**TCCS**

**TIÊU CHUẨN CƠ SỞ**

BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI

**TỔNG CỤC ĐƯỜNG BỘ VIỆT NAM**

# TCCS 37 : 2022/TCĐBVN

**Xuất bản lần 1**

# ÁO ĐƯỜNG MỀM – YÊU CẦU VÀ CHỈ DẪN THIẾT KẾ THEO CHỈ SỐ KẾT CẤU (SN)

***Specifications and Guidelines for Flexible Pavement Design on the Structural Number (SN)***

TỔNG CỤC ĐƯỜNG BỘ VIỆT NAM
BẢN GỐC TCCS
KHÔNG SAO CHỤP ĐỂ PHÁT HÀNH

**HÀ NỘI – 2022**

**TCCS**

# TIÊU CHUẨN CƠ SỞ

BỘ GIAO THÔNG VẬN TẢI

**TỔNG CỤC ĐƯỜNG BỘ VIỆT NAM**

## TCCS 37 : 2022/TCĐBVN

**Xuất bản lần 1**

# ÁO ĐƯỜNG MỀM – YÊU CẦU VÀ CHỈ DẪN THIẾT KẾ THEO CHỈ SỐ KẾT CẤU (SN)

***Specifications and Guidelines for Flexible Pavement Design on the Structural Number (SN)***

**HÀ NỘI – 2022**

# MỤC LỤC

Lời nói đầu ..... 5

1 Phạm vi áp dụng ..... 6

2 Tài liệu viện dẫn ..... 6

3 Thuật ngữ, định nghĩa và các chữ viết tắt ..... 8

4 Quy định chung ..... 14

5 Thiết kế cấu tạo kết cấu áo đường mềm ..... 14

6 Thiết kế kết cấu áo đường mềm được xây dựng mới – Tính toán xác định chỉ số kết cấu (SN) và chiều dày các lớp ($D_i$) ..... 33

7 Thiết kế tăng cường áo đường cũ – Tính chiều dày lớp phủ tăng cường ..... 56

8 Thiết kế kết cấu áo đường mềm khi lưu lượng xe thấp ..... 66

9 Phân tích hiệu quả kinh tế các phương án kết cấu áo đường ..... 75

Phụ lục A (Tham khảo) Bảng chuyển đổi từ các đơn vị đo dùng trong hệ thống đo lường của Hoa Kỳ (mà trong tiêu chuẩn này có sử dụng) sang hệ thống đo quốc tế SI ..... 83

Phụ lục B (Quy định) Các bảng dùng để chuyển đổi lưu lượng xe hỗn hợp ra tổng số trục đơn tương đương 80 kN dùng trong thiết kế áo đường mềm ..... 84

Phụ lục C (Quy định) Xác định mô đun đàn hồi của đất nền ($M_R$) bằng thí nghiệm các mẫu đất ở trong phòng thí nghiệm và xác định mô đun đàn hồi của vật liệu hạt (cấp phối đá) dùng làm lớp móng trên và móng dưới bằng thí nghiệm các mẫu cấp phối đá ở trong phòng thí nghiệm ..... 100

Phụ lục D (Quy định) Xác định mô đun đàn hồi của đất nền đường $M_R$ và mô đun đàn hồi $E_p$ của kết cấu áo đường nằm phía trên lớp đất nền đường bằng phương pháp đo độ võng khi dùng thiết bị FWD (phương pháp thí nghiệm không phá hoại NDT) ..... 115

Phụ lục E (Quy định) Các thí nghiệm xác định các chỉ tiêu cơ lý chính của vật liệu các lớp áo đường bằng bê tông nhựa và các lớp móng bằng cấp phối vật liệu hạt có gia cố với xi măng ..... 125

Phụ lục F (Tham khảo) Các ví dụ thiết kế áo đường mềm ..... 130

Phụ lục G (Tham khảo) Giải gần đúng phương trình xác định SN và các phương trình hồi quy xác định hệ số lớp của nền đường, lớp móng dưới, lớp móng trên ..... 156

Phụ lục H (Quy định) Tóm tắt danh mục đánh giá áo đường ..... 158

Phụ lục I (Quy định) Hướng dẫn thu thập số liệu hiện trường cho công tác cải tạo áo đường ..... 162

Phụ lục K (Tham khảo) Các phương pháp cải tạo không dùng lớp phủ ..... 175

Phụ lục L (Tham khảo) Các bản vẽ cấu tạo hệ thống thoát nước kết cấu áo đường mềm ..... 184

Phụ lục M (Tham khảo) Mối quan hệ giữa CBR và $M_R$ đã được công bố ..... 190

Phụ lục N (Tham khảo) Hướng dẫn xác định thời đoạn các mùa trong năm (theo tình hình mưa) tại các vùng ở Việt Nam, dùng trong khi tiến hành xác định mô đun đàn hồi hữu hiệu $M_R$ của đất nền đường ..... 193

Phụ lục O (Tham khảo) Một số kết quả thực nghiệm hệ số lớp ai của bê tông nhựa được thực hiện gần đây ở Việt Nam ..... 195

Thư mục tài liệu tham khảo ..... 196

## Lời nói đầu

**TCCS 37 : 2022/TCĐBVN** xây dựng trên cơ sở tham khảo AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993 và tiêu chuẩn 22 TCN 274-01.

**TCCS 37 : 2022/TCĐBVN** do Tổng cục Đường bộ Việt Nam biên soạn, Bộ Giao thông vận tải thẩm định và giao Tổng cục Đường bộ Việt Nam công bố.

*Thông tin liên hệ:*

*Tổng cục Đường bộ Việt Nam.*

*Vụ Khoa học công nghệ, Môi trường và Hợp tác quốc tế.*

*Điện thoại: 024.38571647;*

*Email: khcn–htqt.drvn@mt.gov.vn; Website: https://www.drvn.gov.vn*

**TIÊU CHUẨN CƠ SỞ** **TCCS 37 : 2022/TCĐBVN**

# Áo đường mềm – Yêu cầu và chỉ dẫn thiết kế theo chỉ số kết cấu (SN)

*Specification and Guidelines for Flexible Pavement Design on the Structural Number (SN)*

TỔNG CỤC ĐƯỜNG BỘ VIỆT NAM
BẢN GỐC TCCS
KHÔNG SAO CHỤP ĐỂ PHÁT HÀNH

## 1 Phạm vi áp dụng

**1.1** Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu về thiết kế cấu tạo và tính toán chiều dày các lớp kết cấu áo đường mềm theo chỉ số kết cấu (SN) cho đường ô tô cao tốc, đường ô tô các cấp hạng khác nhau, đường đô thị, trong trường hợp áo đường làm mới và trường hợp cải tạo, gia cường áo đường cũ.

**1.2** Thiết kế chiều dày các lớp áo đường mềm cho đường có lưu lượng xe thấp được tiến hành theo Bảng tra lập sẵn trong Điều 8 của tiêu chuẩn này.

**1.3** Khi áp dụng tiêu chuẩn này đồng thời phải tuân thủ các yêu cầu về vật liệu trong các tiêu chuẩn về công nghệ thi công và nghiệm thu đối với mỗi loại lớp kết cấu áo đường bằng vật liệu khác nhau.

## 2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

| | |
|---|---|
| TCVN 4054 : 2005 | *Đường ô tô – Yêu cầu thiết kế* |
| TCVN 5729 : 2012 | *Đường ô tô cao tốc – Yêu cầu thiết kế* |
| TCVN 8809 : 2011 | *Mặt đường đá dăm thấm nhập nhựa – Thi công và nghiệm thu* |
| TCVN 8819 | *Mặt đường bê tông nhựa nóng – Yêu cầu thi công và nghiệm thu* |
| TCVN 8857 : 2011 | *Lớp kết cấu áo đường ô tô bằng cấp phối thiên nhiên – Vật liệu, thi công và nghiệm thu* |
| TCVN 8858 | *Móng cấp phối đá dăm và cấp phối thiên nhiên gia cố xi măng trong kết cấu áo đường ôtô – Thi công và nghiệm thu* |
| TCVN 8859 : 2011 | *Lớp móng cấp phối đá dăm trong kết cấu áo đường ôtô – Vật liệu, thi* |

| | |
|---|---|
| | *công và nghiệm thu* |
| TCVN 8860–1 : 2011 | *Bê tông nhựa – Phương pháp thử* |
| TCVN 8863 : 2011 | *Mặt đường láng nhựa nóng – Thi công và nghiệm thu* |
| TCVN 9436 : 2012 | *Nền đường ô tô – Thi công và nghiệm thu* |
| TCVN 9504 : 2012 | *Lớp kết cấu áo đường đá dăm nước – Thi công và nghiệm thu* |
| TCVN 10186 : 2014 | *Móng cát gia cố xi măng trong kết cấu áo đường ô tô – Thi công và nghiệm thu* |
| TCVN 10379 : 2014 | *Gia cố đất bằng chất kết dính vô cơ, hoá chất hoặc gia cố tổng hợp, sử dụng trong xây dựng đường bộ – Thi công và nghiệm thu* |
| TCVN 12759–1 : 2020 | *Bê tông nhựa tạo nhám – Thi công và nghiệm thu. Phần 1: Lớp phủ siêu mỏng tạo nhám.* |
| TCVN 12759–2 : 2020 | *Bê tông nhựa tạo nhám – Thi công và nghiệm thu. Phần 2: Lớp phủ mỏng tạo nhám.* |
| TCVN 12790 : 2020 | *Đất, đá dăm dùng trong công trình giao thông – Đầm nén Proctor* |
| TCVN 12792 : 2020 | *Vật liệu nền, móng mặt đường – Phương pháp xác định tỷ số CBR trong phòng thí nghiệm* |
| TCVN 12818 : 2019 | *Hỗn hợp bê tông nhựa nóng – Thiết kế theo đặc tính thể tích Superpave* |
| TCVN 13048 : 2020 | *Lớp mặt bê tông nhựa rỗng thoát nước – Yêu cầu thi công và nghiệm thu* |
| TCVN 13049 : 2020 | *Nhựa đường phân cấp theo đặc tính làm việc – Yêu cầu kỹ thuật* |
| TCVN 13150–1 : 2020 | *Lớp vật liệu tái chế nguội tại chỗ dùng cho kết cấu áo đường ô tô – Thi công và nghiệm thu. Phần 1 : Tái chế sâu sử dụng xi măng hoặc xi măng và nhũ tương nhựa đường.* |
| TCVN 13150–2 : 2020 | *Lớp vật liệu tái chế nguội tại chỗ dùng cho kết cấu áo đường ô tô – Thi công và nghiệm thu. Phần 2 : Tái chế sâu sử dụng nhựa đường bọt và xi măng.* |
| TCCS 06 : 2013/TCĐBVN | *Sửa chữa kết cấu áo đường bằng hỗn hợp đá dăm đen rải nóng – Thi công và nghiệm thu* |
| TCCS 08 : 2014/TCĐBVN | *Hỗn hợp bê tông nhựa nguội – Yêu cầu thi công và nghiệm thu* |
| TCCS 26 : 2019/TCĐBVN | *Hỗn hợp cấp phối đá chặt gia cố nhựa nóng sử dụng trong kết cấu áo đường – Yêu cầu thi công và nghiệm thu* |
| TCCS 36 : 2021/TCĐBVN | *Lớp mặt đường bằng hỗn hợp đá vữa nhựa (SMA) – Thi công và* |

| | |
|---|---|
| | *nghiệm thu* |
| AASHTO M145 | *Standard Specification for Classification of Soils and Soil–Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes (Tiêu chuẩn phân loại đất và hỗn hợp đất cấp phối dùng cho xây dựng đường ô tô)* |
| AASHTO T22 | *Standard Method of Test for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens (Phương pháp thử xác định cường độ nén của các mẫu bê tông hình trụ)* |
| AASHTO T193 | *Standard Method of Test for The California Bearing Ratio (Phương pháp xác định tỷ số CBR)* |
| AASHTO T292 | *Standard Method of Test for Resilient Modulus of Subgrade Soils and Untreated Base/Subbase Materials (Phương pháp thử xác định mô đun đàn hồi của lớp đất nền và vật liệu lớp móng trên, móng dưới không gia cố)* |
| AASHTO T307 | *Standard Method of Test for Determining the Resilient Modulus of Soils and Aggregate Materials (Phương pháp thử xác định Mô đun đàn hồi của lớp đất nền và vật liệu hạt)* |
| ASTM C977 | *Standard Specification for Quicklime and Hydrated Lime for Soil Stabilization (Tiêu chuẩn vôi sống và vôi tôi dùng để gia cố đất)* |
| ASTM D2434 | *Standard Test Method for Permeability of Granular Soils(constant Head) (Phương pháp thử xác định hệ số thấm của đất (mức nước cố định)* |
| ASTM D2940 | *Standard Specification for Graded Aggregate Material For Bases or Subbases for Highways or Airports (Tiêu chuẩn cấp phối đá dùng làm móng trên hoặc móng dưới cho đường ô tô hoặc sân bay)* |
| ASTM D4123 | *Standard Test Method for Indirect Tension Test for Resilient Modulus of Bituminous Mixtures (Phương pháp thử nghiệm kéo gián tiếp để xác định mô đun đàn hồi của hỗn hợp bê tông nhựa)* |

## 3 Thuật ngữ, định nghĩa và các chữ viết tắt

Trong tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ, định nghĩa và chữ viết tắt sau:

### 3.1 Thuật ngữ và định nghĩa

**3.1.1**

**Áo đường cứng** (Rigid pavement)

Chủ yếu là áo đường bê tông xi măng (các loại), nó phân bố tải trọng trục trên một diện tích tương đối rộng của các lớp kết cấu nằm ở dưới và nền đất, nhờ độ cứng và mô đun đàn hồi cao của nó.

**3.1.2**

**Áo đường nửa cứng** (Semi rigid pavement)

Kết cấu áo đường gồm tầng mặt bê tông nhựa rải trên lớp móng cấp phối đá gia cố xi măng.

**3.1.3**

**Áo đường mềm** (Flexible pavement)

Hệ thống chịu tải trọng xe được tạo thành từ một hoặc nhiều lớp, được thiết kế để truyền và phân bố tải trọng xuống lớp vật liệu phía dưới và nền đất. Lớp có chất lượng cao là lớp mặt (thường là bằng bê tông nhựa), lớp móng trên có chất lượng kém hơn được rải phía dưới lớp mặt, và tiếp sau đó là lớp móng dưới.

**3.1.4**

**Áo đường tổ hợp** (Composite pavement)

Kết cấu áo đường gồm một lớp mặt bê tông nhựa và một tấm bê tông xi măng. Một lớp phủ bằng bê tông nhựa trên một tấm bê tông xi măng cũng gọi là áo đường tổ hợp.

**3.1.5**

**Bê tông nhựa Stone Mastic Asphalt** (SMA)

Loại bê tông nhựa mà cốt liệu thô chiếm 70% đến 80% tạo thành một khung xương đá, để chống đỡ các biến dạng thường xuyên do tải trọng bánh xe gây ra. Khung xương đá được lấp đầy matit nhựa, cát, cốt liệu mịn và chất ổn định. Chất ổn định có thể là sợi hữu cơ hay sợi khoáng chất được thêm vào để tăng tính ổn định của vữa nhựa (matit bitum) và ngăn ngừa sự chảy nhựa trong quá trình khai thác.

**3.1.6**

**Chỉ số kết cấu SN** (Structural number)

Chỉ số được tính toán trên cơ sở phân tích lượng giao thông, tình trạng đất nền và môi trường, được dùng để chuyển đổi thành chiều dày các lớp của mặt đường mềm thông qua việc sử dụng các hệ số lớp thích hợp liên quan tới loại vật liệu được sử dụng trong mỗi lớp của kết cấu áo đường.

**3.1.7**

**Chỉ số phục vụ PSI** (Present serviceability index)

Trị 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. Các đặc trưng vật lý gồm có độ gồ ghề quốc tế (IRI), độ sâu vệt hằn bánh xe (RD), tổng số các đường nứt và các miếng vá (C+P)

**3.1.8**

**Đặc tính phục vụ của áo đường** (Pavement performance)

Khả năng phục vụ khi chịu tác dụng của tải trọng.

**3.1.9**

**Độ tin cậy R** (Reliability)

Độ tin cậy của quá trình thiết kế khả năng phục vụ của một kết cấu áo đường là xác suất mà kết cấu áo đường ấy có thể phục vụ thoả đáng tương ứng với lượng giao thông và điều kiện môi trường trong suốt cả thời hạn thiết kế.

**3.1.10**

**Hệ số lớp $a_1$, $a_2$, $a_3$** (Layer coefficient)

Thuật ngữ biểu thị mối quan hệ thực nghiệm giữa chỉ số kết cấu (SN) và chiều dày lớp, nó biểu thị cho khả năng tương đối của một loại vật liệu với chức năng là một thành phần kết cấu của áo đường.

**3.1.11**

**Khả năng phục vụ** (Serviceability)

Khả năng phục vụ cho giao thông tại thời điểm quan sát mặt đường.

**3.1.12**

**Khe nứt dọc** (Longitudinal cracking)

Các khe nứt hoặc vỡ trong mặt đường cứng hoặc mềm mà hướng của nó gần song song với tim đường.

**3.1.13**

**Khe nứt ngang** (Transverse cracking)

Các khe nứt trong mặt đường bê tông nhựa gần thẳng góc với tim đường, thường phát sinh do các ứng suất nhiệt vượt quá cường độ chịu kéo của bê tông nhựa. (Các khe nứt ngang cũng xuất hiện trong mặt đường bê tông xi măng nhưng thường do ứng suất tải trọng động kết hợp với lớp móng không bằng phẳng).

**3.1.14**

**Khu vực tác dụng của nền đường** (Subgrade)

Phần phía trên của nền đường, nằm ngay dưới đáy kết cấu áo đường. Đây là phạm vi nền đường cần có sức chịu tải cao để cùng với kết cấu áo đường chịu tác động của tải trọng bánh xe truyền xuống. Chiều sâu thông thường bằng 80 cm đến 100 cm tính từ đáy kết cấu áo đường. Đường có nhiều xe nặng chạy thì phạm vi chiều sâu khu vực tác dụng lấy trị số lớn.

**3.1.15**

**Lớp bù vênh** (Leveling course)

Lớp vật liệu, thường là bê tông nhựa hoặc vật liệu được xử lý hoặc gia công được rải lên bề mặt gồ ghề hoặc lượn sóng của một mặt đường hiện tại, của mặt cầu,... để cải thiện bề mặt hoặc chất lượng chạy xe trước khi rải các lớp tiếp theo.

**3.1.16**

**Lớp đáy móng** (Capping layer)

Một lớp vật liệu được cải thiện chất lượng rải lên trên nền đường và ở dưới lớp móng dưới. Nếu kết cấu nền áo đường có bố trí thêm lớp đáy móng thì lớp này cũng thuộc khu vực tác dụng của nền đường và thay thế cho 30 cm nền thượng.

**3.1.17**

**Lớp móng trên** (Base course)

Một lớp vật liệu hạt được lựa chọn, gia công, và/hoặc được xử lý có một chiều dày và chất lượng đã quy định, được rải ngay dưới lớp mặt và nằm trên lớp móng dưới hoặc nằm trên đất nền để đỡ lớp mặt đường.

**3.1.18**

**Lớp móng dưới** (Subbase)

Một lớp vật liệu hạt có bề dày đã thiết kế và có chất lượng quy định, được rải trên đất nền, làm móng cho lớp móng trên.

**3.1.19**

**Lớp nền thượng** (Upper layer)

Phần phía trên cùng của nền đường tiếp xúc trực tiếp với đáy kết cấu áo đường, thông thường có chiều dày là 30 cm.

**3.1.20**

**Lớp phủ** (Overlay)

Một lớp thường là bê tông nhựa được rải lên trên mặt đường bê tông nhựa hoặc mặt đường bê tông xi măng để phục hồi chất lượng chạy xe, để làm tăng cường độ kết cấu (khả năng chịu tải) và để kéo dài tuổi thọ phục vụ.

**3.1.21**

**Mặt cắt kết cấu** (Structural section)

Một thiết kế công trình đã được dự tính gồm các lớp vật liệu đã quy định (thông thường gồm có lớp móng dưới, lớp móng trên và lớp mặt đường) được rải trên đất nền để chịu tải trọng xe đã dự báo

tác dụng tích luỹ trong suốt thời hạn thiết kế. Mặt cắt kết cấu thường cũng được gọi là mặt cắt kết cấu áo đường hoặc gọi đơn giản là kết cấu áo đường (Pavement structural section).

**3.1.22**

**Mô đun đàn hồi** (Resilient modulus)

Trị số đo của mô đun đàn hồi của đất nền hoặc của vật liệu mặt đường khác.

**3.1.23**

**Nứt thành lưới** (Alligator cracking)

Các đường nứt liên thông hoặc đan xen nhau có liên quan đến tác dụng của tải trọng (mỏi) xuất hiện trong mặt đường bê tông nhựa, tạo thành một chuỗi các đa giác nhỏ giống như da cá sấu.

**3.1.24**

**Tầng mặt** (Surface course)

Một hoặc nhiều lớp của kết cấu áo đường được thiết kế để chịu tác dụng trực tiếp của tải trọng xe và ảnh hưởng của các nhân tố thiên nhiên.

**3.1.25**

**Tái chế bề mặt** (Surface recycling)

Nung nóng tại chỗ bề mặt của lớp bê tông nhựa, tiếp theo là xới, trộn lại và lu lèn, thường thực hiện ở chiều sâu khoảng 20 mm. Công việc này được xem như một trình tự bảo trì mặt đường.

**3.1.26**

**Tái chế nguội** (Cold recycling)

Khôi phục lại lớp mặt đường bê tông nhựa mà không dùng nhiệt khi cào xới và trộn với lượng nhựa đường mới và/hoặc với các chất phụ gia tại chỗ.

**3.1.27**

**Tái chế nóng** (Hot recycling)

Sử dụng vật liệu lớp mặt đường bê tông nhựa cũ, trộn thêm với cốt liệu mới, nhựa mới và đôi khi thêm cả các chất phụ gia, tại trạm trộn bê tông nhựa nóng trung tâm, và sau đó đem rải, thay cho tất cả các vật liệu mới.

**3.1.28**

**Tải trọng trục đơn** (Single axle load)

Tổng tải trọng trục truyền từ tất cả các bánh xe của một trục đơn, nằm trong phạm vi cả chiều rộng của xe.

**3.1.29**

**Tổng các trục đơn tải trọng tương đương ESAL's** (Sum of Equivalent Single Axle Loads)

Tổng số của các trục đơn có tải trọng tương đương 80 kN, dùng để chuyển đổi lượng giao thông hỗn hợp về lượng giao thông thiết kế trong thời hạn thiết kế.

**3.1.30**

**Tải trọng trục đôi hay trục kép** (Tandem axle load)

Tổng tải trọng truyền lên mặt đường qua hai trục kề nhau có tim trục nằm giữa hai mặt phẳng thẳng đứng song song cách nhau lớn hơn 1,016 m (40 in.), và không vượt quá 2,438 m (96 in.), nằm trong phạm vi cả chiều rộng của xe. (AASHTO đã dùng trong thử nghiệm đường khoảng cách giữa 2 trục là 1,22 m (48 in.)).

**3.1.31**

**Tải trọng trục ba** (Triple (Tridem) axle load)

Tổng tải trọng truyền lên mặt đường qua 3 trục kề nhau, mà khoảng cách giữa từng cặp trục liên tiếp được quy định như ở tải trọng trục kép.

**3.1.32**

**Thời hạn phân tích** (Analysis period)

Là khoảng thời gian trong đó việc phân tích kinh tế phải căn cứ vào; thông thường trong khoảng thời gian này phải có ít nhất một lần cải tạo.

**3.1.33**

**Thời hạn thiết kế - Thời hạn phục vụ** (Design period - Performance period)

Khoảng thời gian mà một kết cấu mặt đường xây dựng mới hoặc cải tạo lần đầu đã được thiết kế còn phục vụ được trước khi đạt đến khả năng phục vụ cuối cùng của nó, hoặc đạt đến tình trạng đòi hỏi phải sửa chữa lớn hoặc xây dựng lại.

**3.1.34**

**Vết hằn bánh xe** (Rutting)

Các chỗ lún dọc phát sinh trong các vết bánh xe ở mặt đường mềm dưới tải trọng xe. Sự biến dạng không phục hồi này và đôi khi còn tiến triển thêm chủ yếu do mặt đường bê tông nhựa không ổn định hoặc do lớp nền móng ở dưới không đủ cường độ, hoặc do cả hai.

**3.1.35**

**Vật liệu chọn lọc** (Selected material)

Vật liệu địa phương phù hợp được lấy từ các nguồn chọn lọc, chẳng hạn ở các đoạn nền đào đặc biệt, hoặc ở các mỏ vật liệu thích hợp, có các đặc tính quy định để dùng cho một mục đích cụ thể.

## 3.2 Chữ viết tắt

ATB (Asphalt Treated Base): Móng đá gia cố nhựa

ATPB (Asphalt Treated Pemeable Base): Lớp móng bằng hỗn hợp đá nhựa rỗng

CTPB (Cement Treated Permeable Base): Lớp móng bằng hỗn hợp đá – xi măng rỗng

SAMI (Stress Absorbed Membrane Interlayer): Lớp hấp thụ ứng suất

NDT (Non-Destruction Test) : Phương pháp thí nghiệm không phá hoại

## 4 Quy định chung

**4.1** Để thiết kế áo đường mềm phải tiến hành các công việc theo trình tự sau:

− Thiết kế cấu tạo kết cấu áo đường;

− Tính toán xác định chỉ số kết cấu của áo đường (SN) và lựa chọn chiều dày các lớp (D) của kết cấu áo đường;

− Phân tích kinh tế để chọn lựa kết cấu áo đường.

**4.2** Để thiết kế cấu tạo và tính toán chiều dày các lớp áo đường mềm cần phải tổ chức điều tra, khảo sát, thí nghiệm để thu thập và xác định các số liệu sau:

− Quy mô giao thông hiện tại và dự báo lượng xe trong tương lai trong suốt thời hạn phục vụ và thời hạn phân tích của kết cấu áo đường (xem Phụ lục B);

− Xác định các thông số tính toán đối với đất nền đường (xem Phụ lục C và Phụ lục D);

− Xác định các chỉ tiêu cơ lý của vật liệu xây dựng các lớp của kết cấu áo đường (xem Phụ lục E);

− Các điều kiện địa chất, thủy văn, khí hậu, điều kiện gây ẩm kết cấu áo đường;

− Chất lượng phục vụ của các kết cấu áo đường ở các dự án có kết cấu tương tự trong các điều kiện môi trường giống nhau ở trong cùng một vùng;

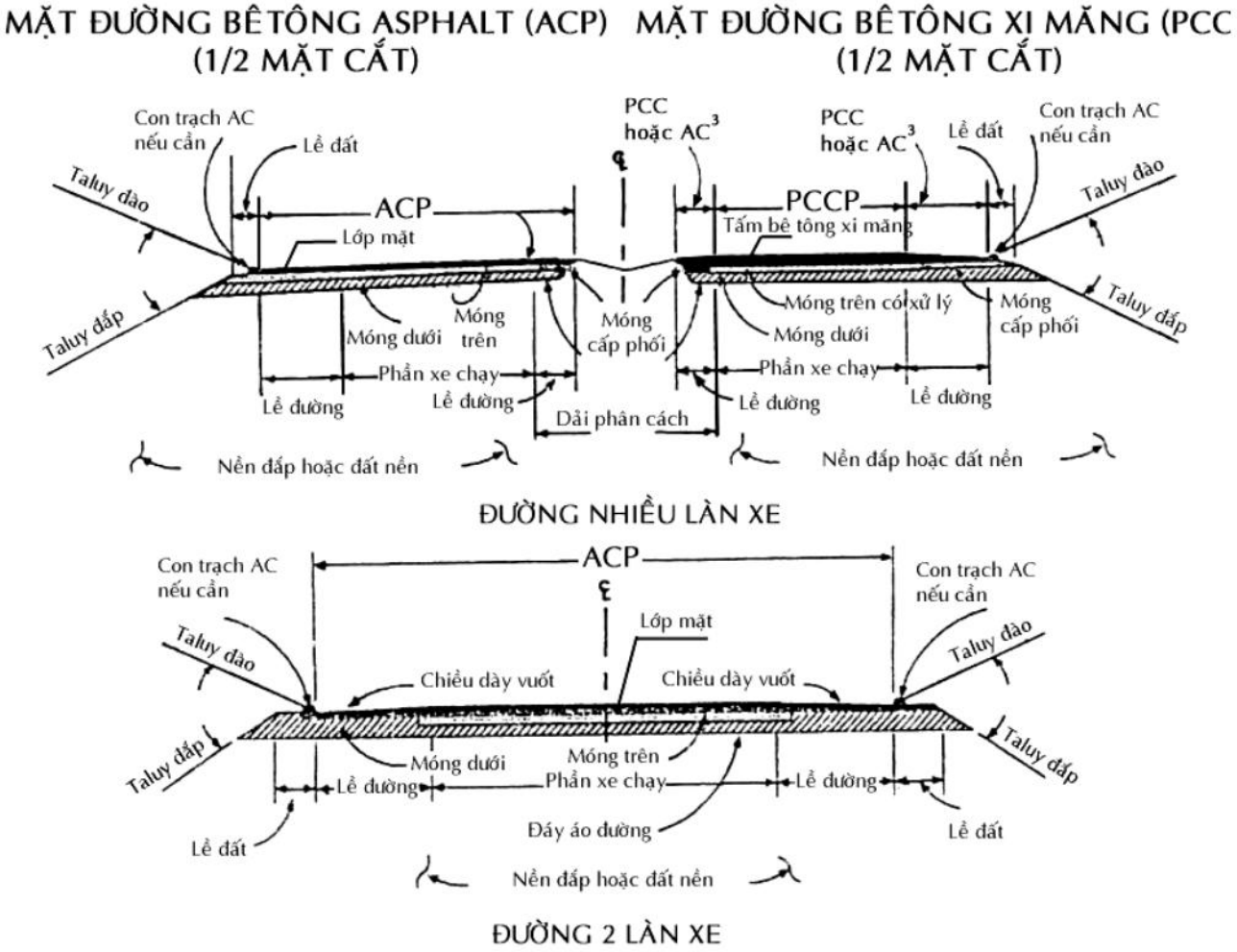
− Các số liệu dùng trong phân tích kinh tế và so sánh các phương án kết cấu áo đường dựa vào "chi phí chu kỳ tuổi thọ" gồm chi phí ban đầu, chi phí duy tu bảo dưỡng và chi phí khôi phục trong suốt chu kỳ tuổi thọ đã được lựa chọn (xem Điều 9).

## 5 Thiết kế cấu tạo kết cấu áo đường mềm

**5.1** Thiết kế cấu tạo áo đường mềm để xác định hợp lý việc bố trí các lớp tầng mặt, lớp móng trên, lớp móng dưới và lựa chọn các lớp vật liệu sao cho phù hợp nhất với đặc điểm chịu lực và với các điều kiện cụ thể của mỗi dự án.

**5.2** Phải tuân theo nguyên tắc thiết kế tổng thể nền và áo đường, tạo điều kiện thuận lợi để nền đất cùng tham gia chịu lực với áo đường đến mức tối đa.

**5.3** Cấu tạo kết cấu áo đường mềm truyền thống thông thường có mặt cắt và những lớp sau (Hình 1 và 2a). Đối với áo đường có it xe chạy có thể chỉ gồm ít lớp hơn.




**Hình 1 – Mặt cắt của áo đường**

**5.4** Cấu tạo kết cấu áo đường mềm có lớp mặt bằng bê tông nhựa:

Ngoài loại áo đường mềm truyền thống gồm một lớp bê tông nhựa rải lên trên một lớp móng trên bằng cấp phối đá dăm, và dưới là lớp móng dưới bằng cấp phối đá dăm, hoặc cấp phối thiên nhiên (Hình 2a), còn có nhiều loại cấu tạo khác.

Kiểu kết cấu áo đường mềm truyền thống chỉ nên dùng cho mặt đường khi không có nhiều xe tải nặng và khi tổng số trục xe quy đổi về trục đơn tương đương 80 kN trên một làn xe (ESAL's) dưới 7.000.000.

Kiểu kết cấu áo đường mềm có nhiều lớp bê tông nhựa dày rải trên các lớp móng cấp phối đá dăm, trong đó có thể có lớp bê tông nhựa polime hoặc lớp SMA, lớp bê tông nhựa rỗng thoát nước ở Hình 2b, cũng như kiểu kết cấu áo đường nửa cứng (semi – rigid) gồm các lớp bê tông nhựa rải trên lớp móng cấp phối đá gia cố xi măng ở Hình 2c, và kiểu kết cấu áo đường mềm gồm các lớp bê tông nhựa rải trên móng đá gia cố nhựa (ATB) ở Hình 2d thường được dùng khi ESAL's > 7.000.000 và nhất là khi có nhiều xe tải nặng.

Kiểu kết cấu áo đường mềm gồm một hoặc hai lớp bê tông nhựa rải lên trên lớp vật liệu tái chế từ các lớp phía trên của áo đường cũ được cào xới sâu và trộn với chất liên kết như nhũ tương, nhựa đường bọt, xi măng,…theo phương pháp nguội (hoặc rải trên lớp vật liệu tái chế theo phương pháp nóng) ở Hình 2e được dùng có hiệu quả khi cần gia cường áo đường mềm cũ đã bị hư hỏng và không đủ cường độ.




a) Áo đường mềm truyền thống



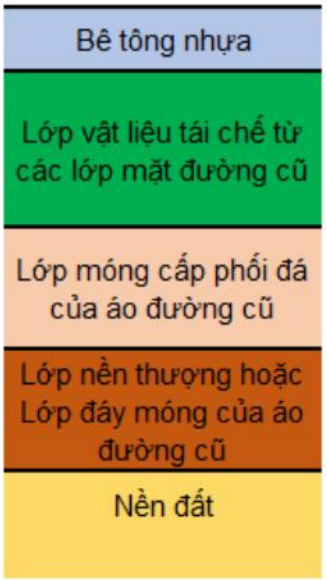

b) Áo đường mềm gồm nhiều lớp bê tông nhựa dày. Lớp trên cùng có thể là bê tông nhựa polime, SMA hoặc bê tông nhựa rỗng thoát nước




c) Áo đường có lớp móng trên đá gia cố xi măng




d) Áo đường có lớp móng trên đá gia cố nhựa (ATB)




e) Áo đường tăng cường

**Hình 2 – Các kiểu cấu tạo của áo đường mềm**

### 5.5 Cấu tạo của tầng mặt

**5.5.1** Các lớp mặt trong kết cấu áo đường mềm của tiêu chuẩn thiết kế này phải là lớp bê tông nhựa các loại, hoặc ít nhất là có láng nhựa (đối với các loại kết cấu áo đường ít xe chạy, có lớp mặt bằng cấp phối đá dăm được thiết kế theo Điều 8).

**5.5.2** Chất lượng và công nghệ thi công các lớp mặt bằng bê tông nhựa các loại phải theo đúng quy trình thi công và nghiệm thu mặt đường bê tông nhựa hiện hành (TCVN 8819 đối với các lớp bê tông nhựa chặt; TCVN 13048 : 2020 đối với bê tông nhựa rỗng thoát nước; TCCS 36 : 2021/TCĐBVN với SMA …).

**5.5.3** Tầng mặt bằng bê tông nhựa có thể chỉ là 1 lớp hoặc 2 hay 3 lớp … và được gọi là bê tông nhựa lớp trên, bê tông nhựa lớp giữa và bê tông nhựa lớp dưới. Cỡ hạt lớn nhất danh định của hỗn hợp bê tông nhựa lớp mặt trên không nên lớn hơn 16,0 mm, của hỗn hợp bê tông nhựa ở lớp mặt giữa và lớp mặt dưới không nên nhỏ hơn 16,0 mm, và của lớp móng trên không nên nhỏ hơn 25 mm.

Chiều dày tối đa có hiệu quả lu lèn của mỗi lớp không nên quá 10 cm đối với bê tông nhựa chặt, 15 cm đối với hỗn hợp đá gia cố nhựa. Chiều dày tối thiểu lớp bê tông nhựa cấp phối liên tục và SMA không được nhỏ hơn 2,5 lần cỡ hạt lớn nhất danh định của cốt liệu. Chiều dày tối thiểu của lớp bê tông nhựa cấp phối hở không được nhỏ hơn 2,0 lần cỡ hạt lớn nhất danh định của cốt liệu.

**5.5.4** Lớp bê tông nhựa tầng mặt có thể là loại bê tông nhựa chặt rải nóng, rải ấm, rải nguội, bê tông nhựa polime, SMA (Stone Mastic Asphalt), bê tông nhựa rỗng thoát nước.

Lớp dưới của tầng mặt ngoài những loại nêu trên, có thể dùng bê tông nhựa bán rỗng, đá dăm đen, đá dăm thấm nhập nhựa, đá dăm láng nhựa, bê tông nhựa tái chế.

**5.5.5** Lớp tạo nhám được bố trí trên mặt đường ô tô có tốc độ thiết kế từ 80 km/h trở lên (đường ô tô cao tốc theo TCVN 5729 : 2012, đường ô tô cao tốc đô thị, đường ô tô theo TCVN 4054 : 2005). Lớp tạo nhám được sử dụng có thể là bê tông nhựa tạo nhám theo TCVN 12759 : 2012 hoặc bê tông nhựa rỗng thoát nước theo TCVN 13048 : 2020.

**5.5.5.1** Ở các đoạn đường đặc biệt nguy hiểm có tốc độ thiết kế từ 60 km/h trở lên cũng nên xem xét việc bố trí thêm lớp tạo nhám nêu trên (như trên đường vòng quanh co, các đoạn dốc có độ dốc lớn hơn 5% với chiều dài dốc > 100 m hoặc các đoạn nền đắp cao qua vực sâu,…).

**5.5.5.2** Khi sử dụng SMA làm lớp mặt trên cùng thì không cần bố trí lớp tạo nhám.

**5.5.6** Chiều dày của lớp láng nhựa xử lý bề mặt, hoặc lớp bê tông nhựa tạo nhám (làm nhiệm vụ bảo vệ, chống nước thấm, lớp hao mòn, tăng độ nhám) được bỏ qua khi tính chỉ số kết cấu SN của kết cấu áo đường.

Lớp bê tông nhựa rỗng thoát nước theo TCVN 13048 : 2020 được tính trong chỉ số kết cấu SN của kết cấu áo đường.

**5.5.7** Lớp nhựa dính bám và lớp nhựa thấm bám.

Lớp nhựa dính bám bằng nhũ tương nhựa đường, nhựa lỏng hoặc vật liệu thích hợp khác bảo đảm sự dính bám giữa các lớp bê tông nhựa. Loại nhựa đường và tiêu chuẩn tưới: xem tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu mặt đường bê tông nhựa nóng TCVN 8819; TCVN 13048 : 2020; TCCS 36 : 2021/TCĐBVN.

Lớp nhựa thấm bám dùng để tưới trên các lớp móng bằng các loại cấp phối đá không gia cố với nhựa đường, trước khi rải lớp bê tông nhựa lên trên. Tiêu chuẩn tưới và loại nhựa đường: xem TCVN 8819.

### 5.6 Cấu tạo của lớp móng trên và móng dưới

**5.6.1** Các lớp móng trên thường dùng trong kết cấu áo đường mềm là các lớp vật liệu khoáng có chất lượng tốt, không gia cố hoặc được gia cố với các chất liên kết vô cơ hoặc hữu cơ, các lớp vật liệu tái chế từ mặt đường cũ. Các lớp móng dưới thường dùng loại vật liệu rẻ hơn, có sẵn ở địa phương, nếu chất lượng không đạt yêu cầu kỹ thuật thì thường gia cố với vôi hoặc xi măng,…

**5.6.2** Khi chiều dày lớn hơn chiều dày cho phép lu lèn có hiệu quả thì phải phân ra hai hay nhiều lớp để lu lèn. Chiều dày có hiệu quả lu lèn và chiều dày tối thiểu do điều kiện thi công của mỗi lớp móng trên và móng dưới làm bằng loại vật liệu khác nhau được lấy theo Bảng 1 và Bảng 2.

**Bảng 1 – Các loại móng trên thường dùng trong kết cấu áo đường mềm**

| Số TT | Loại vật liệu | [1] Mô đun đàn hồi tối thiểu (MPa)<br>[2] Trị số CBR tối thiểu (%) | Bề dày tối thiểu khi lu lèn (cm) | Bề dày tối đa lu lèn có hiệu quả (cm) | Chất lượng vật liệu và công nghệ thi công theo | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Tiêu chuẩn Việt nam | Tiêu chuẩn AASHTO hoặc ASTM tương ứng |
| 1 | Cấp phối đá dăm loại I | ≥ 200<br>≥ 80 | 10 | 15(18) | TCVN 8859:2011 | ASTM D2940 |
| 2 | Đá dăm nước (đá dăm Macadam) | ≥ 207<br>≥ 100 | 10 | 15(18) | TCVN 9504:2012 | - |
| 3 | Cấp phối đá dăm loại I gia cố với xi măng | ≥ 4800<br>[3] $R_{nén7ngày}$ ≥ 4 MPa | 10 | 15(25) | TCVN 8858 | |
| 4 | Cấp phối đá loại II gia cố với xi măng (hoặc cấp phối cuội sỏi gia cố với xi măng) | ≥ 3900<br>[3] $R_{nén7ngày}$ ≥ 2 MPa | 10 | 15(25) | TCVN 8858 | |
| 5 | Cát gia cố xi măng | ≥ 3900<br>[3] $R_{nén7ngày}$ ≥ 2 MPa | 10 | 15(20) | TCVN 10186 : 2014 | |

**Bảng 1 – Các loại móng trên thường dùng trong kết cấu áo đường mềm**

| Số TT | Loại vật liệu | [1] Mô đun đàn hồi tối thiểu (MPa)<br>[2] Trị số CBR tối thiểu (%) | Bề dày tối thiểu khi lu lèn (cm) | Bề dày tối đa lu lèn có hiệu quả (cm) | Chất lượng vật liệu và công nghệ thi công theo | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Tiêu chuẩn Việt nam | Tiêu chuẩn AASHTO hoặc ASTM tương ứng |
| 6 | Hỗn hợp cấp phối đá chặt gia cố nhựa nóng | ≥ 1380<br>[4] Độ ổn định ≥ 7,5 KN | 6 | 10(12) | TCCS 26 : 2019/TCĐBVN | |
| 7 | Đá dăm đen trộn nhựa đường<br>Bê tông nhựa bán rỗng BTNR 25<br>Bê tông nhựa bán rỗng BTNR 37,5 | ≥ 1380<br>[4] Độ ổn định ≥ 5,5 KN | 8<br>8<br>12 | 10(16) | TCCS 06 : 2013/TCĐBVN<br>TCVN 8819 | |
| 8 | Đá dăm thấm nhập nhựa | | 5 | 8 | TCVN 8809:2011 | |
| 9 | Bê tông nghèo | ≥ 5150<br>[3] $R_{nén7ngày}$ ≥ 10 MPa | 12 | 20 | | |
| 10 | Lớp vật liệu tái chế nguội tại chỗ | [5] $R_{kc}^{k}$ ở 25 °C từ (0,1 ÷ 0,6) MPa | 10 | 30 | TCVN 13150 : 2020 | |

[1] Mô đun đàn hồi của vật liệu làm lớp móng trên được thí nghiệm theo tiêu chuẩn AASHTO T307 và ASTM D4123 .... tuỳ loại vật liệu. Khi chưa có thiết bị thí nghiệm $M_R$ theo tiêu chuẩn AASHTO T307 và ASTM D4123 thì tuân theo các chỉ tiêu được ghi ở phía dưới gạch ngang ($R_{7ng}$ , $R_{28ng}$, độ ổn định Marshall, CBR).

[2] Trị số CBR của vật liệu được thí nghiệm theo TCVN 12792 : 2020, AASHTO T193.

[3] Cường độ kháng nén nở hông tự do thí nghiệm theo AASHTO T22

[4] Độ ổn định Marshall theo thí nghiệm TCVN 8860-1 : 2011

[5] Cường độ kéo khi ép chẻ ở trạng thái khô ở 25 °C; Hệ số lớp a = 0,13 ÷ 0,35 theo TCVN 13150 : 2020

Các trị số trong ngoặc () của bề dày tối đa lu lèn có hiệu quả chỉ được dùng khi có đủ phương tiện lu lèn nặng phù hợp và được chấp thuận sau khi thi công đoạn thí điểm đạt yêu cầu.

**5.6.3** Chất lượng và công nghệ thi công các lớp móng trên và lớp móng dưới bằng các vật liệu khác nhau phải theo đúng các quy trình thi công và nghiệm thu tương ứng hiện hành ghi ở Bảng 1 và Bảng 2.

Mô đun đàn hồi yêu cầu tối thiểu của lớp móng trên là 200 MPa (tương ứng CBR ≥ 80%).

Bảng 1 giới thiệu một số loại móng trên làm bằng các vật liệu khác nhau thường dùng trong kết cấu

áo đường mềm.

Mô đun đàn hồi yêu cầu tối thiểu của lớp móng dưới là 100 MPa (tương ứng CBR ≥ 30%).

Bảng 2 giới thiệu một số loại móng dưới thường dùng làm bằng các vật liệu khác nhau.

**Bảng 2 – Các loại móng dưới thường dùng trong kết cấu áo đường mềm**

| Số TT | Loại vật liệu | [1] Mô đun đàn hồi tối thiểu (MPa)<br>[2] Trị số CBR tối thiểu (%) | Bề dày tối thiểu khi lu lèn (cm) | Bề dày tối đa lu lèn có hiệu quả (cm) | Chất lượng vật liệu và công nghệ thi công theo | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Tiêu chuẩn Việt Nam | Tiêu chuẩn AASHTO hoặc ASTM tương ứng |
| 1 | Cấp phối đá dăm loại II | ≥ 100<br>≥ 30 | 10 | 15(18) | TCVN 8859 : 2011 | ASTM D2940 |
| 2 | Cấp phối thiên nhiên (cấp phối đồi núi, cấp phối sỏi cuội...) | ≥ 100<br>≥ 30 | 10 | 15(20) | TCVN 8857 : 2011 | |
| 3 | Á cát gia cố xi măng | [3] $R_{nén7ngày}$ ≥ 1,0 Mpa | 10 | 15(20) | TCVN 10379 : 2014 | |
| 4 | Á sét gia cố vôi | $R_{nén7ngày}$ ≥ 0,8 MPa | 10 | 15(20) | TCVN 10379 : 2014 | ASTM C977 |
| 5 | Phế liệu công nghiệp dạng cấp phối (gián đoạn hoặc liên tục) gia cố với xi măng và/ hoặc với vôi | $R_{nén7ngày}$ ≥ 1,5 MPa | 10 | 15(20) | TCVN 8858 | |
| 6 | Cấp phối thiên nhiên (có chất lượng không đạt yêu cầu) được gia cố với xi măng và/ hoặc với vôi | $R_{nén7ngày}$ ≥ 1,5 MPa | 10 | 15(20) | TCVN 8858 | |
| Các chú thích (1), (2), (3) và các trị số trong ngoặc (...) giống như các chú thích ở Bảng 1. | | | | | | |

**5.6.4** Nếu đất của lớp nền thượng có trị số CBR > 10% thì có thể không cần lớp móng dưới, khi lưu lượng xe ít và được tính toán đạt yêu cầu chỉ số kết cấu SN.

**5.6.5** Nếu kết quả thiết kế dẫn đến một lớp móng dưới quá mỏng thì cần cân nhắc để loại bỏ lớp móng dưới và thiết kế lớp móng trên dày hơn.

**5.6.6** Trường hợp nền đào qua đá cần bố trí lớp tạo phẳng dày từ 20 cm ÷ 30 cm.

**5.6.7** Chiều rộng các lớp móng

Lớp móng trên nên rộng hơn tầng mặt mỗi bên ít nhất là 20 cm;

Lớp móng dưới nên rộng hơn lớp móng trên mỗi bên là 15 cm;

Lớp móng kiêm chức năng thấm và thoát nước từ kết cấu áo đường nên được rải hết toàn bộ bề rộng nền đường và có biện pháp chống hư hỏng, xói lở bên mép sát taluy nền đường (xem Điều 5.9 Thoát nước kết cấu áo đường);

Đối với áo đường mềm cấp cao, ở những vùng mưa nhiều, và nơi đất nền khó thoát nước tự do (khả năng thấm nước của đất rời nhỏ hơn 3,5 x $10^{-4}$ m/s) nên xem xét để rải ngay bên dưới tầng mặt bê tông nhựa một lớp móng thấm được nước bằng hỗn hợp đá nhựa rỗng (ATPB) dày khoảng 8 cm, hoặc bằng hỗn hợp đá - xi măng rỗng (CTPB) dày khoảng 10 cm, cùng với hệ thống thu nước, cửa thoát nước, lỗ thoát nước (xem Điều 5.9 Thoát nước kết cấu áo đường)

Hệ số lớp $a_2$ của hai loại này lấy bằng hệ số lớp của lớp móng trên bằng đá dăm đen (ATB) / lớp móng trên bằng đá gia cố xi măng.

### 5.7 Cấu tạo khu vực tác dụng của nền đường

**5.7.1** Khu vực tác dụng của nền đường có thể gồm hoặc không gồm lớp đáy móng. Việc thiết kế cấu tạo đối với khu vực tác dụng của nền đường dưới kết cấu áo đường cố gắng bảo đảm đồng thời các yêu cầu sau:

**5.7.1.1** Nền đất trong phạm vi khu vực tác dụng không để bị quá ẩm (độ ẩm không được lớn hơn 0,6 giới hạn nhão của đất) trong mọi lúc, mọi điều kiện biến động môi trường, cũng tức là không để chịu ảnh hưởng của các nguồn ẩm bên ngoài (nước mưa, nước ngầm, nước đọng hai bên đường (cả với trường hợp nền đắp, nền không đào không đắp và nền đào);

**5.7.1.2** Về sức chịu tải:

− Lớp nền thượng: 30 cm trên cùng của khu vực tác dụng phải đảm bảo sức chịu tải CBR tối thiểu bằng 8 đối với đường cao tốc, đường cấp I, II và bằng 6 đối với đường các cấp khác;

− 50 cm tiếp theo phải đảm bảo sức chịu tải CBR tối thiểu bằng 5 đối với đường cao tốc, cấp I, II và bằng 4 đối với đường các cấp khác.

Trong đó: CBR là chỉ số sức chịu tải xác định trong phòng thí nghiệm theo điều kiện mẫu đất ở độ chặt đầm nén tiêu chuẩn theo TCVN 12792 : 2020 và được ngâm bão hòa 4 ngày đêm.

**5.7.1.3** Về loại đất:

− Không dùng các loại đất lẫn muối và lẫn thạch cao (quá 5%), đất bùn, đất than bùn, đất phù sa (loại đất lấy ở bãi sông không phải cát mịn) và đất mùn (quá 10% thành phần hữu cơ) trong khu vực tác dụng của nền đường;

− Không được dùng đất sét nặng có độ trương nở (xác định theo TCVN 12792 : 2020) vượt quá 3% trong khu vực tác dụng;

− Khi đắp bằng cát thì cần phải có biện pháp đắp bao phía đỉnh nền để hạn chế nước mưa, nước mặt xâm nhập vào phần nền cát (ngay trong và cả sau quá trình thi công) và tạo thuận lợi cho sự

đi lại của xe máy thi công lớp móng dưới của áo đường (xem thêm ở Điều 7.4.4 của TCVN 4054 : 2005);

− Các đường từ cấp IV đến VI ở các khu vực khan hiếm đất đắp bao nền cát được phép rải lớp móng đường trực tiếp trên cát nhưng phải đặc biệt chú ý trong quá trình thi công về độ bằng phẳng và sự xáo trộn lớp cát trên bề mặt đảm bảo đầm chặt các lớp móng phía trên;

− Khi sử dụng vật liệu đắp bằng đá, bằng đất lẫn sỏi sạn thì kích cỡ hạt (hòn) lớn nhất cho phép là 10 cm đối với phạm vi đắp nằm trong khu vực tác dụng kể từ đáy áo đường; tuy nhiên, kích cỡ hạt lớn nhất này không được vượt quá 2/3 chiều dày đầm nén có hiệu quả lớn nhất (tuỳ thuộc công cụ đầm nén sẽ sử dụng);

− Không được dùng các loại đá đã phong hoá và đá dễ phong hoá có hệ số k hoá mềm 0,75 (đá sít…) và không được dùng đất bụi để đắp trong phạm vi khu vực tác dụng.

**5.7.1.4** Về độ chặt đầm nén

Độ chặt đầm nén yêu cầu đối với nền đường theo phương pháp đầm nén tiêu chuẩn TCVN 12790 : 2020 như Bảng 3.

**Bảng 3 – Độ chặt đầm nén yêu cầu đối với nền đường**

<table>
<tr><th colspan="3" rowspan="2">Loại và bộ phận nền đường</th><th rowspan="2">Phạm vi độ sâu tính từ đáy áo đường trở xuống (cm)</th><th colspan="3">Độ chặt K của nền đường</th></tr>
<tr><th>Đường cao tốc</th><th>Đường cấp I đến cấp IV</th><th>Đường cấp V đến cấp VI</th></tr>
<tr><td rowspan="5">Nền đắp</td><td colspan="2">Khi áo đường dày ≥ 60cm</td><td>30</td><td>≥ 1,0</td><td>≥ 0,98</td><td>≥ 0,95</td></tr>
<tr><td colspan="2">Khi áo đường dày < 60cm</td><td>50</td><td>≥ 1,0</td><td>≥ 0,98</td><td>≥ 0,95</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Bên dưới chiều sâu nêu trên</td><td>Cho đến hết thân nền đắp (trường hợp vật liệu mới đắp).</td><td></td><td>≥ 0,98</td><td>≥ 0,95</td><td>≥ 0,93</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Đất nền tự nhiên (*)</td><td>Cho đến 80</td><td></td><td>≥ 0,93</td><td>≥ 0,90</td></tr>
<tr><td>Cho đến 100</td><td>≥ 0,95</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="3">Nền đào và không đào không đắp (nền thiên nhiên (**))</td><td>30</td><td>≥ 1,0</td><td>≥ 0,98</td><td>≥ 0,95</td></tr>
<tr><td>30 đến 80</td><td></td><td>≥ 0,93</td><td>≥ 0,90</td></tr>
<tr><td>30 đến 100</td><td>≥ 0,95</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="7">(*) Trường hợp này là trường hợp nền đắp thấp khu vực tác dụng có một phần nằm vào phạm vi đất nền thiên nhiên;<br>(**) Nếu nền thiên nhiên không đạt độ chặt yêu cầu ở Bảng 3 thì phải đào phạm vi không đạt rồi đầm nén lại cho đạt yêu cầu.</td></tr>
</table>

**5.7.2** Thiết kế bố trí lớp đáy móng

**5.7.2.1** Phạm vi áp dụng

Trong trường hợp vì các lý do kinh tế – kỹ thuật khác nhau dẫn đến khó đảm bảo được 4 yêu cầu đối với khu vực tác dụng nêu ở 5.7.1 thì nên xét đến giải pháp bố trí lớp đáy móng;

− Cần bố trí lớp đáy móng thay thế cho 30 cm phần đất trên cùng của nền đường đường cao tốc, đường cấp I, đường cấp II và đường cấp III có 4 làn xe trở lên, nếu bản thân phần đất trên cùng của nền đường không đạt được các yêu cầu nêu trên và cũng nên bố trí lớp đáy móng đối với các loại cấp đường trên cả khi phần đất trong khu vực tác dụng đã đạt các yêu cầu ở 5.7.1;

− Cần thiết kế lớp đáy móng khi nền đắp bằng cát, bằng đất sét trương nở và khi đường qua vùng mưa nhiều hoặc chịu tác động của nhiều nguồn ẩm khác nhau;

− Khu vực tác dụng của nền đường chịu ảnh hưởng của nước ngập hai bên hoặc nước ngầm từ phía dưới nhưng không cho phép thiết kế nâng cao độ nền đường đạt yêu cầu đề cập ở 7.3.2 và 7.3.3 của TCVN 4054 : 2005. Đây có thể là trường hợp nền đường trong đô thị hoặc nền đường đào qua khu vực có tồn tại nước ngầm phía dưới;

− Nền đường đào qua các khu vực đất tại chỗ không thích hợp với các yêu cầu về vật liệu xây dựng nền đường đề cập ở Điều 5 TCVN 9436 : 2012 nhưng có khó khăn về việc tìm nguồn đất thích hợp buộc phải sử dụng các loại đất đắp không thích hợp về loại đất và sức chịu tải đề cập ở Điều 5 TCVN 9436 : 2012;

− Nền đào qua vùng đất quá ẩm khiến cho khó đầm nén đạt đủ độ chặt yêu cầu.

**5.7.2.2** Cấu tạo lớp đáy móng

Lớp đáy móng cấu tạo bằng đất hoặc vật liệu thích hợp để đạt được các yêu cầu sau:

− Bề dày tối thiểu là 30 cm;

− Có độ chặt đầm nén cao K = 1,00 ÷ 1,02 (so với đầm nén tiêu chuẩn theo TCVN 12790 : 2020);

− Vật liệu làm lớp đáy móng có tỷ số CBR ngâm bão hoà 4 ngày đêm ≥10%;

− Bề rộng lớp đáy móng ít nhất rộng hơn bề rộng tầng móng mỗi bên 15 cm nhưng nên làm bằng cả bề rộng nền đường.

**5.7.2.3** Vật liệu lớp đáy móng

Lớp đáy móng được cấu tạo bằng đất hoặc vật liệu thích hợp. Nếu bằng đất thì phải là đất có cấp phối tốt. Nên dùng cấp phối thiên nhiên phù hợp với TCVN 8857 : 2011, đất gia cố vôi hoặc xi măng với tỷ lệ thấp hoặc vừa phải.

Trường hợp mức nước ngầm cao (khu vực tác dụng quá ẩm, có thể dùng các loại vật liệu sau làm lớp đáy móng:

− Các nhóm đất A-1 (sỏi lẫn cát), A-2-4 (sỏi cát có lẫn ít hạt mịn (<0,075mm)), theo phân loại đất

của AASHTO M145;

− Có thể sử dụng nhóm đất A-3 (cát mịn) nhưng dưới đáy lớp và phía trên mặt lớp cần rải thêm vải địa kỹ thuật loại sợi dệt có cường độ chịu kéo đứt tối thiểu 25 kN/m;

− Có thể dùng xỉ lò cao (lò luyện thép) hoặc xỉ lò cao trộn tro bay;

Trường hợp đất tự nhiên trong khu vực tác dụng có sức chịu tải thấp khiến cho khó lu chặt lớp đáy móng thì nên rải 1 lớp vải địa kỹ thuật loại sợi dệt (có cường độ chịu kéo đứt tối thiểu là 25 kN/m) ở dưới trước khi rải và lu chặt lớp đáy móng.

**5.7.3** Cần có các giải pháp hạn chế nước mao dẫn từ mức nước ngầm, nước đọng xâm nhập vào khu vực tác dụng của nền đường:

− Đảm bảo cao độ thiết kế nền đường như quy định ở 7.3 của TCVN 4054 : 2005;

− Hạ thấp mực nước ngầm;

− Làm các lớp ngăn cách nước mao dẫn: Tại phía dưới đáy khu vực tác dụng rải lớp ngăn cách nước mao dẫn bằng vật liệu rỗng hoặc vật liệu kín. Lớp vật liệu rỗng dày khoảng 15 cm bằng cát, cuội, sỏi; phía mặt trên và mặt dưới rải vải địa kỹ thuật. Lớp vật liệu kín bằng đất gia cố chất liên kết vô cơ hoặc hữu cơ với bề dày tối thiểu cho phép (12 cm với trường hợp dùng đất gia cố chất liên kết vô cơ và 5 cm với trường hợp dùng đất gia cố chất liên kết hữu cơ).

Bề rộng lớp ngăn cách nên bằng bề rộng nền tại vị trí rải chúng.

### 5.8 Kết cấu áo đường của phần lề gia cố, của lớp phủ dải phân cách giữa và của các bộ phận khác

**5.8.1** Kích thước lề đường và dải phân cách, kích thước phần lề gia cố, phần dải an toàn, các làn xe đặc biệt,… theo các quy định của (TCVN 4054 : 2005 và TCVN 5729 : 2012).

**5.8.2** Kết cấu áo đường của phần lề gia cố

**5.8.2.1** Trường hợp giữa phần xe chạy dành cho xe cơ giới và lề gia cố không có dải phân cách bên hoặc dải phân cách bên chỉ bằng vạch sơn, tức là trường hợp xe cơ giới vẫn có thể đi lấn ra hoặc dừng đỗ trên phần lề gia cố thường xuyên, nếu sử dụng kết cấu áo lề là loại mềm thì kết cấu áo lề gia cố được cấu tạo với các yêu cầu sau:

− Lớp mặt trên cùng của lề gia cố cùng loại với lớp mặt trên cùng của làn xe liền kề nhưng bề dày có thể cấu tạo mỏng hơn;

− Số lớp và bề dày các lớp của tầng móng có thể giảm bớt so với làn xe liền kề;

− Kết cấu gia cố cần được xem xét để khi cải tạo mở rộng mặt đường và nâng cấp đường tận dụng đến mức tối đa kết cấu đã xây dựng;

− Trong điều kiện kinh tế cho phép, kết cấu áo đường của lề gia cố nên thiết kế như với kết cấu áo đường của làn xe chạy liền kề.

**5.8.2.2** Trường hợp giữa phần xe chạy dành cho xe cơ giới và lề gia cố của đường cấp I và cấp II có bố trí dải phân cách bên, ngăn hẳn không cho xe cơ giới đi lấn ra hoặc đỗ ở lề thì kết cấu áo đường của lề gia cố có thể được thiết kế độc lập với kết cấu phần xe chạy với các yêu cầu sau:

− Tầng mặt lề gia cố thấp nhất là láng nhựa, thấm nhập nhựa,… để tạo điều kiện thoát nước, ngăn chặn nước thấm và tạo điều kiện cho xe hai bánh đi lại thuận lợi;

− Có thể giảm bớt một lớp móng hoặc giảm bề dày các lớp móng so với kết cấu áo đường của phần xe chạy liền kề;

− Có thể thiết kế cao độ của phần lề gia cố thấp hơn cao độ phần xe chạy liền kề trong phạm vi 5 cm ÷ 6 cm (giảm một lớp mặt trên cùng so với kết cấu phần xe chạy và mép của lớp này phải tạo góc nghiêng 45° ra phía ngoài lề gia cố). Trong trường hợp này trên các đoạn đường cong, phần lề gia cố về phía lưng đường cong cũng vẫn tạo dốc ra phía ngoài để nước không đọng về phía mép phần xe chạy.

**5.8.3** Kết cấu áo đường của phần dải an toàn trên đường cao tốc

Trong phạm vi 0,25 m sát mép phần xe chạy chính được thiết kế giống như kết cấu áo đường của phần xe chạy. Ngoài phạm vi 0,25 m đó kết cấu áo đường của phần bề rộng còn lại của dải an toàn phía trong và cả phía ngoài (tức là dải dừng xe khẩn cấp) đều có thể thiết kế mỏng hơn theo các khuyến nghị đã đề cập ở 5.8.2.1 (xem thêm ở 6.3, TCVN 5729 : 2012).

**5.8.4** Kết cấu lớp phủ của dải phân cách giữa

**5.8.4.1** Khi dải phân cách rộng dưới 3,0 m (kể cả với đường cao tốc và đường ôtô cấp I, II) thì thiết kế lớp phủ mặt bọc kín. Kết cấu lớp phủ mặt này có thể sử dụng loại tầng mặt bê tông nhựa với một lớp móng và một lớp mặt có bề dày tối thiểu. Không nên sử dụng loại móng gia cố chất liên kết vô cơ để tránh nứt phản ảnh.

**5.8.4.2** Tại các chỗ cắt dải phân cách giữa làm chỗ quay đầu xe thì kết cấu áo đường cũng thiết kế giống như kết cấu trên phần xe chạy chính.

**5.8.4.3** Trường hợp tại dải phân cách giữa không bố trí lớp phủ thì phải tuân thủ các quy định về thoát nước nêu ở 4.4.3 của TCVN 4054 : 2005 cho đường ô tô hoặc ở 6.5.2, 6.5.3 của TCVN 5729 : 2012 cho đường cao tốc.

**5.8.5** Kết cấu áo đường trên các làn xe phụ (làn xe phụ leo dốc, làn chuyển tốc) trên các đường nhánh tại các nút giao thông và đường nhánh ra vào các khu dịch vụ dọc tuyến.

Phải dự báo được số trục xe tiêu chuẩn tích luỹ trong thời hạn thiết kế để làm căn cứ thiết kế kết cấu áo đường riêng cho mỗi trường hợp và mỗi đoạn cụ thể trên tuyến và việc thiết kế vẫn theo đúng các chỉ dẫn của tiêu chuẩn này. Không nhất thiết phải thiết kế kết cấu áo đường cho các trường hợp này giống như kết cấu áo đường của các làn xe trên phần xe chạy chính.

**5.8.6** Kết cấu áo đường trên cầu

**5.8.6.1** Khi thiết kế, loại cầu, cấp đường, cấp tải trọng giao thông và điều kiện khí hậu cần được xem xét một cách toàn diện. Mặt đường trên cầu phải có thiết kế riêng và nên có cùng loại lớp mặt với các đoạn đường liền kề. Phải có biện pháp thiết kế bảo đảm xe cộ ra vào cầu êm thuận, an toàn, đặc biệt là tại các chỗ tiếp giáp giữa đường và cầu.

**5.8.6.2** Kết cấu lớp phủ mặt cầu phải đảm bảo chống thấm tốt, dính bám tốt với bản mặt cầu và ổn định để tránh trượt trồi, lún vệt bánh xe. Lớp bê tông nhựa mặt cầu nên thiết kế có độ rỗng dư nhỏ, có tính ổn định và chịu nhiệt độ cao tốt.

Để cải thiện tính năng chống lại biến dạng trượt trồi, lún vệt bánh xe, nên dùng hỗn hợp bê tông nhựa cấp phối liên tục hoặc SMA sử dụng nhựa đường cải tiến hoặc nhựa đường polime.

**5.8.6.3** Các lớp vật liệu dính bám, chống thấm bản mặt cầu phải phù hợp với lớp phủ bê tông nhựa phía trên.

**5.8.6.4** Chiều dày của lớp áo đường bê tông nhựa trên mặt cầu bê tông xi măng của đường cao tốc và đường cấp I, cấp II không được nhỏ hơn 70 mm. Nên sử dụng kết cấu hai lớp trở lên và chiều dày của lớp bê tông nhựa trên cùng không nên nhỏ hơn 30 mm.

Chiều dày của lớp áo đường bê tông nhựa trên mặt cầu bê tông xi măng của đường các cấp khác không được nhỏ hơn 50 mm.

**5.8.6.5** Lớp phủ mặt cầu thép nên dùng bê tông nhựa đúc, bê tông nhựa epoxy, SMA hoặc các vật liệu thích hợp khác.

**5.8.7** Kết cấu áo đường tại trạm thu phí

Trong phạm vi khu vực trạm thu phí không nên sử dụng kết cấu áo đường mềm. Trường hợp không có điều kiện xây dựng các loại mặt đường cứng (các loại mặt đường có tầng mặt bằng bê tông xi măng) thì sử dụng kết cấu tầng mặt cấp cao bằng bê tông nhựa có tính ổn định cao (có thể sử dụng nhựa đường polime) hoặc lớp bê tông bán mềm với tầng móng trên bằng cấp phối sỏi cuội (đá) gia cố xi măng và móng dưới bằng đất, cát gia cố xi măng.

**5.8.8** Kết cấu áo đường trong hầm

**5.8.8.1** Kết cấu áo đường trong hầm được lựa chọn phụ thuộc vào lưu lượng giao thông, tốc độ thiết kế, điều kiện môi trường, nguồn cung cấp vật liệu và phân tích chi phí vòng đời.

**5.8.8.2** Mặt đường trong hầm phải có đủ cường độ, độ bền, độ bằng phẳng, khả năng chống trượt, chống mài mòn, có khả năng chống cháy, đáp ứng các yêu cầu về tiếng ồn thấp và chống chói.

**5.8.8.3** Phải có hệ thống thoát nước dưới kết cấu mặt đường hầm, thoát nước mặt đường càng nhanh càng tốt.

**5.8.8.4** Mặt đường bê tông xi măng có thể được sử dụng cho các hầm đường bộ ở tất cả các cấp, nhưng cần có các biện pháp để nâng cao khả năng chống trượt và giảm tiếng ồn khi xe chạy.

Khi tốc độ thiết kế lớn hơn 80 km/h, nên sử dụng mặt đường hỗn hợp gồm lớp các lớp bê tông nhựa phía trên và lớp bê tông xi măng bên dưới.

**5.8.8.5** Lớp mặt bê tông nhựa của mặt đường hỗn hợp cần đáp ứng các yêu cầu sau:

1. Lớp mặt bê tông nhựa phải có khả năng liên kết tốt với tấm bê tông xi măng, chống thấm, chống trượt, chống mài mòn, chống hằn lún, chống nứt mỏi và chống bong tróc.

2. Bề mặt bê tông nhựa nên được làm hai lớp và độ dày tổng cộng từ 80 mm ÷ 100 mm;

3. Loại hỗn hợp của lớp mặt bê tông nhựa giống với phần đường bên ngoài hầm. Hỗn hợp bê tông nhựa trộn ấm có thể được sử dụng cho các đường hầm dài và việc bổ sung các loại phụ gia khác nhau không được ảnh hưởng đến tính năng của hỗn hợp;

4. Nên sử dụng lớp dính bám bằng nhũ tương cải tiến hoặc vật liệu thích hợp khác trên mặt lớp bê tông xi măng;

5. Cần có các biện pháp giảm thiểu vết nứt phản ánh, như lớp lưới sợi thủy tinh hoặc lớp hấp thụ ứng suất SAMI;

6. Nên sử dụng lớp mặt bê tông nhựa cải tiến sử dụng phụ gia chống cháy để giảm tác động xấu đến an toàn vận hành và công tác cứu nạn khi đường hầm bị cháy. Phụ gia chống cháy phải có độ bền và ổn định nhiệt tốt, đồng thời không được ảnh hưởng đến tính năng của nhựa đường và hỗn hợp bê tông nhựa.

**5.8.9** Chiều dày của kết cấu lề đường được thiết kế theo Điều 5.7.2.16.5 của tiêu chuẩn này.

**5.8.10** Kết cấu áo đường của đường bên của đường cao tốc được thiết kế cấu tạo độc lập với đường chính, phụ thuộc vào lượng giao thông dự báo và điều kiện khai thác của đường bên

## 5.9 Thoát nước kết cấu áo đường

**5.9.1** Cấu tạo, hình dáng, kích thước của các bộ phận của kết cấu áo đường và nền đường phải thuận lợi cho nước mặt thoát nhanh; nước ngầm, nước mao dẫn bị hạn chế hoặc bị ngăn chặn không cho tác dụng trực tiếp đến đáy kết cấu áo đường; nước đọng hai bên chân ta luy đường không thấm vào các lớp vật liệu của kết cấu áo đường. Những biện pháp để giải quyết vấn đề này được quy định trong các tiêu chuẩn thiết kế đường (TCVN 4054 : 2005 và TCVN 5729 : 2012). Phần còn lại của Điều 5.9 là thiết kế hệ thống thoát nước kết cấu áo đường mềm nhằm thoát hết nước mặt đã thấm vào kết cấu áo đường.

**5.9.2** Thiết kế hệ thống thoát nước kết cấu áo đường nhằm thoát lượng nước thấm theo các kẽ nứt của lớp mặt đường, có thể làm bão hòa và làm mềm lớp móng dưới hoặc cả lớp nền thượng.

**5.9.3** Việc xem xét sự cần thiết thiết kế hệ thống thoát nước kết cấu áo đường phải căn cứ vào việc phân tích chi phí /lợi ích, trong đó lợi ích là kéo dài tuổi thọ áo đường, giảm thiểu công việc bảo dưỡng, sửa chữa áo đường, có lớn hơn chi phí tăng thêm do xây dựng và bảo trì hệ thống thoát nước ấy không.

**5.9.4** Trước tiên cần tìm hiểu các vấn đề sau để quyết định việc thiết kế thoát nước kết cấu áo đường:

− Lưu lượng xe tải và xe buýt;

− Điều kiện thời tiết có thể làm cho nước thấm vào trong kết cấu áo đường và làm bão hòa các lớp này trong một thời gian dài không;

− Đất nền đường, nhất là đất nền thượng có khả năng để nước thấm và thoát thẳng đứng xuống sâu, hay đất nền có nhiều thành phần hạt sét mịn làm cản trở dòng nước chảy;

− Trong các lớp của áo đường có những vật liệu dễ bị nước làm hư hỏng;

− Biện pháp khác trong khi thiết kế có thể làm giảm thiểu vấn đề liên quan đến tác dụng xấu của nước;

− Việc thiết kế thoát nước kết cấu áo đường là biện pháp hiệu quả nhất để giảm thiểu các hư hỏng kết cấu áo đường mềm do nước;

− Công việc bảo trì định kỳ hệ thống thoát nước này có được tiến hành thuận lợi không.

**5.9.5** Nếu không đủ dữ liệu để phân tích chi phí/lợi ích như đã nêu ở 5.9.3, có thể tham khảo hướng dẫn ở Bảng 4 để chọn giải pháp thiết kế thoát nước kết cấu áo đường mềm

**Bảng 4 – Đánh giá để chọn giải pháp thiết kế thoát nước kết cấu áo đường mềm**

| Tổng số xe tải, xe buýt trong 15 năm trên 1 làn xe | > 10 triệu | | | 2 triệu đến 10 triệu | | | < 2 triệu | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hệ số thấm k của đất nền thượng m/ngày đêm | < 3 | 3 đến 30 | > 30 | < 3 | 3 đến 30 | > 30 | < 3 | 3 đến 30 | > 30 |
| Giải pháp chọn | C | C | X | C | X | X | X | KC | KC |
| C – Cần thiết kế<br>X – Có thể thiết kế nhưng cần xem xét thêm như ở Điều 5.9.4<br>KC – Không cần thiết kế<br>k – Hệ số thấm xác định theo ASTM D2434 | | | | | | | | | |

**5.9.6** Có rất nhiều kiểu cấu tạo thoát nước dưới mặt đường bê tông nhựa. Phụ lục L giới thiệu một số kiểu cấu tạo đã được dùng ở các nước. Dùng kiểu nào là do kỹ sư tư vấn quyết định.

**5.9.7** Các bộ phận của hệ thống thoát nước đã giới thiệu ở Phụ lục L sẽ được xác định kích thước cụ thể theo các tính toán thủy lực dưới đây. Để tính toán thủy lực cho các bộ phận của hệ thống cấu tạo thoát nước dưới mép mặt đường bê tông nhựa cần tiến hành lần lượt theo 4 phần sau đây:

**5.9.7.1** Phần 1 – Xác định lưu lượng nước $q_d$ mà hệ thống cấu tạo thoát nước dưới mặt đường

bê tông nhựa cần thoát hết.

a) Đối với mặt đường bê tông nhựa nằm trên lớp móng không thấm nước, $q_d$ được tính theo công thức (1):

$$q_d = q_i W \quad (1)$$

Trong đó:

$q_d$ là lưu lượng thiết kế mà hệ thống cấu tạo thoát nước dưới mặt đường bê tông nhựa cần thoát hết, tính bằng $m^3$/ngày/m;

$q_i$ là lưu lượng nước thấm xuống mặt đường bê tông nhựa qua các đường nứt, các khe nối, tính bằng $m^3$/ngày/$m^2$;

W là chiều rộng của lớp móng không thấm nước, tính bằng m.

$q_i$ được tính theo công thức (2):

$$q_i = I_c \left[ \frac{N+1}{w} + \frac{1}{C_s} \right] \quad (2)$$

Trong đó:

$I_c$ là lưu lượng nước thấm qua các đường nứt, các khe nối của mặt đường bê tông nhựa, tính bằng $m^3$/ngày/$m^2$; $I_c$ quy định lấy bằng 0,223 $m^3$/ngày/$m^2$;

N là số làn xe;

W là chiều rộng mặt đường, tính bằng m;

$C_s$ là khoảng cách các đường nứt, tính bằng m; đối với mặt đường bê tông nhựa $C_s$ lấy bằng 5 m đến 20 m (theo các khảo sát thực tế trên mặt đường bê tông nhựa đã có trong các điều kiện lưu lượng xe, khí hậu, tương tự mà chọn trị số $C_s$; nếu không có điều kiện như thế thì cho phép lấy trị số trung bình $C_s$ bằng 13 m) .

b) Đối với mặt đường bê tông nhựa nằm trên lớp móng thấm được nước $q_d$ được tính theo công thức (3):

$$q_d = 24\ W\ H\ N_e\ U\ \frac{1}{t_d} \quad (3)$$

Trong đó:

$q_d$ là lưu lượng thiết kế mà hệ thống cấu tạo thoát nước dưới mặt đường bê tông nhựa cần thoát hết, tính bằng $m^3$/ngày/m;

W là chiều rộng của lớp móng thấm được nước, tính bằng m;

H là chiều dày lớp móng thấm được nước, tính bằng m;

$N_e$ là độ rỗng hữu hiệu của lớp móng thoát được nước, số thập phân:

$$N_e = N_R \times T_n,$$

$N_R$ là độ rỗng của lớp móng thoát được nước, số thập phân, tính theo công thức sau:

$$N_R = [1-(\gamma_d/9{,}81G_b)] ,$$

$\gamma_d$ là trọng lượng thể tích của vật liệu lớp móng thoát được nước, tính bằng kN/m$^3$; thông thường bằng 15,5 kN/m$^3$ đến 19,0 kN/m$^3$;

$G_b$ là tỉ trọng khối của vật liệu lớp móng thoát được nước; thông thường bằng 2,65 đến 2,70;

$T_n$ là hệ số tổn thất của nước do các hạt mịn < 0,075 mm hấp phụ (như bột đá,bụi, sét); đối với cấp phối đá khi hàm lượng hạt mịn bằng 0% thì $T_n$=0,80; khi hàm lượng hạt mịn bằng 2,5% thì $T_n$=0,70; khi hàm lượng hạt mịn bằng 5% thì $T_n$=0,60; khi hàm lượng hạt mịn bằng 10% thì $T_n$= 0,40;

U là phần trăm lượng nước thoát được, tính bằng phần trăm theo số thập phân (đối với thiết kế mặt đường bê tông nhựa quy định U = 0,50);

$t_d$ là thời gian quy định để thoát lượng nước nêu trên, tính bằng h (đối với đường cao tốc, đường cấp cao, quy định $t_d$ = 2 h).

**5.9.7.2** Phần 2 – Xác định khả năng thoát nước Q của các bộ phận của cấu tạo thoát nước

a) Đối với cấu tạo thoát nước có ống thoát nước dọc đặt ở hào. Khả năng thoát nước Q của ống thoát nước dọc được xác định theo công thức (4):

$$Q = \frac{0{,}2693\times10^{-3}}{n}\times D^{\frac{8}{3}}\times S^{\frac{1}{2}} \qquad (4)$$

Trong đó:

Q là khả năng thoát nước của ống thoát nước dọc, tính bằng m$^3$/ngày;

n là hệ số nhám Manning, lấy bằng 0,012 khi ống trơn, bằng 0,024 khi ống có gợn sóng;

D là đường kính ống, tính bằng mm;

S là độ dốc dọc đặt ống, tính bằng m/m.

b) Đối với hệ thống cấu tạo thoát nước dùng cấu tạo tổ hợp thấm nước bằng vải địa kỹ thuật chế tạo sẵn (PGED); khả năng thoát nước của PGED tính theo công thức (5); xem Hình 3.

$$Q = C\times D'\times\left[S+\frac{D_1-D_2}{L'}\right]^{\frac{1}{2}} \qquad (5)$$

Trong đó:

Q là khả năng thoát nước PGED, tính bằng $m^3$/ngày;

C là thông số dòng thấm của PGED do hãng sản xuất cung cấp, tính bằng $m^3$/ngày/mm; thông số này thay đổi từ 0,5 $m^3$/ngày/mm đến 2,5 $m^3$/ngày/mm tùy theo hãng sản xuất;

D' là độ sâu trung bình của dòng thấm;

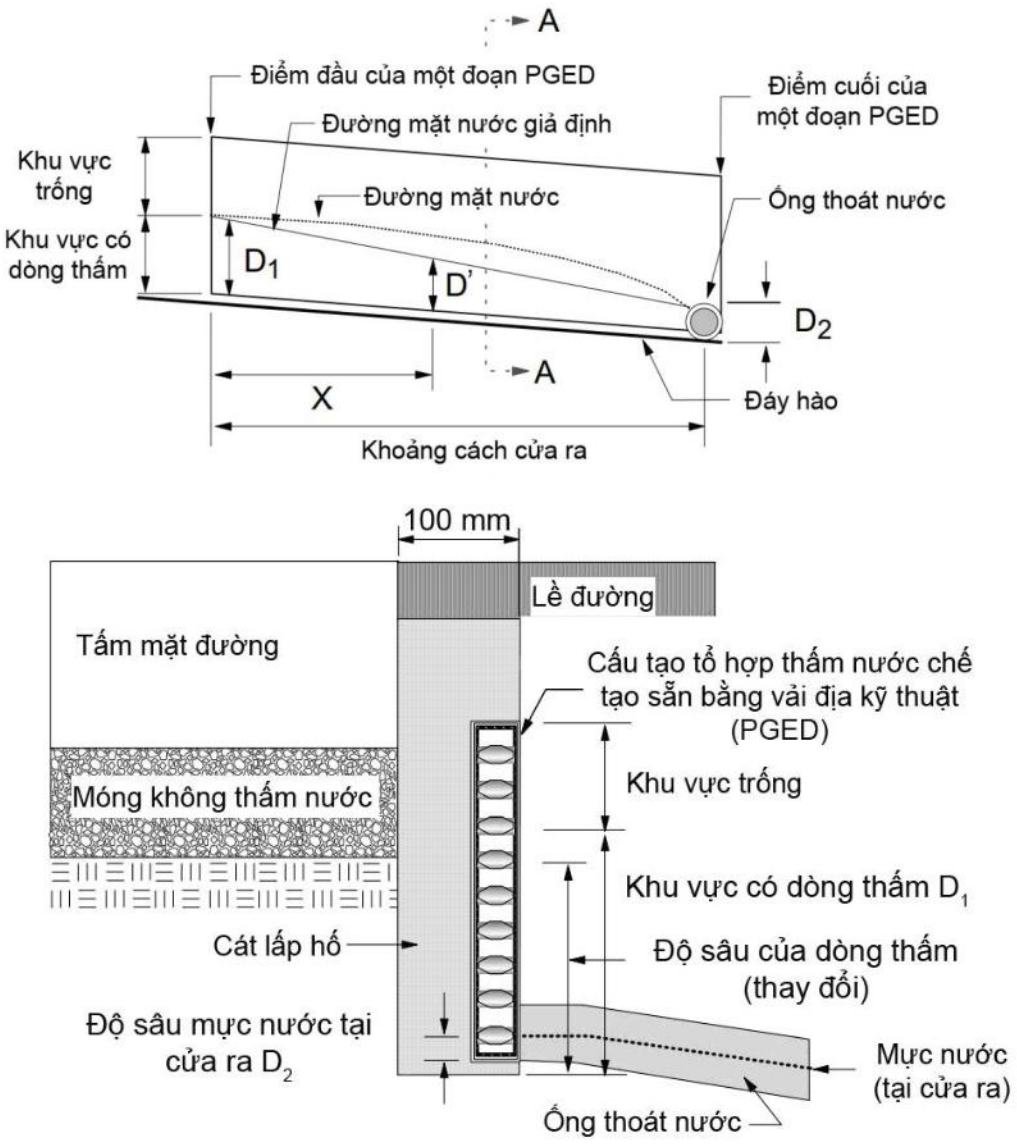
$$D' = \frac{D_1 + D_2}{2}$$

$D_1$ là độ sâu của dòng thấm tại điểm đầu của đoạn PGED, tính bằng m;

$D_2$ là độ sâu của dòng thấm tại cửa ra, lấy bằng đường kính của ống ngang tại cửa ra, tính bằng m;

S là độ dốc đáy hào, tính bằng m/m;

L' là khoảng cách cửa ra (cửa thoát nước), tính bằng m.




**Hình 3 – Sơ đồ để tính toán dòng thấm của cấu tạo PGED**

**5.9.7.3** Phần 3 – Xác định khoảng cách cửa ra L', tính bằng m.

Khi đã xác định được $q_d$ và Q, L' được tính theo công thức (6):

$$L' \leq \frac{Q}{q_d} \quad (6)$$

**5.9.7.4** Phần 4 – Xác định chiều rộng của hào $W_T$ trong đó đặt ống dọc thoát nước

Chiều rộng của hào phải đủ để đặt ống dọc thoát nước và đủ rộng để lấp vật liệu thoát nước, thông thường chiều rộng theo yêu cầu này lớn hơn chiều rộng do yêu cầu trong tính toán thủy lực. Công thức (7) dưới đây dùng để kiểm tra chiều rộng của hào theo yêu cầu tính toán thủy lực:

$$W_T = \frac{q_d}{k} 1000 \quad (7)$$

Trong đó:

$W_T$ là chiều rộng yêu cầu tối thiểu của hào, tính bằng m;

$q_d$ là lưu lượng nước cần thoát của kết cấu áo đường, tính bằng $m^3$/ngày/m;

k là hệ số thấm của vật liệu lấp hào, tính bằng m/ngày.

## 5.10 Lựa chọn loại nhựa đường phù hợp với điều kiện khí hậu và tải trọng

**5.10.1** Loại nhựa đường được lựa chọn phù hợp với nhiệt độ không khí khu vực có dự án đi qua, phù hợp với đặc tính dòng xe (quy mô giao thông, tốc độ khai thác) và chiều sâu lớp vật liệu sử dụng nhựa đường.

**5.10.2** Thiết kế cấu tạo lựa chọn và bố trí các lớp bê tông nhựa, hỗn hợp đá nhựa và các lớp móng trong kết cấu áo đường sau đó tính toán xác định chiều dày đảm bảo điều kiện kinh tế, kỹ thuật.

**5.10.3** Thiết kế thành phần hỗn hợp bê tông nhựa và hỗn hợp đá nhựa theo các tiêu chuẩn tương ứng.

**5.10.3.1** Đối với các loại bê tông nhựa chặt, bê tông nhựa bán rỗng sử dụng nhựa thường, bê tông nhựa polime, hỗn hợp cấp phối đá chặt gia cố nhựa nóng việc lựa chọn mác nhựa theo các Phụ lục B và Phụ lục C của tiêu chuẩn TCVN 8819.

**5.10.3.2** Đối với SMA việc lựa chọn mác nhựa theo Phụ lục A của tiêu chuẩn TCCS 36 : 2021/TCĐBVN.

**5.10.3.3** Lựa chọn cấp nhựa theo đặc tính làm việc PG theo TCVN 13049 : 2020.

**5.10.3.4** Đối với các loại bê tông nhựa thiết kế theo đặc tính thể tích Superpave việc lựa chọn cấp nhựa PG theo các tiêu chuẩn TCVN 12818 : 2019 và TCVN 13049 : 2020.

**5.10.3.5** Đối với các loại bê tông nhựa tạo nhám, bê tông nhựa rỗng thoát nước, bê tông bán mềm và các loại hỗn hợp đá nhựa khác việc lựa chọn loại nhựa theo các tiêu chuẩn tương ứng.

## 6 Thiết kế kết cấu áo đường mềm được xây dựng mới – Tính toán xác định chỉ số kết cấu (SN) và chiều dày các lớp ($D_i$)

**6.1** Sau khi thiết kế cấu tạo kết cấu áo đường, nhiệm vụ tiếp theo là tính toán để xác định chỉ số kết cấu (SN) và chiều dày từng lớp ($D_i$) của kết cấu áo đường, nhằm bảo đảm mặt đường đủ cường độ, độ bền và chất lượng khai thác, có thể chịu được tổng lượng xe cộ dự báo trong suốt thời hạn thiết kế của dự án.

**6.2** Phương pháp thiết kế áo đường mềm của AASHTO lấy tiêu chuẩn trạng thái giới hạn "chỉ số khả năng phục vụ (PSI)" của kết cấu áo đường làm thông số đặc trưng cho chất lượng khai thác sử dụng của mặt đường.

**6.3** Phương trình thiết kế cơ bản sử dụng cho áo đường mềm trong tiêu chuẩn này là rút ra từ các kết quả thử nghiệm các kết cấu áo đường mềm của AASHTO.

**6.3.1** Phương trình để xác định SN có nguyên dạng sau (với đơn vị đo của $M_R$ là psi)

$$\log_{10}W_{18} = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN+1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left[\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}M_R - 8.07 \qquad (8)$$

Khi dùng đơn vị đo $M_R$ là MPa (theo hệ thống đo lường SI) thì phương trình trên viết thành:

$$\log_{10}W_{80} = Z_R \times S_o + 9,36 \times \log_{10}(SN+1) - 0,2 + \frac{\log_{10}\left[\frac{\Delta PSI}{4,2-1,5}\right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}} + 2,32 \times \log_{10}M_R - 3,06 \qquad (9)$$

Trong đó:

SN là chỉ số kết cấu áo đường mềm;

$W_{80}$ là tổng số lần tác dụng của tải trọng trục đơn tương đương 80 KN (18 Kíp) trong cả thời hạn phục vụ (thời hạn thiết kế);

R là độ tin cậy, với giả thiết mọi số liệu đầu vào đều mang giá trị trung bình; tính bằng %;

$Z_R$ là độ lệch trung bình tiêu chuẩn tương ứng với độ tin cậy R (Bảng 9);

$S_o$ là độ lệch tiêu chuẩn toàn bộ;

$M_R$ là mô đun đàn hồi có hiệu của vật liệu (đất) nền đường, tính bằng psi trong phương trình

(8); tính bằng MPa trong phương trình (9);

ΔPSI là độ tổn thất tính toán khả năng phục vụ được tính theo công thức (10):

$$\Delta PSI = p_o - p_t \quad (10)$$

Trong đó:

$p_o$ là khả năng phục vụ ban đầu;

$p_t$ là khả năng phục vụ cuối thời hạn thiết kế.

**6.3.2** Phương trình để xác định chiều dày các lớp có dạng sau:

$$2{,}54\ SN = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3 + \ldots; \quad (11)$$

Trong đó:

$a_1, a_2, a_3$ là hệ số lớp của lớp mặt, lớp móng trên và lớp móng dưới (Hình 8 đến Hình 12) và các công thức ở Điều 6.4.8;

$D_1, D_2, D_3$ là chiều dày tính bằng cm của lớp mặt, lớp móng trên và lớp móng dưới.

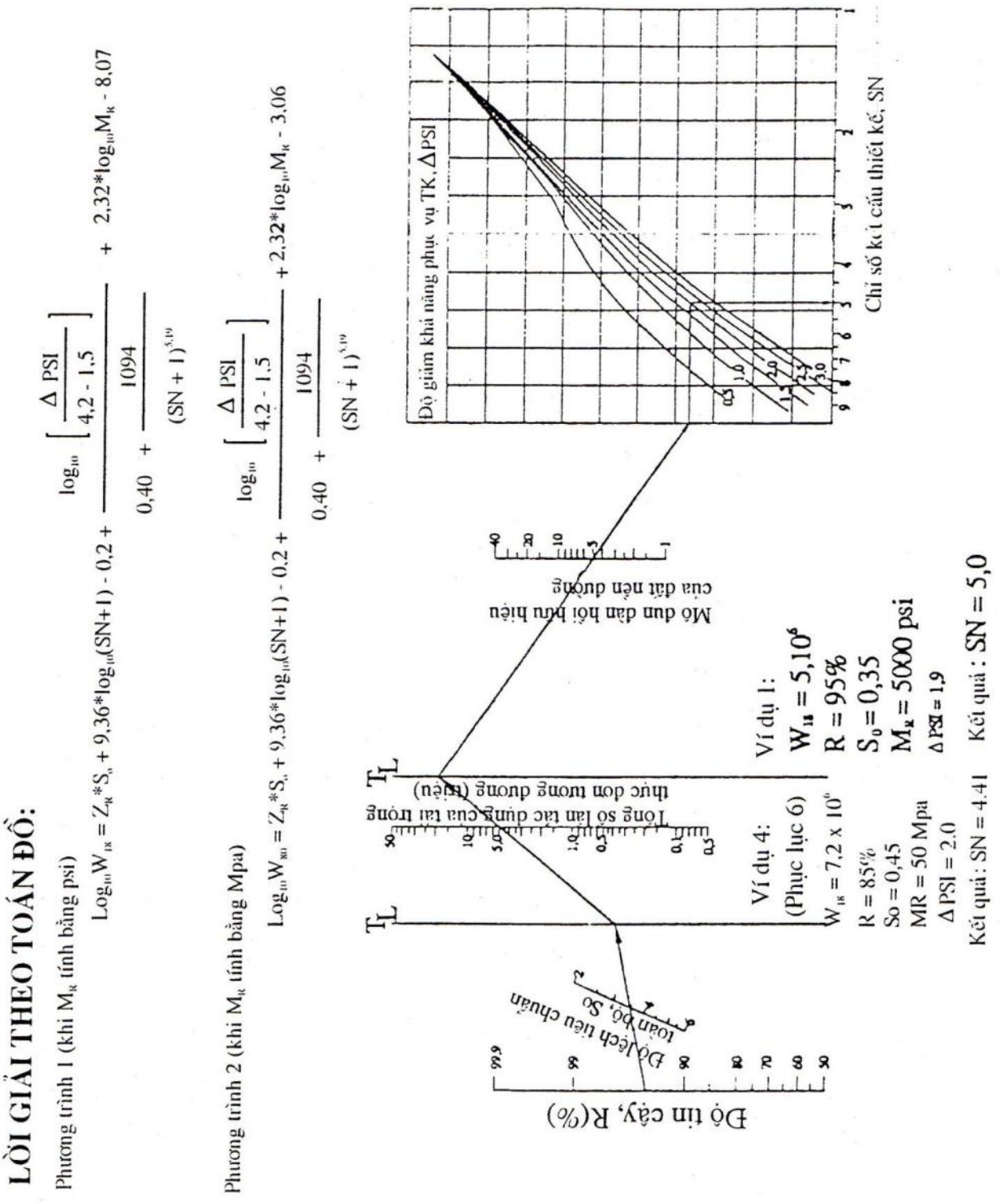
**6.3.3** Có thể dùng toán đồ Hình 4 để xác định trị số của chỉ số kết cấu SN khi đã biết các thông số đầu vào (xem ví dụ tính toán ở Hình 4. Trình tự tiến hành theo các mũi tên trên toán đồ).

**6.3.4** Có thể dùng chương trình tính toán SN và chiều dày áo đường trên máy tính PC. Trong Excel có thể dùng công cụ Goal Seek để giải phương trình có 1 ẩn số SN bằng phương pháp gần đúng (Phụ lục G).

Xem các ví dụ tính toán ở Phụ lục F.

**6.3.5** Phương trình chỉ số kết cấu SN (phương trình (11) trong 6.3.2) không phải chỉ có một lời giải duy nhất mà còn có nhiều tổ hợp các chiều dày của các lớp thoả mãn phương trình. Khi chọn lựa trị số thích hợp của chiều dày các lớp cần xem xét về điều kiện cấu tạo, giá thành của việc thi công và bảo dưỡng để loại trừ khả năng đưa ra một kết cấu áo đường không hợp lý.

**6.3.6** Để tránh hư hỏng, nứt vỡ, chiều dày tối thiểu của các lớp bê tông nhựa thuộc lớp mặt, chiều dày tối thiểu của lớp móng trên làm bằng vật liệu hạt không được nhỏ hơn trị số quy định ở Bảng 5, tuỳ theo tổng số trục xe đơn tương đương thiết kế $W_{80}$.




**Hình 4 – Toán đồ thiết kế áo đường mềm trên cơ sở dùng trị số trung bình ở đầu vào**

**Bảng 5 – Chiều dày tối thiểu của các lớp trong áo đường mềm tuỳ theo ESAL's**

| Tổng số trục xe đơn tương đương thiết kế cho một làn xe (ESAL's)-W80 | Chiều dày tối thiểu, cm | | |
|---|---|---|---|
| | Các lớp bê tông nhựa tầng mặt | Lớp móng trên rải trực tiếp dưới tầng mặt bê tông nhựa | |
| | | Bằng vật liệu hạt | Bằng vật liệu hạt trộn nhựa đường |
| < 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 - 5.000.000 | 9 | 15 | - |
| 5.000.001 - 7.000.000 | 10 | 15 | - |
| 7.000.001 - 10.000.000 | 12 (10) | - | 7 |
| 10.000.001 - 15.000.000 | 15 (10) | - | 8 |
| 15.000.001 - 20.000.000 | 18 (12) | - | 9 |
| > 20.000.000 | 20 (>12) | - | 10 |

CHÚ THÍCH:

1) Khi ESAL's > 7.000.000 lớp móng trên phải là lớp vật liệu hạt trộn nhựa đường (như đá dăm đen, hỗn hợp cấp phối đá chặt gia cố nhựa nóng (ATB), bê tông nhựa bán rỗng, bê tông nhựa nguội, bê tông nhựa tái chế) hoặc là lớp vật liệu hạt gia cố chất liên kết vô cơ (như cấp phối đá dăm gia cố xi măng…). Xem thêm Điều 5.4.

2) Trong kết cấu áo đường có thể bao gồm 1 hay nhiều lớp đá gia cố xi măng (CTB), số lớp và chiều dày các lớp phụ thuộc vào tính toán thiết kế. Khi chỉ có 1 lớp CTB thì chiều dày tối thiểu lớp này bằng 15 cm.

3) Khi dùng lớp móng trên bằng vật liệu hạt gia cố với chất liên kết vô cơ (như xi măng) thì để hạn chế hiện tượng nứt phản ảnh, tổng bề dày tối thiểu của tầng mặt có sử dụng nhựa nên bằng bề dày lớp móng nửa cứng và tối thiểu bằng 14 cm ÷ 18 cm khi đường thiết kế là đường cao tốc theo TCVN 5729 : 2012 hoặc đường cấp I, cấp II theo TCVN 4054 : 2005 và phải tối thiểu bằng 10 cm ÷ 12 cm khi đường thiết kế là đường cấp III, cấp IV theo TCVN 4054 : 2005.

4) Khi lớp móng trên bằng vật liệu hạt trộn với nhựa đường có chiều dày bằng và lớn hơn chiều dày tối thiểu ghi trong Bảng 5 này được rải trực tiếp dưới lớp bê tông nhựa tầng mặt thì chiều dày tối thiểu của lớp bê tông nhựa tầng mặt có thể lấy theo trị số trong ngoặc.

5) Chiều dày của tất cả các lớp trong kết cấu áo đường đều phải tính toán để xác định. Chiều dày cho trong Bảng 5 này chỉ là quy định cho chiều dày tối thiểu để tránh mặt đường bị nứt vỡ, hư hỏng sớm khi khai thác đường.

**6.3.7** Trong trường hợp mô đun đàn hồi của lớp móng trên và mô đun đàn hồi của lớp mặt bằng bê tông nhựa khác nhau quá lớn (tỉ số ấy nhỏ hơn 1/10) thì khi sử dụng các phương trình từ (8) đến (11) để thiết kế nên áp dụng phương pháp phân tích theo từng lớp (xem ví dụ ở Phụ lục F).

### 6.4 Xác định các thông số đầu vào để thiết kế kết cấu áo đường mềm

**6.4.1** Các thông số ban đầu dùng để thiết kế kết cấu áo đường mềm thường là những trị số trung bình, và gồm có:

− Các thông số ràng buộc về thời gian: thời hạn phục vụ (Tp.v) và thời hạn phân tích (Tp.t);

− Tổng số trục xe đơn tương đương (ESAL's) $W_{80}$;

− Độ tin cậy R ; độ lệch tiêu chuẩn toàn bộ $S_o$;

− Chỉ số khả năng phục vụ ban đầu $p_o$; chỉ số khả năng phục vụ cuối thời hạn phục vụ $p_t$; độ tổn thất khả năng phục vụ $\Delta PSI$;

− Mô đun đàn hồi hữu hiệu của đất nền $M_R$;

− Các đặc trưng cường độ của vật liệu của các lớp trong kết cấu áo đường và hệ số lớp $a_i$.

**6.4.2** Thời hạn phục vụ của mặt đường mềm (Tp.v)

Thời hạn phục vụ của áo đường mềm được quy định tuỳ thuộc vào loại lớp mặt (Bảng 6).

Khi dự kiến thời hạn phục vụ khác với trị số quy định ở Bảng 6 phải có văn bản thuyết minh và đệ trình cấp có thẩm quyền phê duyệt.

**Bảng 6 – Thời hạn phục vụ của áo đường mềm**

| Số TT | Loại mặt đường | Thời hạn phục vụ (năm) |
|---|---|---|
| 1 | Bê tông nhựa hai lớp, tổng bề dày ≥ 10 cm | 15 |
| 2 | Bê tông nhựa một lớp, tổng bề dày ≤ 7 cm (5 cm ÷ 7 cm) | 10 |
| 3 | Thấm nhập nhựa | 10 |
| 4 | Láng nhựa hai lớp | 7 |
| 5 | Láng nhựa một lớp | 5 |

**6.4.3** Thời hạn phân tích của áo đường (Tp.t)

Thời hạn phân tích của áo đường được quy định tuỳ thuộc vào quãng thời gian mà chiến lược thiết kế đường phải bao quát. Hiện nay ở nước ta quy định là 20 năm.

Thời hạn phân tích của áo đường không nhất thiết lấy bằng thời hạn phục vụ, nhưng tối thiểu là bằng thời hạn phục vụ.

Khi dùng phương pháp đầu tư xây dựng phân kỳ kết cấu áo đường, thời hạn phân tích nên lấy xấp xỉ bằng tổng của các thời hạn phục vụ của lớp áo đường trong các lần xây dựng phân kỳ.

Khi cần so sánh hiệu quả kinh tế của hai loại áo đường có thời hạn phục vụ khác nhau thời hạn phân tích phải lấy bằng thời hạn phân tích của loại áo đường có thời hạn phục vụ lớn hơn.

Bảng 7 giới thiệu thời hạn phân tích của các loại đường mà trong hướng dẫn của AASHTO đã sử dụng để tham khảo.

**Bảng 7 – Thời hạn phân tích**

| Số TT | Loại đường | Thời hạn phân tích (năm) |
|---|---|---|
| 1 | Đường đô thị lưu lượng giao thông lớn | 30 - 50 |
| 2 | Đường ngoài đô thị lưu lượng giao thông lớn | 20 - 50 |
| 3 | Đường có làm lớp mặt lưu lượng giao thông thấp | 15 - 25 |
| 4 | Đường có lớp mặt đường cấp phối lưu lượng giao thông thấp | 10 - 20 |

**6.4.4** Xác định tổng số trục xe tương đương (W80)

**6.4.4.1** Xe tính toán trong tiêu chuẩn này là xe có tải trọng trục đơn 80 kN (tải trọng trục đơn là 18 kíp). Các trục khác được quy đổi về trục 80 kN theo nguyên lý sự phá hoại tương đương.

Một cách gần đúng, các loại xe có tải trọng trục khác hoặc có nhiều trục sẽ được quy đổi về xe có tải trọng trục đơn 80 kN bằng hệ số quy đổi $L_f$ (dùng trong thiết kế dự án tiền khả thi).

$$L_f = \left( \frac{L}{L_{80}} \right)^{4,5} \qquad (12)$$

Trong đó:

L là tải trọng một trục sau của xe cần quy đổi, tính bằng kN;

$L_{80}$ là tải trọng trục đơn tính toán (80 kN).

Khi quy đổi những ô tô ba cầu (có hai trục sau) được xem gần đúng như hai xe có tải trọng trục tương ứng với mỗi trục sau. Xe kéo moóc nhiều trục thì có bao nhiêu trục ở rơ moóc được xem là

bấy nhiêu ô tô có một trục sau.

**6.4.4.2** Để xác định một cách chính xác hơn hệ số quy đổi về xe có tải trọng trục đơn tính toán 80 kN (18 kíp) cần sử dụng bảng qui đổi xe trong Phụ lục B của tiêu chuẩn này (trị số của hệ số quy đổi xe này phụ thuộc vào trị số của SN, $p_t$ và loại trục đơn, trục kép hay trục ba. Khi quy đổi tạm lấy SN = 5).

**6.4.4.3** Sau khi tính ra tổng số trục xe đơn tương đương tích luỹ trong cả thời hạn phục vụ của kết cấu áo đường (thời hạn thiết kế) chạy qua một mặt cắt của đường $\hat{W}_{80}$, cần xác định tổng số trục xe đơn tương đương chạy qua một mặt cắt của một làn xe thiết kế $W_{80}$ theo công thức sau:

$$W_{80} = D_D \times D_L \times \hat{W}_{80} \quad (13)$$

Trong đó:

$D_D$ là hệ số phân bố theo chiều. Trị số $D_D$ thay đổi từ 0,3 ÷ 0,7 tuỳ thuộc vào điều tra thực tế. Trong trường hợp thông thường $D_D$ = 0,5.

$D_L$ - hệ số phân bố theo làn, lấy theo Bảng 8

**Bảng 8 – Hệ số phân bố theo làn**

| Số làn xe theo một chiều | Trị số $D_L$ *) |
|---|---|
| 1 | 1 |
| 2 | 0,8 - 1 |
| 3 | 0,6 - 0,8 |
| 4 | 0,5 - 0,75 |
| *) Khi chọn trị số $D_L$ cần khảo sát sự phân luồng giao thông thực tế ở hiện trường. Khi có sự phân luồng giao thông chặt chẽ thì lấy trị số nhỏ ở gần giới hạn dưới, ngược lại thì lấy trị số lớn ở gần giới hạn trên. | |

**6.4.5** Độ tin cậy (R)

**6.4.5.1** Giá trị của độ tin cậy R được chọn lựa tuỳ theo cấp hạng và chức năng của đường theo phạm vi đã quy định trong Bảng 9.

**6.4.5.2** Giá trị độ lệch tiêu chuẩn toàn bộ $S_o$ trong tính toán áo đường mềm được quy định bằng 0,45.

**6.4.6** Chỉ số khả năng phục vụ ban đầu và cuối, tổn thất khả năng phục vụ ΔPSI

**Bảng 9 – Phạm vi mức độ của độ tin cậy**

| Phân loại chức năng đường | Phạm vi mức độ độ tin cậy (%) | |
|---|---|---|
| | Trong đô thị | Ngoài đô thị |
| Đường cao tốc (1) | 90 - 99 | 85 - 99 |
| Quốc lộ chính (2) | 90 - 95 | 85 - 95 |
| Đường chính và quốc lộ thứ yếu (3) | 80 - 85 | 75 - 85 |
| Đường thu gom, đường nhánh, tỉnh lộ (3) | 80 - 85 | 75 - 80 |
| Đường huyện, đường địa phương (3) | 75 - 80 | 50 – 80 |
| (1) Đường cao tốc dùng trị số gần giới hạn trên và giới hạn trên khi ESAL's ≥ 30 triệu; khi ESAL's < 30 triệu thì dùng trị số gần giới hạn dưới và giới hạn dưới.<br>(2) Quốc lộ có cấp tốc độ ≥ 80 km/h dùng trị số gần giới hạn trên và giới hạn trên (đường từ cấp III trở lên).<br>Quốc lộ có cấp tốc độ < 80 km/h dùng trị số gần giới hạn dưới và giới hạn dưới (đường từ cấp IV trở xuống).<br>(3) Khi lưu lượng xe lớn dùng trị số giới hạn trên, khi lưu lượng xe ít dùng trị số giới hạn dưới.<br>Trị số $Z_R$ trong phương trình (8) và (9) tương ứng với mỗi giá trị R được ghi trong Bảng 10. | | |

**Bảng 10 – Các giá trị độ lệch trung bình tiêu chuẩn ($Z_R$) tương ứng với mức độ tin cậy đã chọn**

| Độ tin cậy, R (%) | Độ lệch trung bình tiêu chuẩn, $Z_R$ |
|---|---|
| 50 | -0,000 |
| 60 | -0,253 |
| 70 | -0,524 |
| 75 | -0,674 |
| 80 | -0,841 |
| 85 | -1,037 |

**Bảng 10 – Các giá trị độ lệch trung bình tiêu chuẩn ($Z_R$) tương ứng với mức độ tin cậy đã chọn**

| Độ tin cậy, R (%) | Độ lệch trung bình tiêu chuẩn, $Z_R$ |
|---|---|
| 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 |
| GHI CHÚ:<br>Trong Excel tính độ lệch trung bình tiêu chuẩn bằng hàm $Z_R$ = - NORM.S.INV(R/100) | |

**6.4.6.1** Chỉ số khả năng phục vụ ban đầu $p_0$ của áo đường mềm được quy định tuỳ thuộc vào chất lượng yêu cầu ban đầu của kết cấu áo đường lúc vừa mới xây dựng xong. Đối với đường cao tốc, đường có cấp tốc độ 80 km/h trở lên trị số $p_0$ quy định bằng 4,2. Đối với đường cấp từ 60 km/h trở xuống, có lớp mặt đường xử lý bằng nhựa thì trị số $p_0$ tối thiểu phải bằng 4,0.

**6.4.6.2** Chỉ số khả năng phục vụ cuối $p_t$ của áo đường mềm được quy định tuỳ thuộc vào chất lượng khai thác yêu cầu phải đạt được ở cuối thời hạn phục vụ của áo đường. Đối với đường cao tốc, đường có cấp tốc độ trên 80 km/h trị số $p_t$ quy định bằng 2,5; đối với đường có cấp tốc độ bằng 80 km/h, trị số $p_t$ quy định bằng 2,2; đối với đường có cấp tốc độ từ 60 km/h trở xuống, trị số $p_t$ quy định bằng 2,0.

**6.4.6.3** Trị số độ tổn thất khả năng phục vụ ($\Delta$PSI) được tính theo công thức (10) và được quy định trong Bảng 11 tuỳ theo cấp đường.

**Bảng 11 – Độ tổn thất khả năng phục vụ ΔPSI**

| Cấp đường | Trị số của | | |
|---|---|---|---|
| | $p_0$ | $p_t$ | $\Delta PSI = p_0 - p_t$ |
| Đường cao tốc | 4,2 | 2,5 | 1,7 |
| Đường cấp tốc độ > 80 km/h | 4,2 | 2,5 | 1,7 |
| Đường cấp tốc độ = 80 km/h | 4,2 | 2,2 | 2,0 |
| Đường cấp tốc độ ≤ 60 km/h | 4,0 | 2,0 | 2,0 |

**6.4.7** Xác định mô đun đàn hồi hữu hiệu của đất nền đường ($M_R$)

Có thể dùng các phương pháp sau để xác định mô đun đàn hồi hữu hiệu $M_R$ của đất nền đường

**6.4.7.1** Xác định theo mức độ hư hỏng tương đối

**6.4.7.1.1** Mô đun đàn hồi hữu hiệu của đất nền đường $M_R$ trong phương trình (8) và (9) được xác định theo phương trình (14) và (15).

$$u_f = 1.18 \times 10^8 \times M_R^{-2.32} \quad (14)$$

Trong đó:

$u_f$ là độ hư hỏng tương đối;

$M_R$ là mô đun đàn hồi hữu hiệu của đất nền đường, tính bằng psi;

$$u_f = 1,14 \times 10^3 \times M_R^{-2,32} \quad (15)$$

Trong đó:

$u_f$ là độ hư hỏng tương đối;

$M_R$ là mô đun đàn hồi hữu hiệu của đất nền đường, tính bằng MPa, hoặc theo toán đồ Hình 5.

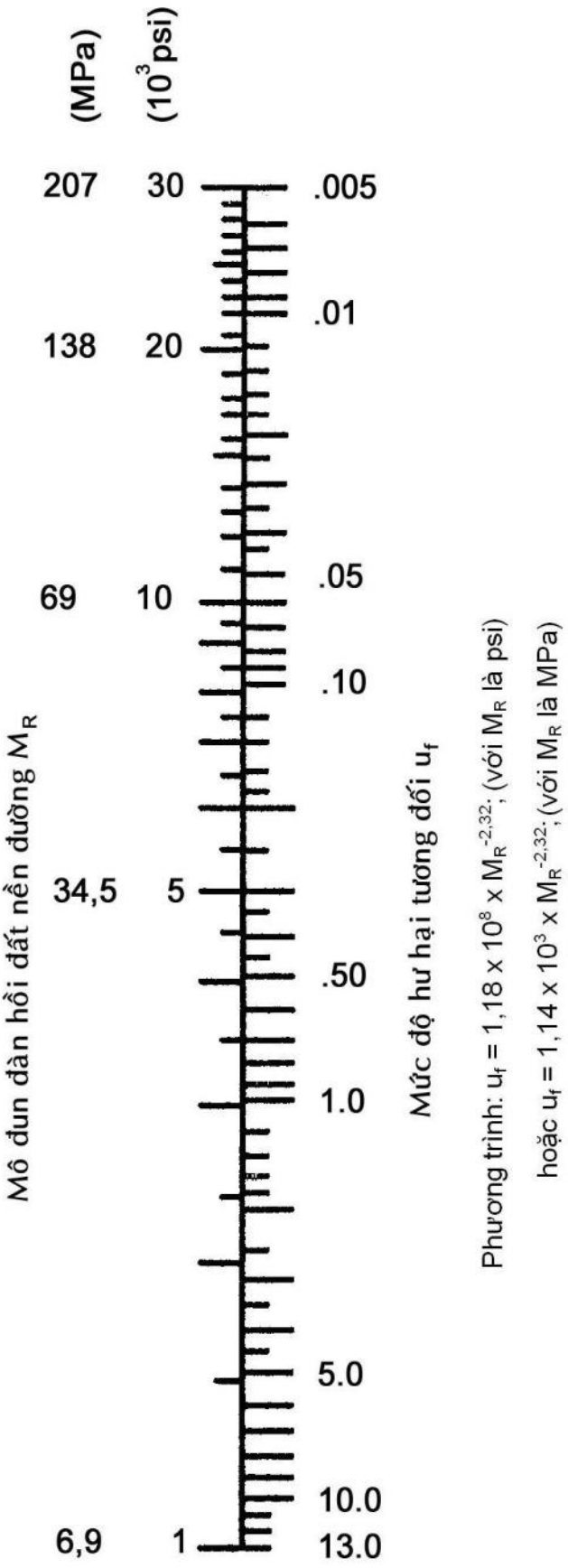
**6.4.7.1.2** Trình tự tính toán để xác định mô đun đàn hồi hữu hiệu theo toán đồ Hình 5, được tiến hành như sau (xem Bảng 12).

**Bảng 12 – Trình tự tính toán để xác định mô đun đàn hồi hữu hiệu của đất nền đường $M_R$**

| Thời hạn | Số tháng $n_i$ | Mô đun đàn hồi của đất nền $M_R$ (MPa) | Độ hư hỏng tương đối $u_{fi}$ | Tích của $u_{fi} \times n_i$ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Mùa khô | $n_1$ | $M_{R1}$ | $u_{f1}$ | $u_{f1} \times n_1$ |
| Chuyển mùa | $n_2$ | $M_{R2}$ | $u_{f2}$ | $u_{f2} \times n_2$ |
| Mùa mưa | $n_3$ | $M_{R3}$ | $u_{f3}$ | $u_{f3} \times n_3$ |
| Chuyển mùa | $n_4$ | $M_{R4}$ | $u_{f4}$ | $u_{f4} \times n_4$ |
| CHÚ THÍCH:<br>Để xác định các thông số trong Bảng 12 của mỗi vùng khác nhau, xem Phụ lục N. | | | | $\sum_1^4 u_{fi} \, x \, n_i$ |

Tra toán đồ Hình 5 để xác định mô đun đàn hồi hữu hiệu của đất nền $M_R$ (tương ứng với trị số $\overline{u_f}$)

$$\overline{u_f} = \frac{\sum_1^4 u_{fi} \, x \, n_i}{12}$$




**Hình 5 – Toán đồ xác định mô đun đàn hồi hữu hiệu $M_R$ của đất nền đường (dùng khi thiết kế mặt đường mềm)**

*Bước 1:* Trong một năm cần xác định mô đun đàn hồi của đất nền đường $M_R$, ít nhất là trong 4 thời hạn: mùa khô, mùa mưa và 2 thời hạn chuyển mùa (xem cột 3 Bảng 12). Số tháng n tương ứng của mỗi thời hạn được xác định tuỳ theo điều kiện thời tiết của từng địa phương như trong cột 2 Bảng 12.

*Bước 2:* Từ toán đồ Hình 5 xác định mức độ hư hỏng tương đối $u_{fi}$, ứng với trị số mô đun đàn hồi của đất trong mỗi mùa đã thu được trong bước 1, và ghi vào cột 4 Bảng 12.

*Bước 3:* Nhân các trị số $u_{fi}$ của từng thời hạn với số tháng $n_i$ của từng thời hạn tương ứng được xác định ở bước1 (cột 5 Bảng 12)

Bước *4:* Tính tổng $\sum_1^4 u_{fi}\, x\, n_i$ của các tích số (4 tích số) $u_{fi}$ x $n_i$.

*Bước 5:* Tính trị số mức độ hư hỏng trung bình $\overline{u_f}$ trong năm bằng cách chia tổng $\sum_1^4 u_{fi}\, x\, n_i$ cho 12 tháng.

*Bước 6:* Từ toán đồ Hình 5 tra ngược lại so với bước 2 để tìm mô đun đàn hồi hữu hiệu $M_R$ của đất nền đường tương ứng với trị số mức độ hư hỏng trung bình $\overline{u_f}$ đã tính được ở bước 5 [1)].

Trình tự tính toán được trình bày ở ví dụ tính toán thiết kế mặt đường mềm (Phụ lục F).

**6.4.7.2** Mô đun đàn hồi của đất nền đường ở dưới áo đường đang sử dụng còn có thể được xác định bằng cách đo chậu võng bằng thiết bị đo độ võng động trong phương pháp thí nghiệm không phá hoại NDT được giới thiệu ở Phụ lục D.

**6.4.7.3** Mô đun đàn hồi $M_R$ xác định bằng "phương pháp 90%" từ thí nghiệm AASHTO T307

Trường hợp không xác định được mùa bất lợi như quy định ở Điều 6.4.7.1 thì có thể dùng phương pháp 90% để xác định giá trị Mr đưa vào tính toán kết cấu áo đường.

**6.4.7.3.1** Các giá trị mô đun đàn hồi được thí nghiệm theo tiêu chuẩn AASHTO T307 tại ứng suất khối (bulk stress) 11 psi sau đó sắp xếp tăng dần. Đối với mỗi $M_R$ riêng lẻ đã được sắp xếp, tính toán tỷ lệ phần trăm mô đun đàn hồi bằng hoặc lớn hơn nó. Vẽ biểu đồ trục tung là tỷ lệ phần trăm, trục hoành là $M_R$. Từ biểu đồ xác định $M_R$ tương ứng với 90% được sử dụng làm giá trị thiết kế. Do đó, 90% các kết quả thử nghiệm riêng lẻ bằng hoặc lớn hơn giá trị thiết kế.

**6.4.7.3.2** Trình tự xác định $M_R$:

− Lấy mẫu thí nghiệm: Lấy mẫu đại diện trong đoạn đường thiết kế. Đối với đường đắp thì lấy mẫu tại mỏ sẽ dùng để đắp nền đường. Số lượng mẫu thí nghiệm nên tối thiểu là 6, tốt nhất tối thiểu là

---

[1)] Khi có điều kiện nên xác định mô đun đàn hồi của đất nền đường trong cả 12 tháng, và trình tự tính toán $M_R$ hữu hiệu của đất nền đường cũng được tiến hành tương tự như cách trên.

9 mẫu phân bố đều trong phạm vi dự án.

− Thí nghiệm $M_R$ theo tiêu chuẩn AASHTO T307 tại ứng suất khối 11 psi sau đó sắp xếp theo thứ tự tăng dần. Đối với mỗi $M_R$ riêng lẻ đã được sắp xếp, tính toán tỷ lệ phần trăm mô đun đàn hồi bằng hoặc lớn hơn nó.

− Vẽ biểu đồ trục tung là tỷ lệ phần trăm, trục hoành là $M_R$. Từ biểu đồ xác định $M_R$ tương ứng với 90% được sử dụng làm giá trị thiết kế.

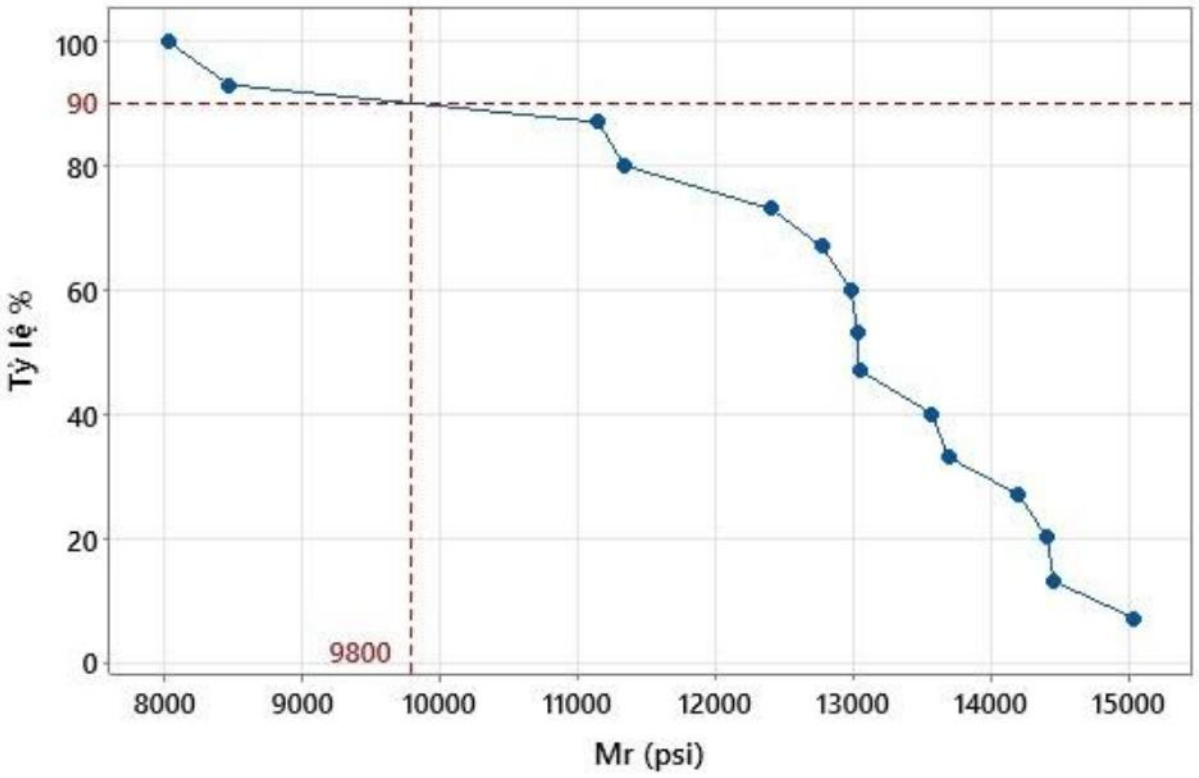
**6.4.7.3.3** Ví dụ xác định $M_R$ được thể hiện ở Bảng 13 và Hình 6

**Bảng 13 – Bảng mô đun đàn hồi của đất nền đường $M_R$**

| Thứ tự | Vị trí mẫu | Tỷ lệ ≥ % | $M_R$ (psi) |
|---|---|---|---|
| 1 | 337+98 | 100 | 8.030 |
| 2 | 254+90 | 93 | 8.477 |
| 3 | 289+80 | 87 | 11.148 |
| 4 | 56+07 | 80 | 11.335 |
| 5 | 41+98 | 73 | 12.399 |
| 6 | 242+00 | 67 | 12.765 |
| 7 | 321+92 | 60 | 12.976 |
| 8 | 600+00 | 53 | 13.025 |
| 9 | 225+00 | 47 | 13.039 |
| 10 | 272+99 | 40 | 13.565 |
| 11 | 615+43 | 33 | 13.682 |
| 12 | 211+98 | 27 | 14.190 |
| 13 | 307+04 | 20 | 14.398 |
| 14 | 584+66 | 13 | 14.449 |
| 15 | 273+99 | 7 | 15.031 |

Có 15 giá trị $M_R$ thí nghiệm được xếp theo thứ tự tăng dần, tính tỷ lệ phần trăm và vẽ được biểu đồ.

Từ biểu đồ xác định $M_R$ ứng với tỷ lệ 90% bằng 9800 psi hay 67,57 MPa.




**Hình 6 – Biểu đồ xác định $M_R$ theo phương pháp 90%**

**6.4.7.3.4** Chiết giảm $M_r$ theo điều kiện ngập nước

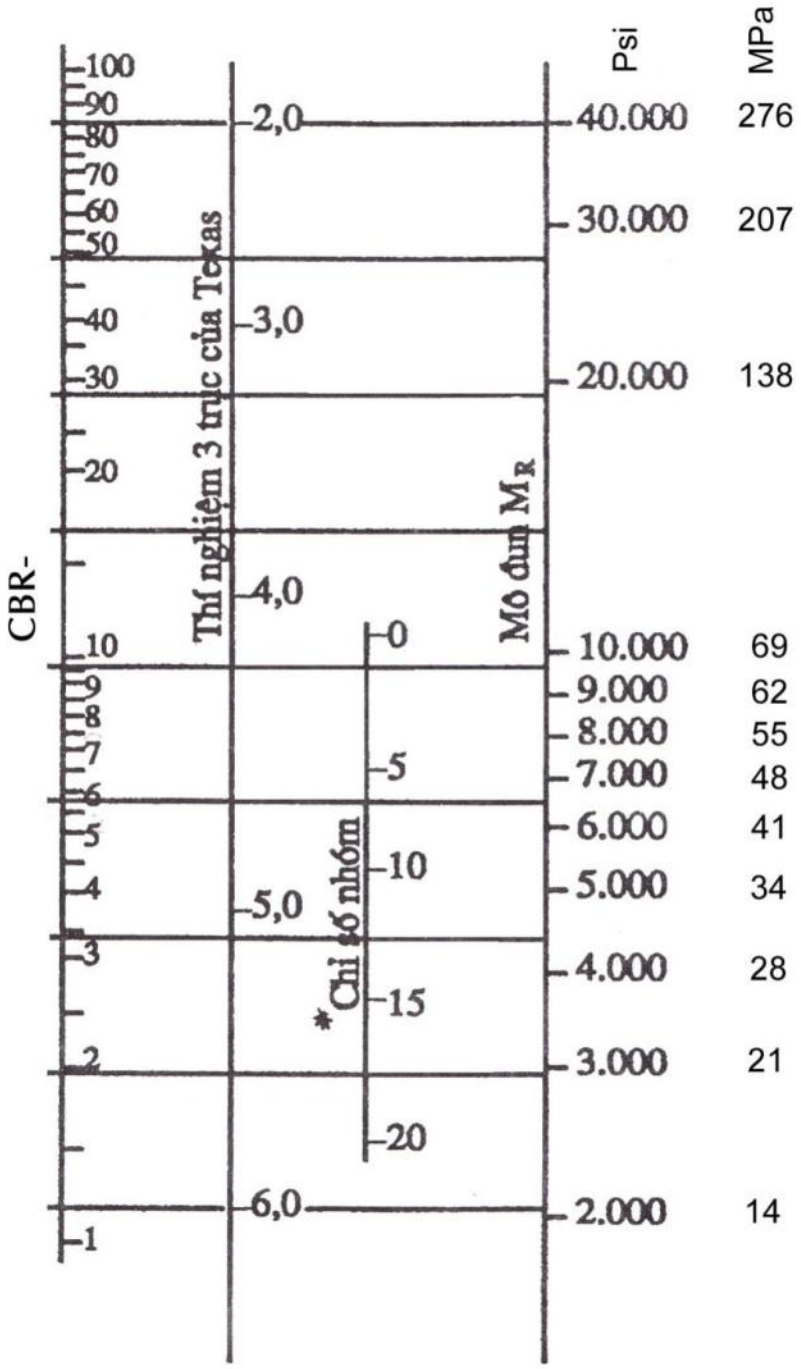
Do ảnh hưởng của cao độ mức nước ngầm tính toán hay mực nước đọng thường xuyên mà mô đun đàn hồi giảm đi. Tùy thuộc vào chiều cao tính từ mực nước ngầm tính toán hay mực nước đọng thường xuyên $H_{bc}$ đến đáy kết cấu áo đường mà $M_r$ được chiết giảm như sau:

Nếu $H_{bc} \geq 0,9$ m thì $M_r$ = 100% giá trị thí nghiệm

Nếu $0,6 \text{ m} \leq H_{bc} < 0,9$ m thì $M_r$ = 75% giá trị thí nghiệm

Nếu $0,3 \text{ m} \leq H_{bc} < 0,6$ m thì $M_r$ = 50% giá trị thí nghiệm

**6.4.7.4** Trong trường hợp chưa có các số liệu về mô đun đàn hồi hữu hiệu của đất nền đường dựa trên các thí nghiệm trong phòng theo tiêu chuẩn AASHTO T292 hoặc AASHTO T307 và toán đồ Hình 5, có thể dùng quan hệ thực nghiệm ở toán đồ Hình 7 để chuyển từ trị số sức chịu tải của đất nền đường CBR sang mô đun đàn hồi $M_R$ khi CBR của đất nền có giá trị ≤ 10%, nếu nền là lớp đất rất cứng, sỏi cuội, cấp phối thiên nhiên, đá dăm,… thì vẫn dùng được Hình 7, lúc ấy CBR sẽ từ trên 10% đến 80%; hoặc từ trị số nhóm của đất nền đường GI sang $M_R$ khi chỉ số nhóm GI bằng từ 0 đến 20.




**Hình 7 – Toán đồ tương quan để ước lượng mô đun đàn hồi lớp đất nền**

CHÚ THÍCH:

* : Chỉ số nhóm (GI) tính theo công thức:

$$GI = (F - 35)[0,2 + 0,005(LL - 40)] + 0,01(F - 15)(PI - 10)$$

Trong đó:

F là hàm lượng hạt đất nhỏ hơn 0,074 mm (N°200), tính bằng % (chỉ tính phần trăm đối với tổng lượng hạt lọt qua sàng 75 mm);

LL là giới hạn chảy;

PI là chỉ số dẻo của đất;

GI lấy bằng 0 đối với đất không thể xác định giới hạn chảy (LL), hoặc khi giá trị GI là âm.

Biểu đồ Hình 7 cho phép ta tìm được mô đun $M_R$ khi biết CBR của đất nền. Ví dụ: CBR = 6,5% → $M_R$ = 48 MPa (7000 psi).

Cũng có thể tìm $M_R$ khi biết chỉ số nhóm (GI) của đất (để tham khảo, kiểm tra). Ví dụ: Khi chỉ số nhóm của đất GI = 5 → $M_R$ = 50 Mpa (7200 psi).

### 6.4.8 Xác định các đặc trưng tính toán của các lớp vật liệu trong kết cấu áo đường và xác định các hệ số lớp $a_i$

**6.4.8.1** Các hệ số lớp $a_i$ trong công thức (11) biểu thị một quan hệ thực nghiệm giữa chỉ số kết cấu SN và chiều dày, là một số đo khả năng tương đối của lớp vật liệu khi thực hiện chức năng như là một thành phần kết cấu của áo đường.

Giá trị của các hệ số lớp $a_i$ được quy định cho mỗi lớp vật liệu tuỳ thuộc chất lượng thể hiện chủ yếu qua mô đun đàn hồi [(1)] E, hoặc/ và trị số [2)] CBR, hoặc/ và [3)] cường độ kháng nén nở hông tự do, hoặc/và [(4)] độ ổn định Marshall. Ngoài ra trị số $a_i$ còn phụ thuộc vào vị trí của lớp vật liệu, chiều dày của lớp và độ cứng của lớp vật liệu nằm dưới nó.

**6.4.8.2** Để xác định trị số của hệ số lớp $a_1$ của các lớp bê tông nhựa chặt dùng cho các lớp ở tầng mặt (lớp trên và lớp dưới) sử dụng biểu đồ Hình 8 khi biết mô đun đàn hồi [1)] $E_{AC}$ của bê tông nhựa ở nhiệt độ tính toán 68 °F (20 °C) của mặt đường.

Ngoài việc sử dụng Hình 8, có thể xác định hệ số lớp $a_1$ theo công thức tương đương (16):

$$a_1 = 0{,}40 \log[E_{AC}/450] + 0{,}44 \qquad (16)$$

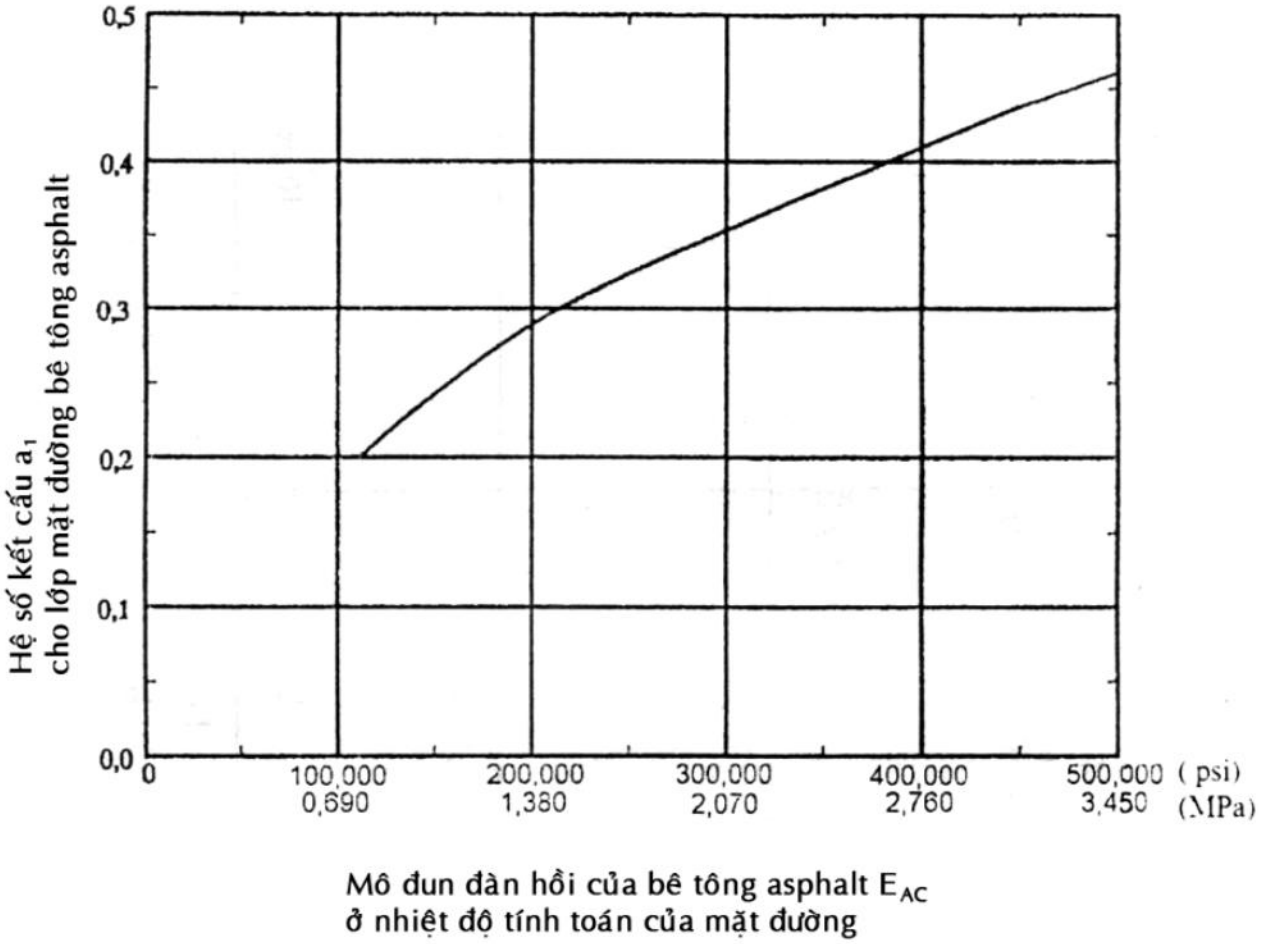
Trong đó:

$E_{AC}$ là mô đun đàn hồi của bê tông nhựa ở nhiệt độ tính toán, tính bằng ksi (1 ksi=1000 psi).

Nếu giá trị $a_i$ xác định được lớn hơn 0,44 thì chỉ được lấy tối đa 0,44 để tính toán.

---

[1)], [2)], [3)] và [4)] xem các ghi chú ở cuối Bảng 1




**Hình 8 – Biểu đồ xác định hệ số lớp $a_1$ của lớp mặt làm bằng bê tông nhựa chặt (cho cả lớp trên và lớp dưới của lớp mặt) theo mô đun đàn hồi của bê tông nhựa chặt $E_{AC}$ ở nhiệt độ tính toán (68°F= 20°C)**

**6.4.8.3** Để xác định trị số của hệ số lớp $a_2$ của lớp móng trên làm bằng vật liệu hạt, sử dụng biểu đồ Hình 9 khi biết mô đun đàn hồi $E_{BS}$ và/hoặc trị số CBR.

**6.4.8.4** Để xác định trị số của hệ số lớp $a_2$ của lớp móng trên làm bằng vật liệu gia cố xi măng, sử dụng biểu đồ Hình 10 khi biết mô dun đàn hồi $E_{BS}$ và/hoặc cường độ kháng nén (sau 7 ngày) nở hông tự do $R_7$.

**6.4.8.5** Để xác định trị số của hệ số lớp $a_2$ của lớp móng trên làm bằng vật liệu khoáng xử lý với nhựa đường, sử dụng biểu đồ Hình 11 khi biết mô đun đàn hồi $E_{BS}$ và/hoặc độ ổn định Marshall.

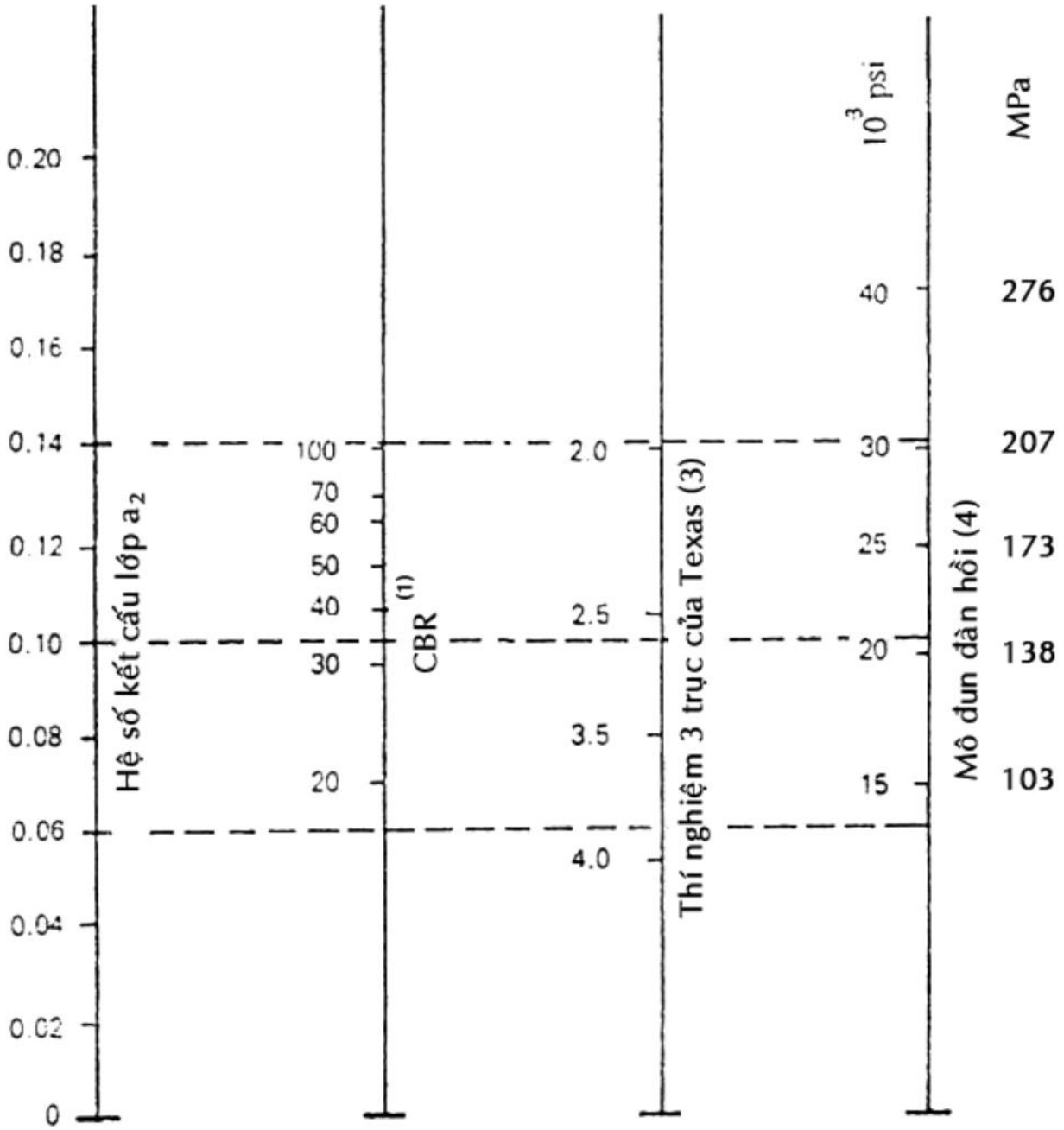
**6.4.8.6** Để xác định trị số của hệ số lớp $a_3$ của lớp móng dưới làm bằng vật liệu hạt, sử dụng biểu đồ Hình 12 khi biết mô đun đàn hồi $E_{SB}$ và/hoặc trị số CBR.

**6.4.8.7** Đối với các vật liệu gia cố với phụ gia vô cơ khác như tro bay, xỉ, vôi,... nếu R nén 7 ngày không nhỏ hơn các trị số tối thiểu cho ở Bảng 1 và Bảng 2 cho phép dùng biểu đồ Hình 10.

**6.4.8.8** Đối với các lớp vật liệu cào bóc tái chế nguội hệ số lớp kết cấu $a_i$ được xác định bằng

cách tra TCVN 13150-1 : 2020, TCVN 13150-2 : 2020 dựa trên kết quả thí nghiệm cường độ kéo khi ép chẻ ở trạng thái khô ($R_{kc}^{k}$) ở 25 °C.

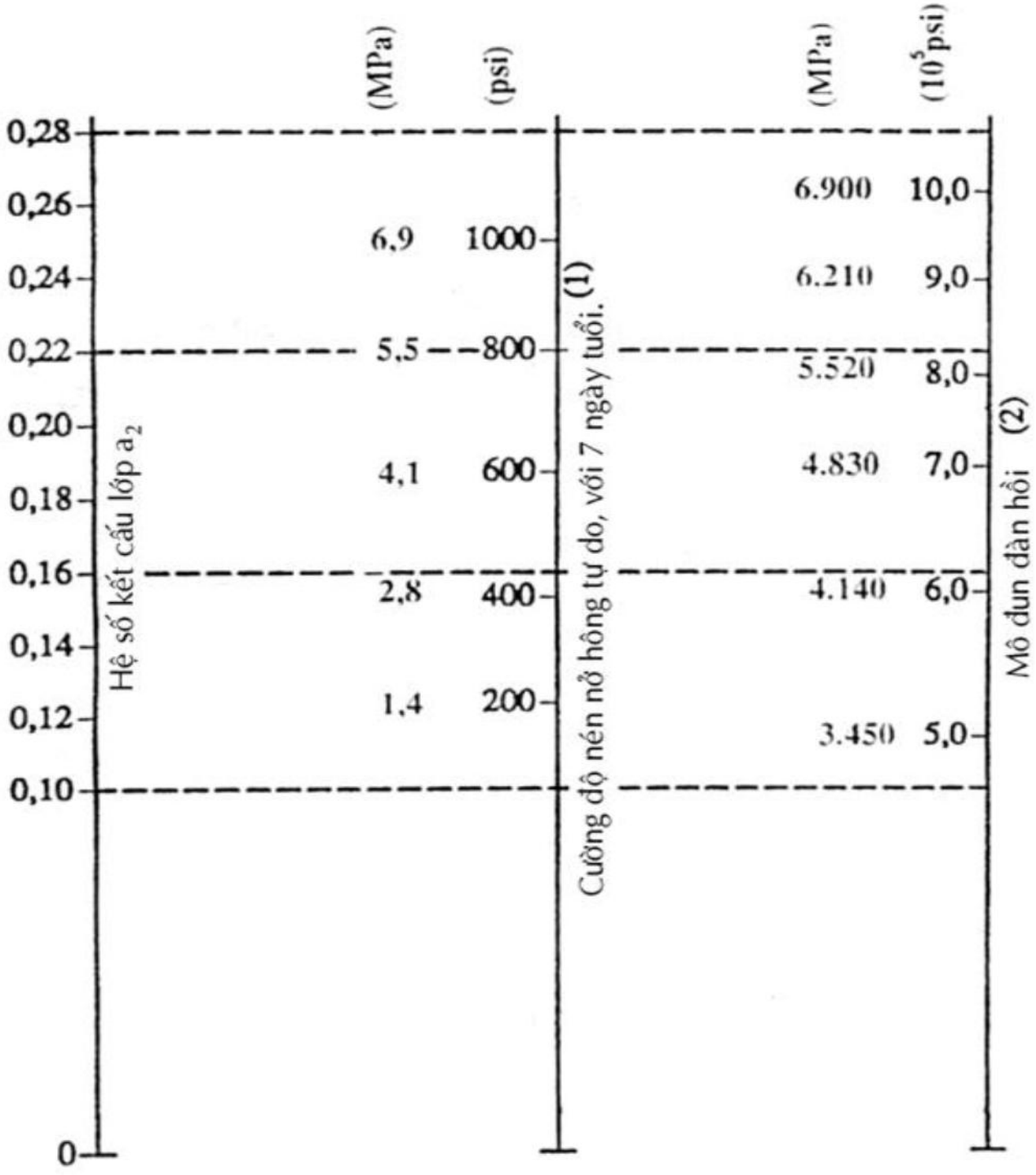
**6.4.8.9** Đối với các vật liệu mới hệ số lớp $a_i$ được xác định theo tiêu chuẩn thi công và nghiệm thu tương ứng.




**Hình 9 – Biểu đồ xác định hệ số lớp $a_2$ của lớp móng trên làm bằng vật liệu hạt theo các tham số cường độ: Mô đun đàn hồi, $E_{BS}$ và/hoặc CBR**

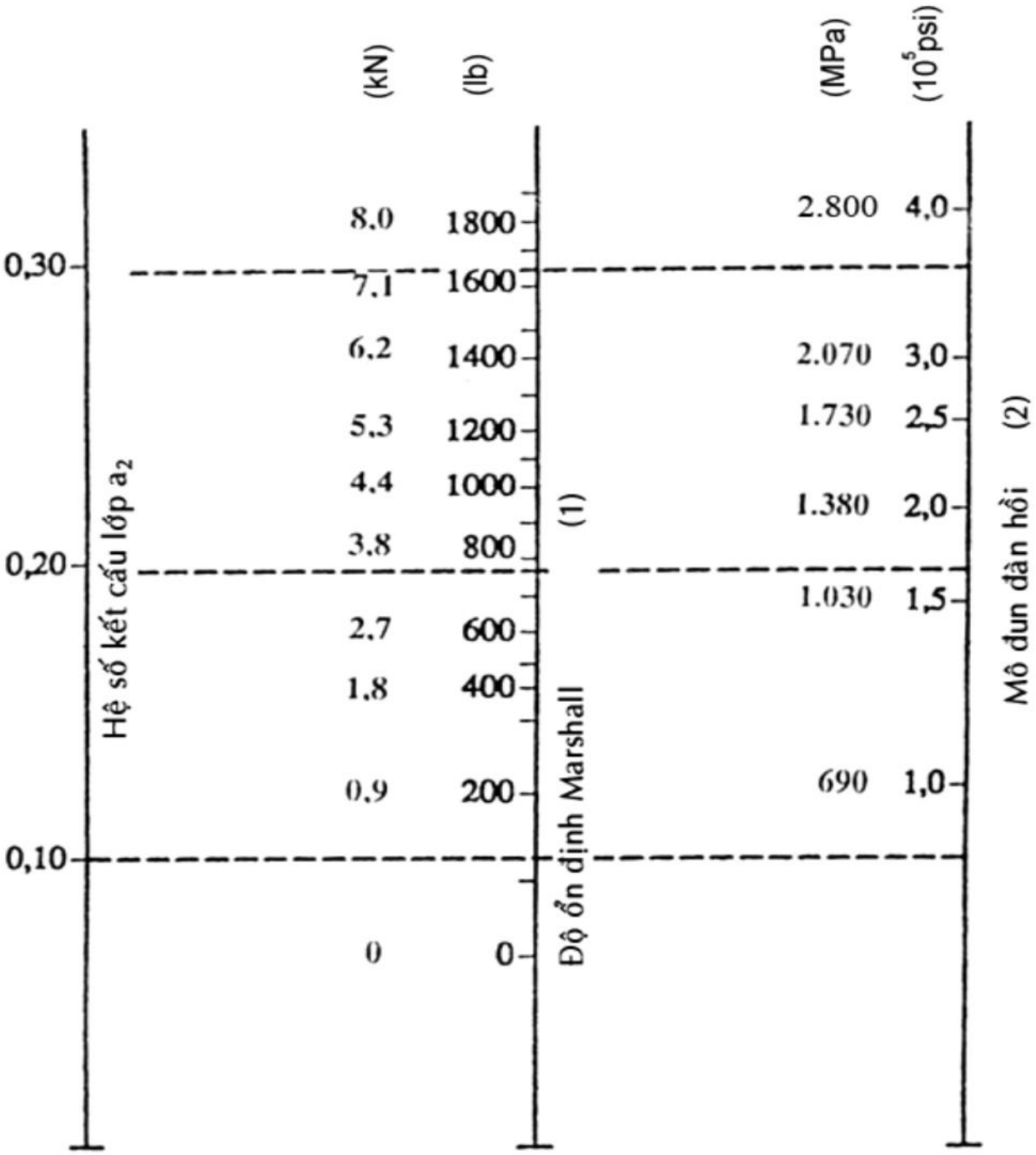
GHI CHÚ:

Có thể tham khảo công thức tương đương: $a_2 = 0{,}249 \log (E_{BS}) - 0{,}977$, trong đó $E_{BS}$ tính bằng psi.



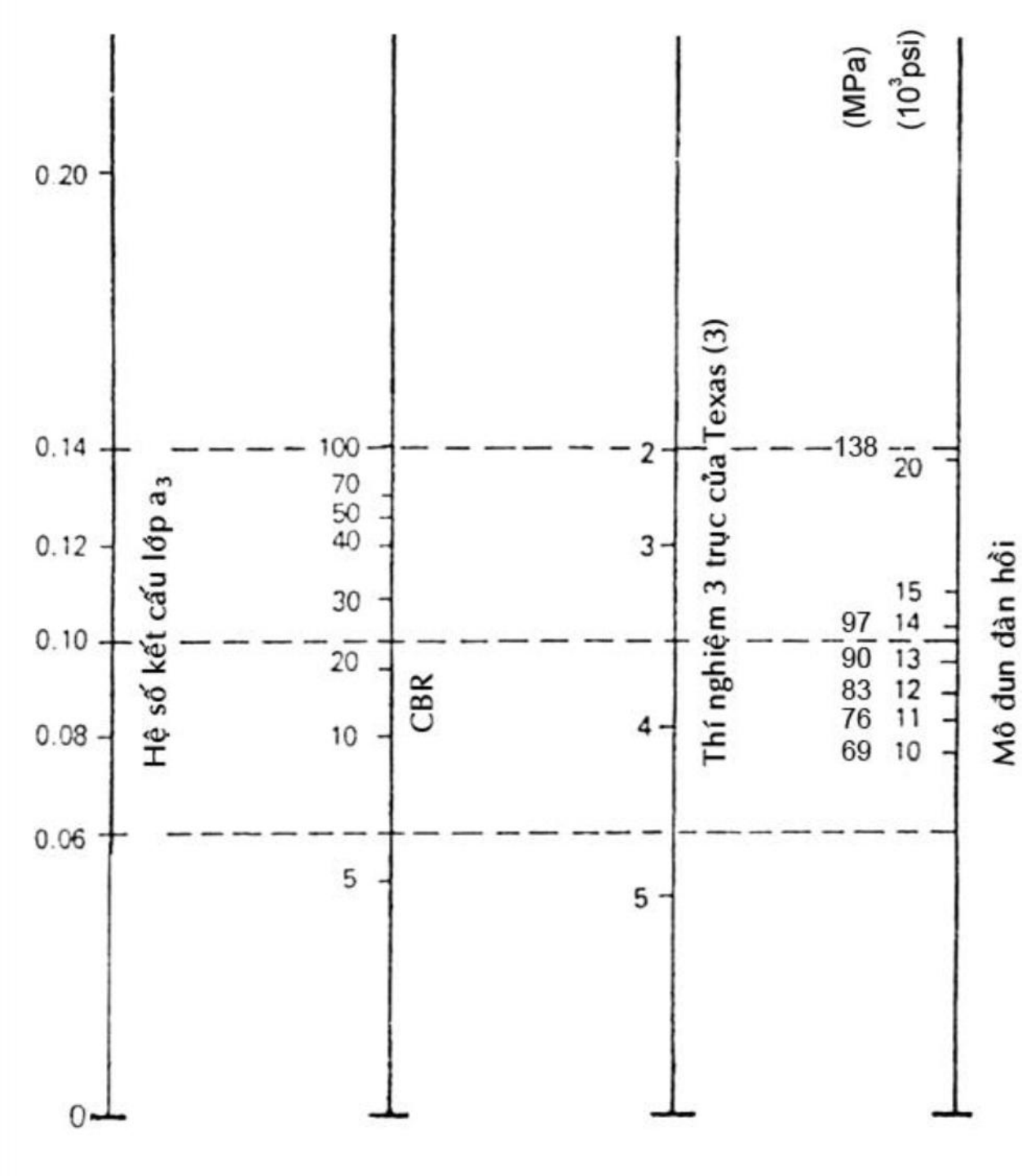

(1) Tỉ lệ tương quan trung bình do Illinois, Louisiana và Texas kiến nghị.
(2) Tỉ lệ theo đề nghị của dự án NCHRP (3)

**Hình 10 – Biểu đồ xác định hệ số lớp $a_2$ của lớp móng trên làm bằng vật liệu gia cố xi măng theo các tham số cường độ: Mô đun đàn hồi $E_{BS}$ và/hoặc cường độ kháng nén (7 ngày) nở hông tự do**




(1) Tỉ lệ theo tương quan trung bình do Illinois kiến nghị.
(2) Tỉ lệ theo đề nghị của dự án NCHRP (3)

**Hình 11 – Biểu đồ xác định hệ số lớp $a_2$ của lớp móng trên làm bằng vật liệu có xử lý bằng nhựa đường theo các tham số cường độ: Mô đun đàn hồi $E_{BS}$ và/hoặc độ ổn định Marshall**




**Hình 12 – Biểu đồ xác định hệ số lớp $a_3$ của lớp móng dưới làm bằng vật liệu hạt theo các tham số cường độ: Mô đun đàn hồi $E_{SB}$ và/ hoặc trị số CBR**

GHI CHÚ:

Có thể tham khảo công thức tương đương $a_3 = 0,227 \log (E_{SB}) – 0,839$ trong đó $E_{SB}$ tính bằng psi.

## 6.5 Thiết kế kết cấu lề đường gia cố

**6.5.1** Thiết kế chiều dày kết cấu lề đường gia cố dựa trên phương pháp giống như được trình bày

ở Điều 6.4 cho phần xe chạy. Phải dự báo được số trục xe tiêu chuẩn tích luỹ trong thời hạn thiết kế để làm căn cứ thiết kế kết cấu áo đường riêng cho mỗi trường hợp và mỗi đoạn cụ thể trên tuyến và việc thiết kế vẫn theo đúng các chỉ dẫn của tiêu chuẩn này.

**6.5.2** Trường hợp giữa phần xe chạy dành cho xe cơ giới và lề gia cố không có dải phân cách bên hoặc dải phân cách bên chỉ bằng vạch sơn, tức là trường hợp xe cơ giới vẫn có thể đi lấn ra hoặc dừng đỗ trên phần lề gia cố thường xuyên thì tổng số trục đơn tương đương tính toán (ESAL's) chạy trên lề đường gia cố thường lấy bằng 35% ÷ 50% số trục xe tính toán của làn xe cơ giới liền kề tuỳ thuộc việc bố trí phần xe chạy chính. Trường hợp phần xe chạy chỉ có 2 làn xe trở xuống thì nên lấy trị số lớn trong phạm vi quy định nêu trên; còn trường hợp phần xe chạy có 4 làn xe trở lên và có dải phân cách giữa thì lấy trị số nhỏ.

Trường hợp có dự báo lượng xe chạy lấn sang lề lớn hơn thì phải thiết kế chiều dày tương ứng với tổng số trục đơn tương đương đã dự báo.

**6.5.3** Nếu có ý định cải tạo lề đường gia cố hiện có thành làn xe chạy thì cần phải nghiên cứu khả năng về mặt kết cấu của lề và phải thiết kế để kết cấu áo đường của lề đường phù hợp với lượng xe trong ít nhất là 10 năm tới.

### 6.6 Thiết kế kết cấu áo đường theo phương pháp xây dựng phân kỳ

**6.6.1** Khi dùng phương pháp xây dựng phân kỳ, việc thiết kế áo đường phải phân thành nhiều giai đoạn (ít nhất là 2 giai đoạn).

Thời hạn phục vụ tối đa của kết cấu áo đường thiết kế trong giai đoạn đầu tiên không được lớn hơn trị số quy định ở Bảng 6 tuỳ loại lớp mặt.

**6.6.2** Trong thiết kế xây dựng phân kỳ, phải phân biệt độ tin cậy tổng thể R cho toàn chiến lược thiết kế (Bảng 9) và độ tin cậy riêng phần $R_r$ cho mỗi giai đoạn.

Độ tin cậy riêng phần $R_r$ cho mỗi giai đoạn tính theo công thức (17):

$$R_r = (R)^{\frac{1}{n}} \qquad (17)$$

Trong đó:

$R_r$ và R theo số thập phân;

n là số lần (số giai đoạn) phân kỳ.

**6.6.3** Phương pháp và trình tự thiết kế áo đường mềm để đáp ứng được tổng số trục xe đơn tương đương trong thời hạn phục vụ đã được chọn cho giai đoạn đầu, được tiến hành như ở Điều 6.4, với độ tin cậy lấy bằng $R_r$.

**6.6.4** Thiết kế chiều dày lớp mặt đường cần xây dựng thêm ở giai đoạn phân kỳ tiếp theo, được tiến hành như quy định ở Điều 7. Thiết kế tăng cường mặt đường cũ.

**6.6.5** Khi đất nền đường, đặc biệt là phần trên của nền là đất tốt không bị trương nở, hoặc đã được thay thế bằng lớp đất tốt, hoặc đã được cải thiện bằng các phụ gia thì cho phép bỏ qua độ tổn thất khả năng phục vụ do trương nở của đất nền và được phép lấy thời hạn phục vụ đã chọn để thiết kế trong giai đoạn đầu mà không cần điều chỉnh giảm bớt. Ngược lại, phải có sự điều chỉnh giảm bớt số năm của thời hạn phục vụ của giai đoạn đầu do đất trương nở. Lúc này thời điểm bắt đầu của giai đoạn phân kỳ tiếp theo (giai đoạn hai) phải sớm hơn.

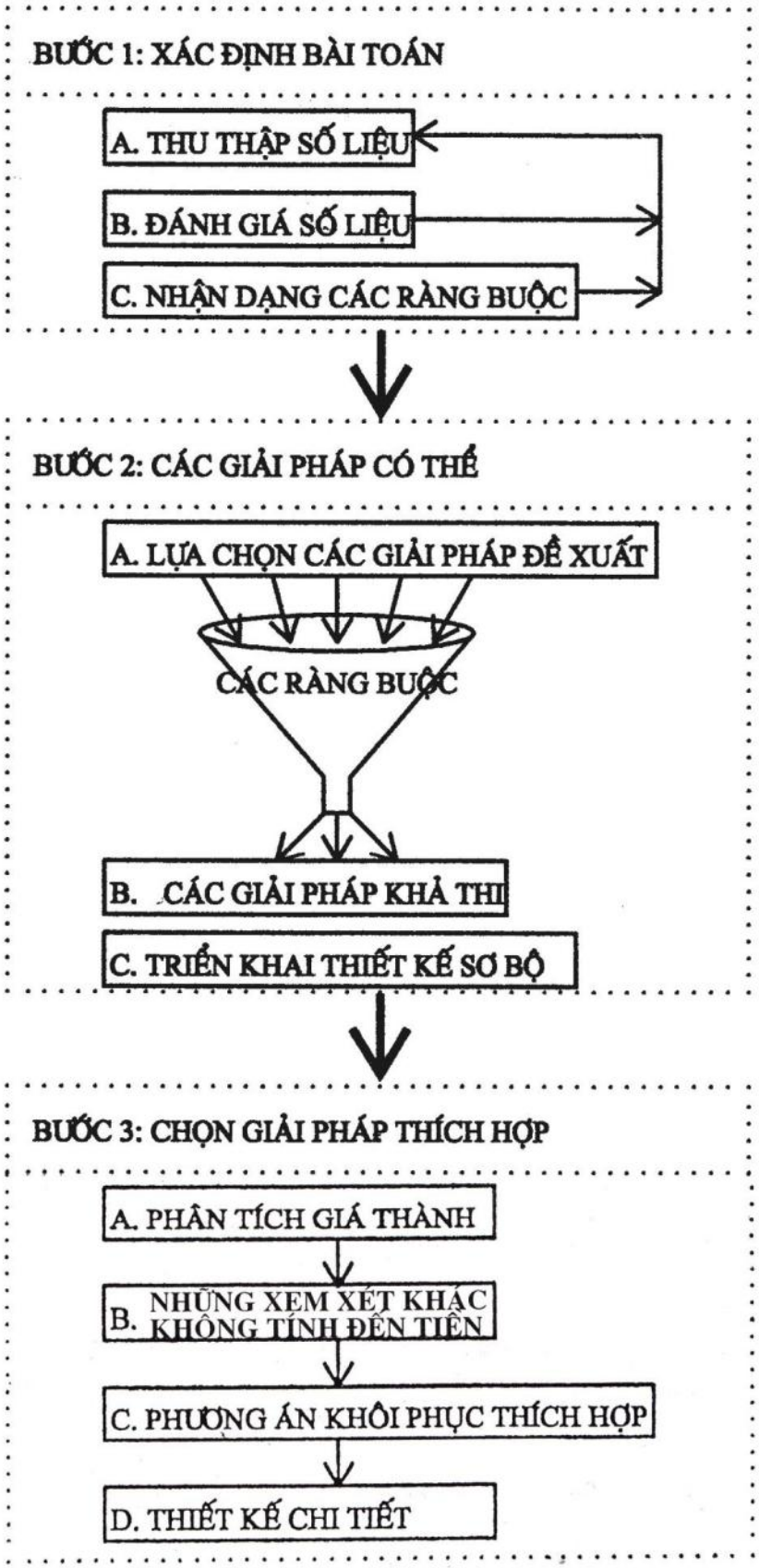
## 7 Thiết kế tăng cường áo đường cũ – Tính chiều dày lớp phủ tăng cường

Để sửa chữa, tăng cường áo đường cũ có thể áp dụng rất nhiều biện pháp (xem Phụ lục K).

Mô hình (Hình 13) giới thiệu trình tự tiến hành khi lựa chọn giải pháp cải tạo kết cấu áo đường. Dù dùng biện pháp nào, việc trước tiên là phải đánh giá được chất lượng của kết cấu áo đường hiện hữu (ở Phụ lục H có giới thiệu danh mục cần đánh giá khi đánh giá chất lượng áo đường).

Khi mặt đường cũ hư hỏng quá nhiều, như nứt nẻ mui rùa trên một diện tích lớn trên một đoạn đường dài, hoặc vết hằn bánh xe sâu trên cả đoạn dài do chất lượng lớp bê tông nhựa không đáp ứng yêu cầu kỹ thuật…thì phải đào bỏ lớp bê tông nhựa cũ này hoặc nghiên cứu dùng biện pháp cào bóc tái chế. Nếu mặt đường cũ nứt nẻ lún do các lớp móng ở dưới hư hỏng hoặc/ và nền đất lún, sụt thì phải đào bỏ các lớp móng, cải thiện nền đất và xây dựng lại áo đường, mà không được rải lớp phủ tăng cường trên mặt đường cũ.

Trong Điều 7 chỉ quy định trình tự và cách tính toán bề dày của lớp phủ cần phải tăng cường để tăng khả năng chịu tải của áo đường cũ, đáp ứng với lưu lượng xe tính toán đã dự báo trong cả thời hạn thiết kế tương lai. Về các biện pháp sửa chữa cải tạo áo đường mà không dùng lớp phủ thì tham khảo ở Phụ lục K.




**Hình 13 – Trình tự lựa chọn giải pháp khôi phục áo đường**

**7.1** Chiều dày lớp phủ gia cường $D_{ol}$ cho mặt đường mềm hiện hữu được xác định theo các

công thức sau:

$$2{,}54\ SN_{ol} = a_{ol} \times D_{ol} \quad (18)$$

$$SN_{ol} = SN_f - SN_{eff} \quad (19)$$

Trong đó:

$SN_{ol}$ là chỉ số kết cấu yêu cầu của lớp phủ;

$a_{ol}$ là hệ số lớp của lớp phủ bằng bê tông nhựa, lấy theo biểu đồ Hình 8 và theo 6.4.8.2;

$D_{ol}$ là chiều dày yêu cầu của lớp phủ, tính bằng cm;

$SN_f$ là chỉ số kết cấu yêu cầu cho giao thông tương lai;

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

Công thức (18) có thể dùng để tính chiều dày khi lớp phủ bê tông nhựa gia cường này gồm nhiều lớp bê tông nhựa có chất lượng khác nhau: $2{,}54\ SN_{ol} = a_{ol1}xD_{ol1} + a_{ol2}xD_{ol2} + \ldots$; trong đó $a_{ol1}$, $D_{ol1}$, $a_{ol2}$, $D_{ol2}$ là hệ số lớp và chiều dày của từng lớp bê tông nhựa có chất lượng khác nhau.

**7.2** Để xác định chỉ số kết cấu yêu cầu cho giao thông tương lai $SN_f$ cũng sử dụng các phương trình thiết kế áo đường mềm (8) hoặc (9) hoặc toán đồ Hình 4 với các số liệu đầu vào sau:

a) Mô đun đàn hồi hữu hiệu thiết kế của lớp đất nền của áo đường hiện hữu $M_{R\ thiết\ kế}$ được xác định qua thí nghiệm AASHTO T 292 ở Phụ lục C hoặc AASHTO T 307 hoặc bằng công thức (25) hay (26) trong 7.3.1.4.

b) Độ tổn thất khả năng phục vụ ΔPSI, bằng hiệu số của chỉ số khả năng phục vụ ngay sau khi làm lớp phủ $p_1$ với chỉ số khả năng phục vụ tại thời điểm bắt đầu các công việc cải tạo tiếp theo $p_2$. ΔPSI được phép chọn từ 1,7 đến 2,5 tuỳ ý nghĩa và cấp đường (xem Bảng 11).

c) Độ tin cậy thiết kế cho lớp phủ R (%), được lấy từ 80% đến 99% tuỳ ý nghĩa và cấp đường (xem Bảng 9).

d) Độ lệch tiêu chuẩn toàn bộ $S_o$. Đối với áo đường mềm lấy $S_o = 0{,}45$.

e) Tổng số trục đơn tương đương (ESAL's) tương lai trên làn xe thiết kế trong suốt thời hạn phục vụ của kết cấu áo đường kể từ khi được gia cường lớp phủ, $N_f$.

**7.3** Để xác định $SN_{eff}$ - Chỉ số kết cấu hữu hiệu của áo đường hiện tại tại thời điểm bắt đầu gia cường thêm lớp phủ có thể dùng một trong 3 phương pháp sau:

a) Phương pháp thí nghiệm không phá hoại NDT bằng thiết bị đo động FWD.

b) Phương pháp điều tra và khảo sát tình trạng áo đường.

c) Phương pháp xác định tuổi thọ còn lại của áo đường bê tông nhựa.

Tốt nhất nên dùng phối hợp 2 hoặc cả 3 phương pháp để đối chiếu mà chọn lựa (xem ví dụ 7, 8, 9

Phụ lục F).

**7.3.1** Xác định $SN_{eff}$ theo phương pháp thí nghiệm không phá hoại NDT bằng thiết bị đo động FWD (Xem Phụ lục D)

**7.3.1.1** Trị số của $SN_{eff}$ được tính theo công thức sau:

$$SN_{eff} = 0.0045D\sqrt[3]{E_P} \quad (20)$$

hoặc

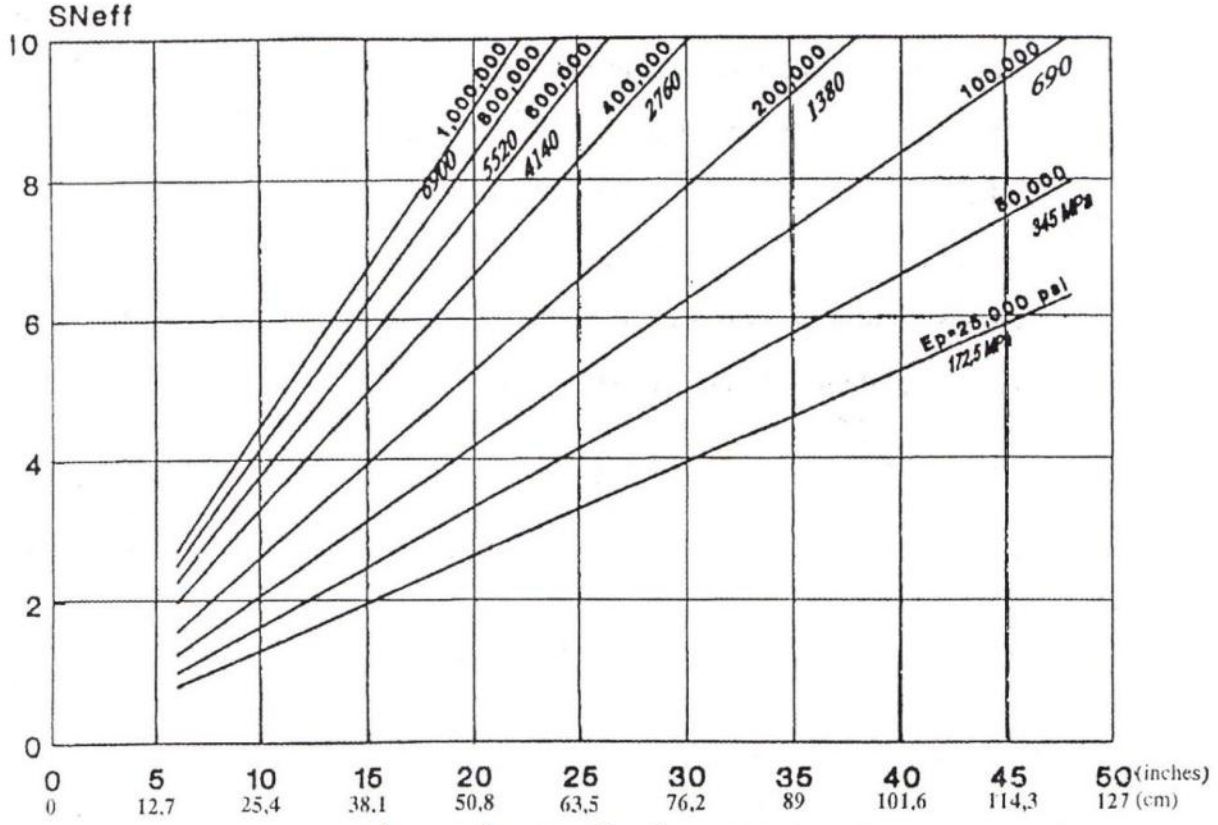
$$SN_{eff} = 0{,}0093\ D\sqrt[3]{E_P} \quad (21)$$

hoặc bằng toán đồ Hình 14 khi biết D và $E_P$.

Trong đó:

D là tổng chiều dày của toàn bộ kết cấu áo đường nằm trên mặt của lớp đất nền thượng, tính bằng in. ở công thức (20) và tính bằng cm ở công thức (21).

$E_p$ là mô đun đàn hồi hữu hiệu của toàn bộ kết cấu áo đường nằm trên mặt lớp đất nền thượng, tính bằng psi ở công thức (20) và tính bằng MPa ở công thức (21). Xác định $E_p$ theo 0.




**Hình 14 – Toán đồ để xác định $SN_{eff}$ theo phương pháp: thí nghiệm không phá hoại NDT (Quan hệ giữa $SN_{eff}$ với D và $E_p$)**

**7.3.1.2** Mô đun đàn hồi hữu hiệu của toàn bộ kết cấu áo đường nằm trên mặt của lớp đất nền thượng $E_p$ được tính từ các số liệu khi đo độ võng bằng thiết bị FWD và rút ra từ các công thức sau:

$$d_0 = 1{,}5 \times p \times a \left\{ \frac{1}{M_R \sqrt{1 + \left( \frac{D}{a} \sqrt[3]{\frac{E_p}{M_R}} \right)^2}} + \frac{\left[ 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left( \frac{D}{a} \right)^2}} \right]}{E_p} \right\} \qquad (22)$$

Trong đó:

$d_o$ là độ võng đo được ở tâm của tấm ép đã được điều chỉnh về nhiệt độ chuẩn tính toán của mặt đường nhựa, tính bằng cm;

p là áp suất truyền qua tấm ép thiết bị FWD, tính bằng MPa;

a là bán kính tấm ép của thiết bị FWD, tính bằng cm;

D là tổng chiều dày của toàn bộ kết cấu áo đường nằm trên mặt của lớp đất nền thượng, tính bằng cm;

$E_p$ là mô đun đàn hồi hữu hiệu của toàn bộ kết cấu áo đường nằm trên mặt lớp đất nền thượng, tính bằng MPa;

$M_R$ là mô đun đàn hồi đất nền thượng, tính bằng MPa, tính theo công thức (23) hoặc (24).

Công thức (22) vẫn giữ nguyên khi thay các đơn vị đo bằng cm và MPa tương ứng bằng in. và psi cho tất cả các số liệu.

Phụ lục D có cho đồ thị Hình D.2 để tìm dễ dàng $E_p$ khi a = 15 cm.

Có thể dùng Goal Seek trong Excel để xác định $E_p$ từ công thức (22) khi đã biết các thông số.

**7.3.1.3** $M_R$ được xác định bằng công thức (23) hoặc (24), là giá trị thu được khi tính ngược lại từ số liệu đo độ võng bằng FWD:

$$M_R = \frac{0.24P}{d_r.r} \qquad (23)$$

hoặc

$$M_R = \frac{2{,}4P}{d_r.r} \qquad (24)$$

Trong đó:

$M_R$ là mô đun đàn hồi của lớp đất nền thượng, tính bằng psi trong công thức (23) và tính

bằng MPa trong công thức (24);

P là tải trọng tác dụng của thiết bị FWD, tính bằng pound trong công thức (23) và bằng kN trong công thức (24);

r là khoảng cách từ điểm đo độ võng đến tâm tấm tải trọng;

$d_r$ là độ võng của mặt đường đo được tại điểm cách tâm của tấm ép là r (lấy nguyên trị số đo mà không cần điều chỉnh về nhiệt độ tính toán của mặt đường);

$d_r$ và r là tính bằng in. trong công thức (23) và tính bằng cm trong công thức (24).

**7.3.1.4** Để tính mô đun đàn hồi hữu hiệu thiết kế $M_{R\ thiết\ kế}$ của lớp nền đất, dùng trong Điểm a) của Điều 7.2, bằng thiết bị đo võng FWD, cần nhân cho giá trị $M_R$ thu được từ công thức (23) hoặc (24) với một hệ số hiệu chỉnh C ≤ 0,33, khi đất nền đường không lẫn nhiều sỏi sạn (dưới 10% sỏi, cuội). Khi dùng FWD tạo một xung lực bằng 40 kN trên tấm ép đường kính 30 cm thì C=0,33.

$$M_{R\ thiết\ kế} = 0.33M_R = 0,33 \times \frac{0.24P}{d_r.r} \quad (25)$$

hoặc

$$M_{R\ thiết\ kế} = 0,33M_R = 0,33 \times \frac{2,4P}{d_r.r} \quad (26)$$

Trong đó:

Các ký hiệu có ý nghĩa như trong công thức (23) và (24).

P tính bằng pound trong công thức (25), tính bằng kN trong công thức (26);

$d_r$ và r tính bằng in. trong công thức (25), tính bằng cm trong công thức (26).

**7.3.2** Xác định chỉ số kết cấu hữu hiệu của áo đường hiện tại $SN_{eff}$ theo phương pháp điều tra và khảo sát tình trạng mặt đường của áo đường bê tông nhựa, dựa vào sự phân tích đánh giá các thành phần cấu tạo của kết cấu áo đường hiện tại và sử dụng phương trình:

$$2,54SN_{eff} = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3 \quad (27)$$

Trong đó:

$a_1$, $a_2$, $a_3$ là các hệ số lớp tương ứng của lớp mặt, lớp móng trên và lớp móng dưới;

$D_1$, $D_2$, $D_3$ là các chiều dày của lớp mặt, lớp móng trên và lớp móng dưới, tính bằng cm.

**7.3.2.1** Xác định chiều dày các lớp của áo đường $D_i$ bằng cách đào hố, đo chiều dày từng lớp và tham khảo các hồ sơ hoàn công của con đường. Khi tham khảo chiều dày của các lớp áo đường trong hồ sơ hoàn công chú ý phần bị hao mòn của lớp mặt.

**7.3.2.2** Các hệ số lớp $a_1$, $a_2$, $a_3$ của các lớp vật liệu được ấn định bằng các biện pháp:

− Khoan mẫu, đào hố quan sát các lớp vật liệu tại chỗ và lấy vật liệu về làm thí nghiệm xác định một số chỉ tiêu cơ bản như lượng nhựa, độ kim lún của nhựa đã bị già hoá; thành phần hạt; chỉ số dẻo.

Đối chiếu với hồ sơ hoàn công để đánh giá chất lượng vật liệu hiện tại trong mỗi lớp; cấp phối.

− Quan sát các hư hỏng, nứt, vỡ, hiện tượng phụt bùn trên bề mặt của mặt đường.

Từ các khảo sát, điều tra trên mà quyết định chọn trị số cho các hệ số lớp $a_i$.

Bảng 14 cho một số giá trị của $a_i$ tuỳ theo mức độ hư hỏng đã quan sát được.

**Bảng 14 – Các hệ số $a_i$ được đề nghị đối với vật liệu các lớp của kết cấu mặt đường bê tông nhựa hiện hữu [5)]**

| Vật liệu | Điều kiện bề mặt [1)] | Hệ số lớp $a_i$ [2)] |
|---|---|---|
| Bề mặt lớp bê tông nhựa | 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<br>< 5% vết nứt ngang [4)] hư hỏng vừa và nặng | 0,20 - 0,28 |
| | >10% vết nứt thành lưới hư hỏng nhẹ và/hoặc<br><10% vết nứt thành lưới hư hỏng vừa và/hoặc<br>>5-10% vết nứt ngang hư hỏng vừa và nặng [6)] | 0,16 - 0,24 |
| | >10% vết nứt thành lưới hư hỏng vừa và/hoặc<br><10% vết nứt thành lưới hư hỏng nặng và/hoặc<br>>10% vết nứt ngang hư hỏng vừa và nặng | 0,14 - 0,20 |
| | >10% vết nứt thành lưới hư hỏng nặng và/hoặc<br>>10% vết nứt ngang hư hỏng nặng | 0,08 - 0,15 |
| Lớp móng trên có gia cố | Không hoặc ít vết nứt thành lưới và/hoặc chỉ có vết nứt ngang nhẹ | 0,20 - 0,30 |
| | < 10% vết nứt thành lưới hư hỏng nhẹ và/hoặc<br>< 5% vết nứt ngang hư hỏng vừa và nặng | 0,15 - 0,25 |
| | >10% vết nứt thành lưới hư hỏng nhẹ và/hoặc<br><10% vết nứt thành lưới hư hỏng vừa và/hoặc<br>>5-10% vết nứt ngang hư hỏng vừa và nặng | 0,15 - 0,20 |
| | >10% vết nứt thành lưới hư hỏng vừa và/hoặc<br><10% vết nứt thành lưới hư hỏng nặng và/hoặc | 0,10 - 0,20 |

**Bảng 14 – Các hệ số $a_i$ được đề nghị đối với vật liệu các lớp của kết cấu mặt đường bê tông nhựa hiện hữu [5)]**

| Vật liệu | Điều kiện bề mặt [1)] | Hệ số lớp $a_i$ [2)] |
|---|---|---|
| | >10% vết nứt ngang hư hỏng vừa và nặng | |
| | >10% vết nứt thành lưới hư hỏng nặng và/hoặc<br>>10% vết nứt ngang hư hỏng nặng | 0,08 - 0,15 |
| Lớp móng trên hoặc lớp móng dưới bằng vật liệu hạt | Không có bằng chứng về hiện tượng phụt nước [3)], thoái hoá hoặc sự nhiễm bẩn do bụi | 0,10 - 0,14 |
| | Một vài bằng chứng về hiện tượng phụt nước, thoái hoá hoặc sự nhiễm bẩn do bụi | 0,00 - 0,10 |

CHÚ THÍCH:

[1)] Tất cả các hư hỏng trong Bảng 14 là các hư hỏng được quan sát trên bề mặt mặt đường.

[2)] Định các giá trị của hệ số lớp của lớp mặt bằng bê tông nhựa và lớp móng trên được gia cố phải phản ảnh được số lượng khe nứt hư hỏng nặng còn lại sau khi vá sửa.

[3)] Để có thêm bằng chứng của hiện tượng phụt nước (bùn) trong quá trình khảo sát, cần lấy các mẫu vật liệu của lớp móng để kiểm tra xem xét để định lượng hiện tượng xói mòn, sự thoái hoá và nhiễm bẩn do bụi, sét, đồng thời cũng để đánh giá khả năng thoát nước của lớp vật liệu. Hệ số lớp sẽ được giảm xuống tương ứng theo kết qủa kiểm tra.

[4)] Số phần trăm khe nứt ngang được xác định bằng 100 lần tỷ số của tổng số mét dài vết nứt ứng với từng mức độ trên tổng diện tích mặt đường của đoạn đường được xem xét.

[5)] Còn có thể có các dạng hư hỏng khác mà theo ý kiến của kỹ sư có thể làm giảm khả năng làm việc của lớp phủ như sờn tróc, rỗ mặt, bong bật vật liệu trên bề mặt bê tông nhựa, vết hằn bánh xe, lún... Cần phải xem xét các dạng hư hỏng ấy mà lượng định thích hợp trong việc giảm các hệ số lớp.

[6)] Mức độ hư hỏng nhẹ, vừa và nặng của các loại hư hỏng trong Bảng 14 được quan niệm như sau:

*a. Nứt thành lưới:*

− Nhẹ: Các vết nứt đơn ban đầu hoặc các vết nứt dọc song song do mỏi dưới các vệt bánh xe;

− Vừa: Các vết nứt do mỏi, liên kết với nhau dưới các vệt bánh xe;

− Nặng: Các vết nứt liên kết với nhau xuất hiện cả bên ngoài vệt bánh xe, có dạng như da cá sấu.

*b. Nứt ngang:*

− Nhẹ: Bề rộng khe nứt < 6 mm, không gây ra xóc mạnh khi xe chạy qua khe nứt;

− Vừa: Bề rộng trung bình của khe nứt > 6 mm, gây ra xóc mạnh khi xe chạy qua;

− Nặng: khe nứt rộng và sâu, gây ra va đập mạnh khi xe chạy qua.

*c. Nứt dọc:* Phân ra 3 mức độ như ở khe nứt ngang.

*d. Vệt hằn bánh xe:*

− Nhẹ: Vệt hằn sâu trung bình từ 6 mm đến 13 mm;

− Vừa: Sâu trung bình hơn 13 mm đến 25 mm;

**Bảng 14 – Các hệ số $a_i$ được đề nghị đối với vật liệu các lớp của kết cấu mặt đường bê tông nhựa hiện hữu [5)]**

| Vật liệu | Điều kiện bề mặt [1)] | Hệ số lớp $a_i$ [2)] |
|---|---|---|
| − Nặng: Sâu trung bình hơn 25 mm. | | |
| [7)] Ngoài ra còn phải khoan mẫu, thí nghiệm như đã nêu ở 7.3.2.2 để đánh giá chất lượng còn lại của vật liệu các lớp mà lượng định hệ số lớp $a_i$. | | |

**7.3.3** Xác định chỉ số kết cấu hữu hiệu của áo đường hiện tại $SN_{eff}$ theo phương pháp "tuổi thọ còn lại của áo đường bê tông nhựa".

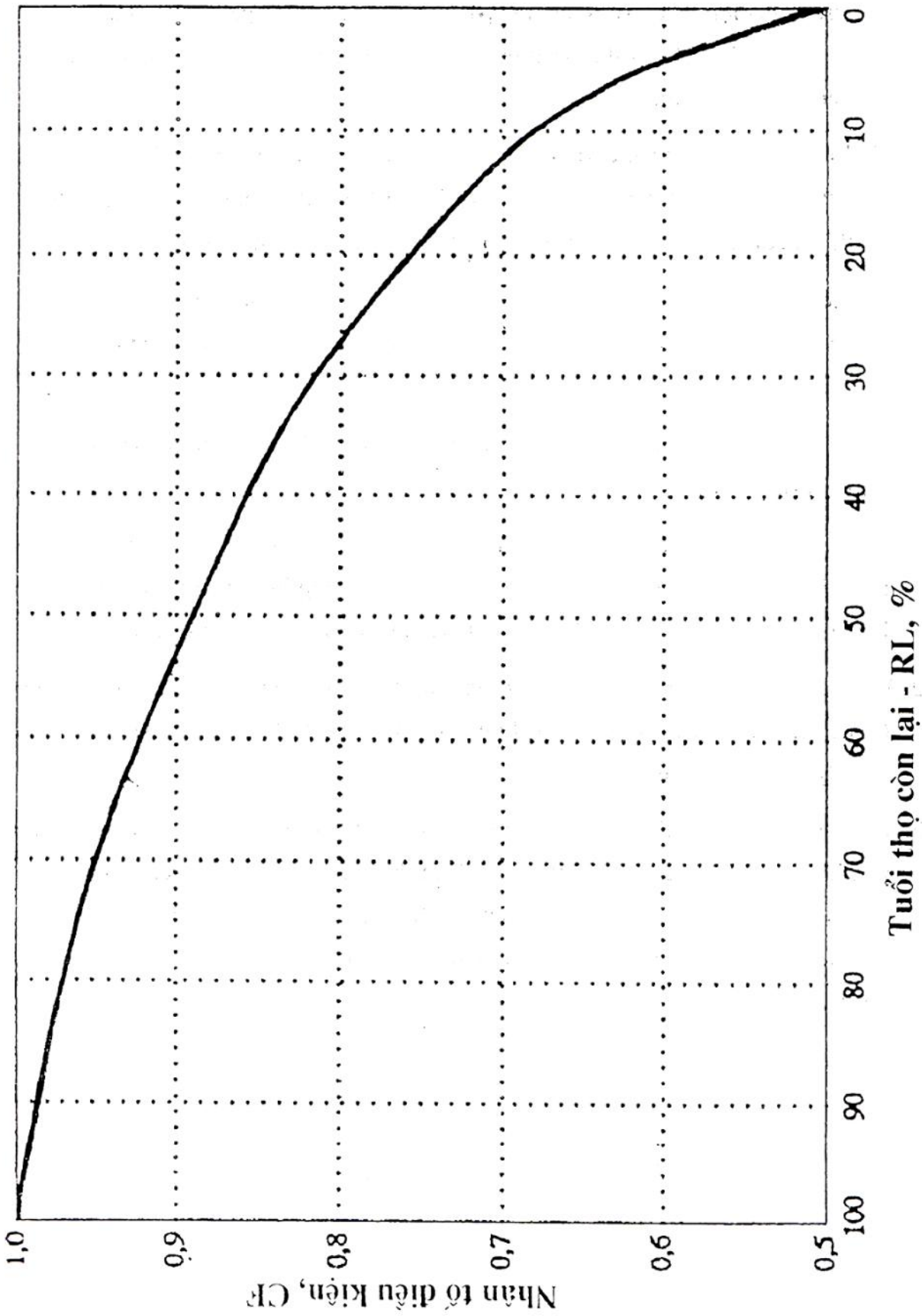
**7.3.3.1** Trị số của $SN_{eff}$ theo phương pháp "tuổi thọ còn lại của áo đường bê tông nhựa" được xác định bằng công thức sau:

$$SN_{eff} = CF \times SN_o \quad (28)$$

Trong đó:

$SN_o$ là chỉ số kết cấu ban đầu của áo đường mềm, tính từ chiều dày của các lớp vật liệu $D_i$ của kết cấu áo đường và giá trị các hệ số lớp tương ứng của một áo đường mới $a_i$ theo công thức (11) ở 6.3.2. Chỉ số kết cấu này biểu thị khả năng ban đầu của mặt đường khi vừa mới xây dựng xong;

CF là nhân tố điều kiện, nó là tỷ số giữa chỉ số kết cấu của áo đường khi đã chịu tổng lượng trục xe $N_p$ tại thời điểm xét gia cường thêm lớp phủ với chỉ số kết cấu ban đầu $SN_o$. Trị số CF được xác định bằng biểu đồ Hình 15 khi biết trị số RL biểu thị "tuổi thọ còn lại của mặt đường".




**Hình 15 – Biểu đồ xác định trị số "Nhân tố điều kiện CF " theo trị số biểu thị "tuổi thọ còn lại RL, tính bằng %"**

**7.3.3.2** Tuổi thọ còn lại của mặt đường RL được tính theo phương trình sau:

$$RL = 100\left(1 - \frac{N_P}{N_{1,5}}\right) \quad (29)$$

Trong đó:

$N_p$ là tổng lượng trục xe đã chạy qua cho đến thời điểm xét cần gia cường thêm lớp phủ (80 kN – ESAL's), (xác định từ số liệu đếm và cân xe từng thời hạn trong mỗi năm của cơ quan quản lý đường bộ);

$N_{1,5}$ là tổng lượng trục xe có thể chạy trên áo đường từ lúc mới xây dựng xong đến thời điểm mặt đường bị hư hỏng (khi $p_2$ = 1,5), (80 kN - ESAL's).

Trị số $N_{1,5}$ được xác định nhờ phương trình (8) hoặc (9) hoặc toán đồ Hình 4 dùng cho thiết kế mặt đường mới, với độ tin cậy R = 50% và $p_t = p_2$ = 1,5.

**7.3.3.3** Trị số $SN_{eff}$ tính theo công thức (28) và (29) sẽ có giá trị thấp hơn thực tế vì rằng việc sửa chữa mặt đường cũ không được xét đến ngay trước khi rải lớp phủ gia cường như vá ổ gà, sửa chữa các kẽ nứt thành lưới, bù vênh... Tuy thế vẫn cho phép dùng trị số $SN_{eff}$ này để tính toán chiều dày lớp phủ gia cường để bảo đảm dự trữ an toàn.

**7.3.3.4** Trong trường hợp $N_p$ đã xác định được như trong 7.3.3.2 lại lớn hơn $N_{1,5}$ thì được phép dùng trị số nhỏ nhất của CF là 0,50 để đưa vào công thức (28), hoặc không dùng phương pháp này (phương pháp xác định tuổi thọ còn lại) để xác định $SN_{eff}$.

**7.3.3.5** Không dùng phương pháp "xác định tuổi thọ còn lại" này để tính $SN_{eff}$ nếu trước đó áo đường hiện hữu đã từng được gia cường lớp phủ một hoặc vài lần rồi.

## 8 Thiết kế kết cấu áo đường mềm khi lưu lượng xe thấp

**8.1** Thiết kế kết cấu áo đường mềm cho các đường có lưu lượng xe thấp được phân ra 2 loại:

− Thiết kế áo đường mềm (có lớp mặt bằng vật liệu trộn nhựa hay ít nhất là láng nhựa) với tổng lượng trục xe tương đương 80 kN trong suốt thời hạn phục vụ ESAL's từ 50.000 đến 1.000.000;

− Thiết kế kết cấu áo đường mà lớp mặt là bằng cấp phối đá, với tổng lượng trục xe tương đương trong suốt thời hạn phục vụ là từ 10.000 đến 100.000.

**8.2** Thiết kế áo đường mềm (có lớp mặt bằng vật liệu trộn nhựa hay ít nhất là láng mặt) khi lưu lượng xe thấp (ESAL's từ 50.000 đến 1.000.000) tiến hành như trong Điều 6, chỉ khác là độ tin cậy lấy bằng 50%, hoặc có thể lấy đến 75% nếu có những căn cứ xác đáng. Cho phép thiết kế theo Bảng tra lập sẵn, được trình bày ở Điều 8.5.

**8.3** Thiết kế kết cấu áo đường mà lớp mặt là bằng cấp phối đá có lưu lượng xe thấp (ESAL's từ 10.000 đến 100.000), được tiến hành theo Bảng tra lập sẵn, được trình bày ở Điều 8.6.

**8.4** Để thiết kế hai loại áo đường nêu trên theo Bảng tra lập sẵn cần phân lưu lượng xe ra 3 cấp: cao, trung bình, thấp và phân chất lượng của lớp đất nền đường ra 5 loại: rất xấu, xấu, trung bình, tốt, rất tốt tuỳ theo trị số của mô đun đàn hồi hữu hiệu của đất nền đường.

**8.4.1** Ba cấp lưu lượng xe đối với áo đường mềm:

− Cao khi ESAL's (80 kN) từ: 700.000 đến 1.000.000

− Trung bình khi ESAL's từ: 400.000 đến 700.000

− Thấp khi ESAL's từ: 50.000 đến 400.000

**8.4.2** Ba cấp lưu lượng xe đối với đường có lớp mặt là cấp phối đá dăm:

− Cao khi ESAL's (80 kN) từ: 60.000 đến 100.000

− Trung bình khi ESAL's từ: 30.000 đến 60.000

− Thấp khi ESAL's: 10.000 đến 30.000

**8.4.3** Có 5 loại chất lượng của lớp đất nền đường của 2 loại áo đường nêu trên tuỳ theo trị số của mô đun đàn hồi hữu hiệu $M_R$ của đất nền đường.

− Rất xấu: Khi $M_R \leq 20$ MPa; (CBR ≤ 2%)

− Xấu: Khi $M_R > 20$ MPa đến 30 MPa; (CBR = 3% đến 4%)

− Trung bình: Khi $M_R > 30$ MPa đến 42 MPa; (CBR = 5% ÷ 6%)

− Tốt: Khi $M_R > 42$ MPa đến 55 MPa; (CBR = 7%)

− Rất tốt: Khi $M_R \geq 60$ MPa; (CBR ≥ 8%)

**8.5** Thiết kế theo Bảng tra lập sẵn kết cấu áo đường mềm có lưu lượng xe ít bằng cách xác định chỉ số kết cấu SN và tính các chiều dày các lớp của kết cấu

**8.5.1** Các chỉ số kết cấu SN của loại áo đường mềm này được xác định theo cột 3 của Bảng tra lập sẵn (Bảng 15) khi độ tin cậy lấy bằng 50%, và theo cột 3 của Bảng tra lập sẵn (Bảng 16) khi độ tin cậy lấy bằng 75%.

**Bảng 15 – Bảng tra lập sẵn để xác định SN khi R = 50%**

| Chất lượng tương đối của lớp đất nền đường | Cấp lưu lượng xe | Chỉ số kết cấu SN |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Rất tốt | Cao | 2,3 - 2,5 |
| | Trung bình | 2,1 - 2,3 |
| | Thấp | 1,5 - 2,0 |

**Bảng 15 – Bảng tra lập sẵn để xác định SN khi R = 50%**

| Chất lượng tương đối của lớp đất nền đường | Cấp lưu lượng xe | Chỉ số kết cấu SN |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Tốt | Cao | 2,6 - 2,8 |
| | Trung bình | 2,4 - 2,6 |
| | Thấp | 1,7 - 2,3 |
| Trung bình | Cao | 2,9 - 3,1 |
| | Trung bình | 2,6 - 2,8 |
| | Thấp | 2,0 - 2,6 |
| Xấu | Cao | 3,2 - 3,4 |
| | Trung bình | 3,0 - 3,2 |
| | Thấp | 2,2 - 2,8 |
| Rất xấu | Cao | 3,5 - 3,7 |
| | Trung bình | 3,2 - 3,4 |
| | Thấp | 2,4 - 3,1 |

**Bảng 16 – Bảng tra lập sẵn để xác định SN khi R = 75%**

| Chất lượng tương đối của lớp đất nền đường | Cấp lưu lượng xe | Chỉ số kết cấu SN |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 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 |

**Bảng 16 – Bảng tra lập sẵn để xác định SN khi R = 75%**

| Chất lượng tương đối của lớp đất nền đường | Cấp lưu lượng xe | Chỉ số kết cấu SN |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 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 |

**8.5.2** Khi đã có SN, chọn tổ hợp các chiều dày của các lớp của kết cấu áo đường mềm, có lưu lượng xe ít, theo phương trình sau:

$$2{,}54\ SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 \qquad (26)$$

Trong đó:

$D_1$, $D_2$, $D_3$ là các chiều dày tương ứng của lớp mặt, lớp móng trên và lớp móng dưới; tính bằng cm;

$a_1$, $a_2$, $a_3$ là các hệ số lớp tương ứng với lớp mặt, lớp móng trên và lớp móng dưới (xem Điều 6.4.8)

**8.5.3** Để lựa chọn kết cấu áo đường mềm được thuận tiện và hợp lý, tùy theo điều kiện cụ thể của địa phương và lợi ích kinh tế, có thể tham khảo Bảng 17 khi độ tin cậy R = 50% và Bảng 18 khi độ tin cậy R = 75% (các hệ số lớp đã dùng: Bê tông nhựa: $a_1$ = 0,35; cấp phối đá dăm của móng trên $a_2$ = 0,14; cấp phối thiên nhiên của móng dưới $a_3$ = 0,10; đá dăm thấm nhập nhựa $a_1$ = 0,28).

**Bảng 17 – Bảng tra lập sẵn để chọn kết cấu áo đường mềm khi R = 50%**

| Chất lượng đất nền đường | Cấp lưu lượng xe | Chỉ số kết cấu (trung bình) SN | Các phương án kết cấu áo đường để chọn lựa [9] | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Láng nhựa 2 lớp [7] | | | Đá dăm thấm nhập nhựa [7] | | | Bê tông nhựa [7] | | |
| | | | L.N [1] | MT [3]; [8] | MD [4] | M [2] | MT [3] | MD [4] | M [2] | MT [3] | MD [4] |
| Rất tốt | Cao | 2,4 | 2,5 | 22 | 30 | 6 | 15 | 23 | 7 | 12 | 20 |
| | Trung bình | 2,2 | 2,5 | 20 | 28 | 6 | 15 | 18 | 5 | 12 | 22 |
| | Thấp | 1,8 | 2,5 | 15 | 22 | 5 | 12 | 15 | 5 | 10 | 14 |
| Tốt | Cao | 2,7 | 2,5 | 25 | 32 | 6 | 18 | 25 | 7 | 15 | 23 |
| | Trung bình | 2,5 | 2,5 | 25 | 28 | 6 | 16 | 20 | 5 | 15 | 26 |
| | Thấp | 2,0 | 2,5 | 18 | 25 | 5 | 12 | 20 | 5 | 10 | 20 |
| Trung bình | Cao | 3,0 | KD [5] | | | 6 | 22 | 30 | 7 | 20 | 24 |
| | Trung bình | 2,7 | 2,5 | 25 | 32 | 6 | 18 | 25 | 7 | 15 | 23 |
| | Thấp | 2,4 | 2,5 | 22 | 30 | 5 | 15 | 26 | 5 | 15 | 23 |
| Xấu | Cao | 3,3 | KD | | | CT [6] | | | CT | | |
| | Trung bình | 3,1 | KD | | | 6 | 22 | 32 | CT | | |
| | Thấp | 2,6 | 2,5 | 25 | 31 | 5 | 20 | 24 | CT | | |
| Rất xấu | Cao | 3,6 | KD | | | CT | | | CT | | |
| | Trung bình | 3,3 | KD | | | CT | | | CT | | |
| | Thấp | 2,8 | 2,5 | 28 | 32 | 5 | 20 | 30 | CT | | |

[1] - LN – Láng nhựa 2 lớp, dày 2,5 cm

[2] - M – Chiều dày lớp mặt, cm

[3] - MT – Chiều dày lớp móng trên bằng cấp phối đá dăm xay nghiền, hoặc bằng đá dăm nước, cm

[4] - MD – Chiều dày lớp móng dưới bằng cấp phối thiên nhiên, cm

**Bảng 17 – Bảng tra lập sẵn để chọn kết cấu áo đường mềm khi R = 50%**

| Chất lượng đất nền đường | Cấp lưu lượng xe | Chỉ số kết cấu (trung bình) SN | Các phương án kết cấu áo đường để chọn lựa [9] | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Láng nhựa 2 lớp [7] | | | Đá dăm thấm nhập nhựa [7] | | | Bê tông nhựa [7] | | |
| | | | L.N [1] | MT [3]; [8] | MD [4] | M [2] | MT [3] | MD [4] | M [2] | MT [3] | MD [4] |
| [5] - KD – Không nên dùng loại này (vì chiều dày của 2 lớp móng quá lớn).<br>[6] - CT – Cần cải thiện lớp nền thượng dày từ 30 cm đến 50 cm, để đạt CBR ≥ 6%, rồi chọn kết cấu mặt đường bê tông nhựa tương ứng theo bảng này.<br>[7] - Thời gian sử dụng lớp láng nhựa 2,5 cm chỉ khoảng 5 năm đến 6 năm, sau đó phải rải lại, nhưng vẫn giữ nguyên lớp móng trên và lớp móng dưới;<br>Thời gian sử dụng lớp đá thấm nhập nhựa vào khoảng (7 ÷ 8) năm;<br>Thời gian sử dụng lớp bê tông nhựa (rải 1 lớp 5 cm đến 7 cm) khoảng 10 đến 12 năm với lượng xe tương ứng trong bảng này khi bảo đảm tốt và đúng hạn công tác bảo trì và trung tu.<br>[8] - Tùy theo điều kiện địa phương, có thể giảm chiều dày lớp móng trên và tăng chiều dày lớp móng dưới với tỷ lệ 1 cm MT bằng 1,4 cm MD, nhưng chiều dày tối thiểu lớp MT là 10 cm.<br>[9] - Vật liệu thi công theo tiêu chuẩn: bê tông nhựa nóng TCVN 8819; bê tông nhựa nguội TCCS 08 : 2014/TCĐBVN; đá dăm thấm nhập nhựa TCVN 8809 : 2011; mặt đường láng nhựa nóng TCVN 8863 : 2011. | | | | | | | | | |

**Bảng 18 – Bảng tra lập sẵn để chọn kết cấu áo đường mềm khi R = 75%**

| Chất lượng đất nền đường | Cấp lưu lượng xe | Chỉ số kết cấu (trung bình) SN | Các phương án kết cấu áo đường để chọn lựa [9] | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Láng nhựa 2 lớp [7] | | | Đá dăm thấm nhập nhựa [7] | | | Bê tông nhựa [7] | | |
| | | | L.N [1] | MT [3]; [8] | MD [4] | M [2] | MT [3] | MD [4] | M [2] | MT [3] | MD [4] |
| Rất tốt | Cao | 2,4 | 2,5 | 25 | 31 | 6 | 18 | 24 | 7 | 15 | 20 |
| | Trung bình | 2,2 | 2,5 | 22 | 30 | 6 | 15 | 23 | 7 | 12 | 20 |
| | Thấp | 1,9 | 2,5 | 16 | 26 | 5 | 12 | 12 | 5 | 10 | 14 |
| Tốt | Cao | 2,9 | 2,5 | 28 | 35 | 6 | 20 | 29 | 7 | 18 | 24 |

**Bảng 18 – Bảng tra lập sẵn để chọn kết cấu áo đường mềm khi R = 75%**

| Chất lượng đất nền đường | Cấp lưu lượng xe | Chỉ số kết cấu (trung bình) SN | Các phương án kết cấu áo đường để chọn lựa [9] | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Láng nhựa 2 lớp [7] | | | Đá dăm thấm nhập nhựa [7] | | | Bê tông nhựa [7] | | |
| | | | L.N [1] | MT [3]; [8] | MD [4] | M [2] | MT [3] | MD [4] | M [2] | MT [3] | MD [4] |
| | Trung bình | 2,7 | 2,5 | 25 | 32 | 6 | 18 | 25 | 7 | 15 | 23 |
| | Thấp | 2,2 | 2,5 | 20 | 28 | 5 | 15 | 21 | 5 | 12 | 22 |
| Trung bình | Cao | 3,2 | KD [5] | | | 6 | 22 | 34 | 7 | 20 | 29 |
| | Trung bình | 3,0 | KD | | | 6 | 22 | 30 | 7 | 20 | 24 |
| | Thấp | 2,6 | 2,5 | 25 | 32 | 5 | 20 | 24 | 5 | 18 | 24 |
| Xấu | Cao | 3,5 | KD | | | CT [6] | | | CT | | |
| | Trung bình | 3,3 | KD | | | CT | | | CT | | |
| | Thấp | 2,8 | 2,5 | 28 | 32 | 5 | 20 | 30 | CT | | |
| Rất xấu | Cao | 3,8 | KD | | | CT | | | CT | | |
| | Trung bình | 3,6 | KD | | | CT | | | CT | | |
| | Thấp | 2,9 | 2,5 | 28 | 35 | 5 | 20 | 32 | CT | | |

CHÚ THÍCH:

[1] - LN – Láng nhựa 2 lớp, dày 2,5 cm

[2] - M – Chiều dày lớp mặt, cm

[3] - MT – Chiều dày lớp móng trên bằng cấp phối đá dăm xay nghiền, hoặc bằng đá dăm nước, cm

[4] - MD – Chiều dày lớp móng dưới bằng cấp phối thiên nhiên, cm

[5] - KD – Không nên dùng loại này (vì chiều dày của 2 lớp móng quá lớn).

[6] - CT – Cần cải thiện lớp nền thượng dày từ 30 cm đến 50 cm, để đạt CBR ≥ 6%, rồi chọn kết cấu mặt đường bê tông nhựa tương ứng theo bảng này.

[7] - Thời gian sử dụng lớp láng nhựa 2,5 cm chỉ khoảng 5 năm đến 6 năm, sau đó phải rải lại, nhưng vẫn giữ nguyên lớp móng trên và lớp móng dưới;

**Bảng 18 – Bảng tra lập sẵn để chọn kết cấu áo đường mềm khi R = 75%**

| Chất lượng đất nền đường | Cấp lưu lượng xe | Chỉ số kết cấu (trung bình) SN | Các phương án kết cấu áo đường để chọn lựa [9] | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Láng nhựa 2 lớp [7] | | | Đá dăm thấm nhập nhựa [7] | | | Bê tông nhựa [7] | | |
| | | | L.N [1] | MT [3]; [8] | MD [4] | M [2] | MT [3] | MD [4] | M [2] | MT [3] | MD [4] |
| Thời gian sử dụng lớp đá thấm nhập nhựa vào khoảng (7 ÷ 8) năm;<br>Thời gian sử dụng lớp bê tông nhựa (rải 1 lớp 5 cm đến 7 cm) khoảng 10 đến 12 năm với lượng xe tương ứng trong bảng này khi bảo đảm tốt và đúng hạn công tác bảo trì và trung tu.<br>[8] - Tùy theo điều kiện địa phương, có thể giảm chiều dày lớp móng trên và tăng chiều dày lớp móng dưới với tỷ lệ 1 cm MT bằng 1,4 cm MD, nhưng chiều dày tối thiểu lớp MT là 10 cm.<br>[9] - Vật liệu thi công theo tiêu chuẩn: Bê tông nhựa nóng TCVN 8819; bê tông nhựa nguội TCCS 08 : 2014/TCĐBVN; đá dăm thấm nhập nhựa TCVN 8809 : 2011; mặt đường láng nhựa nóng TCVN 8863 : 2011. | | | | | | | | | | |

**8.6** Thiết kế theo Bảng tra lập sẵn kết cấu mặt đường có lớp mặt là cấp phối đá

**8.6.1** Với quy định mô đun đàn hồi hữu hiệu của lớp cấp phối đá ít nhất là 200 MPa (CBR ≥ 80%), thì chiều dày của lớp cấp phối đá xác định theo cột 3 của Bảng tra lập sẵn (Bảng 19).

**Bảng 19 – Bảng tra lập sẵn để xác định chiều dày lớp cấp phối đá**

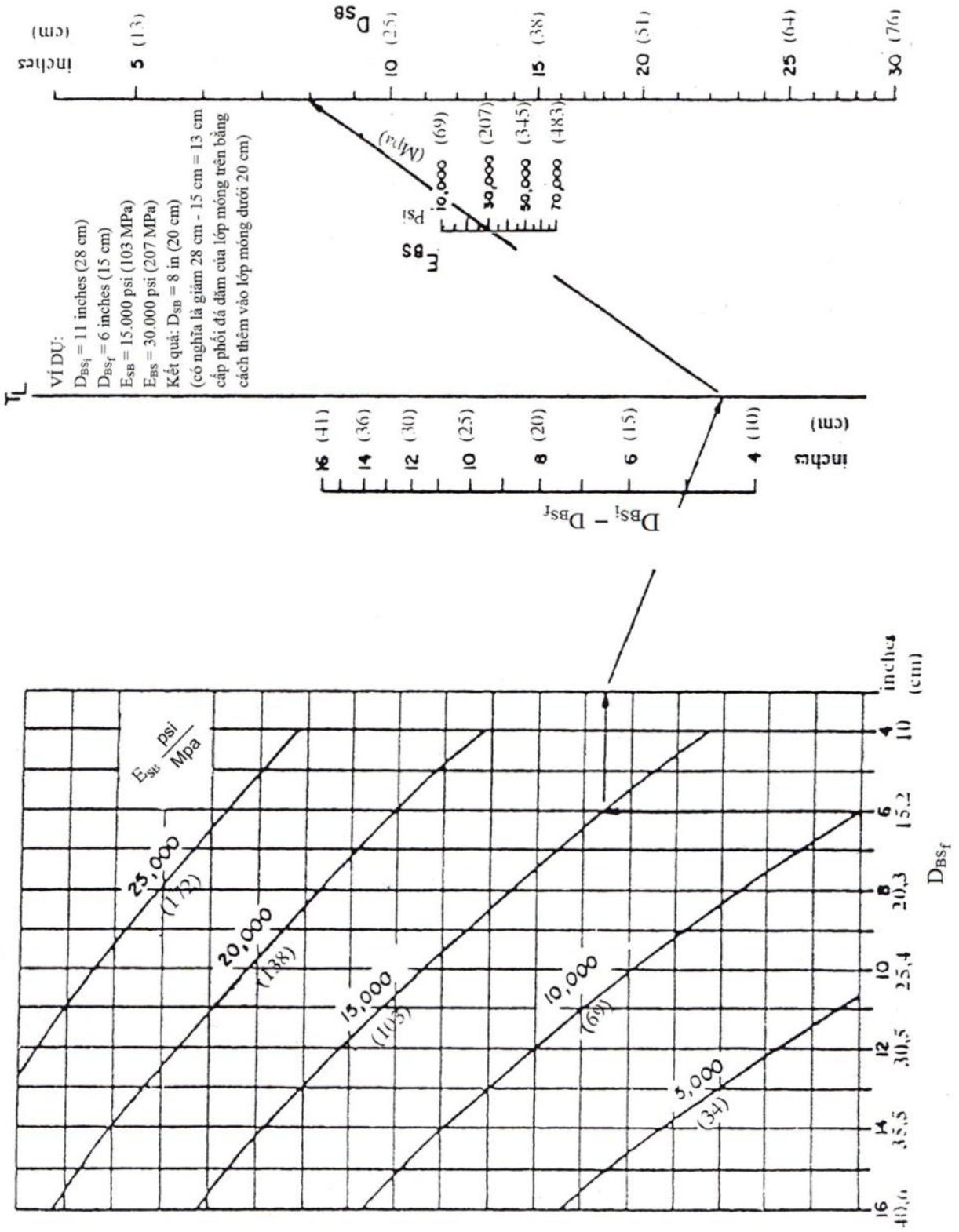
| Chất lượng tương đối của lớp đất nền đường | Cấp lưu lượng xe | Chiều dày lớp cấp phối, cm (khi E cấp phối đá ≥ 200 MPa) |
|---|---|---|
| **1** | **2** | **3** |
| Rất tốt | Cao | 20 |
| | Trung bình | 15 |
| | Thấp | 10 |
| Tốt | Cao | 28 |
| | Trung bình | 20 |
| | Thấp | 10 |
| Trung bình | Cao | 33 |
| | Trung bình | 28 |

**Bảng 19 – Bảng tra lập sẵn để xác định chiều dày lớp cấp phối đá**

| Chất lượng tương đối của lớp đất nền đường | Cấp lưu lượng xe | Chiều dày lớp cấp phối, cm (khi E cấp phối đá ≥ 200 MPa) |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| | Thấp | 15 |
| Xấu | Cao | * * |
| | Trung bình | * * |
| | Thấp | 23 |
| Rất xấu | Cao | * * |
| | Trung bình | * * |
| | Thấp | 28 |
| CHÚ THÍCH:<br>* * Nên thiết kế loại mặt đường khác, cấp cao hơn, hoặc/và cải thiện đất lớp nền thượng, | | |

**8.6.2** Khi chiều dày lớp cấp phối đá lớn, có thể thay một phần chiều dày của lớp cấp phối đá này (BS) bằng loại cấp phối có chất lượng thấp hơn có sẵn ở địa phương và rẻ hơn (thường dùng cho lớp móng dưới SB), nhờ toán đồ Hình16.

Trình tự tính toán theo các mũi tên chỉ trên toán đồ và chú thích bên cạnh của một ví dụ sử dụng toán đồ.




**Hình 16 – Toán đồ để chuyển đổi một phần chiều dày của lớp cấp phối tốt (BS) sang một chiều dày tương đương của lớp cấp phối có chất lượng thấp hơn (SB)**

## 9 Phân tích hiệu quả kinh tế các phương án kết cấu áo đường

**9.1** Trong điều này quy định cách tiến hành so sánh hiệu quả kinh tế giữa các phương án khác nhau trong dự án xây dựng mới áo đường hoặc dự án gia cường, cải tạo áo đường hiện có, để làm cơ sở cho việc chọn lựa phương án.

Các phương án đưa ra để so sánh có thể thuộc các loại khác nhau về kết cấu (áo đường mềm, áo đường cứng, áo đường nửa cứng); về loại cấp hạng chất lượng của lớp mặt, tương ứng với các chỉ tiêu khai thác - vận tải khác nhau; về thời hạn đầu tư vốn (đầu tư cùng một lúc hay đầu tư theo phân kỳ) v.v...

**9.2** Có nhiều chỉ tiêu để phân tích hiệu quả kinh tế. Trong tiêu chuẩn này quy định dùng chỉ tiêu "Giá trị hiện tại ròng - NPV" để đánh giá hiệu quả kinh tế trong khi so sánh các phương án kết cấu áo đường làm mới, cũng như gia cường, cải tạo.[2)]

**9.3** Khi đánh giá, so sánh hiệu quả kinh tế các phương án kết cấu áo đường phải tuân theo các quy định sau đây:

a) Các kết cấu áo đường đưa ra so sánh phải được thiết kế bảo đảm các yêu cầu kỹ thuật, và được thể hiện bằng các bản vẽ kèm theo các khối lượng cụ thể và tính ra được giá thành.

b) Các chi phí được tính toán cho toàn bộ kết cấu áo đường bao gồm cả phần lề đường gia cố, có chiều dài 1 km. Khi mặt cắt mặt đường có phân chia hai chiều xe chạy rõ ràng, mà trên đó lượng xe chạy khác nhau nhiều và/hoặc có kết cấu áo đường khác nhau ở 2 chiều xe chạy, thì các chi phí được tính toán cho riêng tất cả các làn xe trong 1 chiều, kể cả phần lề đường gia cố thuộc chiều ấy, với chiều dài 1km.

c) Thời hạn phân tích kinh tế (Tpt) của kết cấu áo đường hiện nay lấy bằng 20 năm. Các công việc duy tu bảo dưỡng, trung tu, đại tu và cả làm lại (nếu có) xảy ra trong thời hạn phân tích 20 năm ấy đều phải được tính đến.

d) Thời hạn phân tích kinh tế này có thể lấy khác với 20 năm nếu có căn cứ xác đáng và được cấp có thẩm quyền chấp thuận.

e) Suất chiết khấu (i) hiện nay thường quy định bằng 12%. Có thể lấy khác với 12% nếu có căn cứ xác đáng và được cấp có thẩm quyền chấp thuận.

f) Khi tính toán theo các năm của cả thời hạn phân tích kinh tế thì lấy năm kết thúc công việc xây dựng áo đường (hoặc năm kết thúc công việc xây dựng của giai đoạn phân kỳ đầu tiên của áo đường) làm năm "0". Các năm tiếp theo là năm thứ 1, thứ 2 v.v... cho đến năm thứ n; các năm trước năm "0" là năm - 1; - 2; v.v...

---

[2)] Những chỉ tiêu khác như IRR (tỷ suất nội hoàn), B/C (tỷ số lợi nhuận trên chi phí), thường được dùng trong việc xem xét về mặt hiệu quả kinh tế có nên bỏ vốn xây dựng con đường không hay nên để nguyên trạng, hoặc để làm cơ sở để có kế hoạch ưu tiên phân bổ vốn đầu tư cho một con đường, một mặt đường nào trong cả chiến lược xây dựng cải tạo đường.

**9.4** Phương trình biểu thị "Giá trị hiện tại ròng - NPV" để so sánh các phương án kết cấu áo đường có dạng sau:

$$NPV_{x1} = TPWC_{xo,n} - TPWC_{x1,n} \quad (30)$$

với

$$TPWC_{x1,n} = (ICC)_{x1} + \sum_{t=0}^{t} pwf_{i,t} * [(CC)_{x1,t} + (MO)_{x1,t} + (UC)_{x1,t}] - (SV)_{x1,n} * pwf_{i,n} \quad (31)$$

Trong đó:

$NPV_{x1}$ là giá trị hiện tại ròng của phương án kết cấu áo đường $x_1$;

$TPWC_{x1,n}$ là tổng giá trị hiện tại về các chi phí của phương án kết cấu áo đường $x_1$ với thời hạn phân tích kinh tế là n năm;

$TPWC_{xo,n}$ là tổng giá trị hiện tại về các chi phí của phương án kết cấu áo đường $x_o$ (trong đó $x_o$ có thể là phương án cơ bản hay phương án chuẩn và cũng có thể một phương án khác của kết cấu áo đường $x_2$, $x_3$, ..., $x_k$ mà ta muốn dùng để so sánh với phương án $x_1$);

$TPWC_{xo,n}$ có dạng phương trình giống như phương trình (31) trong đó các ký hiệu $x_1$ được thay bằng $x_o$;

$(ICC)_{x1}$ là chi phí vốn đầu tư xây dựng ban đầu cho phương án $x_1$, ở trong năm thứ 0;

$(CC)_{x1,t}$ là chí phí vốn đầu tư xây dựng cho phương án $x_1$, ở trong năm thứ t, trong đó t nhỏ hơn n (bao gồm chi phí láng nhựa, làm thêm lớp phủ bê tông nhựa, cải tạo lại ...);

$(MO)_{x1,t}$ là các chi phí vận hành và bảo dưỡng áo đường phương án $x_1$, trong năm thứ t. Chi phí bảo dưỡng bao gồm chi phí duy tu bảo dưỡng áo đường, phần lề gia cố, và các hệ thống thoát nước liên quan trực tiếp đến kết cấu áo đường;

$(UC)_{x1,t}$ là chi phí thuộc người sử dụng đường cho phương án $x_1$, trong năm thứ t (chi phí này bao gồm chi phí vận hành xe, chi phí thời gian hành trình, chi phí các tai nạn giao thông ...);

$(SV)_{x1,n}$ là giá trị còn lại (giá trị thanh lý) của áo đường cho phương án $x_1$, tại năm cuối cùng n của thời hạn phân tích;

$pwf_{i,n}$ là yếu tố giá trị hiện tại với suất chiết khấu i và tại năm n (là một hệ số quy đổi các chi phí (hoặc lợi ích) tại năm n về năm gốc 0).

$$pwf_{i,n} = \frac{1}{(1+i)^n} \quad (32)$$

$pwf_{i,t}$ là yếu tố giá trị hiện tại với suất chiết khấu i và tại năm t (là một hệ số để quy đổi các chi phí (hoặc lợi ích) tại năm t về năm gốc 0)

$$pwf_{i,t} = \frac{1}{(1+i)^t} \quad (33)$$

Nếu giá trị hiện tại ròng $NPV_{x1}$ của phương án kết cấu áo đường $x_1$ trong phương trình (30) là dương thì có nghĩa là phương án $x_1$ có hiệu quả kinh tế hơn phương án $x_o$ vì tổng chi phí đã quy về giá trị hiện tại của phương án $x_1$ nhỏ hơn của phương án $x_o$.

### 9.5 Tính toán các chi phí

**9.5.1** Chi phí vốn đầu tư ban đầu (ICC) của 1 km áo đường được xác định tính theo dự toán của mỗi phương án, không kể yếu tố trượt giá.

Nếu chi phí vốn đầu tư ban đầu không tập trung trong năm gốc 0, mà rải ra nhiều năm thì phải quy đổi chi phí vốn đầu tư của từng năm trước năm gốc về năm gốc 0 (vì đã quy định ở Điều 9.3 năm gốc 0 là năm kết thúc công việc xây dựng áo đường).

**9.5.2** Chi phí vốn đầu tư định kỳ tiếp theo (CC) cho 1 km áo đường trong các kỳ trung tu, đại tu, cải tạo áo đường như làm các lớp láng nhựa, gia cường bằng lớp phủ bê tông nhựa, tái chế lớp bê tông nhựa, cải tạo lại kết cấu áo đường v.v... được xác định theo dự toán cụ thể của từng loại, không kể yếu tố trượt giá.

Có thể tham khảo chi phí vốn đầu tư trong các sửa chữa định kỳ theo Bảng 20

**9.5.3** Các chi phí vận hành và bảo dưỡng áo đường xác định theo chi phí thực tế. Có thể tham khảo chi phí bảo dưỡng thường xuyên theo Bảng 20.

**Bảng 20 – Bảng tham khảo các chi phí bảo dưỡng thường xuyên và sửa chữa định kỳ áo đường**

| Loại mặt đường | Khoảng thời gian (năm) | | Tỷ lệ chi phí sửa chữa so với vốn xây dựng ban đầu (%) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Đại tu | Trung tu | Đại tu | Trung tu | Thường xuyên |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Bê tông nhựa 2 lớp bề dày ≥ 10cm | 15 | 5 | 42,0 | 5,1 | 0,55 |
| Bê tông nhựa một lớp (5 cm ÷ 7 cm) | (8) - 10 | 4 | 48,6 | 7,9 | 0,98 |
| Thấm nhập nhựa | (8)- 10 | 4 | 49,6 | 8,7 | 1,92 |
| Láng nhựa hai lớp | (6) - 7 | (3) - 4 | 50,0 | 8,8 | 2,00 |

**Bảng 20 – Bảng tham khảo các chi phí bảo dưỡng thường xuyên và sửa chữa định kỳ áo đường**

| Loại mặt đường | Khoảng thời gian (năm) | | Tỷ lệ chi phí sửa chữa so với vốn xây dựng ban đầu (%) | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Đại tu | Trung tu | Đại tu | Trung tu | Thường xuyên |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Láng nhựa một lớp | (4) - 5 | 3 | 52,0 | 8,9 | 2,10 |
| Đá dăm, cấp phối đá | (3) - 5 | 3 | 53,1 | 9,0 | 1,60 |
| Bê tông xi măng | 25 | 8 | 34,2 | 4,1 | 0,32 |
| CHÚ THÍCH:<br>Trị số trong ngoặc ứng với đường có lưu lượng xe nhiều. | | | | | |

**9.5.4** Chi phí thuộc người sử dụng đường (UC) bao gồm chi phí vận hành xe (tiêu thụ nhiên liệu, hao mòn lốp xe, bảo dưỡng xe, tiêu thụ dầu nhớt, khấu hao xe, thay thế phụ tùng ...), chi phí thời gian cho hành trình, chi phí tai nạn giao thông. Mỗi loại chi phí nêu ở Điều 9.5.4 này chủ yếu phụ thuộc vào chỉ số độ gồ ghề (IRI) (thường gọi là độ bằng phẳng) của mặt đường, và phụ thuộc vào tốc độ của xe, tốc độ này lại phụ thuộc vào chỉ số độ gồ ghề của mặt đường.

**9.5.4.1** Chi phí vận hành xe nên tính toán theo chương trình của mô hình của Ngân hàng thế giới, tuỳ theo các đặc trưng của từng loại xe, loại đường, loại mặt đường và tốc độ.

Trong lúc chưa có các kết quả tính toán cho điều kiện cụ thể Việt Nam từ mô hình của Ngân hàng thế giới, có thể dùng các công thức sau đây để tính toán chi phí vận hành xe (S) cho 1 T.km hàng hoá:

$$S = \frac{P_{bd}}{\beta.\gamma.G} + \frac{P_{cd}}{\beta.\gamma.G.V} \qquad (34)$$

Trong đó:

$P_{bđ}$ là chi phí biến đổi trung bình cho 1km hành trình của xe ô tô, được xác định theo 9.5.4.1.1, tính bằng đồng/xe-km;

$P_{cđ}$ là chi phí cố định trung bình trong 1 giờ cho một ô tô, được xác định theo 9.5.4.1.2, tính

bằng đồng/xe - giờ;

$\beta$ là hệ số sử dụng hành trình, lấy $\beta$ = 0,65;

$\gamma$ là hệ số lợi dụng trọng tải, lấy $\beta$ = 0,9 ÷ 0,95;

G là trọng tải trung bình có ích của các xe tham gia vận chuyển - tấn; có thể xác định theo trung bình trọng số, theo trọng tải và tỷ lệ các loại xe tham gia vận chuyển;

V là vận tốc chạy xe trung bình trên đường km/h, lấy bằng 0,7 tốc độ kỹ thuật xác định theo loại mặt đường và cấp kỹ thuật của đường ở Bảng 21

**Bảng 21 – Tốc độ kỹ thuật trung bình, (km/h)**

| Cấp kỹ thuật của đường (km/h) | Loại mặt đường | Tốc độ kỹ thuật trung bình, (km/h) |
|---|---|---|
| 120 | Bê tông nhựa - Bê tông xi măng | 65 |
| 100 | Bê tông nhựa - Bê tông xi măng | 55 |
| 80 | Bê tông nhựa - Bê tông xi măng<br>Thấm nhập nhựa<br>Láng nhựa hai lớp (dùng cho giai đoạn phân kỳ đầu ) | 45<br>45<br>40 |
| 60 | Bê tông nhựa<br>Thấm nhập nhựa<br>Láng nhựa hai lớp<br>Cấp phối đá, đá dăm nước | 35<br>35<br>35<br>30 |
| 40 | Thấm nhập nhựa<br>Láng nhựa<br>Cấp phối đá, đá dăm nước | 30<br>30<br>25 |
| 20 | Cấp phối đá, đá dăm nước<br>Đường đất thoát nước tốt | 15 - 20<br>15 |

Chi phí vận hành xe cho 1 hành khách - km ($S_K$) cũng tính tương tự như công thức (34), trong đó thay $\beta$, $\gamma$ và G của xe chở hàng hoá bằng hệ số sử dụng hành trình $\beta_K$, hệ số sử dụng số ghế ngồi $\gamma_K$ và số ghế ngồi (số hành khách) $G_K$ của xe chở khách.

**9.5.4.1.1** Chi phí biến đổi $P_{bđ}$ phụ thuộc vào hành trình, điều kiện chạy xe và tính năng của xe; gồm chi phí về nhiên liệu, dầu nhớt, hao mòn săm lốp, bảo trì sửa chữa xe, khấu hao, sửa chữa lớn. Các thành phần chi phí này được xác định theo định mức ở các xí nghiệp, công ty vận tải ô tô. Khi thiếu số liệu cho phép tính gần đúng theo công thức sau:

$$P_{bđ} = \lambda\ q\ r \qquad (35)$$

Trong đó:

$P_{bđ}$ là chi phí biến đổi, tính bằng đồng/xe - km;

$\lambda$ là tỷ lệ giữa chi phí biến đổi so với chi phí nhiên liệu, lấy $\lambda$ = 2,6 - 2,8;

q là lượng nhiên liệu tiêu hao trung bình cho 1 km chạy xe, tính bằng lít/xe – km;

r là giá nhiên liệu, tính bằng đồng/lít.

**9.5.4.1.2** Chi phí cố định $P_{cđ}$ phải trả khi sử dụng 1 giờ-xe, không phục thuộc vào hành trình (xe chạy hoặc không chạy trên đường). Chi phí này gồm các khoản khấu hao xe, lương cơ bản và các phụ cấp cố định của lái xe, các khoản chi cho quản lý phương tiện (lương bộ máy hành chính, chi bảo hiểm, chi phí về ga - ra, bãi đỗ xe ...). Chi phí cố định $P_{cđ}$ được xác định theo định mức ở các xí nghiệp, công ty vận tải ô tô.

**9.5.4.1.3** Khối lượng vận chuyển hàng hoá trong năm tính toán $Q_n$ được xác định theo công thức sau:

$$Q_n = 365\ \gamma.\beta.G.N \qquad (36)$$

Trong đó:

N là lưu lượng xe ngày đêm trung bình của năm tính toán, (xe chở hàng hoá), tính bằng xe/ngày đêm;

Các ký hiệu khác có ý nghĩa như trong công thức (34).

**9.5.4.1.4** Số lượng hành khách vận chuyển trong năm tính toán $Q_{Kn}$ được xác định tương tự theo công thức (33), trong đó thay $\gamma$,$\beta$,G và N của xe chở hàng hoá bằng $\gamma_K$, $\beta_K$, $G_K$ và lưu lượng xe ngày đêm trung bình của năm tính toán (xe chở khách) $N_K$.

**9.5.4.2** Chi phí thời gian cho hành trình là tích số của thời gian cho hành trình nhân cho giá trị đơn vị trung bình của thời gian hành trình.

− Thời gian cho hành trình đối với hành khách và lái xe là thời gian diễn ra kể từ lúc xuất phát cho tới khi đến điểm đến, tức là toàn bộ thời gian xe chạy trên đường và thời gian chờ đợi.

− Giá trị thời gian của người sử dụng đường được đánh giá bằng lương trung bình hoặc bằng những thu nhập trung bình của người đi xe. Giá trị cho 1 giờ của thời gian hành trình gọi là giá trị đơn vị

của thời gian hành trình.

**9.5.4.3** Chi phí tai nạn giao thông được tính dựa vào suất tai nạn trên một đoạn đường và chi phí đơn vị cho một tai nạn.

Suất tai nạn được tính bằng cách chia số tai nạn ghi nhận được trong một thời hạn nào đó (thường lấy là 1 năm) cho số xe - km đã chạy qua đoạn đường này trong cùng một thời hạn, thường biểu thị suất tai nạn bằng số tai nạn trên 1.000.000 xe - km.

Chi phí đơn vị cho một tai nạn có gây thương tích tính những yếu tố thuần kinh tế như tổn thất về sản xuất mà nạn nhân sẽ thực hiện trong phần còn lại của đời họ trừ đi phần tiêu thụ riêng cho họ, hoặc tổn thất do công việc nhất thời bị ngừng trệ; phí tổn giải toả tai nạn, chi phí thuốc men, bệnh viện, dịch vụ tang lễ, các phí tổn bảo hiểm ...

Do suất tai nạn phụ thuộc vào rất nhiều nhân tố của cả con đường (tốc độ, mật độ xe và loại hình vận chuyển, chiều rộng và số làn xe của mặt đường; tầm nhìn và đặc trưng hình học của đường, chất lượng biển báo,thiết bị bảo đảm an toàn giao thông trên đường, loại và tình trạng mặt đường,... ) vì thế trong so sánh hiệu quả kinh tế riêng cho các phương án kết cấu áo đường có thể không tính đến chi phí tai nạn giao thông, trừ khi có yêu cầu đặc biệt và/hoặc có các số liệu có căn cứ xác thực.

**9.5.5** Giá trị còn lại (giá trị thanh lý) - SV, của một phương án kết cấu áo đường được đánh giá tại năm cuối cùng n của thời hạn phân tích.

Để xác định giá trị còn lại của một phương án kết cấu áo đường cần sử dụng các số liệu đã đúc kết từ các kinh nghiệm thực tế xây dựng, khai thác và sửa chữa các loại áo đường tương tự trước đó. Ngoài ra còn cần phải xem xét liệu sẽ dùng biện pháp gì để sử dụng áo đường cũ này trong giai đoạn tiếp theo (ví dụ sẽ dùng làm móng cho áo đường được xây dựng tiếp theo, hoặc sẽ được tái chế một phần chiều dày lớp mặt bê tông nhựa cũ để làm lớp dưới của lớp mặt đường được xây dựng tiếp theo v.v...) mà định giá trị còn lại cho thích ứng đối với mỗi phương án kết cấu áo đường.

**9.6** Ngoài việc so sánh hiệu quả kinh tế giữa các phương án theo chỉ tiêu NPV nêu ở Điều 9.2 còn cần xem xét những chỉ tiêu quan trọng khác như khối lượng và khả năng cung cấp nguyên vật liệu, khả năng về thiết bị và công nghệ thi công, khả năng bảo đảm tiến độ thi công quy định, khả năng bảo đảm giao thông khi thi công v.v... để chọn phương án kết cấu áo đường thích hợp.