
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2006/2007
*1st Semester Examination
2006/2007 Academic Session*

October / November 2006

EAL 334/4 – Kejuruteraan Lebuh Raya
EAL 334/4 – Highway Engineering

Masa : 3 jam
Duration : 3 hours

Arahan Kepada Calon:

1. Sila pastikan kertas peperiksaan ini mengandungi **EMPAT BELAS (14)** muka surat bercetak termasuk lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan ini.
*Ensure that this paper contains **FOURTEEN (14)** printed pages including appendices before you start your examination.*
2. Kertas ini mengandungi **ENAM (6)** soalan. Jawab **LIMA (5)** soalan sahaja. Markah hanya akan dikira bagi **LIMA (5)** jawapan **PERTAMA** yang dimasukkan di dalam buku mengikut susunan dan bukannya **LIMA (5)** jawapan terbaik.
*This paper contains **SIX (6)** questions. Answer **FIVE (5)** questions only. Marks will be given to the **FIRST FIVE (5)** questions put in order on the answer script and **NOT** the **BEST FIVE (5)**.*
3. Tiap-tiap soalan mempunyai markah yang sama.
Each question carries equal mark.
4. Semua soalan **BOLEH** dijawab dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.
*All questions **CAN BE** answered either in Bahasa Malaysia or English.*
5. Semua jawapan **MESTILAH** dimulakan pada muka surat yang baru.
*Each question **MUST BE** answered on a new sheet.*
6. Tuliskan nombor soalan yang dijawab di luar kulit buku jawapan anda.
Write the answered question numbers on the cover sheet of the answer script.

1. (a) Orang Romawi dianggap sebagai perekabentuk lebuhraya yang pertama. Sebutkan kebaikan prinsip pembinaan lebuhraya yang diutarakan oleh orang Romawi daripada perspektif:

- (i) ketenteraan
- (ii) kejuruteraan

(4 markah)

The Romans are accredited as the first road designers. Outline the advantages of the construction principles propounded by the Romans from the perspectives of:

- (i) military*
- (ii) engineering*

- (b) Bincangkan secara ringkas **TIGA (3)** justifikasi menaiktaraf jalan raya sedia ada.

(3 markah)

*Briefly discuss **THREE (3)** main reasons that justify upgrading of an existing road.*

- (c) Lebuhraya mestilah dilindungi daripada kesan pemusnahan air dengan menyediakan sistem penyaliran yang berkesan. Berbantuan lakaran, terangkan bentuk geometri jalan raya di kawasan bandar yang membolehkan air ribut dikumpul dan disalurkan melalui:

- (i) penyaliran melintang
- (ii) penyaliran membujur

(4 markah)

Highways must be protected from the destructive effects of water by providing an effective drainage system. With the aid of sketches, describe the road geometry that is required to promote storm water surface drainage through:

- (i) transverse drainage*
- (ii) longitudinal drainage*

1. (d) Dalam sesuatu campuran berbitumen, agregat meliputi lebih dari 90% daripada berat keseluruhan campuran asphalt. Oleh itu, agregat mempengaruhi prestasi campuran di tapak. Justeru, perekabentuk akan memilih agregat yang berkualiti untuk dijadikan bahan campuran. Kualiti agregat pula ditentukan melalui ujian makmal ke atas satu sampel agregat. Huraikan **TIGA (3)** ujian mekanik yang boleh dijalankan di makmal untuk memastikan mutu agregat yang digunakan menepati ciri yang dikehendaki. Bagaimanakah setiap satu ujian ini mensimulasi keadaan yang berlaku di tapak.

(9 markah)

*In a bituminous mix, aggregates constitute more than 90% by weight of an asphalt mix. Therefore, aggregate influence the performance of mix while pavement is in service. In view of this, a designer normally selects quality aggregates for use in asphalt mixes. Aggregate quality in turn is determined by carrying out various aggregate tests on an aggregate sample. Describe **THREE (3)** mechanical tests that can be used to ensure that aggregate quality used complies with the desired properties. How does each laboratory test simulate field behaviour.*

2. (a) Kenapakah agregat yang berkeping dan memanjang tidak sesuai dijadikan sebagai bahan campuran asphalt? Bagaimanakah cara untuk menentukan Indeks Kekepingan dan Indeks Pemanjangan sesuatu sampel agregat?

(6 markah)

Why are flaky and elongated aggregates regarded as unsuitable materials for use in an asphalt mix? Describe the method used to determine the Flakiness Index and Elongation Index.

- (b) Nyatakan kebaikan penggunaan bitumen emulsi berbanding:
(i) Bitumen cecair
(ii) Bitumen lazim

(4 markah)

Outline the advantages of using bitumen emulsion over:

- (i) bitumen cutbacks
(ii) conventional bitumen

2. (c) Anda diberi tiga jenis bitumen yang ditandai seperti berikut:
- (i) Bitumen tertiup gred "90/30"
 - (ii) Bitumen penusukan "200/300"
 - (iii) Bitumen emulsi "K3-75"

Terangkan maksud setiap huruf dan nombor di dalam label ini.

(5 markah)

You are given three bitumen types labeled as follows:

- (i) Blown bitumen "90/30"*
- (ii) Penetration grade bitumen "200/300"*
- (iii) Bitumen Emulsion "K3-75"*

Explain the meaning of every alphabet and number in each label.

- (d) Terangkan tingkahlaku bitumen sebagai bahan reologi apabila terkena tindakan pelbagai suhu dan tempoh pembebanan.

(5 markah)

Explain how bitumen as a rheological material will behave when acted upon by varying temperatures and period of loading.

3. (a) Apakah perbezaan utama di antara tar dan bitumen?

(2 markah)

What are the main differences between tar and bitumen?

- (b) i. Apakah yang anda fahami dengan istilah berikut:

- Indeks penusukan
- Suhu setara likat

What do you understand by the following terminologies:

- *Penetration index*
- *Equi-viscous temperature*

- ii. Apakah andaian asas yang digunakan untuk mengira nilai indeks penusukan sesuatu bitumen?

What is the basic assumption used to compute the value of the Penetration Index of a bitumen?

iii. Keputusan ujian cincin dan bebola dan penusukan pada pelbagai suhu ke atas Bitumen A dan Bitumen B ditunjukkan dalam Jadual 1. Tentukan nilai Indeks Penusukan kedua-dua bitumen berasaskan:

- Keputusan penusukan pada suhu piawai dan titik lembut
- Nomograf yang diberikan dalam Rajah 1
- Kaedah bergraf

The results of the ring and ball test and penetration tests at various temperatures on Bitumens A and B is shown in Table 1. Calculate the Penetration Index of each bitumen based on:

- *The penetration value at the standard temperature and softening point temperature*
- *Nomograph given in the Figure 1.*
- *Graphical method*

iv. Bandingkan pengaruh suhu ke atas kedua-dua bitumen.

Compare the temperature susceptibility of both bitumens.

Jadual 1

Ciri Bitumen (Bitument Property)	Jenis Bitumen (Bitumen Type)	
	A	B
Titik Lembut (°C) <i>Softening Point</i>	58°C	47°C
Penusukan pada suhu piawai (dmm) <i>Penetration at Standard Temperature</i>	50	100
Penusukan (dmm) pada suhu: <i>Penetration (dmm) at temperature:</i>		
4°C	7	15
10°C	13	28
15°C	21	42
35°C	110	242
40°C	180	375

(14 markah)

3. (c) Kepelbagaian campuran asfalt terhasil disebabkan kepelbagaian jenis agregat, penggredan agregat, jenis pengikat dan gred pengikat. Namakan **TIGA (3)** jenis campuran asfalt. Lakarkan penggredan agregat untuk setiap campuran. Pilih satu jenis campuran dan terangkan ciri campuran tersebut.

(4 markah)

*There are a variety of asphalt mix types due to variations in types of aggregate, gradation, binder and grade. Name **THREE (3)** types of asphalt mix. Sketch the aggregate grading of each mix. Choose one mix type and describe the properties of this mix.*

4. (a) Di Malaysia, kandungan bitumen optimum sesuatu campuran asfalt dibuat berasaskan kaedah Marshall. Beberapa ujian makmal dilakukan untuk mendapatkan hubungan berikut:

- Ketumpatan lawan kandungan bitumen
- Kestabilan lawan kandungan bitumen
- Aliran lawan kandungan bitumen
- Keliangan lawan kandungan bitumen

Daripada hubungan ini, bagaimanakah kandungan bitumen optimum ditentukan?

(8 markah)

In Malaysia, the optimum bitumen content of a particular asphalt mix is determined based on the Marshall Method. A number of laboratory tests are carried out to determine the following relationships:

- *Density versus bitumen content*
- *Stability versus bitumen content*
- *Flow versus bitumen content*
- *Voids versus bitumen content*

From the above relationships, how is the optimum binder content determined?

- (b) Di kuari, timbunan stok hendaklah diurus dengan baik untuk memastikan keseragaman agregat. Huraikan langkah yang perlu diambil untuk mengelakkan masalah pengasingan dan pencemaran agregat dalam timbunan stok.

(5 markah)

In the quarry, stockpiles must be properly managed to ensure aggregate gradation uniformity. Explain the steps that is required to avoid the problems of segregation and contamination of aggregates in a stockpile.

4. (c) Di loji, campuran asfalt dihasilkan melalui loji campuran kelompok atau loji campuran gelendong. Berbantuan lakaran, terangkan perbezaan kaedah penghasilan campuran asfalt dari dua loji ini?

(7 markah)

In the quarry, asphalt mixes are produced either via the batch or continuous mixing plant. With the aid of sketches, explain the differences between asphalt mix production via the batch and continuous mixing plants.

5. (a) i. Pembinaan lapisan permukaan turapan melibatkan operasi penyediaan permukaan, perebakan dan pemadatan. Senaraikan **ENAM (6)** langkah di tapak yang perlu diambil sebelum operasi pemadatan oleh pengelek dimulakan.

*The construction of the pavement wearing course involves surface preparation, spreading and compaction. List down **SIX (6)** steps that must be adhered to before the roller begins compaction.*

- ii. Campuran asfalt hendaklah dipadat pada suhu yang bersesuaian. Terangkan **EMPAT (4)** cara untuk mengenalpasti suhu campuran yang berlebihan.

(6 markah)

*Asphalt mixes must be compacted at the appropriate temperature. Explain **FOUR (4)** methods that can be used to ensure mix temperatures are not excessively high.*

- (b) Terangkan secara ringkas fenomena pembentukan masalah permukaan berikut yang lumrah berlaku pada turapan boleh lentur:

- i. Ubah bentuk kekal
- ii. Penjujukan

(4 markah)

Explain briefly the phenomena that cause the following surface distress that is common in flexible pavements:

- i. Permanent deformation
- ii. Bleeding or fatting-up

- (c) Untuk turapan boleh lentur apakah perbezaan antara kaedah Boussinesq dan kaedah Burmister.

(5 markah)

Discuss the differences between Boussinesq method and Burmister method for flexible pavement.

5. (d) Nyatakan **LIMA (5)** ciri-ciri yang perlu ada pada lapisan permukaan turapan.

(5 markah)

State FIVE (5) required characteristics for pavement surface layer.

6. Maklumat-maklumat bagi jalan raya yang akan dibina adalah seperti berikut:

- Purata Lalu Lintas Harian Tahunan = 25,500 kenderaan kedua-dua hala
- Kenderaan penumpang (4.45 kN/gandar) = 55%
- Lori 2-Gandar Tunggal (26.7 kN/gandar) = 28%
- Lori 3-Gandar Tunggal (44.5 kN/gandar) = 17%
- Anggapkan peratusan kenderaan berat dalam lorong reka bentuk adalah 45%
- Kadar pertumbuhan lalu lintas = 5.5%
- Peratusan kenderaan perdagangan menggunakan lorong reka bentuk = 34%
- Hayat reka bentuk = 20 tahun

(Rujuk Jadual 2 untuk maklumat tambahan)

Following are the informations for the proposed road:

- AADT = 25,500 vehicles in both directions*
- Passenger cars (4.45 kN/axle) = 55%*
- Two single axle lorry (26.7 kN/axle) = 28%*
- Three single axle lorry (44.5 kN/axle) = 17%*
- Assume that the percentage of heavy vehicles on the design lane is 45%*
- Traffic growth rate = 5.5%*
- Percentage of heavy vehicles using design lane = 34%*
- Design life = 20 years*

(Refer Table 2 for further information)

Jadual 2

Beban Gandar <i>Axle Load</i> (kN)	Faktor Beban Setara <i>Equivalent Load Factor</i>	
	Gandar Tunggal <i>Single Axle</i>	Gandar Berkembar <i>Tandem Axle</i>
4.45	0.00002	
26.7	0.01043	0.001
44.5	0.0877	0.007

(a) Kira Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas bagi jalan tersebut.

(3 markah)

Calculate Traffic Growth factor for the road.

(b) Kira Jumlah Bertokok Gandar Piawai bagi kenderaan Penumpang.

(3 markah)

Calculate Equivalent Single Axle Load for passenger cars.

- (c) Kira Jumlah Bertokok Gandar Piawai bagi tujuan reka bentuk.

(3 markah)

Calculate Equivalent Single Axle Load for road design.

- (d) Menggunakan maklumat tambahan berikut, tentukan ketebalan turapan tegar menggunakan kaedah AASHTO. Sila rujuk Jadual 3, Jadual 4, Rajah 2, Rajah 3 dan Rajah 4 untuk penyelesaian. Jangka masa air hujan dikeluarkan dari sistem turapan adalah 1 minggu. Peratusan masa struktur turapan didedahkan dengan tahap lembapan yang menghampiri keadaan tepu ialah 18%.

$$D_{SB} = 7 \text{ in.}$$

$$E_c = 5.5 \times 10^6 \text{ pci}$$

$$E_{SB} = 25,000 \text{ psi}$$

$$\text{Nisbah Galas California bagi Subgred} = 10\%$$

$$\text{Modulus Ruptur Purata konkrit, } S'_c = 850 \text{ lb/in}^2$$

$$\text{Pekali Beban Terpindah, } J = 3.8$$

$$R\% = 90\%$$

$$S_o = 0.35$$

$$P_o = 5.5$$

$$P_t = 3.0$$

(11 markah)

Using additional information given below, determine thickness of rigid pavement using AASHTO method. Use Table 3, Table 4, Figure 2, Figure 3 and Figure 4 to determine the pavement thickness. It takes one week for the rain water to drain from the pavement. Percentage of time the pavement is subjected to moisture level approaching saturation is 18%.

$$D_{SB} = 7 \text{ in.}$$

$$E_c = 5.5 \times 10^6 \text{ pci}$$

$$\text{Subgred CBR} = 10\%$$

$$E_{SB} = 25,000 \text{ psi}$$

$$\text{Average Modulus Rupture for Concrete, } S'_c = 850 \text{ lb/in}^2$$

$$\text{Coefficient load transfer, } J = 3.8$$

$$R\% = 90\%$$

$$S_o = 0.35$$

$$P_o = 5.5$$

$$P_t = 3.0$$

Jadual 3 : Definasi Kualiti Saliran

Kualiti Saliran	Air dikeluarkan dalam masa
Terbaik	2 Jam
Baik	1 hari
Sederhana	1 minggu
Tidak baik	1 bulan
Sangat Tidak Baik	(Air Bertakung)

Jadual 4 : Nilai pekali Saliran untuk Turapan Tegar

Kualiti Saliran	Peratusan masa struktur turapan terdedah kepada tahap kelembapan yang menghapiri keadaan tepu			
	Kurang dari 1%	1-5 %	5-25 %	Besar dari 25%
Terbaik	1.25 – 1.20	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10
Baik	1.20-1.15	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00
Sederhana	1.15-1.10	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90
Tidak baik	1.10-1.00	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80
Sangat Tidak Baik	1.00-0.90	0.90-0.80	0.80-0.70	0.70

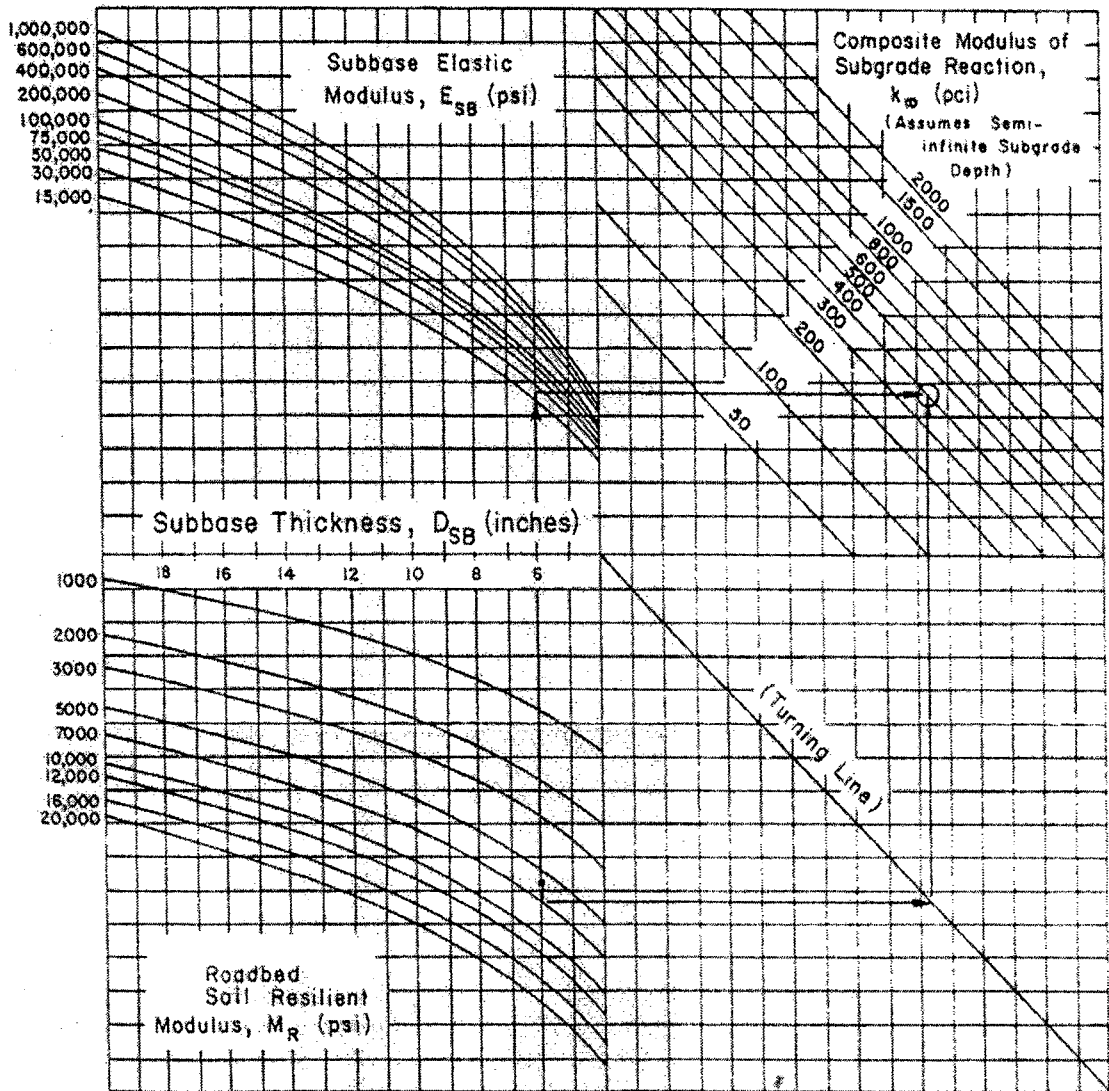
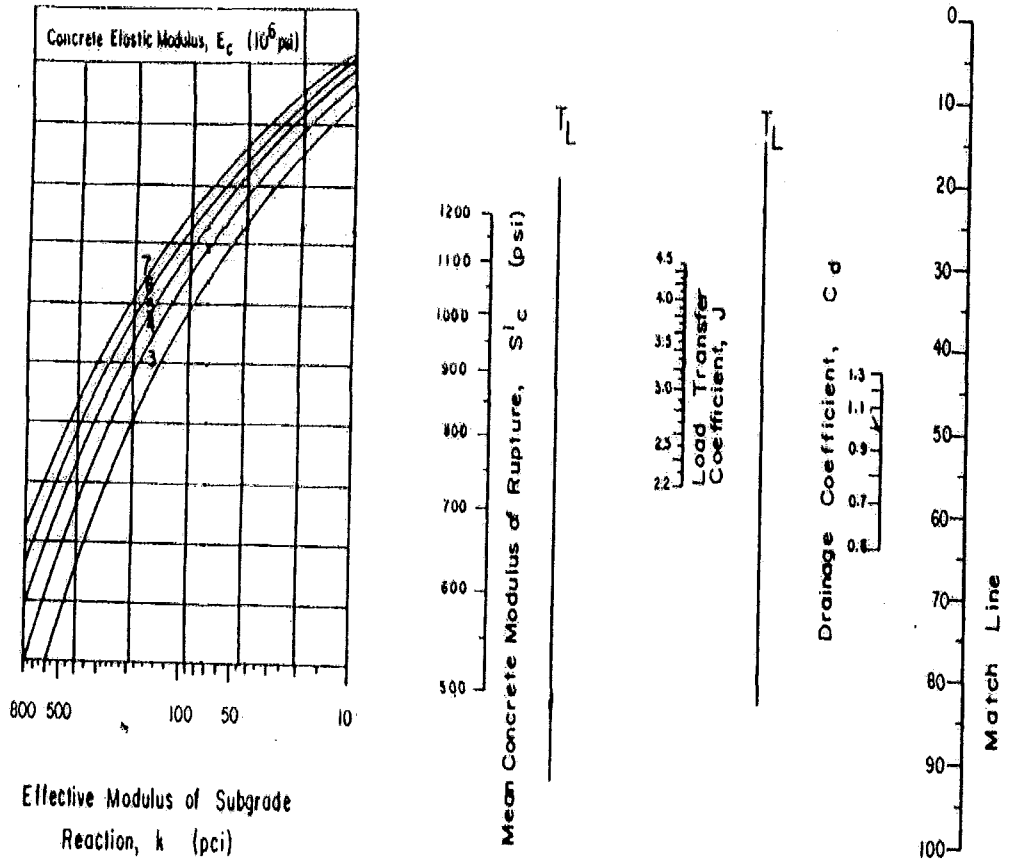
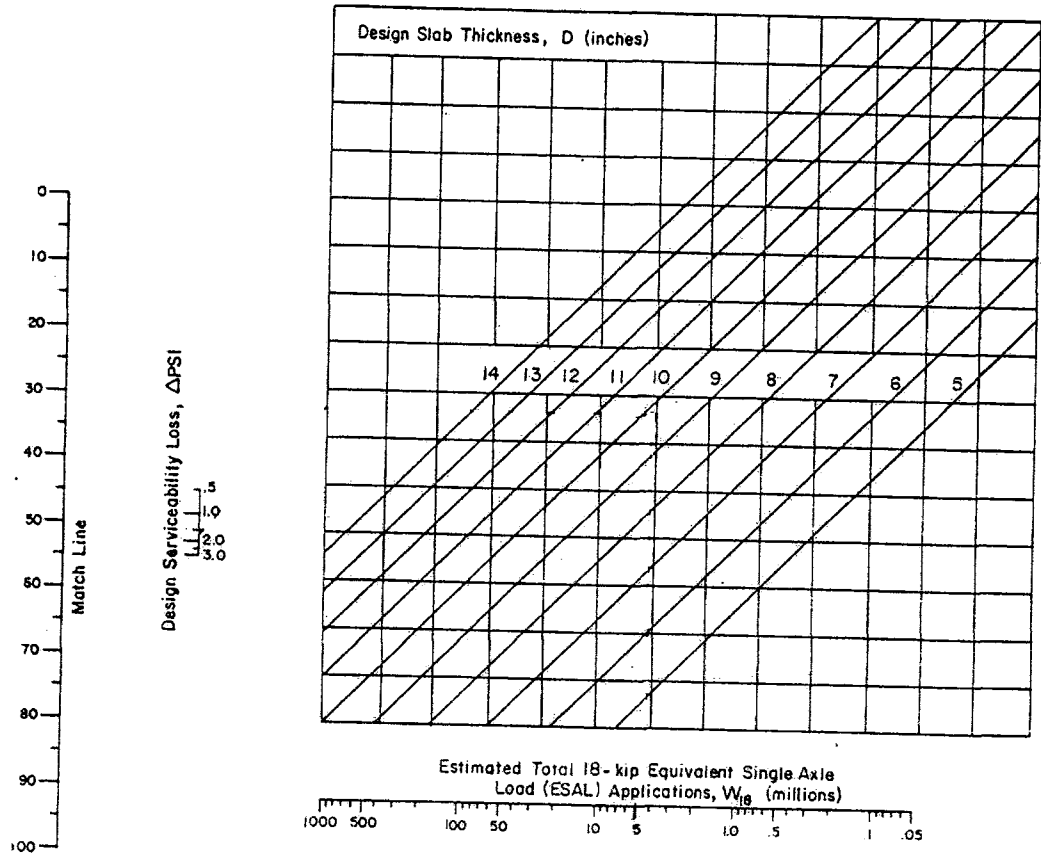


Figure 3.3. Chart for Estimating Composite Modulus of Subgrade Reaction, k_{sp} , Assuming a Semi-Infinite Subgrade Depth. (For practical purposes, a semi-infinite depth is considered to be greater than 10 feet below the surface of the subgrade.)

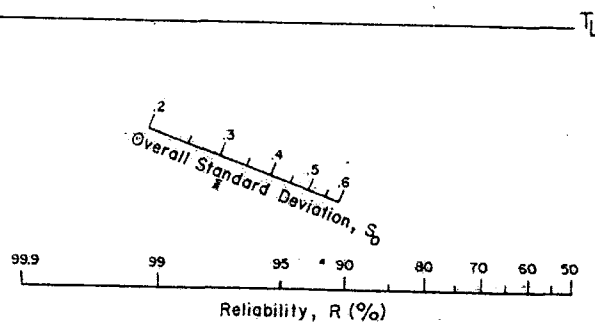
$$\log_{10} \frac{W}{18} = z_R * S_o + 7.35 * \log_{10} (D+1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta \text{ PSI}}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 * 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 p_c) * \log_{10} \left[\frac{S'_c * C_d \left[D^{0.75} - 1.132 \right]}{215.63 * \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}} \right]} \right]$$



Rajah 3



NOTE: Application of reliability in this chart requires the use of mean values for all the input variables.



Rajah 4