần của bề mặt nằm giữa các vệt bánh xe trên mặt đường AC gây ra bởi dầu và nhiên liệu rớt ra từ các phương tiện. Điều này thường xảy ra ở các chỗ giao nhau nơi mà các phương tiện giao thông thường chạy chậm và dừng đỗ.

*Hệ thống thoát nước biên.* Một hệ thống thoát nước, bao gồm một ống thu bằng nhựa polime có khóa được bao xung quanh bằng các vật liệu có tính thấm được xử lý và bọc bằng vải dệt với các lỗ thông bằng ống nhựa không có khóa, các cửa thoát, được thiết kế để thoát nước cho các kết cấu mặt đường mềm hoặc mặt đường cứng.

*Nền đắp.* Nền đất được xây dựng từ đất và/hoặc đá tự nhiên được lấy từ mỏ hoặc từ thùng đấu, nền đắp có phạm vi từ mặt đất tự nhiên đến cao độ thiết kế và được thiết kế nhằm tạo ra một nền ổn định cho phần kết cấu mặt đường.

*Tải trọng trục đơn tương đương(ESAL's).* Tổng của các tải trọng trục đơn tương đương 80 kN dùng để chuyển lưu lượng xe hỗn hợp thành lưu lượng xe thiết kế trong thời kỳ thiết kế.

*Khe giãn.* Khe được tạo ra để cho tấm cứng giãn tự do, không làm nguy hiểm tới tấm đó và tấm hoặc kết cấu liền kề.

*Cấp kênh ("Bước nhảy").* Sự khác nhau về chuyển vị thẳng đứng, chủ yếu tại các khe nối ngang nơi các tấm cứng tiếp giáp với nhau mà tạo ra một "bước nhảy" trong trắc dọc bề mặt mặt đường.

*Mặt đường mềm.* Hệ thống chịu tải trọng xe được tạo thành từ một hoặc nhiều lớp được thiết kế để truyền và phân phối các tải trọng đó xuống lớp vật liệu nền nằm ở phía dưới. Lớp chất lượng cao nhất là lớp mặt. (nói chung là bê tông atphan), lớp móng trên được rải phía dưới có chất lượng kém hơn, và tiếp sau đó là một lớp móng dưới. Loại này được gọi là mặt đường mềm bởi vì nó chịu được uốn võng dưới tải trọng nặng.

*Lớp láng dạng sương.* Sự kết hợp của hỗn hợp giữa nhũ tương atphan và nước được dùng cho bề mặt mặt đường AC để láng trên bề mặt, chủ yếu sử dụng cho bảo dưỡng mặt đường.

*Mặt phẳng cơ sở (hoặc bề mặt san phẳng).* Bề mặt của vật liệu ở trên đó lớp thấp nhất của móng dưới, móng trên, bề mặt mặt đường hoặc lớp cụ thể khác, được rải.

*Tái sinh nóng.* Sử dụng mặt đường bê tông cũ tái chế trộn với cốt liệu mới, nhựa và có thể thêm phụ gia tại trạm trộn trung tâm và được rải thay cho tất cả các vật liệu mới.

*Chất chèn khe nối.* Vật liệu có thể rót được, hoặc có thể nhét vào khe, hoặc các vật liệu xốp chủ yếu được chèn trong các khe nối ngang hoặc dọc hoặc trong các khe dọc theo rìa của mặt đường bê tông để ngăn cản sự xâm nhập của nước và các hạt vật liệu (bụi, cát, sỏi nhỏ).

*Hệ số lớp ( $a_1, a_2, a_3$ ).* Một thuật ngữ biểu thị mối quan hệ thực nghiệm giữa chỉ số kết cấu (SN) và chiều dày lớp, biểu thị cho khả năng tương đối của một vật liệu với chức năng là một thành phần kết cấu của mặt đường.

*Lớp móng bê tông nghèo.* Hỗn hợp đá xay, xi măng poóc lăng, nước, và các phụ gia, được sử dụng chủ yếu như một lớp móng trên cho mặt đường bê tông xi măng poóc lăng.

*Lớp bù vênh.* Nói chung làm bằng bê tông nhựa hoặc vật liệu được xử lý, được rải trên bề mặt gỗ ghè hoặc bề mặt lượn sóng của mặt đường hiện tại, mặt cầu, hoặc bề mặt khác để cải thiện trắc dọc bề mặt hoặc chất lượng chạy xe trước khi rải lớp tiếp theo.

*Gia cố vôi.* Hỗn hợp của vôi với vật liệu đắp hoặc vật liệu tại chỗ làm tăng cường độ của vật liệu để tăng khả năng chịu tải của kết cấu mặt đường.

*Thiết bị truyền tải trọng.* Thiết bị cơ học được thiết kế để chịu các tải trọng ngang qua một khe nối trong một tấm cứng.

*Khe nứt dọc.* Các khe nứt hoặc vỡ trong mặt đường cứng hoặc mềm mà hướng của nó gần song song với tim của mặt đường.

*Khe dọc.* Khe mà thường được đặt giữa các làn xe chạy trong mặt đường cứng để không chế vết nứt dọc và khe nối giữa phần xe chạy và lề đường.

*Đường có lượng xe thấp* là đường có lượng xe chạy thấp. Theo quy trình việc thiết kế kết cấu dựa trên tổng 80 kN xe quy đổi, từ 50.000 tới 1.000.000 đối với mặt đường mềm và từ 10.000 tới 100.000 đối với đường có lớp mặt cấp phối.

*Bảo dưỡng.* Việc bảo quản toàn bộ mặt đường, gồm bề mặt mặt đường và mặt kết cấu, lề đường, các kết cấu và các thiết bị điều khiển giao thông cần thiết cho sự an toàn và sử dụng có hiệu quả.

*Mô đun phản lực nền (k).* Mô đun Westergaard của phản lực nền sử dụng theo các phương pháp Hướng dẫn Thiết kế AASHTO, trong thiết kế mặt đường cứng (tải trọng tính theo Pascals (Pa) trên một khu vực đặt tải của lớp đất nền hoặc lớp móng dưới chia cho độ võng tính bằng millimet của lớp đất nền hoặc lớp móng dưới đó, Pa/mm).

*AC cấp phối hở (OGAC).* Hỗn hợp cấp phối hở với hàm lượng atphan tương đối cao nhằm cung cấp khả năng độ chống trượt tốt và tính thấm cao. OGAC được thiết kế để tạo ra sự thoát nước bề mặt nhanh và để giảm thiểu mức độ đọng nước trong đồng thời tạo thành một lớp lán hiệu quả cho mặt đường AC nằm phía dưới.

*Lớp phủ.* Lớp phủ, thường là lớp AC, được rải trên bề mặt AC hoặc bê tông xi măng để phục hồi chất lượng chạy xe, để làm tăng cường độ kết cấu (khả năng chịu tải), và kéo dài tuổi thọ phục vụ.

*Chiều dài tấm.* Khoảng cách giữa các khe nối ngang liền kề trong làn xe.

*Mặt đường.* Lớp bề mặt của kết cấu chịu tải trọng xe. Ngoại trừ các trường hợp đặc biệt hoặc các lớp bề mặt dựa trên thực nghiệm, mặt đường là AC hoặc là bê tông xi măng. Lớp AC có thể gồm lớp OGAC dày 30mm.

*Hệ thống quản lý mặt đường (PMS)* là một hệ thống quản lý có nhiệm vụ đánh giá tình trạng mặt đường (hai năm một lần), trên toàn bộ Hệ thống Đường bộ và để xét ưu tiên và lập chương trình cải tạo mặt đường phù hợp với vốn có sẵn.

*Đặc tính phục vụ của mặt đường.* Khả năng phục vụ khi chịu sự tác dụng của tải trọng.

*Khôi phục mặt đường.* Công việc được làm để kéo dài tuổi thọ phục vụ của mặt đường hiện tại. Công việc này bao gồm việc rải thêm lớp mặt và/hoặc các công việc khác cần thiết để khôi phục lại mặt đường hiện tại, gồm cả lễ nhằm đạt đến tình trạng tương thích về tính năng và kết cấu, trong thời gian ít nhất là 10 năm. Nó còn có thể bao gồm sự đào một phần hoặc tất cả và thay thế các phần của kết cấu mặt đường.

*Vải gia cường mặt đường (PRF).* Loại không dệt, sợi liên kết, vải tổng hợp kỹ thuật được rải như một lớp đặt xen trong các lớp phủ AC chủ yếu để giảm thiểu sự thâm nhập của nước bề mặt và làm chậm các vết nứt lan truyền qua lớp phủ, từ các vết nứt hoặc các khe nối trong mặt đường hiện tại.

*Kết cấu mặt đường.* Xem phần kết cấu.

*Lớp mặt mặt đường.* Xem Lớp mặt.

*Lòng đường đã được chuẩn bị.* Các lớp đất tại nền đã được đầm và làm ổn định theo các quy trình và tiêu chuẩn tương ứng.

*Chỉ số phục vụ (PSI, p).* Một số được rút ra qua công thức đánh giá mức độ phục vụ xuất phát từ việc đo đạc một số đặc trưng vật lý của mặt đường.

*Công tác bảo dưỡng dự phòng.* Điển hình, là công việc chi vốn được thực hiện để duy trì các kết cấu mặt đường hiện tại, sử dụng các biện pháp kéo dài tuổi thọ phục vụ của mặt đường trong 5 năm (ví dụ: đối với mặt đường AC, các lớp phủ mỏng; đối với mặt đường PCC, mài, thay thế tấm, v.v...).

*Lớp nhựa thấm bảm.* Tưới một vật liệu bitum lỏng độ nhớt thấp vào bề mặt thấm (chuẩn bị để rải các lớp kết cấu tiếp theo hoặc PRF) nhằm mục đích hoá cứng hoặc làm chắc bề mặt và làm tăng tính dính giữa bề mặt đó với lớp được thi công thêm hoặc lớp PRF.

*Sự phụt.* Sự phụt ra của vật liệu móng, cả ẩm hoặc khô hoặc cả hai, qua các khe nối hoặc vết nứt, hoặc dọc các cạnh của các tấm mặt đường cứng do sự chuyển dịch đứng của tấm dưới tải trọng giao thông. Hiện tượng này đặc biệt xảy ra ở các phần kết cấu bị bão hoà nước.

*Bong bật nhẹ.* Sự phá huỷ tăng dần của bề mặt mặt đường AC bởi việc mất mát chất kết dính và hạt cốt liệu. Sự bóc mất nhựa thường đến trước sự bong bật.

*Mô đun đàn hồi.* Một số đo mô đun đàn hồi của lớp đất nền hoặc vật liệu mặt đường khác.

*Làm lại lớp mặt.* Lớp bề mặt bổ sung hoặc lớp thay thế được đặt trên mặt đường hiện tại để phục hồi chất lượng chạy xe của nó hoặc làm tăng cường độ kết cấu của mặt đường.

*Mặt đường cứng.* Chủ yếu là mặt đường PCC, có khả năng phân bố tải trọng trực trên một diện tích tương đối rộng của các lớp kết cấu và nền đất nhờ độ cứng và mô đun đàn hồi cao của nó.

*Lòng đường.* Là khu vực giữa phần giao nhau của mặt trên của đường với mái taluy hai bên. Lòng đường sẽ nâng cao độ khi từng lớp móng dưới, lớp móng trên và lớp mặt hoặc tầng mặt được rải. Ở những nơi mà các dải phân cách giữa quá rộng gồm các khu vực đất không động đến, tức là một đường được phân chiều xe chạy thì coi như là gồm hai lòng đường phân biệt.

*Vật liệu lòng đường.* Cũng được xem như lớp đất nền hoặc vật liệu nền, vật liệu bên dưới mặt nền của nền đào hoặc đắp đến một chiều sâu nào đó còn có ảnh hưởng tới sự chịu lực của kết cấu mặt đường.

*Atphan cao su hoá.* Một hỗn hợp atphan làm mặt đường được trộn với cao su theo một tỷ lệ nhất định, đã được nghiền thành hạt nhỏ sử dụng như một chất kết dính trong AC và trong các lớp màng hấp thụ ứng suất hoặc các lớp phủ AC phía dưới. Các ứng dụng chủ yếu là để tạo điều kiện cho bề mặt áo đường lớp phủ có độ đàn hồi và độ bền lớn, làm chậm phát sinh các vết nứt phản ánh và để phủ trên mặt đường bị lộ ra do mài mòn nặng. Chất hàn khe nối atphan cao su được sử dụng để ngăn không cho các hạt vật liệu (tạp chất) chui vào các khe nối của mặt đường bê tông và ngăn ngừa sự thâm nhập của nước vào mặt đường bê tông.

*Vết hằn bánh xe.* Các chỗ lún dọc không hồi phục phát triển trong các vết bánh xe ở mặt đường mềm dưới tải trọng xe. Sự biến dạng thường xuyên này và đôi khi sự biến dạng tích lũy thường bị gây ra bởi sự kém ổn định của mặt đường AC hoặc thiếu cường độ của các lớp móng nằm bên dưới.

*Giá trị R.* Trị số sức đề kháng của đất hoặc cốt liệu xử lý hoặc không được xử lý được xác định bởi thí nghiệm bằng thiết bị thử ổn định. Nó là tiêu chuẩn để đánh giá cường độ chống đỡ của đất nền và các lớp tiếp theo được dùng trong thiết kế các phần kết cấu mặt đường.

*Lớp vữa nhựa.* Lớp áo bitum, có hoặc không có cốt liệu, được rải trên bề mặt của mặt đường với mục đích chống thấm nước, duy trì hoặc gia cường một bề mặt bitum bong bật nhẹ hoặc bị nứt, hoặc tạo ra tính chống trượt cao hơn hoặc chống mài mòn do xe gây ra.

*Vật liệu chọn lọc.* Vật liệu địa phương phù hợp được lấy từ các nguồn cá biệt chẳng hạn đoạn nền đào đặc biệt hoặc các khu vực mỏ, hoặc vật liệu có đặc tính quy định được sử dụng cho một mục đích cụ thể.

*Khả năng phục vụ.* Khả năng phục vụ cho giao thông (ô tô và xe tải) tại thời điểm quan sát mặt đường.

*Lún.* Chuyển vị thẳng đứng cục bộ của mặt cắt kết cấu mặt đường do trượt hoặc cố kết của nền ở dưới, thường dẫn đến nứt mặt đường, chất lượng xấu và phá hoại.

*Rải phụ lê.* Vật liệu rải gần cạnh ngoài của lớp mặt của lê để bảo vệ cạnh khỏi bị tách và đảm bảo sự chống đỡ của cạnh.

*Tải trọng trục đơn.* Tổng tải trọng đã được truyền bởi tất cả các bánh xe của một trục đơn bao trùm toàn bộ chiều rộng của xe.

*Nứt tẩm.* Các khe nứt ở mặt đường cứng nói chung gây ra do sự tổ hợp của tải trọng bánh nặng, tác động phụt nước, và sự mất tính đồng nhất của nền móng.

*Lớp láng dạng vữa.* Một hỗn hợp của nhũ tương atphan kiểu trộn, cốt liệu khoáng mịn được phối hợp theo một tỉ lệ nhất định, được trộn và được rải chủ yếu trên mặt đường AC với mục đích bảo dưỡng.

*Nứt gãy.* Nứt, gãy, hoặc sự sứt mẻ của mặt đường cứng dọc theo các khe nối, các cạnh hoặc các vết nứt trong các phần nhỏ của tẩm bị loại bỏ. Nứt tách bị gây ra chủ yếu là do các hạt vật liệu rắn bị lưu giữ lại trong các khe nối hoặc do đáy tẩm không đồng nhất với sự chuyển dịch thẳng đứng do tác động của tải trọng bánh xe.

*Lớp màng hấp thụ ứng suất (SAMI).* Một lớp được rải trong phạm vi hoặc tại đáy của lớp phủ hoặc lớp AC để làm chậm phát sinh nứt phản ánh. Nó không làm tăng cường độ kết cấu. SAMI bao gồm: lớp vữa cao su hoá rải đá con hoặc lớp vải gia cường mặt đường. Nó có giá trị tương đương với một lớp AC 30mm trong lớp phủ AC được thiết kế để ngăn ngừa vết nứt phản ánh.

*Bọc mặt nhựa.* Việc mất liên kết dính bám giữa atphan và cốt liệu, hầu hết thường do sự hiện diện của nước trong AC, có thể gây ra bong bật nhẹ, mất ổn định và giảm khả năng chịu tải của mặt đường AC hoặc lớp móng trên được xử lý.

*Chỉ số kết cấu (SC).* Một chỉ số được rút ra từ việc phân tích tình hình giao thông, tình trạng đất nền và môi trường dùng để chuyển đổi thành chiều dày các lớp mặt đường mềm qua việc sử dụng các hệ số lớp thích hợp liên quan tới loại vật liệu đang được sử dụng trong mỗi lớp của kết cấu mặt đường.

*Mặt cắt kết cấu.* Gồm các lớp bằng các vật liệu riêng rẽ đã được thiết kế (thông thường gồm lớp móng dưới, móng trên, và lớp mặt đường) được rải trên toàn bộ lớp đất nền để chịu tải trọng xe tích lũy được dự báo sẽ tác dụng trong suốt thời kỳ thiết kế. Mặt cắt kết cấu thường cũng được gọi là mặt cắt kết cấu mặt đường.

*Hệ thống thoát nước của mặt cắt kết cấu.* Một hệ thống thoát nước được sử dụng cho cả mặt đường AC và mặt đường PCC bao gồm lớp móng tạo thấm và một hệ thống thu gồm một ống nhựa có lỗ được bao quanh một lớp vật liệu có tính thấm được xử lý và bọc bằng vải lọc với ống nhựa không khóa như các lỗ thông, các cửa thoát và các cửa thoát nghiêng để thoát nước nhanh phần kết cấu mặt đường.

*Lớp móng dưới.* Lớp cốt liệu có bề dày thiết kế và có chất lượng quy định rải trên lớp đất nền làm móng cho lớp móng trên.

*Lớp nền.* Là một phần của nền đường mà trên nó xây dựng các lớp mặt, lớp móng trên, lớp móng dưới hoặc bất cứ lớp vật liệu nào được rải.

*Sự mòn bề mặt ("Sự mài mòn").* Sự mài mòn bề mặt bất thường của mặt đường, do chất lượng bề mặt kém hoặc do tác động bào mòn bất thường hoặc cả hai (chẳng hạn như ma sát bánh xe và vật liệu dạng cát).

*Lớp mặt.* Lớp trên cùng của mặt đường AC. Đôi khi người ta cũng gọi nó là "lớp lăn bánh" (lớp hao mòn).

*Sự mài nhẵn bề mặt.* Sự mất mát độ nhám của bề mặt của mặt đường xây dựng ban đầu do xe cộ.

*Tái sinh bề mặt.* Gia nhiệt tại chỗ lớp mặt mặt đường AC trước khi xới bề mặt, trộn lại và lu lèn, nói chung với chiều sâu khoảng 20 mm. Quá trình này được xem như một trình tự bảo dưỡng.

*Lớp nhựa dính bám (Sơn liên kết).* Tưới vật liệu bitum cho bề mặt hiện tại để tạo liên kết giữa lớp được thi công trên cùng và bề mặt hiện tại.

*Tải trọng trục đôi.* Tổng tải trọng truyền lên đường qua hai trục kề nhau có tâm nằm giữa hai mặt phẳng thẳng đứng song song cách nhau hơn 1.016 m (40 in) và không quá 2.438 m (96 in), bao trùm qua toàn bộ bề rộng xe.

*Các lớp phủ bê tông liên kết (BCO).* Lớp phủ của mặt đường bê tông hiện tại được thiết kế để cải thiện điều kiện kết cấu và điều kiện chạy xe. Nói chung BCO dày khoảng 75 mm, bao gồm PCC truyền thống độ sụt thấp hoặc bê tông có chứa thành phần polyme, hoặc nhựa, hoặc photphát magiê, hoặc các phụ gia khác được thiết kế để phù hợp với việc rải, cải tạo sự liên kết và độ bền. Sự liên kết được tạo ra bởi epoxy hoặc các loại chất kết dính khác.

*Thanh truyền lực.* Thiết bị truyền tải trọng, thông thường là các thanh thép uốn đặt ở các khoảng cách đều nhau, giữ cho các tấm mặt đường cứng trong các làn xe ngoài cùng với lề đường và ngăn ngừa chuyển dịch khác nhau theo chiều đứng.

*Khe nứt ngang.* Các khe nứt trong mặt đường AC gồm thẳng góc với tim đường, hầu hết được tạo ra do các ứng suất nhiệt vượt quá cường độ kéo của AC. (Các khe nứt ngang cũng xuất hiện trong PCCP nhưng xảy ra thường xuyên hơn do ứng suất tải trọng động kết hợp với sự chịu lực không đều của lớp móng.)

*Mối nối giản yếu tiết diện.* Nói chung là chỉ khe co, một dạng mối nối thường được bố trí với một khoảng nhất định trong tấm mặt đường cứng để khống chế nứt ngang.

*Hư hỏng vì thời tiết.* Sự suy yếu dần dần của bê tông atphan do ôxi hoá và biến cứng đặc biệt đối với lớp mặt dẫn đến lan chuyển vết nứt và xấu bề mặt (lão hoá).

*Lớp mặt (lớp lăn bánh)* Xem lớp mặt.



# Phụ lục A. Hướng dẫn thu thập số liệu hiện trường cho công tác cải tạo mặt đường

## 1. ĐƠN VỊ PHÂN TÍCH CƠ BẢN

### 1.1. GIỚI THIỆU CHUNG

Khi xem xét một dự án cải tạo mặt đường qui mô lớn, người ta sẽ tiến hành những hoạt động đo đạc trên mặt đường để thu thập các kết quả đo đạc, các điểm liên tục/không liên tục, để đánh giá khả năng chịu lực của kết cấu của mặt đường. Những tham biến phản ứng của mặt đường là độ võng, chỉ số phục vụ, hệ số ma sát, các chỉ số về thực trạng mặt đường, hoặc từng sự cố hư hỏng riêng như phần trăm nứt, chiều sâu vết lún...

Hình 1 minh họa đồ thị điển hình của một biến số đặc trưng của mặt đường - một hàm của khoảng cách dọc theo một đoạn đường. Qua những kết quả đo đạc một phản ứng của mặt đường chúng ta sẽ thấy từ địa điểm này đến địa điểm khác có sự thay đổi, tại một số điểm có những thay đổi lớn. Tại những điểm có thay đổi lớn này, phản ứng chung của từng đoạn mặt đường ở hai phía sẽ rất khác nhau, như chỉ rõ trong hình vẽ.

Những chênh lệch xảy ra khi đo đạc một mặt đường có thể là do hai nguyên nhân chính. Trước hết đó là do "Sự biến đổi trong nội tại đơn vị" và nó phản ánh một hiện tượng là trong một dự án cải tạo đã cho, có thể tồn tại nhiều đơn vị (đoạn) đồng nhất theo tính chất thống kê. Khả năng có thể phân định ranh giới chung giữa những đơn vị này có ý nghĩa vô cùng quan trọng trong công tác cải tạo mặt đường vì những đơn vị này sẽ tạo thành cơ sở cho quá trình phân tích cụ thể sẽ tiến hành. Ví dụ, đối với những phản ứng khác nhau thể hiện trong hình A.1, có thể tiến hành 4 nghiên cứu riêng biệt về cải tạo mặt đường. (ví dụ, có 4 độ dày thiết kế lớp phủ riêng biệt).

Nguồn chênh lệch khác nữa là sự đa dạng tất yếu của biến số đặc trưng ngay trong phạm vi mỗi đơn vị, có thể gọi là "Sự biến đổi trong nội tại đơn vị" rất quan trọng vì nó liên quan đến độ tin cậy thiết kế cải tạo mặt đường cuối cùng đạt được trong một dự án.

Việc đánh giá đúng đắn sự chênh lệch biến đổi giữa các đơn vị và trong phạm vi mỗi đơn vị có một tác động tích cực đối với thiết kế cải tạo mặt đường, điều đó không thể bị nhấn mạnh thái quá. Nếu không quan tâm đến việc phân định các đơn vị và những biến đổi nội bộ của chúng sẽ xảy ra sự kém hiệu quả trầm trọng ở các giải pháp cải tạo mặt đường; mỗi đơn vị sẽ bị thiết kế thiếu (hư hỏng sẽ xảy ra sớm hơn) hoặc thiết kế quá thừa (sử dụng vật liệu không đạt hiệu quả kinh tế).

## 1.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH ĐƠN VỊ (ĐOẠN)

### 1.2.1. PHƯƠNG PHÁP LÝ TƯỞNG HOÁ

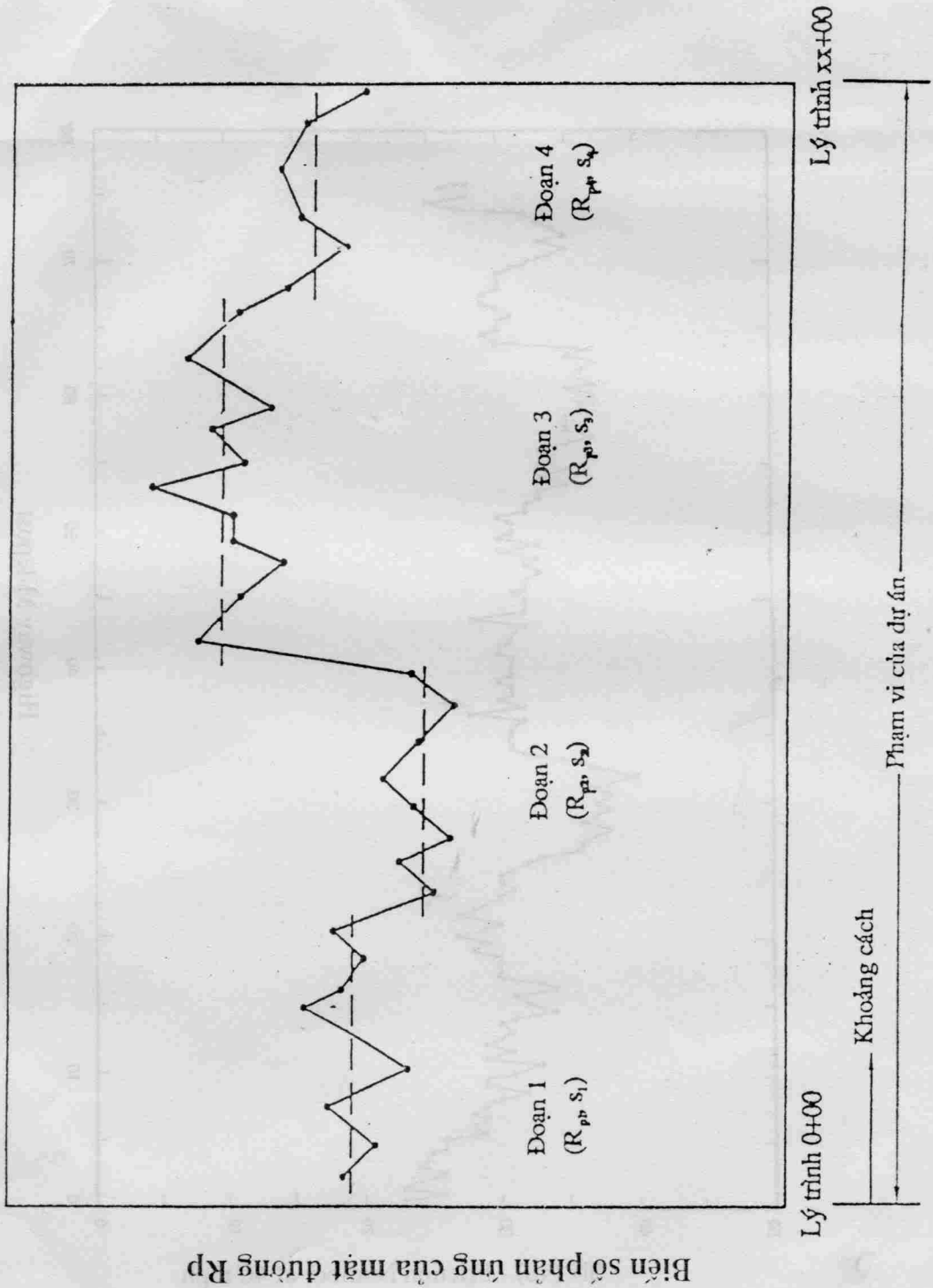
Để phân đoạn trên một chiều dài của mặt đường, người kỹ sư cần tách rời từng yếu tố ảnh hưởng đến khả năng phục vụ của mặt đường. Những yếu tố đó là:

- Loại mặt đường
- Quá trình (lịch sử) xây dựng (bao gồm cả cải tạo và đại tu)
- Trắc ngang của mặt đường (loại vật liệu sử dụng trong các lớp/chiều dày của lớp)
- Lớp nền
- Lượng giao thông
- Thực trạng mặt đường
- Số tay thu thập số liệu tại hiện trường

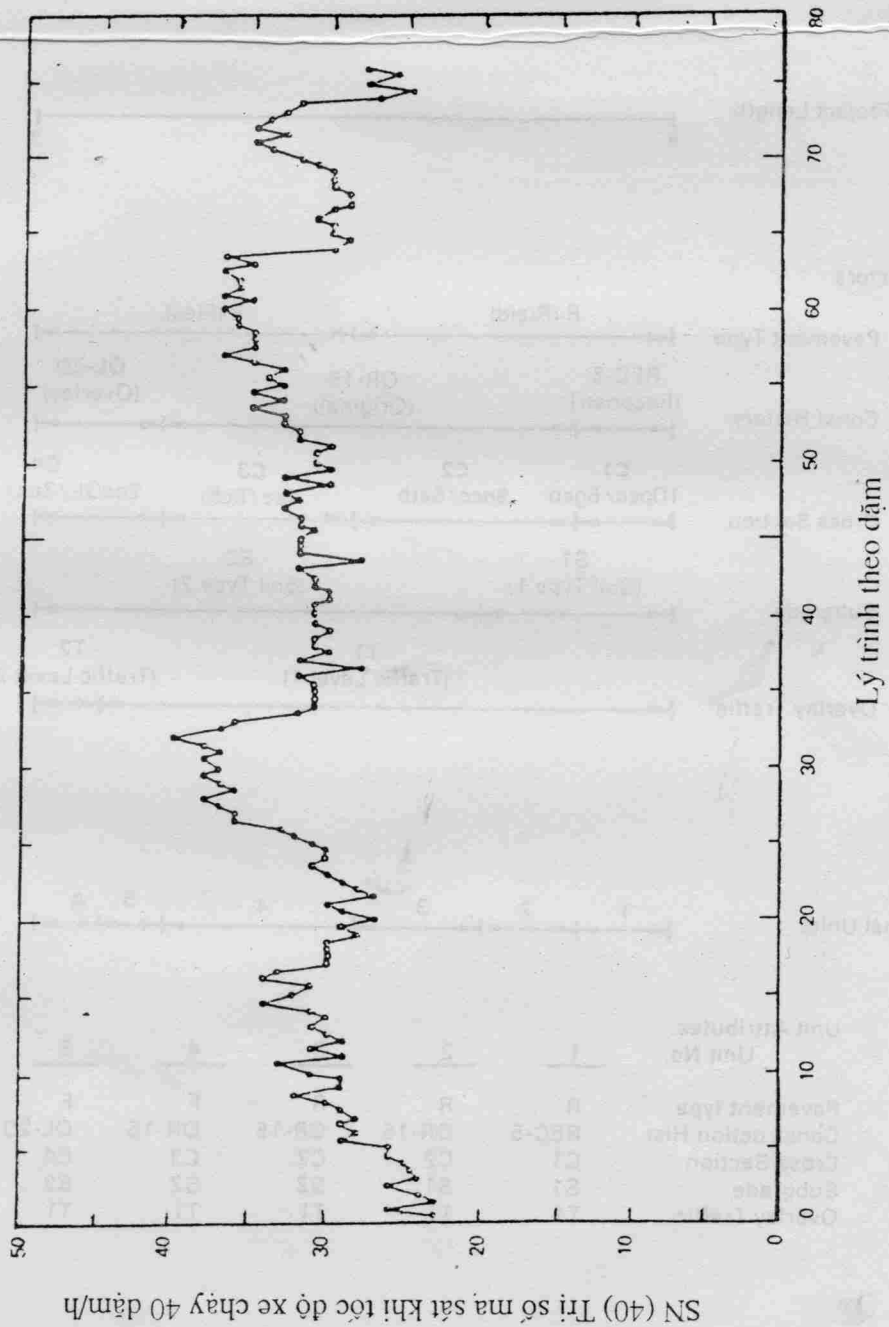
Trong điều kiện lý tưởng, người kỹ sư sẽ sử dụng ngân hàng dữ liệu về mặt đường để đánh giá những yếu tố này. Hình A.3 minh họa về phương pháp sử dụng thông tin này để xác định các đơn vị phân tích, được xác định bằng sự kết hợp độc đáo giữa những yếu tố về khả năng phục vụ của mặt đường.

Hiệu lực của những đơn vị cuối cùng liên quan trực tiếp đến độ chính xác của nguồn thông tin lưu trữ hiện có về mặt đường. Nếu thông tin lưu trữ chính xác, phương pháp sử dụng số liệu lưu trữ này sẽ cho phép phân định các đơn vị tốt hơn là phương pháp căn cứ vào những quan sát hiện tại về tình trạng mặt đường hay những chỉ số về khả năng phục vụ của mặt đường. Lý do là ở chỗ những thay đổi của một hoặc một số yếu tố không phải luôn luôn nhận thấy được.

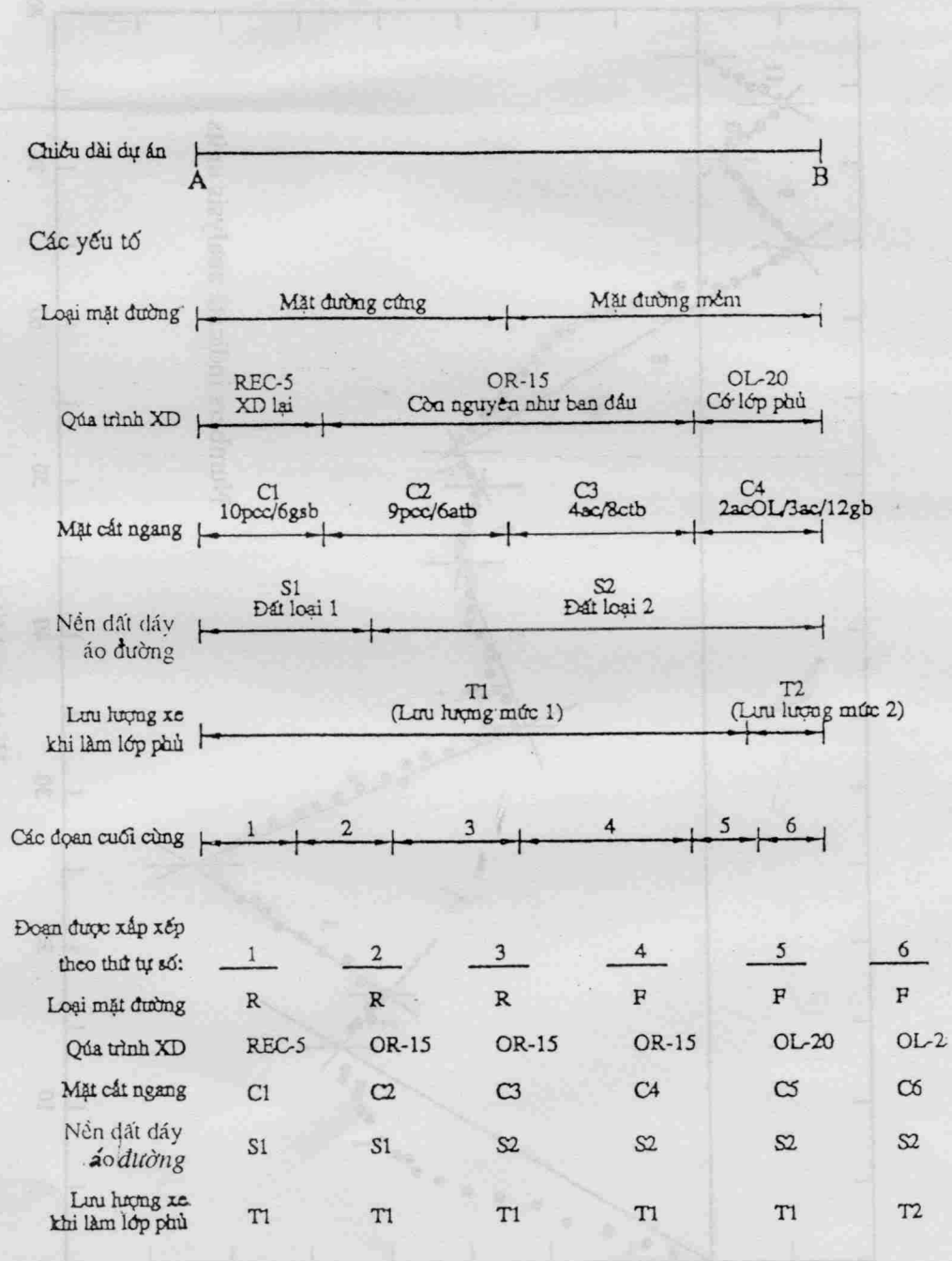
Khi phân định các đơn vị phân tích, yếu tố đánh giá khó khăn nhất là yếu tố về nền đường. Có thể hồ sơ lưu trữ cho thấy lớp đất nền hoàn toàn đồng nhất nhưng những hoạt động đào đắp, đất, những quá trình dầm lên khác nhau, công tác thoát nước, các vị trí địa hình, và các vị trí nước mặt sẽ làm thay đổi cường độ của các lớp nền ngay cả khi trên “cùng một loại đất như nhau”.



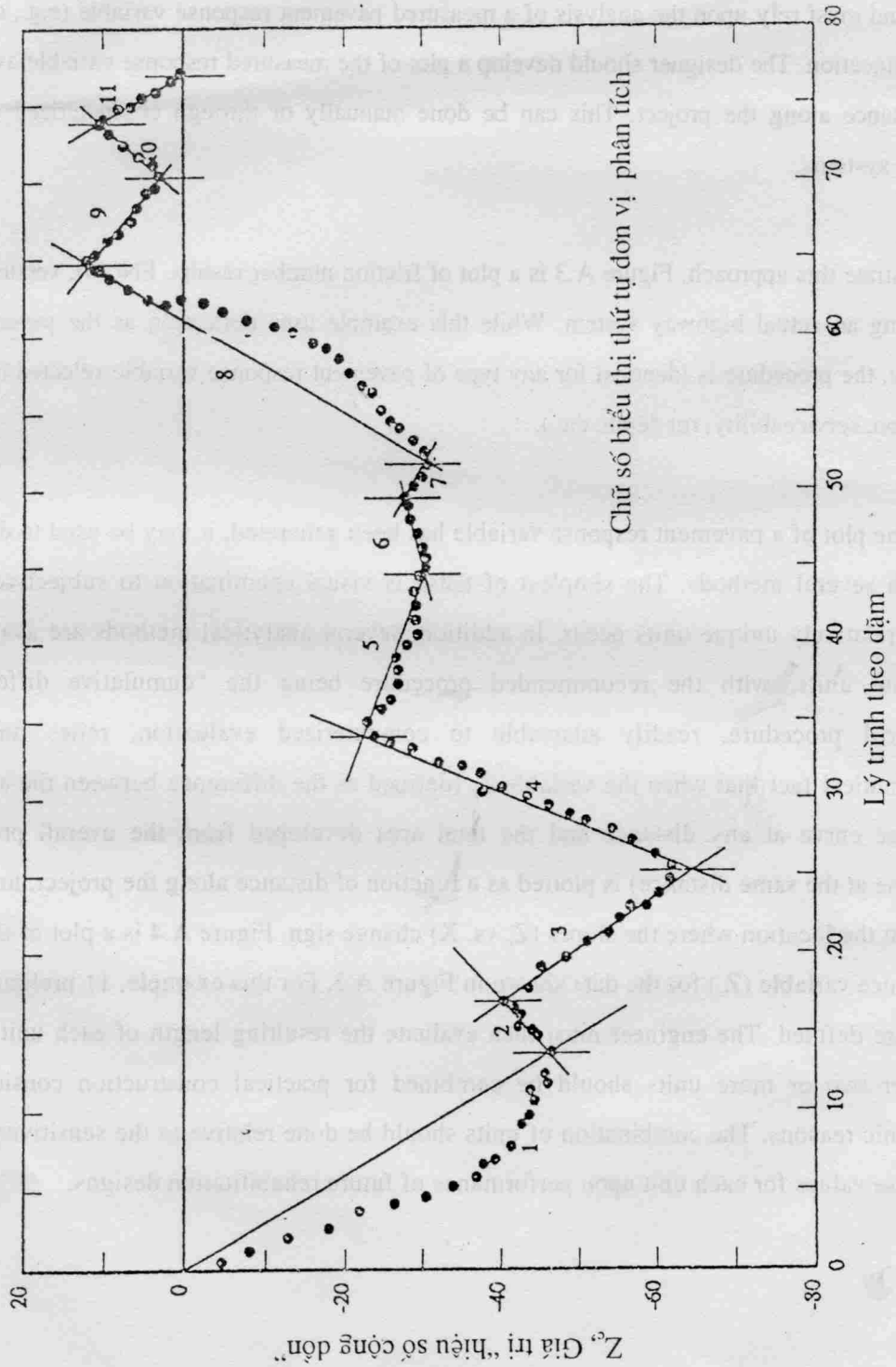
Hình A.1. Biến đổi phản ứng điển hình của mặt đường theo chiều dài, (vẽ cho một dự án cụ thể)



Hình A.2. Phương pháp lý tưởng hoá dùng cho việc mô tả đơn vị phân tích



Hình A.3. Kết quả FN (40) theo khoảng cách dọc theo dự án



Hình A.4. Cách phân định các đơn vị (đoạn) phân tích bằng phương pháp "Hiệu số cộng dồn"

### 1.2.2. PHƯƠNG PHÁP ĐO BIẾN SỐ ĐẶC TRUNG CỦA MẶT ĐƯỜNG.

Thông thường, kỹ sư không thể xác định chính xác mức độ có tính thực tế của những yếu tố về khả năng phục vụ của mặt đường và phải căn cứ vào quá trình phân tích về một biến số đặc trưng của mặt đường đo đạc được ( ví dụ, độ võng) để phân định đơn vị. Người thiết kế phải triển khai vẽ biểu đồ của biến số đặc trưng đã đo được như là một hàm của khoảng cách dọc theo dự án. Công tác này có thể làm theo phương pháp thủ công hoặc trên các hệ thống đồ hoạ phân tích dữ liệu bằng máy tính.

Để minh hoạ cho giải pháp này, hình A.3 là một biểu đồ về kết quả các hệ số ma sát, FN(40), theo từng lý trình dọc theo một hệ thống đường bộ cụ thể. Ví dụ minh họa này sử dụng độ võng như là biến số đặc trưng của mặt đường, trình tự này sẽ như nhau cho bất kỳ biến số đặc trưng nào của mặt đường được lựa chọn (ví dụ, điều kiện mặt đường, khả năng phục vụ, chiều sâu lún ...)

Khi đã đưa ra biểu đồ của một biến số đặc trưng của mặt đường, có thể sử dụng nó để phân định các đơn vị theo nhiều phương pháp khác. Phương pháp đơn giản nhất là kiểm tra bằng mắt thường để quyết định một cách chủ quan nơi diễn ra những đơn vị tương đối đồng nhất. Hơn nữa, hiện nay có nhiều phương pháp phân tích khác nhau giúp cho việc phân định các đơn vị (đoạn), trình tự phương pháp được đề xuất gọi là “Hiệu số cộng dồn”. Trình tự phân tích này dễ dàng đáp ứng được cho việc đánh giá bằng máy tính, dựa vào nguyên tắc toán học đơn giản là khi biến số  $Z_c$  (được xác định bằng hiệu số giữa diện tích nằm dưới đường cong đo biến số đặc trưng tại bất kỳ khoảng cách nào và tổng diện tích được tính từ đường trung bình của biến số đặc trưng của toàn bộ tuyến đường thiết kế, tại cùng khoảng cách đó) được vẽ thành biểu đồ như là một hàm của khoảng cách dọc theo tuyến đường, thì các ranh giới (các biên) của đơn vị (đoạn) sẽ xảy ra tại vị trí mà các độ dốc của biểu đồ ( $Z_c$  đối với X) thay đổi dấu. Hình A.4 là một biểu đồ của biến số “Hiệu số cộng dồn”  $Z_c$  theo các số liệu trong hình A.3. Với ví dụ này, 11 đơn vị (đoạn) phân tích sơ bộ đã được xác định. Sau đó, Kỹ sư phải đánh giá chiều dài của từng đơn vị để xác định có nên kết hợp hai hay nhiều đơn vị khi xem xét những thực tế trong xây dựng và các lý do kinh tế. Việc kết hợp những đơn vị này có thể thực hiện liên quan đến độ nhạy cảm của các giá trị trung bình của biến số đặc trưng cho từng đơn vị theo khả năng phục vụ của những thiết kế về cải tạo mặt đường trong tương lai.

## 2. KHẢO SÁT HỆ THỐNG THOÁT NƯỚC TRONG CẢI TẠO MẶT ĐƯỜNG

### 2.1. VAI TRÒ CỦA HỆ THỐNG THOÁT NƯỚC TRONG CẢI TẠO MẶT ĐƯỜNG

Những hư hại trên mặt đường là do có độ ẩm gây ra hoặc độ ẩm làm tăng nhanh hư hại trong kết cấu mặt đường. Khi thiết kế cải tạo mặt đường, kỹ sư phải điều tra nghiên cứu vai trò của công tác cải tạo hệ thống thoát nước trong việc sửa chữa sự xuống cấp của mặt đường. Điều quan trọng là nhận thấy rằng nếu những hư hại của mặt đường không liên quan gì đến độ ẩm thì không thể sử dụng phương pháp cải tạo hệ thống thoát nước để khắc phục những hư hỏng đó. Những sự cố trên mặt đường mềm do độ ẩm bao gồm hiện tượng bong bật, lún, lồi lõm, nứt mối, và ổ gà.

### 2.2. HỒ SƠ VỀ MẶT ĐƯỜNG, ĐỊA HÌNH, HÌNH HỌC

Bước đầu tiên trong đánh giá mặt đường là kiểm tra hồ sơ xây dựng. Ví dụ, thiết kế ban đầu dựa trên những điều kiện gì. Sau đó phải tiếp tục kiểm tra số liệu đã thu thập trước đây về hệ thống thoát nước, các trắc ngang và trắc dọc của mặt đường như sau :

- Độ dốc dọc
- Độ dốc ngang
- Chiều rộng các lớp mặt đường
- Chiều dày các lớp
- Chiều sâu đào, chiều cao đắp
- Mái dốc và các loại công trình phụ trợ trên mặt đường (rãnh, cống.)
- Hệ thống thoát nước dưới mặt đường tại chỗ

Nếu mặt đường hình thành các hư hỏng liên quan đến độ ẩm, điều đó chứng tỏ rằng hệ thống thoát nước ban đầu không đáp ứng được những yêu cầu hiện nay của mặt đường. Việc đánh giá hệ thống thoát nước sẽ bộc lộ cho người kỹ sư nhận thấy hệ thống thoát nước hiện tại chỉ cần sửa chữa và bảo dưỡng, hay cần phải bổ sung thêm một số công trình phụ trợ. Bước tiếp theo là xem xét bản đồ địa hình của những công trình phụ trợ ảnh hưởng đến chuyển động của nước dưới mặt đường và nước trên mặt đường trong khu vực dự án. Liệu phía trên cao độ mặt đường có hồ, suối, hoặc những vùng ẩm ướt theo mùa hay không.



Việc đánh giá hệ thống thoát nước đòi hỏi phải điều tra những vấn đề tại công trình, tốt hơn là trong mùa mưa. Sau đây là một trong số những câu hỏi để phỏng vấn khi thực hiện điều tra hiện trường:

- Nước chảy ở đâu và chảy như thế nào qua mặt đường?
- Nước tập trung ở những vị trí nào trên mặt đường và gần mặt đường?
- Mức nước trong các rãnh là bao nhiêu?
- Những khe nối và các vết nứt có nước hay không?
- Nước có đọng thành vũng trên lề đường không?
- Có loại cây cỏ ưa nước nào sinh sôi nảy nở dọc theo lề đường không?
- Bên mép đường có quan sát thấy loại vật liệu mịn nào đọng lại hay hiện tượng phụ nước nào không?
- Nước chảy vào có mảnh vỡ, vôi vữa hay có hiện tượng lắng đọng không?
- Các mối nối và vết nứt có được gắn kín không?

Việc khảo sát hiện trường cũng phải bao gồm việc thanh tra để xác định xem những công trình phụ trợ cho hệ thống thoát nước trong thiết kế ban đầu trên thực tế có được xây dựng không. Không được đưa ra những giả định về vấn đề này, vì thiết kế đôi khi cũng thay đổi. Phải tìm kiếm những số liệu về công tác bảo dưỡng tại chỗ, và điều tra về những trình tự dọn sạch hệ thống thoát nước đã lập kế hoạch.

### 2.3. CÁC ĐẶC TÍNH CỦA VẬT LIỆU

Việc xác định những đặc tính của vật liệu cần khảo sát sẽ phụ thuộc vào 2 yếu tố : loại hư hại của mặt đường do độ ẩm gây ra và các lớp của mặt đường xảy ra hư hại. Bảng A.1 liệt kê một số đặc tính của vật liệu có thể cần phải khảo sát cho từng lớp một trong 3 lớp - nền, lớp cấp phối đá , mặt đường.

Nếu có thể, phải kết hợp giữa việc thu thập số liệu về vật liệu và việc đánh giá tổng thể về dự án. Ví dụ, nếu phải khoan lấy mẫu để xác định chiều dày của lớp, có thể lấy mẫu đất nền đồng thời với việc thử nghiệm về thoát nước. Theo phương pháp này, chi phí đánh giá sẽ được hạn chế đến mức tối thiểu.

**Bảng A.1. Các đặc tính của vật liệu liên quan đến những sự cố thoát nước trên mặt đường**

Nền đường	Phân loại chung	Thành phần hạt
		Phân loại đất
		Mối liên hệ giữa khối lượng và thể tích
		Dung trọng khô tối ưu trong phòng thí nghiệm
		Độ ẩm tối ưu trong phòng thí nghiệm
Các lớp dạng hạt	Phân loại chung	Dung trọng khô tại hiện trường
		Độ ẩm tại hiện trường
		Những đặc điểm liên quan đến thoát nước
		Độ thấm
		Độ rỗng hữu hiệu
Bề mặt	Cấp phối	Mao dẫn
		Thành phần hạt
		% thành phần hạt mịn
		Giới hạn Attenberg
		Phân loại
Tóm tắt		Hàm lượng độ ẩm tối ưu trong phòng thí nghiệm
		Dung trọng khô tại chỗ
		Hàm lượng độ ẩm tại chỗ
		Những đặc điểm liên quan đến thoát nước
		Độ thấm
		Độ rỗng hữu hiệu
		Mao dẫn
		Bong bột
		Phản ứng của cấp phối

Chỉ khi nào người kỹ sư xác định được sự cố của mặt đường do độ ẩm gây ra và tìm hiểu được quá trình phát triển của những sự cố này, thì kỹ sư mới có thể thiết kế những phương án cải tạo mặt đường để khắc phục những sự cố này và ngăn chặn những sự cố đó tái diễn. Để tăng giá trị kinh tế cho quá trình thoát nước, phải tập trung mọi nỗ lực để triển khai những giải pháp cải tạo hệ thống thoát nước thích hợp với những giải pháp đang được xem xét để sửa chữa những hư hỏng khác trên mặt đường hiện tại.

### 3. KHẢO SÁT THỰC TRẠNG CỦA MẶT ĐƯỜNG

#### 3.1. GIỚI THIỆU CHUNG

Những khảo sát chính xác về thực trạng mặt đường để đánh giá những hư hỏng trên mặt đường có ý nghĩa rất quan trọng để thực hiện thành công một phương pháp cải tạo mặt đường. Những kết quả khảo sát thực trạng hư hỏng cùng với những kết quả về khả năng phục vụ, hệ thống thoát nước và những khảo sát đánh giá về kết cấu cung cấp những thông tin cần thiết cho người kỹ sư thiết lập một giải pháp hiệu quả cải tạo mặt đường. Như vậy, trước khi tiến hành bất kỳ công tác thiết kế cải tạo nào, nhất thiết phải thực hiện những hoạt động khảo sát sâu rộng.

Hơn nữa, việc tiến hành các khảo sát thực trạng hư hỏng sau khi xây dựng mới hoặc sau khi đã cải tạo xong là quan trọng. Đây là một phương tiện để đánh giá toàn bộ hệ thống và cung cấp số liệu về mức độ phát triển của hư hỏng trên mặt đường. Những kết quả khảo sát này sẽ là một nguồn thông tin đầu vào chủ yếu để quyết định có nên thực hiện một dự án cải tạo đường lớn hay không. Tuy nhiên, khi hoạch định một dự án cải tạo mặt đường, những dữ liệu thông tin định kỳ này sẽ không đủ để đánh giá thích đáng những bước cải tạo cần thiết và những hoạt động khảo sát sâu rộng - như đã đề cập ở trên là vô cùng cần thiết.

Chúng ta nên khuyến khích việc kết hợp toàn bộ những số liệu lưu trữ về tình trạng hư hại của mặt đường thành một "chỉ số tình trạng mặt đường" - chỉ số này đánh giá tình trạng chung của mặt đường và có thể cho thấy cần thực hiện công tác bảo dưỡng nào. Chính công việc này sẽ là một phương tiện kỹ thuật bổ sung đặc lực trong việc hoạch định cải tạo mặt đường nói chung ở mức độ cấp dự án và mức độ mạng lưới.

Khi tiến hành khảo sát tình trạng mặt đường, cần có một số thông tin tối thiểu để giúp người kỹ sư đưa ra những quyết định quan trọng về những yêu cầu và những giải pháp cải tạo mặt đường. Những thông tin đó là:

- Loại hư hỏng - xác định loại hư hỏng hiện đang xảy ra trên mặt đường. Dạng hư hỏng cần được phân loại tùy theo các cơ chế phát sinh của chúng.
- Mức độ nghiêm trọng của hư hại: Ghi mức độ nghiêm trọng của mỗi loại hư hỏng và đánh giá mức độ xuống cấp.
- Số lượng hư hại - xác định khu vực liên quan (chiếm bao nhiêu % trong dự án) bị ảnh hưởng của mỗi loại hư hỏng và mức độ nghiêm trọng.

Một cuộc khảo sát kỹ thuật toàn diện về tình trạng mặt đường phải đáp ứng được những yêu cầu trên đây, mặc dù các thông số của từng loại trên đây có thể thay đổi.

### 3.2. SỬ DỤNG THÔNG TIN

Một khảo sát tình trạng mặt đường kỹ càng (chi tiết) là một phương tiện quan trọng trong quá trình cải tạo mặt đường. Nếu được tiến hành đúng, kết quả khảo sát sẽ xác định loại hư hỏng của mặt đường để hỗ trợ người kỹ sư tìm ra những nguyên nhân có thể của các hư hỏng đó. Chỉ khi nào xác định những nguyên nhân có thể gây ra hư hỏng, chúng ta mới có thể chọn được giải pháp cải tạo (sử dụng hay không sử dụng lớp phủ) mặt đường có thể vừa sửa chữa vừa ngăn chặn các sự cố. Như đã trình bày trong phần trước, không phải toàn bộ những hư hại mặt đường đều xuất phát từ những cơ chế kết cấu; những yếu tố như khí hậu, chất lượng xây dựng có thể cũng tác động tương hỗ theo chiều hướng phức tạp gây ra những hư hại trên mặt đường. Hơn nữa, nhiều hư hại của mặt đường có thể xuất phát từ nhiều cơ chế khác nhau. Bảng A.2- Phân loại hư hỏng mặt đường mềm theo nguyên nhân.

Ngoài việc xác định những nguyên nhân gây hư hại, một cuộc khảo sát thực trạng hợp lý cũng sẽ mô tả vị trí và mức độ nghiêm trọng của từng loại hư hỏng. Điều đó sẽ cho thấy có cần phải tiến hành công tác cải tạo hay không. Hơn nữa, khảo sát tình trạng mặt đường sẽ cung cấp một hồ sơ lưu trữ về tình trạng mặt đường tại thời điểm khảo sát. Chính từ hồ sơ lưu trữ này, những khác biệt giữa những lần xe trong một mặt đường nhiều làn xe cũng sẽ được bộc lộ. Sự có mặt của các hư hỏng được phát hiện nhờ sự khảo sát tình trạng đường thể hiện sự xuống cấp về khả năng phục vụ của mặt đường, do đó phải nghiên cứu những đánh giá hiện trường chi tiết hơn.

Tóm lại, cần nhấn mạnh là những khảo sát tình trạng mặt đường định kỳ sẽ cung cấp cho kỹ sư khả năng đánh giá những nguy cơ hư hại và ước tính mức độ xuống cấp của mặt đường trong tương lai. Khi khởi công một dự án cải tạo mặt đường quan trọng phải tiến hành một khảo sát mặt đường chi tiết để có thể đạt được một giải pháp tối ưu với hiệu quả kinh tế cao nhất.

## 4. ĐO ĐỘ VÔNG BẰNG THÍ NGHIỆM KHÔNG PHÁ HỦY KẾT CẤU

### 4.1. GIỚI THIỆU CHUNG

Giải thích về độ võng - Đầu tiên, tổng độ võng mặt đường đo được dưới một tải trọng nào đó được sử dụng làm một chỉ số trực tiếp về khả năng chịu lực của kết cấu của mặt đường. Các tiêu chuẩn về hư hỏng đặc biệt là đối với mặt đường mềm - liên hệ độ võng cực đại đo được với số tải trọng trùng phục cho phép.

**Bảng A.2. Phân loại chung các loại hư hỏng trên mặt đường Asphalt**

Loại hư hỏng	Nguyên nhân gây ra do xe cộ là chính	Nguyên nhân gây ra do thời tiết/vật liệu là chính
Loại hư hại	X	X
1. Nứt thành lưới hay nứt do mỏi		X
2. Chảy nhựa		X
3. Nứt khối		X
4. Mặt đường gợn sóng		X
5. Mặt đường bị lún		X
6. Nứt phản ảnh tại các khe nối từ các tấm PCC		X
7. Làn xe/Vai đường bị thụt xuống hoặc bị đội lên		X
8. Làn xe/Vai đường bị tách ra		X
9. Vết nứt dọc và ngang		X
10. Các miếng vá bị hư hỏng	X	
11. Vật liệu đá bị mài nhẵn	X	
12. Các ổ gà	X	
13. Hiện tượng phụt nước và rỉ nước	X(M, H)	X(L)
14. Bong bột và phong hoá		X
15. Vết hằn bánh xe	X	
16. Nứt trượt		X
17. Trương nở		X

Những tiêu chuẩn này được sử dụng trong thiết kế các hệ thống mặt đường mới và các hệ thống lớp phủ kết cấu. Khi chỉ sử dụng phần “đàn hồi” “có thể phục hồi” của tổng độ võng làm chỉ số chính trong khả năng thực hiện của mặt đường, chúng ta sẽ thu được một chỉ số chính xác hơn là sử dụng tổng độ võng dưới tác dụng của tải trọng. Hình A.5 minh họa các tiêu chuẩn về độ võng điển hình (sử dụng một cần Benkleman). Trong vòng nhiều năm, Học viện Asphalt đã sử dụng những tiêu chuẩn này làm cơ sở để phân tích lớp phủ kết cấu của các lớp phủ mềm trên các mặt đường mềm hiện hữu.

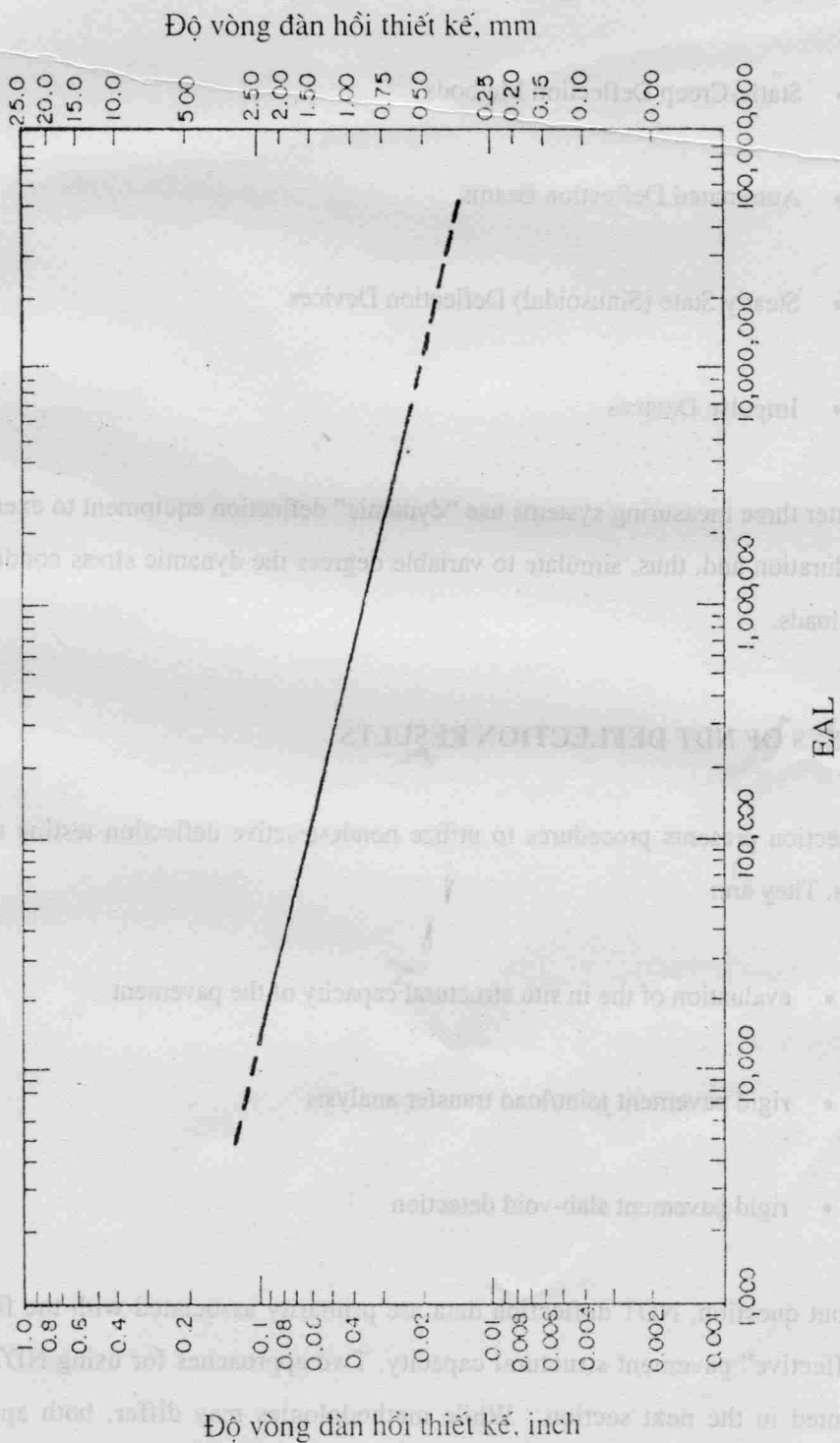
Trong khi tiêu chuẩn độ võng, tương tự như trong hình A.5, được sử dụng rộng rãi, những nghiên cứu kỹ thuật mới đây cho thấy độ võng đàn hồi cực đại, tự bản thân nó không phải là những thông số chính xác nhất hay những thông số đang áp dụng cho các kiểu kết cấu mặt đường trên thực tế. Trên thực tế, về mặt kết cấu, tất cả các mặt đường bị hư hại do bị biến dạng quá mức hay/hoặc vỡ gãy do tải trọng ở một lớp ổn định nào đó. Độ võng đàn hồi cực đại có thể biểu thị khả năng chống lại những chuyển vị cắt liên tục gây lún, trong khi đó bán kính cong mặt đường dưới tải trọng biểu thị rõ hơn khả năng chống lại các vết nứt mối ở những lớp ổn định của mặt đường do tải trọng trùng phục.

Tóm lại, khi sử dụng độ võng đàn hồi cực đại kết hợp với một chỉ số bán kính cong mặt đường dưới tải trọng chúng ta sẽ đánh giá được một cách chính xác nhất khả năng phục vụ của mặt đường.

Trong cuốn quy trình này, phương pháp đánh giá khả năng chịu lực của kết cấu mặt đường theo độ võng bằng NDT yêu cầu phải sử dụng những kết quả đo đạc của độ võng dưới tải trọng, chứ không phải chỉ sử dụng những độ võng cực đại. Những chi tiết sử dụng và việc giải thích phương pháp cơ bản này được trình bày trong phần này.

**Những điều chỉnh về môi trường.** Khi tiến hành đo độ võng trên mặt đường Asphalt, các kết quả này phải được điều chỉnh (chuẩn hoá) cho một loại hệ thống tải trọng nào đó (xe cộ hay thiết bị NDT) và phải được phổ cập hoá theo một loạt những điều kiện môi trường cho sẵn. Nói chung, độ võng đo đạc được phải được điều chỉnh về một nhiệt độ mặt đường thích hợp nào đó (thường là 21°C ở Mỹ) để tính đến ảnh hưởng của tham số này đến mô đun của vật liệu có sử lý bằng nhựa bitum. Vì thí nghiệm về độ võng nhìn chung chỉ được tiến hành tại một thời điểm nào đó trong năm, nên người kỹ sư phải thực hiện điều chỉnh độ võng để đảm bảo là chế độ ẩm bất lợi nhất - trong một năm điển hình nào đó - phải được đưa vào phân tích. Thời kỳ độ võng tới hạn là một hàm trực tiếp khi mặt đường bị yếu đi do các điều kiện trong thời kỳ ấy lớn hơn các điều kiện trung bình trong các lớp mặt đường không có chất kết dính.

Các trình tự sử dụng trong việc điều chỉnh các tính toán về độ võng NDT hoàn toàn phụ thuộc vào những phương pháp luận về độ võng NDT được trình bày ở phần sau của chương này.



Hình A.5. Biểu đồ độ võng đàn hồi thiết kế

**Các hệ thống đo độ võng.** Hiện nay có nhiều hệ thống đo độ võng NDT sử dụng để đánh giá mặt đường. Nói chung, các hệ thống này có thể được phân loại thành 5 nhóm chính như sau:

- Phương pháp đo độ võng từ biến - tĩnh
- Các dầm đo độ võng tự động
- Các thiết bị đo độ võng theo trạng thái đều đặn (hình sin)
- Các thiết bị dùng xung lực
- Các thiết bị lan truyền sóng

Ba hệ thống đo sau sử dụng thiết bị đo độ võng “động” để tác dụng tải trọng (các loại ứng suất) trong một thời gian ngắn, và do vậy, mô phỏng những mức độ thay đổi của các điều kiện ứng suất động khác nhau gây ra do tải trọng xe chạy.

## 4.2. SỬ DỤNG CÁC KẾT QUẢ ĐỘ VÕNG NDT

Phần này trình bày những trình tự sử dụng các kết quả thí nghiệm độ võng không phá hủy theo 3 yếu tố sau:

- Đánh giá khả năng chịu lực kết cấu tại chỗ của mặt đường
- Khe nối mặt đường cứng/phân tích chuyển tải trọng
- Thiết bị phát hiện độ rỗng trên mặt đường cứng

Không còn nghi ngờ gì nữa, các số liệu độ võng NDT chủ yếu liên quan đến loại thứ nhất: năng lực hữu hiệu của kết cấu mặt đường hay còn gọi là năng lực tại chỗ của kết cấu mặt đường. Về vấn đề này, hai phương pháp sử dụng số liệu NDT được trình bày trong phần tiếp theo. Dù phương pháp luận có thể khác nhau, hai phương pháp này đều sử dụng những kết quả đo đạc bằng chậu võng (không phải chỉ sử dụng phương pháp đo độ võng cực đại) để đánh giá khả năng chịu lực của kết cấu. Hơn nữa, cả hai phương pháp đều căn cứ vào độ võng động để xác định khả năng phục vụ chứ không dựa vào phản ứng độ võng từ biến tĩnh. Như vậy, số liệu sử dụng để đánh giá khả năng chịu lực của kết cấu tại chỗ của mặt đường phải thu thập từ thiết bị ở trạng thái ổn định hoặc dùng sóng xung, theo những hướng dẫn dưới đây.



### 4.3. ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG CHỊU LỰC HỮU HIỆU CỦA KẾT CẤU

*Các phương pháp chung.* Việc đánh giá khả năng chịu lực của kết cấu hiệu quả của mặt đường, như trình bày trong phần phụ lục này, cần sử dụng các tải trọng động và những kết quả đo đạc tiếp theo của chậu vồng. Sau đó, sử dụng chậu vồng đo được để ước tính mô đun nền đường tại chỗ. Trong trường hợp này, hai trình tự sau đây sẽ dùng để thực hiện đánh giá:

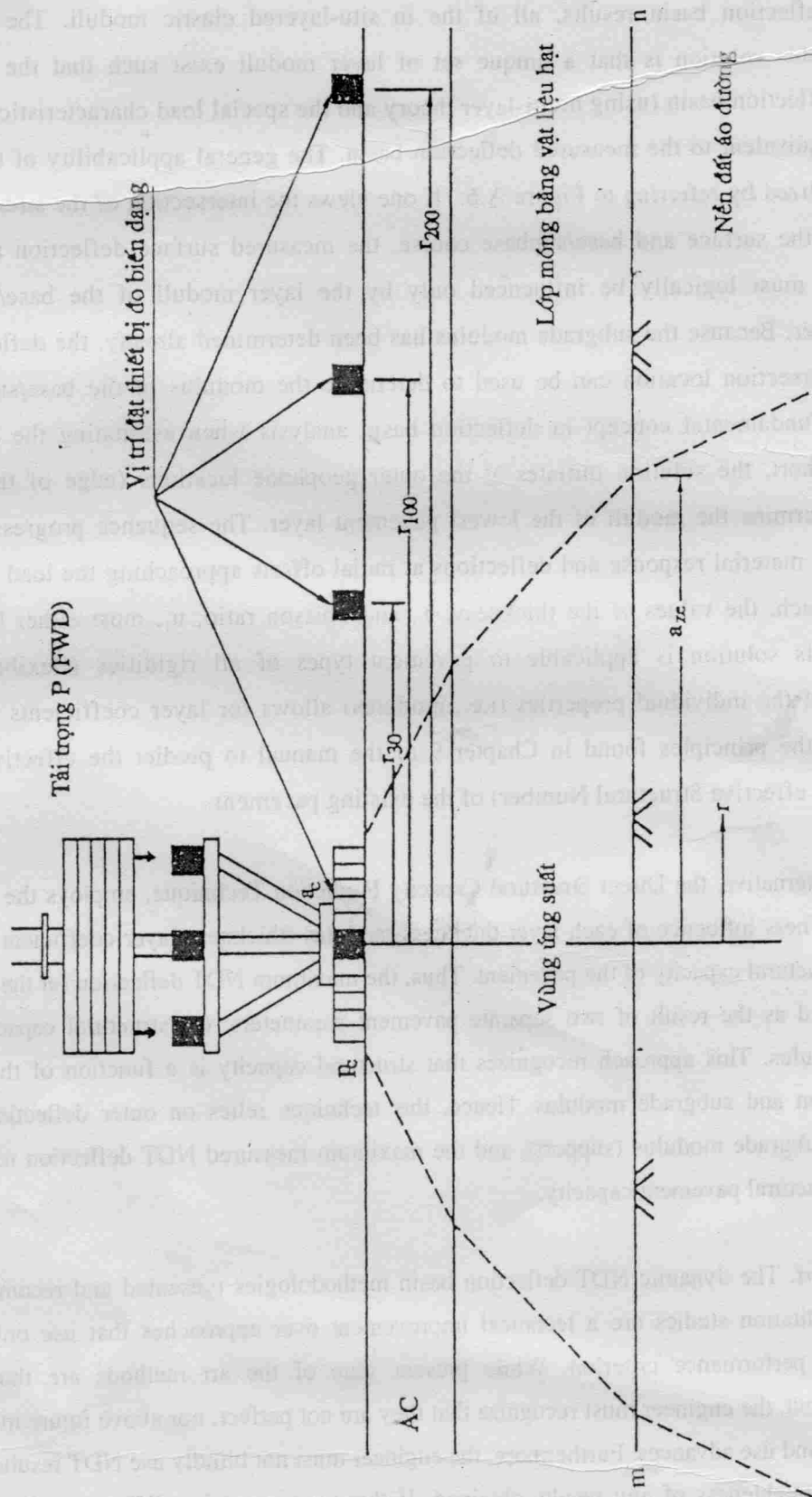
- Kỹ thuật dự tính các mô đun lớp mặt
- Kỹ thuật dự tính trực tiếp khả năng chịu lực của kết cấu mặt đường

Trong khi cả hai phương pháp trên đều cho một giá trị như nhau (khả năng chịu lực hữu hiệu của kết cấu,  $SC_{\text{eff}}$ ), người sử dụng phải xem xét những điểm thuận lợi và bất lợi của mỗi phương pháp khi quyết định chọn một trong hai phương pháp trên.

Hình A.6 là một sơ đồ phác họa về một kết cấu mặt đường điển hình bị vồng dưới tác động của một tải trọng NDT động. Khi tải trọng tác dụng thì tải trọng này sẽ lan truyền qua một phần của hệ thống mặt đường, được thể hiện bằng vùng hình nón trong hình vẽ.

Độ dốc (độ nghiêng) của các cạnh trong hình nón này, thay đổi theo từng lớp, liên quan đến độ cứng tương đối hay mô đun vật liệu trong từng lớp. Khi mô đun tăng lên (vật liệu trở nên cứng hơn), ứng suất sẽ tác động lên một diện tích rộng hơn nhiều.

Hình này cho thấy nhiều quan niệm thú vị trong phân tích mặt đường bằng NDT. Đáng kể nhất là khoảng cách ( $r = a3e$ ) trong đó bầu ứng suất cắt ngang mặt phân cách giữa lớp móng dưới và lớp nền. Khi đo được chậu vồng (sử dụng các đầu đo hay các thiết bị đo đạc khác), bất kỳ độ vồng bề mặt nào đã đo được nằm tại vị trí bằng hoặc lớn hơn  $a3e$  chính là do tác động của ứng suất (biến dạng) trong phạm vi nền đường. Như vậy, các số đọc bên ngoài chậu vồng, dưới tải trọng động, chủ yếu phản ánh các đặc tính mô đun tại chỗ của đất nền. Đây là khái niệm cơ bản sử dụng ở một trong hai phương pháp để lập ra giá trị của điều kiện hỗ trợ mặt đường từ đánh giá bằng NDT. Một yếu tố cũng không kém phần quan trọng là sự tồn tại một khoảng cách tối thiểu lý tưởng đối với mỗi loại mặt đường và bộ thiết bị NDT tại vị trí đó cần đặt đầu đo ngoài cùng để đảm bảo là phản ứng độ vồng không bị ảnh hưởng của những lớp mặt đường phía trên. Nếu đặt những đầu đo ngoài cùng ra bên ngoài điểm này sẽ xảy ra sai số trong ước tính khả năng chống đỡ của nền trong kết quả đo. Cả hai trình tự để xác định khả năng chịu lực hữu hiệu của kết cấu đều sử dụng những kết quả đo đạc chậu vồng để đánh giá mô đun nền đường, như đã trình bày ở trên. Ở những bước tiếp theo trong quá trình đánh giá khả năng chịu lực của kết cấu mặt đường thì các phương pháp mới khác nhau.



Hình A.6. Sơ đồ vùng ứng suất trong kết cấu mặt đường dưới và tải trọng PWD

Mục đích của kỹ thuật dự đoán các mô đun lớp mặt đường là tính toán ngược để xác định tất cả các mô đun đàn hồi của các lớp tại hiện trường căn cứ vào các kết quả đo chậu vông. Yêu cầu cơ bản của giải pháp này là có tồn tại duy nhất một loạt các mô đun của các lớp của mặt đường trong đó chậu vông được dự báo theo lý thuyết (sử dụng lý thuyết nhiều lớp và các đặc điểm tải trọng đặc biệt của thiết bị NDT) là tương đương với những kết quả đo chậu vông trên thực tế. Hình A.6 thể hiện nguyên tắc áp dụng chung phương pháp này. Nếu xem xét giao điểm giữa bầu ứng suất với mặt phân cách của lớp bề mặt và lớp móng trên/lớp móng dưới, thì độ vông bề mặt đo được tại vị trí hướng tâm này, theo logic, chỉ bị ảnh hưởng theo các mô đun của lớp móng trên/lớp móng dưới và lớp nền. Vì đã xác định được mô đun của lớp nền, độ vông tại vị trí mặt phân cách/điểm giao này có thể được sử dụng để xác định mô đun của lớp móng/lớp móng dưới. Đây là nguyên tắc cơ bản trong phân tích chậu vông khi ước tính các mô đun lớp tại chỗ. Tóm lại, giải pháp sử dụng các vị trí đầu đo ngoài để xác định các mô đun của lớp nằm thấp nhất của mặt đường. Trình tự này sẽ triển khai qua việc sử dụng cường độ của vật liệu "đã được biết" và các độ vông ở đường hướng tâm của tấm gia tải. Trong phương pháp này, phải biết hay phải giả định, giá trị về chiều dày,  $h_1$ , hệ số Poisson,  $\nu_1$ . Phương pháp này áp dụng cho các loại mặt đường với những độ cứng khác nhau (từ mềm đến cứng). Những hiểu biết về các đặc tính (ví dụ, mô đun) cho phép lập được những hệ số lớp, sử dụng các nguyên tắc trong Chương 9 của cuốn quy trình, để dự tính khả năng chịu lực hữu hiệu của kết cấu (ví dụ chỉ số kết cấu hữu hiệu) của mặt đường hiện tại.

Giải pháp thứ hai, kỹ thuật dự tính trực tiếp khả năng chịu lực của kết cấu, lấy giả thuyết là ảnh hưởng của độ cứng tổng hợp của từng mô đun - chiều dày lớp quyết định khả năng chịu lực của kết cấu chung của mặt đường. Do vậy, độ vông NDT cực đại (tại tâm tải trọng) có thể được xem là kết quả của hai thông số riêng rẽ của mặt đường: (1) Khả năng chịu lực của kết cấu (2) mô đun lớp nền.

Giải pháp này cho thấy khả năng chịu lực của kết cấu là một hàm của độ vông NDT cực đại và mô đun nền đường. Vì thế, kỹ thuật này căn cứ vào các giá trị độ vông ngoài để dự tính mô đun lớp nền, và độ vông cực đại NDT đo được để dự tính khả năng chịu lực hữu hiệu của kết cấu mặt đường.

**Kỹ thuật tiên tiến.** Các phương pháp chậu vông - NDT động được trình bày và khuyến nghị dùng cho các nghiên cứu cải tạo lớp phủ - là sự cải tiến kỹ thuật so với các phương pháp chỉ sử dụng duy nhất một tiêu chuẩn là độ vông - tuổi thọ phục vụ. Trong khi các phương pháp sử dụng kỹ thuật được cho là rất chuyên sâu về mặt kỹ thuật, kỹ sư phải nhận thấy rằng những phương pháp đó không phải là hoàn hảo và cũng không phải là những cải tiến trong tương lai như những tiến bộ công nghệ. Hơn nữa, kỹ sư cũng không được sử dụng những kết quả NDT một cách mù quáng, mà phải đánh giá tính hợp lý của bất kỳ kết quả nào đạt được. Nếu giữa những kết quả dự tính căn cứ vào NDT và những kết quả trước đây của các cơ quan chức năng có sự khác biệt quá lớn về tính chất của vật liệu, thì cần phải tiến hành đánh giá lại để xác định nguyên nhân gây ra sự khác biệt đó.

Việc sử dụng các kỹ thuật chấu vồng NDT động cung cấp cho người sử dụng những tiềm năng lớn để đánh giá các loại mặt đường. Một trong số những tiềm năng đó là khả năng ước tính giá trị hỗ trợ tại chỗ của lớp nền đường. Yếu tố này rất quan trọng để hoàn thành một phân tích lớp phủ chính xác.

Một tiềm năng khác nữa của kỹ thuật dự báo là khả năng xác định chính xác khả năng chịu lực hữu hiệu (hoặc tại chỗ) của mặt đường tại thời điểm đo để có thể chịu đựng được tổng tải trọng trùng phức. Cả hai quá trình NDT động sẽ dùng để xác định các khu vực mặt đường bị yếu. Ví dụ, các mặt đường bị nứt thì độ vồng sẽ tăng lên, do đó các mô đun lớp dự đoán sẽ kém hơn và/hoặc khả năng chịu tải trọng của mặt đường sẽ bị giảm tương ứng. Tương tự như vậy, độ ẩm tăng lên sẽ làm thay đổi phản ứng đo qua chấu vồng của mặt đường và như vậy sẽ ảnh hưởng đến những phản ứng của vật liệu tại chỗ/vật liệu đã sử dụng trong xây dựng. Tóm lại, phân tích bằng chấu vồng NDT là một kỹ thuật để đưa ra những dự đoán chính xác nhất về những đặc tính lớp tại chỗ trên thực tế, chính những đặc tính này sẽ quyết định khả năng chịu lực của kết cấu tổng thể của mặt đường.

Một nhận xét cuối cùng của phương pháp này là các mô đun lớp tại chỗ đã dự tính có thể được sử dụng như một nguồn đầu vào trực tiếp trong những phương pháp thiết kế lớp phủ cơ học hơn. Điều này có thể có lợi đối với các cơ quan muốn nghiên cứu sâu hơn về cải tạo đường.

## 5. CÁC CHƯƠNG TRÌNH LẤY MẪU VÀ THÍ NGHIỆM HIỆN TRƯỜNG

### 5.1. CÁC LOẠI THÍ NGHIỆM

Nhìn chung, thí nghiệm hiện trường được phân loại thành 2 lĩnh vực chính : thí nghiệm không phá huỷ (NDT) và thí nghiệm phá huỷ. Các thí nghiệm phá huỷ sẽ bóc vật liệu mặt đường để lấy mẫu (mẫu nguyên hay mẫu không nguyên) hoặc để tiến hành một thí nghiệm tại chỗ. Những thí nghiệm này có rất nhiều hạn chế và bất lợi, đặc biệt là khi tiến hành trên những trục quốc lộ có cường độ giao thông từ trung bình đến cao. Những hạn chế thực tế về thời gian và tiền bạc ảnh hưởng rất nhiều đến số lượng và chủng loại thí nghiệm được tiến hành trong những nghiên cứu định kỳ về cải tạo mặt đường.

Trái lại, thí nghiệm không phá huỷ, không cần phải phá huỷ mặt đường, và do vậy được ưa thích hơn trong quá trình cải tạo mặt đường. Hình thức NDT được sử dụng rộng rãi nhất là những thí nghiệm độ vồng tại hiện trường đã trình bày trong phần trước.

## 5.2. NHỮNG THAM SỐ CHÍNH

Trong quá trình thu thập số liệu, kỹ sư phải tích lũy đầy đủ thông tin về tình trạng tại chỗ hệ thống của mặt đường để xác định chính xác nguyên nhân gây hư hại. Những tham số về những dữ liệu thực tế thu thập được của từng dự án sẽ khác nhau. Hãy xem xét những trường hợp minh họa sau đây.

Nếu một mặt đường bị vệt lún sâu sau 15 - 20 năm sử dụng thì việc cải tạo cần thực hiện là một lệ thường và một chương trình lấy mẫu và thí nghiệm hiện trường tối thiểu là đủ. Trái lại, nếu chỉ sau vài năm phục vụ đã xảy ra nhiều vệt lún thì, có thể cần thu thập rất nhiều số liệu và các thí nghiệm hiện trường để đánh giá chính xác nguyên nhân gây ra hư hại và định những biện pháp cải tạo thích hợp. Những sự cố lún này có thể là do độ chặt của vật liệu (không đảm lèn đúng qui trình), biến dạng ở móng đường (lớp nền), lớp asphalt không ổn định v.v..

Trách nhiệm của người kỹ sư là xác định qui mô của quá trình thu thập số liệu trong một dự án, và hạn chế đến mức tối thiểu chi phí cho quá trình này bằng cách tránh thu thập những thông tin thừa. Tuy nhiên, có nhiều thông số chính được xem là những thông số bắt buộc trong bất kỳ quá trình thu thập thông tin nào. Đó là những thông số sau đây:

- Độ võng của mặt đường
- Cường độ của vật liệu tại chỗ (mô đun, cường độ)
- Độ dày của các lớp
- Loại vật liệu trong lớp

## 5.3. SỰ CẦN THIẾT TIẾN HÀNH THÍ NGHIỆM PHÁ HUỖ

Có ba nguồn thông tin sẵn có dành cho người kỹ sư trong suốt quá trình thu thập số liệu :

- Số liệu hồ sơ
- Thí nghiệm phá huỷ, và
- Thí nghiệm không phá huỷ

Một hay nhiều trong các nguồn thông tin này có thể được sử dụng để hoàn thành quá trình thu thập những thông số trên đây. Trong khi thí nghiệm không phá huỷ đã từng được chú trọng thì thí nghiệm phá huỷ có thể đóng một vai trò quan trọng trong việc lấy mẫu và thí nghiệm hiện trường.

Khi hoàn thành thông số thứ hai, cường độ tại chỗ của vật liệu, NDT là nguồn thông tin có ưu thế hơn. Tuy nhiên, các hồ sơ số liệu có thể được sử dụng một cách cẩn thận vì những điều kiện tại công trường có thể đã thay đổi sau khi những số liệu đó được thu thập. Việc sử dụng số lượng hạn chế những thí nghiệm phá huỷ để xác định/thay đổi các đặc tính của vật liệu dự tính từ nguồn NDT hoặc nguồn dữ liệu trong hồ sơ là một thực tế có tính kỹ thuật sâu rộng cần được nghiên cứu, xem xét. Tương tự như vậy, những thí nghiệm này có thể được sử dụng để xác định những tình trạng thoát nước và tìm ra những vấn đề (sự cố) trong các lớp. Trong lĩnh vực này, các thí nghiệm đào hố cũng được sử dụng.

Đối với các loại mặt đường cứng, một trong số những đặc tính quan trọng của vật liệu ảnh hưởng đến khả năng phục vụ của mặt đường là cường độ chịu kéo (mô đun phá hỏng) của bê tông. Mối quan hệ tương hỗ giữa cường độ uốn và cường độ kéo theo phương pháp ép chẽ có thể được sử dụng làm một nguồn đầu vào từ các mẫu khoan đã được lấy từ mặt đường.

Không giống như hai thông số đầu tiên, việc xác định các chiều dày của các lớp trên mặt đường và loại vật liệu sử dụng trong mặt đường không thể tiến hành căn cứ vào NDT. Trong khi các thông tin trong hồ sơ lưu trữ có thể sẵn có, tầm quan trọng đặc biệt và độ nhạy cảm của thông số này đòi hỏi phải sử dụng thí nghiệm phá huỷ để kiểm tra/thay đổi nguồn thông tin lưu trữ. Riêng loại vật liệu của lớp có thể được xác định từ các thông tin của hồ sơ mặt đường trừ phi có hoàn cảnh đặc biệt chế ngự. Một số lượng hạn chế những mẫu được lấy tại những địa điểm chọn một cách ngẫu nhiên có thể được sử dụng để kiểm chứng nguồn thông tin lưu trữ.

Tóm lại, khi NDT chiếm ưu thế hơn thí nghiệm phá huỷ, một chương trình thí nghiệm hiện trường toàn diện về mặt kỹ thuật nên bao gồm một chương trình thí nghiệm phá huỷ bổ sung để đảm bảo độ chính xác cho những thông tin thu thập được. Hệ thống kiểm tra hai lần này đảm bảo rằng những số liệu không chính xác sẽ không được sử dụng trong thiết kế cải tạo mặt đường.

## Phụ lục B. Thảo luận về độ tin cậy

### 1. ĐỘ TIN CẬY

#### 1.1. ĐỊNH NGHĨA TỔNG QUÁT VỀ ĐỘ TIN CẬY

Miêu tả khái niệm độ tin cậy bằng định nghĩa đưa ra dưới đây “Độ tin cậy của quá trình thiết kế một kết cấu mặt đường là xác suất mà kết cấu mặt đường đã được thiết kế ấy có thể phục vụ thoả mãn cho lượng giao thông và các điều kiện môi trường trong suốt cả thời kỳ thiết kế”.

[\* Ghi chú: thời kỳ thiết kế ở chương này cũng như ở phần khác của cẩm nang này là chỉ thời kỳ phục vụ hoặc khoảng thời gian tính từ khi một kết cấu mặt đường mới xây dựng hoặc cải tạo lại xuống cấp dẫn từ khả năng phục vụ ban đầu đến khả năng phục vụ cuối cùng].

#### 1.2. ĐỊNH NGHĨA MẶT CẮT THIẾT KẾ CỦA MẶT ĐƯỜNG

Một mặt cắt thiết kế của mặt đường là một mặt cắt được thiết kế thông qua việc sử dụng một công thức toán học tường minh để dự báo số lượng tải trọng trục xe tương đương ESAL mà mặt cắt có thể chịu được (We) trước khi nó đạt tới mức cuối cùng của khả năng phục vụ ( $P_1$ ). Điều đó khác với việc dự báo khoảng thời gian trước khi nó đạt tới một số lượng ESAL tiêu chuẩn. Những tham số dự báo trong phương trình có thể được xếp vào một trong bốn loại sau:

(1) Các yếu tố kết cấu mặt đường (PSF), ví dụ như chiều dày lớp móng dưới

(2) Các tham số về đất nền (RSF), ví dụ như mô đun đàn hồi của đất nền

(3) Các tham số có liên quan đến khí hậu (CRF), ví dụ như hệ số thoát nước và

(4) Các tham số điều kiện mặt đường (PCF), ví dụ chỉ số khả năng phục vụ cuối cùng.

Để đạt tới một kết cấu, việc thiết kế đòi hỏi các bước sau:

- (1) Đưa các giá trị danh định cho các hệ số điều kiện mặt đường (PCF)
- (2) Dùng số liệu khí hậu địa phương để ước tính các giá trị cho các tham số có liên quan đến khí hậu (CRF) và đưa các giá trị ấy vào
- (3) Dùng số liệu đất nền ở hiện trường để ước tính các giá trị của các tham số đất nền đường (RSF) và đưa các giá trị ấy vào.
- (4) Dùng các số liệu giao thông thích hợp và các hệ số tương đương cụ thể để dự báo tổng số tải trọng trục xe tương đương ESAL ( $W_T$ ) tại mặt cắt sẽ chịu đựng suốt thời kỳ thiết kế T năm và nhân hệ số độ tin cậy thiết kế  $F_R$  với lượng xe dự báo  $W_T$ ,  $F_R$  lớn hơn hay bằng 1

*Lựa chọn thiết kế kết cấu mặt đường.* Toán đồ (Hình 9.9 chương 9) để giải phương trình thiết kế có thể được sử dụng để xác định một hoặc nhiều tổ hợp vật liệu và chiều dày (PSF) sẽ thỏa mãn phương trình rút gọn. Sự lựa chọn thiết kế cuối cùng từ các phương án đã đưa ra phải dựa trên phân tích kinh tế - kỹ thuật

### 1.3. XÁC ĐỊNH CÁC THAM SỐ ĐIỀU KIỆN MẶT ĐƯỜNG, TẢI TRỌNG TRỤC XE TÍCH LŨY VÀ CÁC BIẾN SỐ KHẢ NĂNG PHỤC VỤ CỦA MẶT ĐƯỜNG

Có 3 loại tham số, cần thiết cho việc xác định độ tin cậy:

- (1) Điều kiện mặt đường
- (2) Sự tích lũy tải trọng trục xe, và
- (3) Khả năng phục vụ của mặt đường

*Các tham số điều kiện mặt đường và tải trọng trục tích lũy.* Số đo duy nhất của điều kiện mặt đường được đề cập ở đây là chỉ số khả năng phục vụ (PSI), phụ thuộc trước hết vào mức độ không bằng phẳng bề mặt và sau đó là sự hư hỏng đã quan sát được ví dụ như vết nứt, lún, và khuyết tật trên toàn bộ chiều dài của đoạn thiết kế. Số đo số lần tác dụng trùng phục của tải trọng trục xe sẽ được dùng là tần số (N) của tải trọng trục xe tương đương (ESAL) tích lũy từ lúc bắt đầu tới một thời điểm nào đó trong thời kỳ thiết kế.

Hồ sơ về khả năng phục vụ của một mặt cắt mặt đường được biểu diễn bởi đồ thị quan hệ giữa p và N như trình bày ở hình B-1 cho hai mặt cắt mặt đường A và B. Một thời kỳ thiết kế là T năm cũng được chỉ ra.



Để tính toán độ tin cậy chỉ có 3 điểm có quan hệ với nhau trên đường cong khả năng phục vụ ( $p, N$ ) là có tầm quan trọng:

(1) Tại lúc bắt đầu của thời kỳ thiết kế.

$$p = p_1 \text{ (thường lấy lớn hơn 4 một chút)}$$

$$N = 0$$

(2) Khi khả năng phục vụ của đoạn đường này đạt tới mức cuối cùng hoặc mức độ cho phép nhỏ nhất và cần phải rải lớp phủ hoặc xây dựng lại

$$p = p_1 \text{ (thường cho bằng 2 hoặc 2.5)}$$

$$N = N_1$$

Như ở hình B-1. Mặt cắt đường A đạt tới khả năng phục vụ sau cùng của nó ( $P_1$ ) trước (còn mặt đường B thì sau) điểm cuối của thời kỳ thiết kế

(3) Tại điểm cuối của thời kỳ thiết kế đối với các đoạn, chỉ số khả năng phục vụ của chúng còn lớn hơn  $p_1$ .

$$p = p_2$$

$$N = N_1$$

Trong trường hợp này  $p_1-p_2$  là độ tổn thất khả năng phục vụ trong suốt thời kỳ thiết kế  $T$ , tức là  $p_1-p_2$ .

Như đã giải thích ở phần 1.3, trình tự thiết kế mặt đường yêu cầu một dự báo  $W_1$  là tải trọng trục đơn tương đương tích lũy trong thời kỳ thiết kế, vậy

$$W_T \text{ (dự báo)} = g \times N_T \text{ (thực tế)}$$

Trong đó  $g$  đại diện cho độ không chắc chắn của việc dự báo dựa trên kinh nghiệm, có thể trong phạm vi từ nhỏ hơn 1/2 đến lớn hơn 2 tức là trong thực tế lượng xe có thể bằng từ 1/2 đến 2 lần lượng xe dự báo đã được chuyển đổi về tải trọng trục xe đơn tương đương ESAL.

Khả năng phục vụ của mặt đường: ở đây có 2 thành phần của độ tin cậy đối với khả năng phục vụ của mặt đường:

- (1) Khả năng phục vụ thực tế liên quan với khả năng phục vụ cuối cùng theo kỹ thuật. Khi PSI ( $p$ ) là một số đo điều kiện mặt đường, một chỉ tiêu có thể là số lượng thực tế,  $N_1$  số lần tác dụng "chịu đựng" của mặt đường đó trước khi khả năng phục vụ của nó đạt đến  $P_1$ , tất cả những thảo luận sau đây về độ tin cậy đều dựa trên chỉ tiêu này. Đặc biệt khả năng phục vụ liên quan tới mức độ phục vụ cuối cùng theo kỹ thuật.

Khả năng phục vụ thực tế ( với  $PSI = p_1$  ) =  $\log_{10} N_1$ . Dùng logarit để chuẩn hoá các phân bố xác suất.

- (2) Khả năng phục vụ dự báo: Phương trình thiết kế mặt đường Hình 9.9 chương 9 đưa ra một giá trị dự báo,  $W_1$ , với  $N_1$  khi các giá trị cụ thể được thay vào cho tất cả các hệ số trong phương trình.

Trong trình tự thiết kế  $W_1$  được thay bằng yếu tố độ tin cậy thiết kế ( $F_R$ ) của  $w_T$ , ở đây  $w_T$  là một giá trị để dự báo  $N_T$ , một con số thực tế của ESAL của thời kỳ thiết kế.

#### 1.4. CÁC THÀNH PHẦN CỦA CÁC THAM SỐ THIẾT KẾ MẶT ĐƯỜNG

Như đã biết ở trên về độ tin cậy, quá trình thiết kế mặt đường gồm có ba bước chính

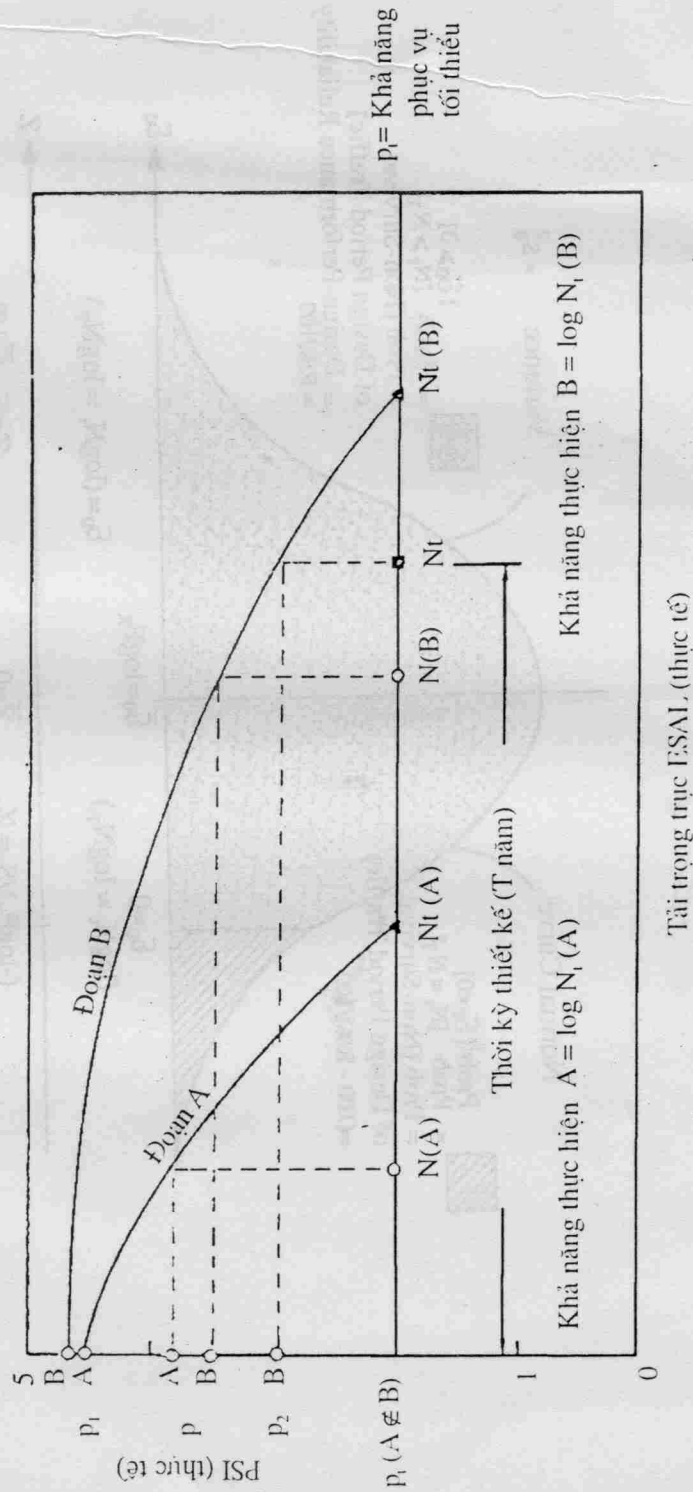
- (1) Dự báo,  $w_T$  của tổng số lần tải trọng trục xe đơn thiết kế ESAL trong thời kỳ thiết kế,  $N_T$
- (2) Nhân  $w_T$  với yếu tố độ tin cậy đã lựa chọn,  $F_R \geq 1$  và
- (3) Dự báo khả năng phục vụ thực tế của mặt đường,  $N_1$ , bằng cách lấy  $W_1 = w_T \times F_R$  đưa vào phương trình thiết kế. Rõ ràng  $W_1$  là một hàm của các yếu tố mặt đường.

Dưới đây là 4 yếu tố có độ lệch cơ bản so với giá trị chuẩn (trung bình) hoặc giá trị chuẩn dự kiến (kỳ vọng):

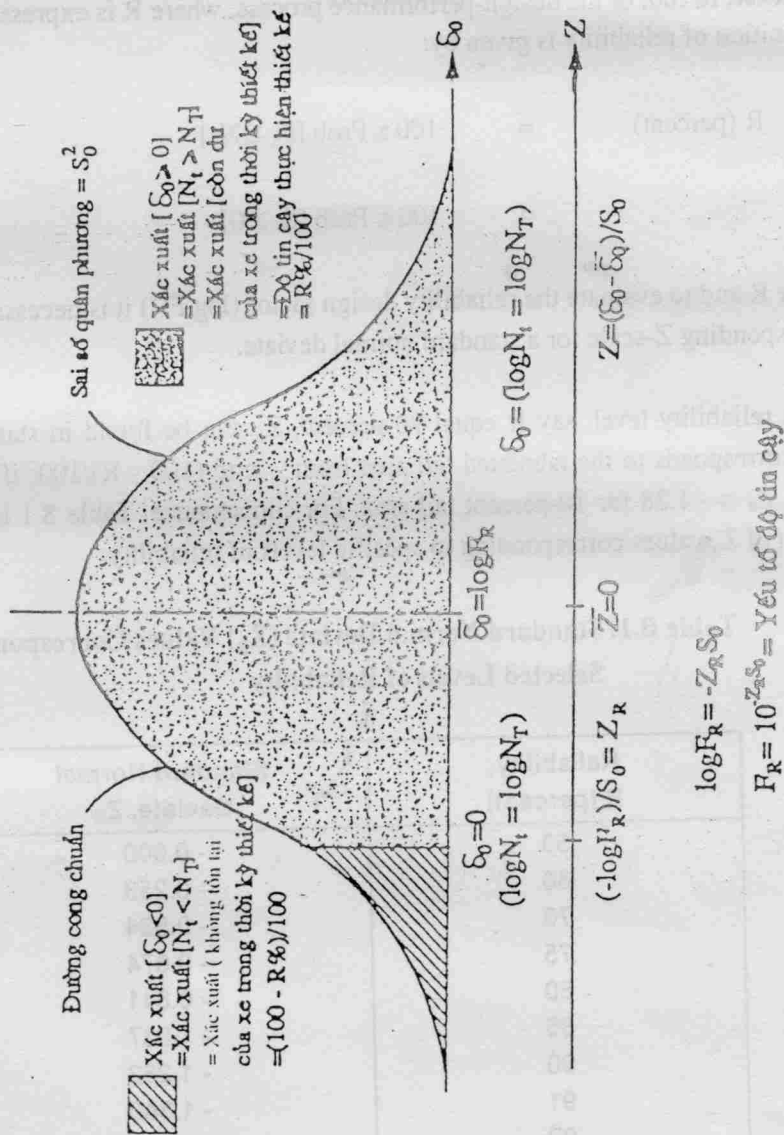
- (1) Sai số dự báo giao thông trong thời kỳ thiết kế
- (2) Yếu tố độ tin cậy theo thiết kế.
- (3) Sai số dự báo về khả năng phục vụ của mặt đường.
- (4) Độ lệch toàn bộ của khả năng phục vụ thực tế của mặt đường từ tình hình giao thông thực tế của thời kỳ thiết kế. Đó là tổng của 3 độ lệch đầu tiên

Trong giai đoạn thiết kế, người thiết kế đã không chế yếu tố độ tin cậy thiết kế ( $F_R$ ) nhưng không thể biết được hoặc là độ lớn hoặc là hướng (dấu) của các độ lệch khác.

Độ lệch toàn bộ sẽ là dương khi mà khả năng phục vụ thực tế của mặt đường vượt quá lượng xe thực tế của thời kỳ thiết kế tương ứng. Điều đó có nghĩa là đối với tất cả các kết cấu mặt đường tồn tại được với lượng xe trong thời kỳ thiết kế là bởi đã có  $p$  lớn hơn  $P_1$  tại cuối của  $T$  năm. Yếu tố độ tin cậy thiết kế được sử dụng để cho một sự bảo đảm có tính xác suất là số lần xe tác dụng thực tế ( $N_1$ ) sẽ vượt  $N_T$ , nghĩa là độ lệch toàn bộ sẽ là dương.



Hình B.1. Chỉ số khả năng phục vụ (p) ứng với số lần tác dụng của tải trọng tương đương (N)



Hình B.2. Định nghĩa độ Tin cậy và sự đánh giá yếu tố độ tin cậy thiết kế

### 1.5. CÁC PHÂN BỐ XÁC SUẤT CỦA CÁC ĐỘ LỆCH CƠ BẢN

Người ta cho rằng một tập hợp của tất cả các kết quả có thể có đối với mỗi độ lệch của các độ lệch ngẫu nhiên sẽ tạo ra một phân bố xác suất chuẩn như ở hình B.2. Nó là cơ sở cho việc định nghĩa rõ ràng độ tin cậy thiết kế và yếu tố độ tin cậy thiết kế.

Phần diện tích có chấm nằm trên phạm vi  $\delta_0 \geq 0$  tương ứng với xác suất để  $N_i \geq N_T$ , có nghĩa là mức của kết cấu mặt đường này sẽ chịu được lượng xe của thời kỳ thiết kế với  $p \geq p_i$ . Xác suất này được định nghĩa là mức độ tin cậy,  $R/100$ , của trình tự thiết kế, ở đó  $R$  tính bằng %. Vậy định nghĩa chính thức của độ tin cậy được tính bằng:

$$R(\%) = 100 \times \text{xác suất} [N_i \geq N_T] \\ = 100 \times \text{xác suất} [\delta_0 \geq 0]$$

Để tính toán  $R$  và để đánh giá các yếu tố độ tin cậy thiết kế ( $\log FR$ ) cần thay đổi tỷ lệ của  $\delta_0$  để tương ứng với tỷ lệ của  $Z$  cho một độ lệch trung bình tiêu chuẩn. Với một mức độ tin cậy đã cho, chẳng hạn  $R = 90\%$ ,  $Z_R$  có thể tìm được trong các bảng diện tích đường cong chuẩn và tương ứng với diện tích phía dưới của bảng từ  $-\infty$  đến  $(100-R)/100$ . Nếu  $R = 90\%$ , các bảng cho thấy  $Z_R = -1.28$  ứng với diện tích dưới là  $10\%$ . Để tiện sử dụng bảng 8.1 dưới đây cho phép chọn các giá trị  $Z_R$  tương ứng với các mức độ cụ thể của độ tin cậy.

**Bảng B.1. Các giá trị của độ lệch tiêu chuẩn ( $Z_R$ ) trung bình tương ứng với mức độ của độ tin cậy lựa chọn**

Độ tin cậy R (%)	Độ lệch chuẩn tiêu chuẩn trung bình, $Z_R$
50	- 0.000
60	- 0.253
70	- 0.524
75	- 0.674
80	- 0.841
85	- 1.037
90	- 1.282
91	- 1.340
92	- 1.405
93	- 1.467
94	- 1.555
95	- 1.645
96	- 1.751
97	- 1.881
98	- 2.054
99	- 2.327
99.9	- 3.090
99.99	- 3.750

## 1.6. TIÊU CHUẨN ĐỂ LỰA CHỌN ĐỘ LỆCH TIÊU CHUẨN TOÀN BỘ

- (1) Độ lệch tiêu chuẩn toàn bộ dự tính cho trường hợp ở đó sự biến đổi giao thông trong tương lai của dự án được tính đến (cùng với sự thay đổi khác có liên quan với các mô hình phục vụ của mặt đường đã được soát lại) bằng 0.49 đối với mặt đường mềm.
- (2) Độ lệch tiêu chuẩn toàn bộ dự tính cho trường hợp ở đó sự biến đổi lượng giao thông trong tương lai của dự án không được tính đến (và các biến thiên khác cùng với mô hình phục vụ của mặt đường đã được soát lại) bằng 0.44 cho mặt đường mềm
- (3) Khoảng giá trị của  $S_0$  đã đưa ra ở chương 9 là dựa trên các trị đã được đưa ra ở trên  
0.30-0.40 cho các mặt đường cứng  
0.40-0.50 cho các mặt đường mềm

Tuy nhiên, giá trị nhỏ ở cuối mỗi một phạm vi đại thể gần với các biến sai đã được xác định trong thử nghiệm đường của AASHTO.

Ghi chú: Sẽ có ích khi nhận ra rằng trong các giá trị  $S_0$  vốn có đã nói ở (1) và (2) ở trên là các giá trị trung bình để người sử dụng định ra một trị số độ lệch tiêu chuẩn toàn bộ ( $S_0$ ) đại diện tốt hơn cho khả năng ngoại suy (dự báo) lượng giao thông tương lai.

Nếu, nhờ có một cuộc điều tra lượng xe rộng lớn và một chương trình cân xe đầy đủ thì sẽ có khả năng có một dự báo lượng xe tương lai chính xác hơn, vậy có thể dùng giá trị của  $S_0$  nằm giữa các giá trị đã được xác định nói trên. Ví dụ: đối với các mặt đường mềm, khi  $S_0$  (thấp) = 0.4 và  $S_0$  (cao) = 0.5, thì một giá trị bằng 0.45 có thể được dùng.

## 1.7. TIÊU CHUẨN ĐỂ LỰA CHỌN MỨC ĐỘ TIN CẬY

Sự lựa chọn một mức độ thích hợp của độ tin cậy để thiết kế một công trình phụ đặc biệt phụ thuộc chủ yếu vào mức độ dự báo của việc sử dụng và sự rủi ro có liên quan tới việc xây dựng lúc đầu một kết cấu mặt đường mỏng hơn. Nếu một công trình có xe nặng chạy người ta có thể buộc phải cấm xe hoặc hạn chế chúng trong tương lai vì các mức độ hư hỏng lớn, vì việc duy tu và cải tạo có liên quan đến chiều dày ban đầu thiếu hụt. Mặt khác, một mặt đường ban đầu mỏng có thể chấp nhận được (sau đó là cần các mức độ duy tu và cải tạo lớn) nếu mức độ sử dụng dự kiến có ít mâu thuẫn hơn so với thực tế.

Một cách làm của việc xác định các mức độ tin cậy thiết kế thích đáng là đánh giá độ tin cậy vốn có trong nhiều phương pháp thiết kế mặt đường hiện nay. Giải pháp này đã được sử dụng để đưa ra các mức độ tin cậy kiến nghị đã được trình bày ở chương 9. Chúng được tìm ra từ sự khảo sát về độ tin cậy vốn có của nhiều phương pháp thiết kế hiện hành, có xét đến cấp chức năng của công trình và môi trường của nó là đường quốc lộ hay đô thị. Tuy giải pháp này hợp lý ở chỗ nó dựa trên một số khá lớn các kinh nghiệm đã qua, nhưng nó không cho một phương tiện để lựa chọn một mức độ duy nhất của độ tin cậy cho một dự án đã cho. Điều đó đòi hỏi phải xem xét chi tiết hơn vấn đề sử dụng và sự rủi ro của những hư hỏng sớm.

Hình 8.4 chương 8 đưa ra toán đồ biểu thị khái niệm bao hàm trong giải pháp chi tiết ấy để xác định mức độ tối ưu của độ tin cậy đối với một đề án cụ thể. Ba đường cong được trình bày trên hình. Thứ nhất đường cong A biểu thị ảnh hưởng của độ tin cậy đến chi phí của kết cấu mặt đường ban đầu (thể hiện giá trị hiện tại ròng hoặc chi phí hàng năm quy đổi) khi tăng độ tin cậy thiết kế, bề dày cần thiết lúc đầu của mặt đường cũng như chi phí cũng tăng theo. Thứ hai, đường cong B thể hiện các ảnh hưởng độ tin cậy đến chi phí có liên quan đến sự hư hỏng trong tương lai (duy tu, cải tạo, sự chậm chễ của người sử dụng đường v.v.). Thứ ba, đường cong (C) là tổng số hai đường cong trên. Nhằm mục tiêu tối thiểu hoá tổng chi phí toàn bộ, một độ tin cậy tối ưu đối với dự án đã cho sẽ tương ứng với giá trị tối thiểu của đường cong (C).

Cần thấy rằng độ tin cậy tối ưu này chỉ áp dụng cho mức độ sử dụng và rủi ro của sự hư hỏng có liên quan với một dự án cụ thể. Mặc dù, các dự án thiết kế có thể có cùng mức độ sử dụng, sự biến thiên của đất và sự thay đổi của điều kiện môi trường có thể ảnh hưởng đến mức độ rủi ro và vì vậy, ảnh hưởng đến độ tin cậy tối ưu.

## 1.8. ĐỘ TIN CẬY VÀ CÁC GIẢI PHÁP XÂY DỰNG THEO GIAI ĐOẠN

Khi xem xét độ tin cậy trong xây dựng theo giai đoạn hoặc các phương án thiết kế “cải tạo theo kế hoạch đã định”, điều quan trọng là phải xem xét ảnh hưởng của độ tin cậy phức hợp. Nếu không nhận thấy điều này độ tin cậy toàn bộ của một giải pháp 2 giai đoạn (mỗi giai đoạn đã thiết kế mức độ tin cậy 90%) thì sẽ bằng  $0.90 \times 0.90 = 0.81$ . Một giải pháp như vậy không thể được so sánh tương đương với một giải pháp xây dựng một giai đoạn có độ tin cậy 90%.

Tham khảo định nghĩa chính xác ở phần 8.1, độ tin cậy về cơ bản là xác suất mà một kết cấu mặt đường đã biết sẽ chịu được lượng xe trong thời kỳ thiết kế (phục vụ) với  $p \geq p_c$ . Định nghĩa này áp dụng cho trường hợp cơ bản, nơi mà thời kỳ thiết kế cho kết cấu ban đầu là tương đương với thời kỳ phân tích. Với các trường hợp ở đó thời kỳ thiết kế ban đầu nhỏ hơn thời kỳ phân tích mong muốn, việc xây dựng theo giai đoạn hoặc cải tạo theo kế hoạch định trước là cần phải thực hiện (với chiến lược thiết kế kéo dài hết thời kỳ phân tích) và định nghĩa độ tin cậy cần phải mở rộng nhằm xét đến cả những điều không chắc chắn (bất thường) có liên quan với các giai đoạn tăng thêm. Giả sử rằng xác suất của một giai đoạn trải qua thời kỳ thiết kế của nó là độc lập đối với xác suất của một giai đoạn khác, thì xác suất hoặc độ tin cậy toàn bộ mà tất cả các giai đoạn sẽ trải qua trong tất cả các thời kỳ thiết kế của chúng (hoặc khi cả chiến lược thiết kế sẽ trải qua suốt cả thời kỳ phân tích) sẽ là tích số của các độ tin cậy của từng giai đoạn.

Vậy để đưa ra một độ tin cậy thiết kế toàn bộ nào đó ( $R_{\text{toàn bộ}}$ ) trong một chiến lược thiết kế cụ thể, phương trình sau đây sẽ được áp dụng để xác định độ tin cậy riêng ( $R_{\text{giaidoan}}$ ) cần cho thiết kế mỗi giai đoạn.

$$(R_{\text{giaidoan}})^n = (R_{\text{toanbo}})^{1/n}$$

Trong đó:  $n$  là số giai đoạn bao gồm cả giai đoạn của kết cấu mặt đường ở thời kỳ đầu.



## Phụ lục C. Các ví dụ thiết kế mặt đường mềm.

Ví dụ 1. Xác định mô đun đàn hồi hữu hiệu ( $M_R$ ) của nền đường. Số liệu khảo sát về đất nền đường xem bảng C.1.

a) Với đoạn I (Tỉnh Ninh Bình)

Bảng C.1

Mùa	Tháng	Mô đun đàn hồi nền đất $M_R$ (psi)	Mức độ hư hỏng tương đối $U_f$
(1)	(2)	(3)	(4)
Mùa ẩm ướt	6, 7, 8, 9	5500	0.25
Thời kỳ chuyển mùa	10, 11	8500	0.09
Mùa khô	12, 1, 2, 3	12000	0.04
Thời kỳ chuyển mùa	4, 5	9500	0.07

Giá trị trung bình

$$\bar{U}_f = \frac{0.25 + 0.09 \times 2 + 0.04 \times 4 + 0.07 \times 2}{12} = 0.123$$

Mô đun đàn hồi hữu hiệu đất nền đường  $M_R = 7300$  psi (tương ứng với  $U_f = 0.123$ ).

Ghi chú:

- (1), (2), (3) là các số liệu khảo sát đất nền đường.
- (4) Giá trị của  $U_f$  trong cột 4 được xác định bằng cách sử dụng biểu đồ (Hình 9-3)
- $M_R = 7300$  psi xác định nhờ hình 9.3, tương ứng với trị số trung bình đã tính  $\bar{U}_f = 0.123$ .

Ví dụ 2: Xác định thông số ESAL thiết kế, sử dụng các số liệu cân xe chạy trên đường (WIM) đã được khảo sát trên đường cũ.

Số liệu khảo sát chi tiết theo FINNIDA trong năm 1991 từ đợt khảo sát cân xe chạy quy mô rộng đã được sử dụng để tính ra ESAL cho ví dụ này. Số liệu này có được ở hai vị trí ở phía Bắc Việt Nam (Tổng 3 + 4 ngày).

Bảng C.2

Loại xe	Số lượng xe	Yếu tố ESAL	Tổng số ESAL	Yếu tố ESAL để thiết kế
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Xe con du lịch				0.001
Xe khách nhỏ	262	0.029	7.572	0.010
Xe tải nhỏ	386	0.028	10.962	
	412	0.022	8.899	
	360	0.014	4.860	
	434	0.012	5.382	
	280	0.011	3.052	
	189	0.008	1.493	
	215	0.007	1.570	
	477	0.007	3.101	
	244	0.006	1.464	
	186	0.006	1.079	
	250	0.004	1.025	
	447	0.003	1.270	
	304	0.002	0.517	
Xe khách	51	0.973	49.681	0.870
	86	0.877	75.413	
	63	0.833	52.492	
	47	0.801	37.652	
2 trục	657	1.701	1117.294	0.980
	675	1.636	1104.233	
	762	1.415	1078.382	
	438	1.156	506.416	
	393	0.991	389.463	
	314	0.988	310.201	
	397	0.926	367.781	
	368	0.871	320.602	
	370	0.843	312.021	
	386	0.815	314.436	
	569	0.558	317.445	
	781	0.543	423.849	

Bảng C.2 (tiếp theo)

	733	0.499	366.060	
	434	0.480	208.277	
≥ 3 trục	103	3.107	320.010	1.580
	98	2.541	249.030	
	97	2.295	222.580	
	45	1.832	82.440	
	65	1.649	107.200	
	66	1.584	104.530	
	74	1.539	113.850	
	50	1.481	74.050	
	53	1.409	74.680	
		53	1.408	
	103	0.813	83.770	
	82	0.811	66.540	
	40	0.635	25.390	
	127	0.596	75.630	
Tất cả các xe sơ mi moóc và xe moóc	35	4.484	156.940	1.480
	50	3.054	152.680	
	29	2.485	71.290	
	67	2.353	157.680	
	128	2.000	256.020	
	26	1.994	51.770	
	34	1.980	67.310	
	78	1.965	153.270	
	23	1.637	37.640	
	43	1.569	67.470	
	52	1.333	69.310	
	95	0.495	47.010	
	90	0.483	43.430	
	155	0.075	11.700	

Ghi chú :

- Số liệu ở cột (2) là số liệu khảo sát ở hai vị trí ( tổng số 4 + 3 ngày).
- Số liệu ở cột (4) tính được từ cột (2) và (3).
- Số liệu ở cột (5) là thương số của  $\frac{\sum(4)}{\sum(2)}$ .

Ví dụ 3:

- Xác định tổng số ESAL cho thời kỳ phục vụ
- Số liệu khảo sát xe được trình bày ở bảng C.3.
- Thời gian khảo sát xe ở năm 1999.
- Thời gian bắt đầu khai thác QL10 năm 2002.

Bảng C.3

Vị trí: Bắc tỉnh Ninh Bình						
Thời gian đếm xe: 1999						
Tỷ lệ tăng trưởng xe l = 10%						
Loại xe	Xe con	Xe khách nhỏ	Xe khách	Xe 2 trục	Xe 3 trục	Xe 4 trục
Xe/ngđ 1999	401	118	196	687	37	21
2002	533	157	261	914	50	27
2003	586	173	287	1005	54	30
2004	645	190	315	1106	60	33
2005	710	209	347	1216	66	37
2006	780	230	381	1338	73	40
2007	859	253	420	1472	80	44
2008	944	278	462	1619	88	49
2009	1039	306	508	1781	97	54
2010	1143	337	558	1959	106	59
2011	1257	370	614	2155	117	65
2012	1383	407	676	2370	128	71
2013	1521	448	743	2670	141	78
2014	1673	493	818	2868	155	86
2015	1840	542	899	3155	171	95
2016	2024	596	989	3470	188	104
Số lượng xe của 15 năm	6.182.010	1.820.733	3.021.479	10.597.556	574.521	318.485
ESAL (từ ví dụ 2)	0.001	0.01	0.87	0.98	1.58	1.48
ESAL	6.182	18.207	2.628.687	10.358.605	907.743	471.359
$D_D = 0.5 ; D_L = 1.0$						
Tổng số ESAL thiết kế (cho một làn xe): 7.208.891						

**Ghi chú:** Tổng số lượng của mỗi loại xe trong 15 năm ( $\hat{W}_{18}$ ) có thể tính theo công thức sau :

$$\hat{W}_{18} = \frac{N_1 \times 365 \left[ (1+i)^n - 1 \right]}{i}$$

Trong đó:  $N_1$  - xe/ngđ ở năm đưa đường vào khai thác (ở đây là năm 2002)

$n$  - thời kỳ phục vụ của đường  $n = 15$  năm

$i$  - tỷ lệ tăng trưởng (trong trường hợp này  $i = 0,10$ )

**Ví dụ 4:** Ví dụ thiết kế mặt đường mềm

A. QL10 (đoạn thuộc tỉnh Ninh Bình). Số liệu đầu vào như sau:

- + Thời kỳ phục vụ và thời kỳ phân tích của mặt đường như nhau (15 năm).
- + Lượng xe thiết kế cho 1 làn xe  $W_{18} = 7208891$ (EASL) (từ ví dụ 2 và 3 ).
- + Độ tin cậy toàn bộ yêu cầu  $R = 85\% \Rightarrow Z = -1,037$ .
- + Độ lệch tiêu chuẩn toàn bộ  $S_0 = 0,45$ .
- + Khả năng phục vụ cuối yêu cầu  $P_i = 2,2$ .

Thông thường khả năng phục vụ ban đầu  $P_i$  đạt được với mặt đường mềm ở Việt Nam là 4,2. Vậy độ tổn thất khả năng phục vụ thiết kế toàn bộ cho ví dụ này là:

$$\Delta PSI = P_i - P_f = 4,2 - 2,2 = 2,0$$

- + Mô đun đàn hồi hữu hiệu đất nền  $M_R = 120.000\text{Pa}/7.300\text{psi}$  (từ ví dụ 1)
- + Tác động của môi trường:
  - Dự kiến trước một hệ thống thoát nước tốt và dùng đất tốt để đắp nền (đất đắp không dễ bị trương nở). Vậy là đã loại bỏ được sự trương nở của nền đường.
  - Chất lượng thoát nước tốt. Phần trăm thời gian của kết cấu mặt đường có độ ẩm gần trạng thái bão hoà chỉ có 20% . Vậy  $m_2 = m_3 = 1,0$
- + Vật liệu các lớp mặt đường (theo điều kiện vật liệu địa phương).

- Bê tông asphalt ( $d_{\max}^{\text{định}} = 12.5\text{mm}$ ) cho lớp trên của lớp mặt đường.
- Bê tông asphalt ( $d_{\max}^{\text{định}} = 16\text{mm}$ ) cho lớp dưới của lớp mặt đường (modun đàn hồi trung bình ở  $30^{\circ}\text{C}$  của Bê tông asphalt =  $2.070\text{MPa}$  ( $300.000\text{psi}$ ))
- Cấp phối loại A (CBR > 80%) cho lớp móng trên.
- Cấp phối loại B (CBR > =30%) cho lớp móng dưới.

Nên hệ số kết cấu lớp như sau:

- Cho lớp mặt  $a_1 = 0,37$
- Cho lớp móng trên  $a_2 = 0,135$
- Cho lớp móng dưới  $a_3 = 0,11$

B. Xác định chỉ số kết cấu yêu cầu SN của mặt đường mềm :

Dùng toán đồ cho mặt đường mềm (Hình 9.9 chương 9) hoặc dùng phần mềm PC để xác định SN:  $SN = 4,41$

C. Xác định chiều dày của lớp theo công thức sau:

$$2,54 \times SN = a_1 D_1 + m_2 a_2 D_2 + m_3 a_3 D_3$$

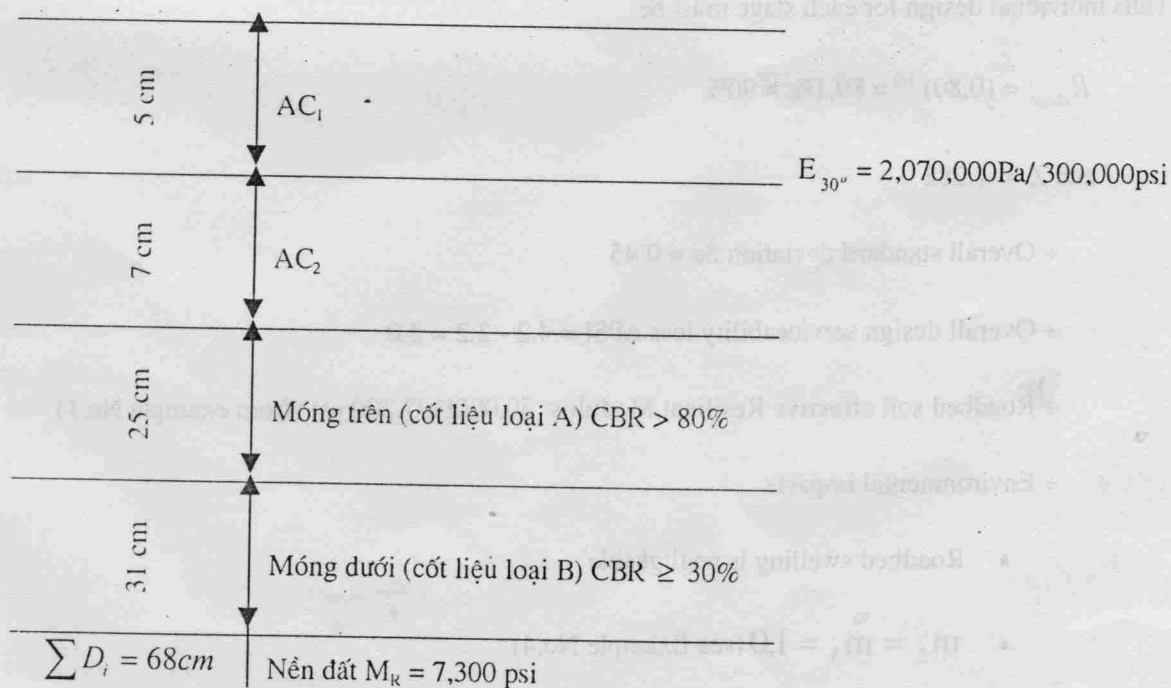
$$2,54 \times 4,41 = 0,37.D_1 + 0,135.D_2 \times 1,0 + 0,11D_3 \times 1,0$$

$D_i$  = chiều dày tính bằng cm

Chiều dày của lớp mặt bê tông asphalt đã chọn là 12 cm (5cm + 7cm)

Chiều dày lớp móng trên sơ bộ chọn 25 cm, như vậy chiều dày lớp móng dưới sẽ là:

$$D_3 = \frac{2,55 \times 4,41 - [0,37 \times 12 + 0,135 \times 25]}{0,11} = 31\text{cm}$$



**Ghi chú:**

1. Phương trình chỉ số kết cấu nói trên không phải chỉ có một nghiệm duy nhất mà có nhiều tổ hợp các chiều dày của các lớp thoả mãn lời giải. Khi lựa chọn trị số thích hợp của chiều dày các lớp cần xem xét hiệu quả về mặt giá thành cùng những ràng buộc trong thi công và duy tu sửa chữa, cố gắng loại trừ khả năng đưa ra một thiết kế không hợp lý.
2. Nếu vật liệu lớp móng trên có môđun đàn hồi mà tỷ lệ của nó đối với môđun đàn hồi của lớp mặt nhỏ hơn 1/11 thì trình tự tính toán như trên không dùng được (Xem ví dụ 6).

*Ví dụ 5.* Ví dụ thiết kế mặt đường mềm được xây dựng theo giai đoạn

A. Một trường hợp khác của QL10, số liệu đầu vào như sau:

- + Thời kỳ phục vụ 15 năm
- + Thời kỳ phân tích 20 năm
- + Lượng xe thiết kế cho 1 làn xe

Thời kỳ phục vụ (từ ví dụ 2 và 3) =  $W_{18}^{15\text{năm}} = 7.208.891(\text{EASL})$

Tổng số ESAL cho 1 làn theo thời kì phân tích  $W_{18}^{20\text{năm}} = 13.001.606(\text{EASL})$

- + Độ tin cậy toàn bộ yêu cầu của chiến lược thiết kế  $R = 80\%$

Vậy độ tin cậy cho từng giai đoạn như sau :

$$R_{giaidoan} = (0,80)^{1/2} = 89,1\% \approx 90\%$$

Và  $Z = -1,282$

- + Độ lệch tiêu chuẩn toàn bộ  $S_o = 0,45$
- + Mức độ tổn thất khả năng phục vụ toàn bộ theo thiết kế

$$\Delta\text{PSI} = 4,2 - 2,2 = 2,0$$

- + Môđun đàn hồi hữu hiệu của đất nền đường  $M_k = 50,000\text{Pa}/7300\text{psi}$  (từ ví dụ 1)
- + Tác động của môi trường :
  - Nền đất không có trương nở
  - $m_2 = m_3 = 1,0$  (xem ví dụ 4)

+ Các hệ số lớp (xem ví dụ 4)

$$a_1 = 0,37$$

$$a_2 = 0,135$$

$$a_3 = 0,11$$

**B:** Xác định chỉ số kết cấu yêu cầu SN cho mặt đường mềm đã thiết kế:

Dùng toán đồ thiết kế của mặt đường mềm (xem hình 9.9 chương 9) hoặc phần mềm PC để xác định SN.

$$SN = 4,75$$

**C:** Xác định các chiều dày của các lớp theo công thức sau:

$$2,54SN = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3$$

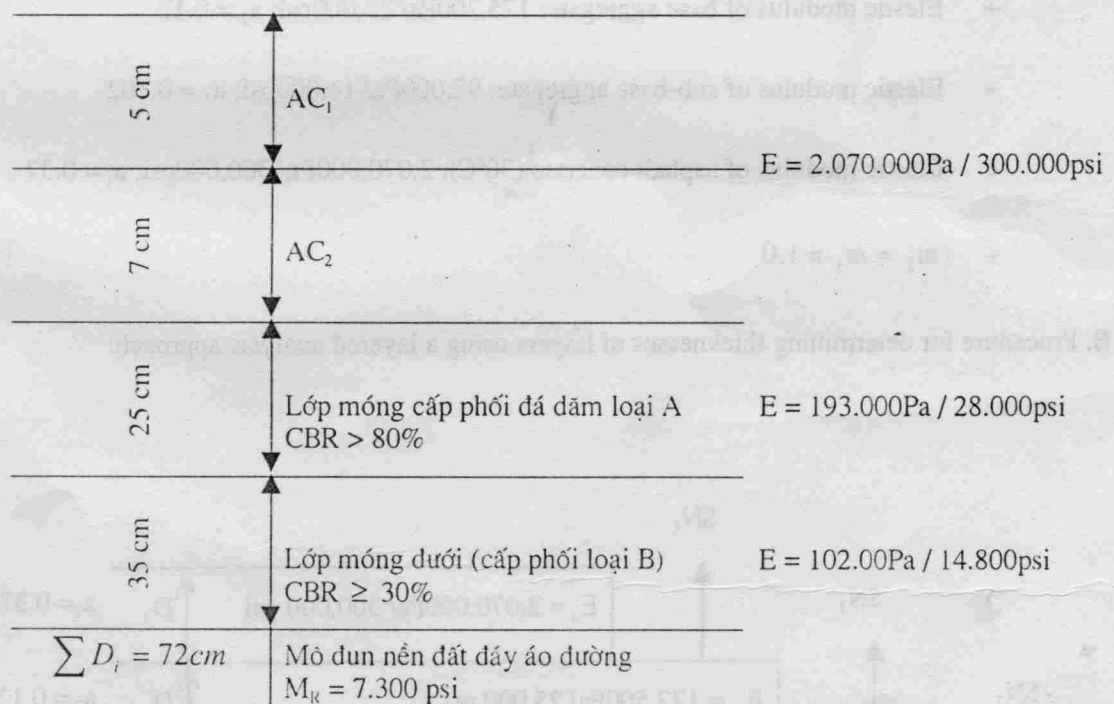
$$2,54 \times 4,75 = 0,37 D_1 + 0,135 D_2 \times 1,0 + 0,11 D_3 \times 1,0$$

$D_i$  = chiều dày tính bằng cm.

Chiều dày của lớp mặt bê tông atphant đã chọn là 12 cm (5cm+7cm)

Chiều dày lớp móng trên sơ bộ chọn 25 cm. Như vậy chiều dày lớp móng dưới sẽ là:

$$D_3 = \frac{2,55 \times 4,75 - [0,37 \times 12 + 0,135 \times 25]}{0,11} = 35cm$$



Ghi chú:

(1) và (2) cũng như ở ví dụ 4 .

(3) Đối với xây dựng giai đoạn 2: xem chương phương pháp khôi phục có lớp phủ.



**Ví dụ 6:** Trình tự xác định chiều của các lớp mặt đường khi áp dụng phương pháp phân tích theo từng lớp

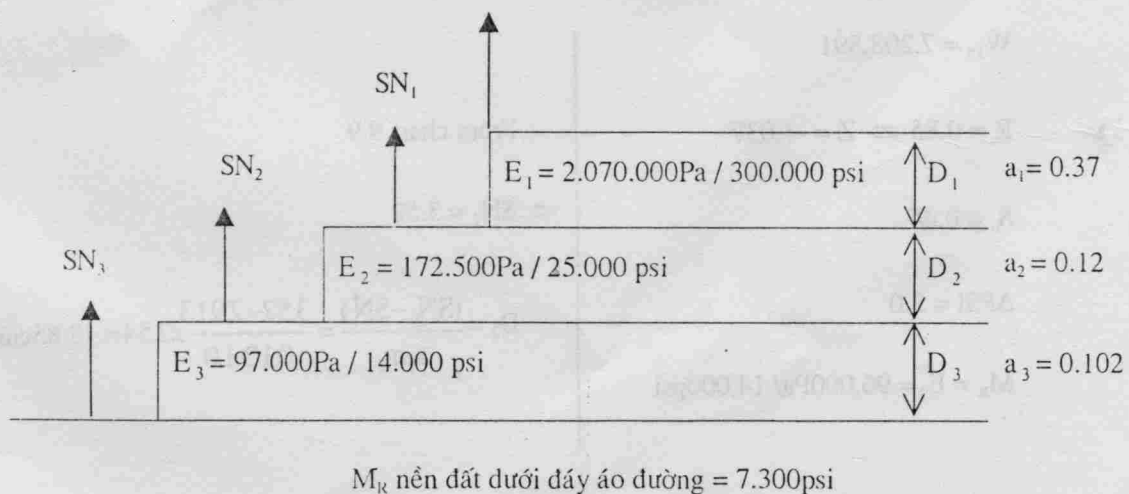
Cần nhớ rằng kết cấu mặt đường mềm là một hệ nhiều lớp, nên cần phải áp dụng trình tự trên để thiết kế.

Phương pháp này chỉ dùng khi tỉ số mô đun đàn hồi của vật liệu móng trên đối với vật liệu lớp mặt nhỏ hơn 1/11.

**A. Số liệu đầu vào:**

- +  $W_{18} = 7.208.891$
- +  $R = 0,85 \Rightarrow Z = -1,037$
- +  $S_0 = 0,45$
- +  $\Delta PSI = 4,2 - 2,2 = 2,0$
- + Mô đun đàn hồi ( $M_R$ ) của đất nền đường:  $M_R = 50.000Pa/7300psi$
- + Mô đun đàn hồi của lớp móng trên bằng cấp phối đá dăm:  $172.500Pa/25.000psi, a_2 = 0,12$ .
- + Mô đun đàn hồi của lớp cấp phối đá dăm làm lớp móng dưới:  $97.000Pa/14.000psi, a_3 = 0,102$ .
- + Mô đun đàn hồi của bê tông atphant ở  $30^{\circ}C$  :  $2.070.000Pa/300.000psi, a_1 = 0,37$
- +  $m_2 = m_3 = 1,0$

**B. Trình tự xác định chiều dày của các lớp sử dụng phương pháp phân tích theo từng lớp.**



Xác định  $SN_3$ : Số liệu đầu vào như sau

$$W_{18} = 7.208.891$$

$$R = 0.85 \Rightarrow Z = -1.037$$

$$S_o = 0.45$$

$$\Delta PSI = 2.0$$

$$M_R = 50.000Pa / 7.300psi$$

Từ toán đồ 9.9

$$\Rightarrow SN_3 = 4.41$$

(Xem ví dụ 4)

Xác định  $SN_1$ : Sử dụng số liệu đầu vào như sau:

$$W_{18} = 7.208.891$$

$$R = 0.85 \Rightarrow Z = -1.037$$

$$S_o = 0.45$$

$$\Delta PSI = 2.0$$

$$M_R = E_2 = 175.200Pa / 25.000psi$$

Từ toán đồ 9.9

$$\Rightarrow SN_3 = 2.85$$

$$D_1 = \frac{2.85}{0.37} \times 2.54 = 19,56cm$$

Chiều dày của lớp mặt lấy bằng 20 cm, vậy:

$$SN_1^* = \frac{20 \times 0.37}{2.54} = 2.913$$

Xác định  $SN_2$ : Sử dụng số liệu đầu vào như sau:

$$W_{18} = 7.208.891$$

$$R = 0.85 \Rightarrow Z = -1.037$$

$$S_o = 0.45$$

$$\Delta PSI = 2.0$$

$$M_R = E_3 = 96.000Pa / 14.000psi$$

Từ toán đồ 9.9

$$\Rightarrow SN_2 = 3.52$$

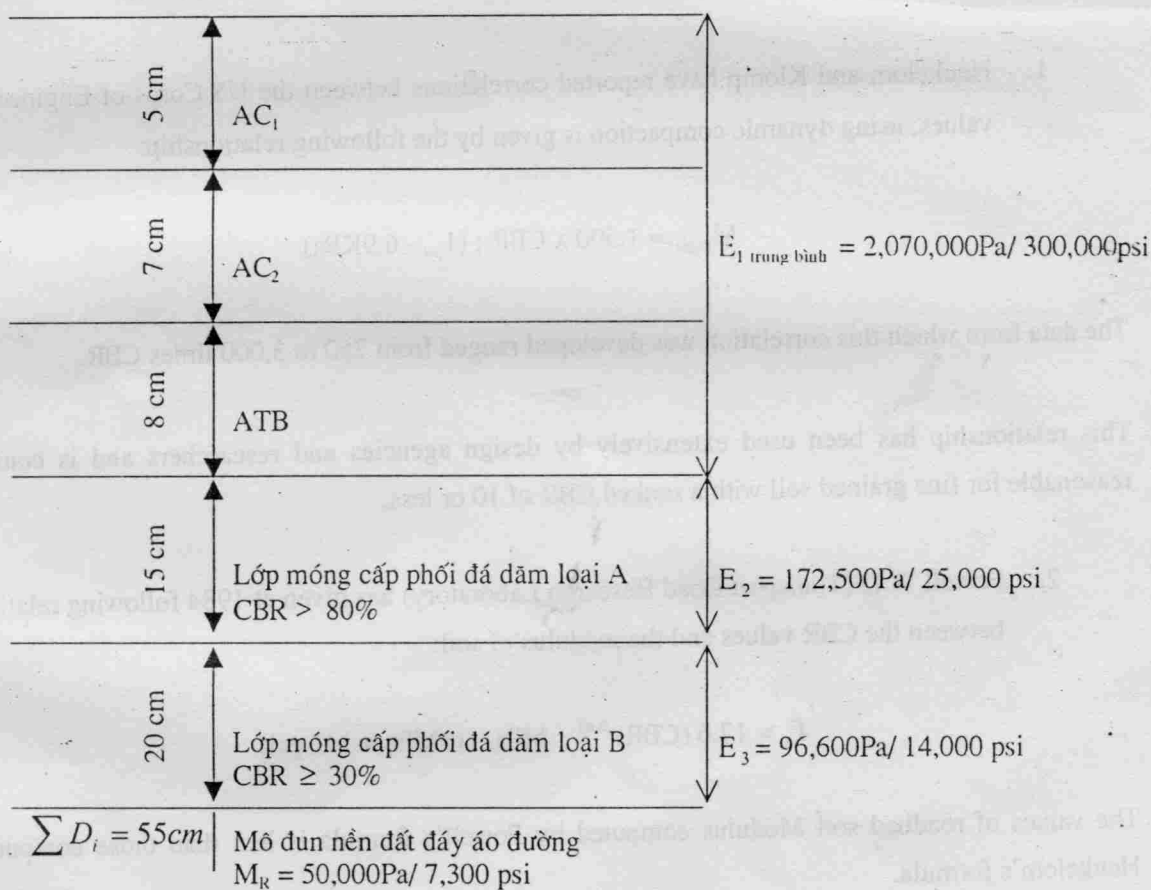
$$D_2 = \frac{(SN_2 - SN_1^*)}{a_2 m_2} = \frac{3.52 - 2.913}{0.12 \times 1.0} \times 2.54 = 12,85cm$$

Chiều dày 12,85 cm nhỏ hơn chiều dày yêu cầu tối thiểu của lớp móng trên (15cm), vậy chiều dày lớp móng trên bằng cấp phối đá dăm sẽ lấy bằng 15cm

$$SN_2^* = \frac{15 \times 0,12}{2,54} = 0,709$$

Xác định chiều dày của lớp móng dưới bằng cấp phối

$$D_3 = \frac{[SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)]}{a_3 \cdot m_3} = \frac{[4,41 - (2,913 + 0,709)]}{0,102 \times 1,0} \times 2,54 = 20 \text{ cm}$$



## Phụ lục D. Bàn về quan hệ giữa CBR và $M_R$ đã được công bố

Người ta công nhận rằng thiết bị để tiến hành thí nghiệm mô đun đàn hồi đất nền đường có thể không luôn có sẵn. Vì vậy, một điều thuận tiện là sử dụng tài liệu có sẵn để xác định  $M_R$  từ trị số CBR tiêu chuẩn. Việc xây dựng các thông số này dựa trên tình trạng của các quan hệ đã có:

1. Heukelom và Klomp đã báo cáo về các quan hệ giữa giá trị CBR (khi sử dụng đầm nén động để tạo mẫu) với  $M_R$  như sau:

$$M_R(\text{psi}) = 1500 \text{ CBR} \quad (1 \text{psi} = 6,9 \text{ Kpa})$$

Hệ số quan hệ trên được lấy trong khoảng từ (750 - 3000) CBR. Quan hệ này đã được các hãng thiết kế và những nhà nghiên cứu sử dụng rộng rãi và được xem là hợp lý đối với đất hạt mịn có trị CBR  $\leq 10\%$  trong điều kiện ngâm nước.

2. W.D Powell (Phòng Thí nghiệm Nghiên cứu Đường bộ) năm 1984 đã đưa ra quan hệ giữa giá trị CBR và modun của đất theo quan hệ sau:

$$E_0 = 17,6 (\text{CBR})^{0,64} \text{ Mpa} ; \quad (\text{MPa} = 145 \text{ psi})$$

Trị số  $M_R$  của nền đất tính theo công thức của Powell thì nhỏ thua công thức tính toán của Heukelom

3. Carlbro Inter a/s đã đưa ra quan hệ giữa các giá trị CBR và modun đàn hồi của đất nền như sau:

$$M_R = 4(\text{CBR}) + 10 \text{ MPa} \quad (1 \text{MPa} = 145 \text{ psi})$$

Các giá trị của modun đất nền tính theo Carlbro nhỏ hơn nhiều so với kết quả tính theo công thức của Heukelom.

4. Trong tiêu chuẩn kỹ thuật của Trung Quốc cho thiết kế mặt đường bê tông asphalt (JTJ 14 - 97), các quan hệ giữa giá trị CBR và modun của đất được xác lập như sau:

**Bảng D.1. Quan hệ giữa giá trị CBR và modun của đất  $E_o$**

Số TT	Loại đất	Quan hệ	Số lượng thí nghiệm (n)	Hệ số tương quan (r)
1.	Đất sét đỏ Quảng Tây (ở hiện trường)	$E_o = 15.55(CBR)^{0.582}$	44	0,792
2.	Đất sét đỏ ở Quảng Tây (phòng TN)	$E_o = 5.651 (CBR)^{0.891}$	55	0,930
3.	Đất trương nở Quảng Tây (hiện trường)	$E_o = 16.71 (CBR)^{0.58}$	17	0,830
4.	Đất trương nở Quảng Tây (ở hiện trường sau 1 năm)	$E_o = 17.62 (CBR)^{0.50}$	29	0,780
5.	Đất trương nở Quảng Tây (phòng TN)	$E_o = 9.18 (CBR)^{0.741}$	41	0,877
6.	Đất sét dọc theo sông "Hắc Long giang" (ở hiện trường)	$E_o = 7.40 (CBR)^{0.773}$	20	0,746
7.	Đất sét dọc theo sông "Hắc Long giang" (ở phòng thí nghiệm)	$E_o = 7.954(CBR)^{0.739}$	21	0,901
8.	Hoàng thổ Thiểm Tây (ở hiện trường)	$E_o = 13.0 (CBR)^{0.42}$	40	0,620
9.	Hoàng thổ Thiểm Tây (trong phòng TN)	$E_o = 1.6 (CBR)^{1.12}$	66	0,960
10.	Đất sét Thượng Hải (trong phòng TN)	$E_o = 15.86(CBR)^{0.59}$	17	0,853
11.	Đất sét Thượng Hải (bảo hòa trong phòng TN)	$E_o = 7.90(CBR)^{0.91}$	17	0,871
12.	Đất sét Nội mông (trong phòng TN)	$E_o = 7.03(CBR)^{0.872}$	38	0,978
13.	Đất sét Thẩm Dương (ở hiện trường)	$E_o = 7.27(CBR)^{0.823}$	20	0,930
14.	Đất sét của một bang của Mỹ	$E_o = 13.4 (CBR)^{0.688}$	-	-
15.	Đất sét Monaco	$E_o = 8.90(CBR)^{0.85}$	-	-

Ghi chú:  $E_o$ , tính theo MPa (1 MPa = 145 psi)

Bảng D.2. Mô đun đàn hồi của đất nền được xác định từ các quan hệ khác nhau  $M_R = f(\text{CBR})$ 

Số TT	Các quan hệ	Giá trị CBR (MPa)					
		5	6	7	8	9	10
1	$M_R = 1500 \text{ CBR (psi)}$ (Heukelon and Klomp)	52	62	72	83	93	104
2	$M_R = 17.6 (\text{CBR})^{0.64}$ ; (Mpa) (Powell W.D - TRRL)	49	55	61	67	72	77
3	$M_R = 4 (\text{CBR}) + 10$ ; (Mpa) (Carlbros Int. a/s)	30	34	38	42	46	50
4	$M_R = 8.9 (\text{CBR})^{0.85}$ ; (Mpa) (Monaco)	35	41	47	52	58	63
5	$M_R = 13.4 (\text{CBR})^{0.688}$ ; (Mpa) (ở một bang của Mỹ)	41	46	51	56	61	65
6	$M_R = 15.55 (\text{CBR})^{0.582}$ ; (Mpa) (Đất sét đỏ Quảng Tây - Trung Quốc)	40	44	48	52	56	59
7	$M_R = 16.71 (\text{CBR})^{0.58}$ ; (Mpa) (Đất trương nở Quảng Tây Trung Quốc)	43	47	52	56	60	64
8	$M_R = 15.86 (\text{CBR})^{0.59}$ ; (Mpa) (Đất sét Thượng Hải, Trung Quốc)	41	46	50	54	58	62
9	$M_R = 1000 \text{ (CBR)}; (\text{psi}) = 6,9 \text{ CBR, MPa}$	35	41	48	55	62	69

## Phụ lục E. Chương trình tính toán chiều dày mặt đường trên máy tính

Hướng dẫn sử dụng chương trình máy tính để tính toán chiều dày mặt đường mềm:

1. Đưa vào máy đĩa đã có thư mục Microsoft Exel nó sẽ tính chiều dày của lớp mặt, lớp móng trên, móng dưới cho tổ hợp bất kỳ của các tham số thiết kế, tên file là AASHTO.xls.
2. Chương trình tính theo phương trình ở hình 9.9 trong tiêu chuẩn và chuyển đổi lời giải của phương trình vào một ESAL cho phép cho một tập hợp bất kỳ của các tham số thiết kế.
3. Vì người thiết kế thường biết ESAL thiết kế và thay vì tìm kiếm chỉ số kết cấu (SN), người thiết kế sẽ sử dụng chương trình này trong một loạt kịch bản tính SN. Vì ESAL có thể biến thiên khá lớn nên chỉ cần chênh lệch trong khoảng 10% của ESAL thiết kế là đã đạt tới trị số SN thích hợp.
4. Các bước chạy chương trình:

(1) Nhập các yếu tố thiết kế chính

R (Bảng 8.2)

Zr (Bảng 8.1)

$S_0$  (8.4)

PSI (D) (Bảng 2)

$M_R$  và E (từ chương 4 và 9)

(2) Khi tính chiều dày lớp mặt đường, nhập các hệ số (a) cho AC, lớp móng trên, móng dưới (Từ hình 9.4 - 9.8).

- (3) Đưa vào hệ số  $m$  (từ bảng 9.5) ở đây bằng 1
  - (4) Chọn một SN thử cho nền (Cell C6) và xem ESAL tính toán bằng bao nhiêu. Nếu ESAL quá thấp thì tăng SN lên. Qua kinh nghiệm, người thiết kế sẽ nhận được ESAL thiết kế sau 2 - 4 lần lặp.
  - (5) Tiếp theo chọn một trị số SN cho lớp móng trên và điều chỉnh cho đến khi đạt tới ESAL thiết kế. Lập lại như vậy cho lớp móng dưới.
  - (6) Kiểm tra chiều dày đã tính được cho từng lớp và so sánh với chiều dày nhỏ nhất đã giới thiệu ở bảng 9.6. Điều chỉnh chiều dày lớp, nếu cần thiết bằng cách tăng SN của lớp nằm ở dưới lớp cần phải điều chỉnh. Như vậy là đã dùng vật liệu trong lớp có cường độ cao (lớp móng trên) thay một cách có hiệu quả cho vật liệu trong lớp có cường độ yếu hơn (lớp móng dưới). Trong quá trình điều chỉnh này bỏ qua sự thay đổi trong ESAL cho lớp dưới.
5. Nếu một lớp láng mặt được sử dụng như lớp bề mặt thay thế cho lớp AC thì bỏ qua cường độ của lớp láng mặt ấy và dùng hệ số  $a_1$  bằng hệ số  $a_2$  của lớp móng trên. Chiều dày của lớp móng trên lúc này sẽ là tổng của chiều dày lớp láng mặt thay cho lớp AC cộng với lớp móng trên.
  6. Nếu lớp móng trên cần thay thế cho lớp móng dưới thì thay  $E_{sb}$  bằng trị số của  $E_{bs}$  và theo đó cũng thay đổi các hệ số lớp tương ứng. Điều chỉnh ESAL theo ESAL thiết kế. Chiều dày của lớp móng trên sẽ được ghi trên bảng tính như là một chiều dày tương đương của lớp móng dưới.
  7. Đối với các đường cấp phối lưu lượng xe thấp cũng có thể dùng chương trình này để thiết kế. Dùng trị số  $R = 50\%$  ( $Z_r = 0$ ) thiết kế như đã thiết kế mặt đường láng nhựa (bước 5 ở trên). Dùng cho  $ESAL < 200.000$ .



## Phụ lục F. Thiết kế mặt đường có lưu lượng xe thấp

### 1. GIỚI THIỆU

Thiết kế kết cấu mặt đường cho các đường có lưu lượng xe thấp được phân 2 cấp

(1) Các mặt đường mềm

(2) Các đường có lớp mặt cấp phối

Chương này bao gồm thiết kế các đường có lưu lượng xe thấp có các loại bề mặt nói trên và sử dụng phương pháp tính toán dựa vào các toán đồ và các catalog thiết kế. Hai trình tự tính toán ấy được trình bày ở hai Mục 3 và 4. Đối với các kết cấu mặt đường có xử lý bề mặt hoặc láng nhựa, có thể sử dụng trình tự tính toán của mặt đường mềm.

Vì cơ sở chủ yếu cho tất cả các phương pháp hợp lý dự báo khả năng phục vụ của mặt đường là số lần tích lũy của tải trọng trực nặng, nên trong cảm nang này dùng tải trọng trực xe tương đương (ESAL) để thiết kế các đường có lưu lượng xe thấp, không chú ý đến mức độ xe thấp như thế nào hoặc sự phân bố ra sao giữa ô tô và xe tải.

Vì nhiều đường phố và đường ô tô ngoài đô thị có lưu lượng xe thấp còn có thể phải bảo đảm một mức độ đáng kể các xe tải nên số lượng lớn nhất của ESAL 80KN khi thiết kế mặt đường mềm và mặt đường cứng là từ 700.000 đến 1.000.000 lần. Số lượng thấp nhất thực tế khi xét để thiết kế bất kỳ mặt đường mềm hoặc mặt đường cứng trong suốt thời kỳ phục vụ đã định là vào khoảng 50.000 80KN ESAL. Đối với các đường có lớp mặt cấp phối (hoặc cấp phối sỏi cuội) dùng trong các đường nông thôn hoặc đường lâm nghiệp, số lần tác dụng của tải trọng trực xe tương đương 80 KN lớn nhất cần tính toán là 100.000 trong khi đó số lượng thấp nhất của ESAL 80KN (trong suốt một thời kỳ phục vụ) là 10.000.

## 2. CATALOG THIẾT KẾ

Mục đích của phần này là cung cấp cho người sử dụng giải pháp để xác định hợp lý các cách thiết kế kết cấu mặt đường cho các đường có lưu lượng xe thấp. Catalog thiết kế được giới thiệu ở đây bao gồm các đường có lớp mặt bằng cấp phối cũng như mặt đường mềm. Tuy nhiên, một vấn đề quan trọng cần chỉ ra ở đây là dù các thiết kế kết cấu đã được giới thiệu biểu hiện các lời giải chính xác bằng cách sử dụng phương pháp thiết kế đã được mô tả ở các phần trước, chúng đều dựa trên một tổ hợp duy nhất của các giả thiết duy nhất liên quan đến các yêu cầu thiết kế và các điều kiện môi trường. Các giả thiết cụ thể dưới đây áp dụng cho tất cả 2 loại cần xem xét khi thiết kế kết cấu.

1. Tất cả thiết kế đã dựa trên yêu cầu thiết kế cho một thời kỳ phục vụ, không kể đến khoảng cách thời gian. Phạm vi cấp giao thông để thiết kế mặt đường mềm là từ 500.000 đến 1.000.000 lần ESAL 80KN tác dụng. Phạm vi cho phép lượng xe hợp lý để thiết kế đường có lớp mặt bằng cấp phối vào khoảng từ 10.000 đến 100.000 lần tác dụng của ESAL 80KN.
2. Tất cả các thiết kế đã giới thiệu đều dựa trên độ tin cậy 50% hoặc 75%.
3. Các thiết kế đều có điều kiện môi trường tương ứng với vùng nhiệt đới
4. Các thiết kế chia 5 cấp theo định lượng cường độ của nền đất hoặc khả năng chịu tải: Rất tốt, tốt, trung bình, xấu và rất xấu. Bảng 1 chỉ ra mức độ của mô đun đàn hồi đất nền được sử dụng cho từng cách phân loại đất.
5. Khả năng phục vụ cuối để thiết kế mặt đường mềm bằng 1,5, và độ tổn thất khả năng phục vụ thiết kế toàn bộ dùng cho các đường có lớp mặt cấp phối là 3.0 (vậy, nếu khả năng phục vụ đầu tiên của đường có lớp mặt cấp phối bằng 3,5 thì khả năng phục vụ sau tương ứng vốn có trong lời giải thiết kế là 0,5).

## 3. CATALOG THIẾT KẾ MẶT ĐƯỜNG MỀM

Bảng 2 và 3 giới thiệu một catalog của các giá trị SN của mặt đường mềm (chỉ số kết cấu), có thể dùng để thiết kế các đường có lưu lượng xe thấp khi không thể dùng phương pháp thiết kế chi tiết hơn. Bảng 2 với độ tin cậy bằng 50%, bảng 3 với độ tin cậy là 75%. Các khoảng giá trị của SN cho mỗi điều kiện là căn cứ vào khoảng cụ thể của số lần tác dụng của ESAL 80KN như sau:

Cao : 700.000 đến 1.000.000 lần

Trung bình : 400.000 đến 600.000 lần

Thấp : 50.000 đến 300.000 lần

**Bảng F.1.** Giá trị mô đun đàn hồi hữu hiệu của đất nền,  $M_R$  (psi), có thể dùng trong thiết kế mặt đường mềm cho các đường có lưu lượng xe thấp. Các giá trị đề nghị phụ thuộc vào chất lượng tương đối của đất nền đường

Chất lượng tương đối của đất nền đường (psi)				
Rất xấu	Xấu	Trung bình	Tốt	Rất tốt
2.800	3.700	5.000	6.800	9.500

Đơn vị của mô đun đàn hồi hữu hiệu psi (psi = 6,9 MPa)

**Bảng F.2.** Catalog thiết kế mặt đường mềm cho các đường có lưu lượng xe thấp: Phạm vi đề nghị của chỉ số kết cấu SN cho 3 cấp tải trọng trục xe và 5 cấp cho chất lượng đất nền đường - Độ tin cậy lấy 50%

Chất lượng tương đối của đất nền đường	Cấp giao thông	Chỉ số kết cấu SN
Rất tốt	High	2.3 - 2.5
	Medium	2.1 - 2.3
	Low	1.5 - 1.7
Tốt	High	2.6 - 2.8
	Medium	2.4 - 2.6
	Low	1.7 - 2.3
Trung bình	High	2.9 - 3.1
	Medium	2.6 - 2.8
	Low	2.0 - 2.6
Xấu	High	3.2 - 3.4
	Medium	3.0 - 3.2
	Low	2.2 - 2.8
Rất xấu	High	3.5 - 3.7
	Medium	3.2 - 3.4
	Low	2.4 - 3.1

**Bảng F.3. Catalog thiết kế mặt đường mềm cho các đường có lưu lượng xe thấp, phạm vi đề nghị của chỉ số kết cấu SN cho 3 cấp tải trọng trục xe và 5 cấp cho chất lượng nền đường - Độ tin cậy là 75%**

Chất lượng tương đối của đất nền đường	Cấp giao thông	Chỉ số kết cấu SN
Rất tốt	Cao	2.6 - 2.7
	Trung bình	2.3 - 2.5
	Thấp	1.6 - 2.1
Tốt	Cao	2.9 - 3.0
	Trung bình	2.6 - 2.8
	Thấp	1.9 - 2.4
Trung bình	Cao	3.2 - 3.3
	Trung bình	2.8 - 3.1
	Thấp	2.1 - 2.7
Xấu	Cao	3.5 - 3.6
	Trung bình	3.1 - 3.4
	Thấp	2.4 - 3.0
Rất xấu	Cao	3.8 - 3.9
	Trung bình	3.4 - 3.7
	Thấp	2.6 - 3.2

Sau khi chỉ số kết cấu thiết kế đã được lựa chọn, người sử dụng sẽ tùy ý xác định một tổ hợp thích đáng các chiều dày lớp của mặt đường mềm đảm bảo khả năng chịu tải mong muốn. Điều này có thể thực hiện được bằng cách sử dụng tiêu chuẩn về các hệ số lớp (giá trị  $a_i$ ) được trình bày ở chương 9 và phương trình tổng quát cho chỉ số kết cấu.

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3$$

Trong đó:

$a_1, a_2, a_3$  - hệ số lớp cho vật liệu của lớp mặt, lớp móng trên và lớp móng dưới;

$D_1, D_2, D_3$  - chiều dày (in-sơ) tương ứng của các lớp mặt, lớp móng trên và lớp móng dưới.

#### 4. CATALOG THIẾT KẾ ĐƯỜNG CÓ LỚP MẶT BẰNG CẤP PHỐI

Bảng 4 giới thiệu một catalog của chiều dày lớp móng trên bằng cấp phối, có thể sử dụng để thiết kế các đường có lưu lượng giao thông thấp khi không thể dùng phương pháp thiết kế chi tiết hơn.

Chiều dày đưa ra là dựa trên một khoảng cụ thể về số lần tác dụng trùng phục vụ của ESAL 80 KN theo cấp giao thông

Cao	414.000 to 690.000 Pa (60.000 - 100.000 psi)
Trung bình	207.000 to 414.000 Pa (30.000 - 60.000 psi)
Thấp	69.000 to 207.000 Pa (10.000 - 30.000 psi)

Một giá thiết khác vốn có trong các kiến nghị về chiều dày lớp móng này là modun đàn hồi hữu hiệu của vật liệu cấp phối móng là 30.000psi, không tính đến chất lượng của đất nền đường.

**Bảng F.4. Catalog thiết kế đường có lớp mặt đường cấp phối: chiều dày lớp móng cấp phối kiến nghị (cm) cho 5 cấp chất lượng tương đối của đất nền và 3 cấp giao thông**

Chất lượng tương đối của đất nền đường	Cấp giao thông	Chiều dày móng trên
Rất tốt	Cao	20
	Trung bình	15
	Thấp	10
Tốt	Cao	28
	Trung bình	20
	Thấp	10
Trung bình	Cao	33
	Trung bình	28
	Thấp	15
Xấu	Cao	**
	Trung bình	**
	Thấp	18
Rất xấu	Cao	**
	Trung bình	**
	Thấp	28

\* Chiều dày của lớp móng cấp phối yêu cầu, (cm).

\*\* Để nghị thiết kế mặt đường loại cao hơn.