รหัสนักศึกษา.....

ชื่อนักศึกษา.....

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 1 **ประจำปีการศึกษา** 2552

วันที่: 25 กรกฎาคม 2552 **เวลา:** 09.00-12.00 น.

วิชา: 221-371 Highway Engineering **ห้อง:** R 200

คำชี้แจง:

1. ข้อสอบส่วนใหญ่ออกซ้ำๆ คล้ายเดิม มาหลายที และหลายปีแล้ว ต้องขออภัยที่ไม่ได้สร้างสรรค์ปัญหาใหม่ให้ท่านมาก
2. ข้อสอบมี 9 หน้า (ไม่รวมแผนภูมิ 7 แผ่น) มี 4 ข้อใหญ่ คะแนนแต่ละข้อไม่เท่ากัน คะแนนรวมเท่ากับ 180
3. ถ้าที่ขีดเขียนในช่องว่างไม่พอ ให้เขียนต่อในที่ว่างที่อื่น และช่วยชี้ทางให้ผู้ตรวจสะดวกในการติดตามไปให้คะแนนด้วย

ข้อที่	ข้อย่อยที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	
1		**45**		
	1.1	5		
	1.2	12		
	1.3	5		
	1.4	5		
	1.5	5		
	1.6	8		
	1.7	5		
2		**70**		
	2.1	15		
	2.2	15		
	2.3	20		
	2.4	20		
3		**35**		
	3.1	15		
	3.2	20		
4		**30**		
	4.1	20		
	4.2	10		
รวม	**สี่ข้อใหญ่**	**180**	**คะแนน**	
		รวมคะแนนที่ท่านทำได้		

รหัสนักศึกษา.....

ข้อที่ 1 (คะแนนรวม 40 คะแนน)

1.1 (5 คะแนน) สาเหตุสำคัญหนึ่งที่ทำให้มีการพัฒนาการด้านการก่อสร้างถนนอย่างขนานใหญ่ในอดีตเป็นเพราะสงคราม ที่ต้องมีการขนส่ง ทหาร อาวุธ และยุทโธปกรณ์จำนวนมาก เช่น การก่อสร้างถนนในช่วงที่อาณาจักรโรมันเรืองอำนาจเมื่อ 1-2 พันปีก่อน การก่อสร้างถนนช่วงจักรพรรดิ์นโปเลียนแห่งฝรั่งเศสที่ต้องการครอบครองยุโรปเมื่อประมาณ 200 ปีก่อน เป็นต้น สำหรับว่าที่วิศวกรอย่างท่านแล้ว ประวัติศาสตร์ ชี้ **<u>ประเด็นสำคัญ</u>** อะไรให้กับท่านบ้าง *เกี่ยวกับเรื่องการก่อสร้างถนนยุคใหม่ของโลกในช่วงต้นๆ ของ 200 ปีหลังสุดนี้*

1.2 (12 คะแนน) ค่าความสามารถรับแรงแบกทานของดินที่ง่ายๆ แต่เป็นที่นิยมใช้มากและเป็นพื้นฐานสำหรับการออกแบบผิวทางคือค่า CBR จงอธิบายโดยสังเขปให้ได้ใจความสำคัญเกี่ยวกับการทดสอบ ทั้งแบบไม่แช่น้ำ และแบบแช่น้ำ พร้อมทั้งความสัมพันธ์กับผลการทดสอบวิธีการอื่นๆ ที่ยุ่งยากซับซ้อนขึ้น เช่น Modulus of Resilience (M_R), Resistance Value (R-Value) และ Modulus of Subgrade Reaction (k)

รหัสนักศึกษา.....

1.3 (5 คะแนน) คุณสมบัติที่สำคัญของคอนกรีตที่ทดสอบได้ไม่ยากนักคือ ค่าความสามารถรับแรงกด (Compressive Strength) แต่สำหรับการนำไปใช้งานก่อสร้างผิวทางถนน คุณสมบัติที่สำคัญกว่าคือ Modulus of Rupture (MOR) เพราะเหตุใดค่านี้จึงสำคัญ และโดยทั่วไป เขาทำการทดสอบหาค่า MOR นี้อย่างไร

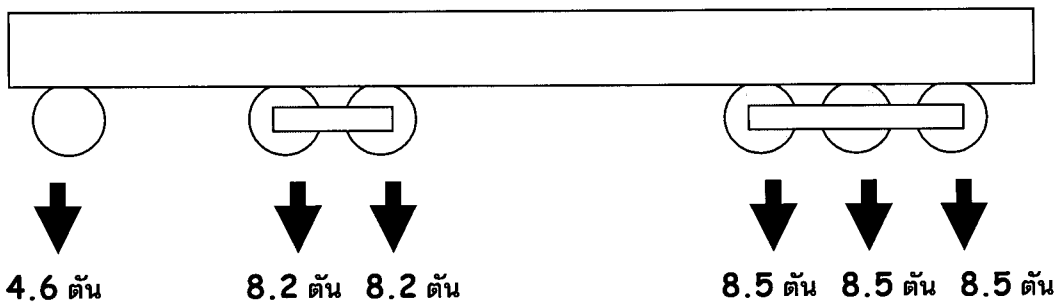
1.4 (5 คะแนน) MOR ที่ได้จากการทดสอบคอนกรีตครั้งหนึ่งมีค่าเท่ากับ 600 psi ถ้านำคอนกรีตที่มีส่วนผสมเดียวกันกับที่นำไปทำการทดสอบ MOR นี้ไปทำการทดสอบหากำลังอัด และทดสอบหากำลังดึง จงคาดคะเนค่ากำลังอัดและค่ากำลังดึงว่า จะได้ค่าเหล่านี้ที่ประมาณกี่ *ksc*

1.5 (5 คะแนน) ยางมะตอยได้มาจาก 3 แหล่งใหญ่คือ จากแหล่งธรรมชาติ จากการกลั่นน้ำมัน และจากการเผาถ่านหิน ยาง AC Pen. Grade 60-70 ที่นิยมใช้ในประเทศไทยได้มาจากแหล่งไหน ทำไมจึงเรียกชื่อเช่นนั้น และมีคุณสมบัติที่สำคัญอะไรบ้างของยางชนิดนี้ ที่ควรต้องได้รับการทดสอบ

1.6 (8 คะแนน) อธิบายให้ได้ใจความสำคัญถึงการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ที่ใช้ค่า BCR, NPV IRR และ Payback Period

รหัสนักศึกษา.....

1.7 (5 คะแนน) หากคิดน้ำหนักมาตรฐานของเพลาแบบเพลาเดี่ยว (Single Axle) เท่ากับ 18,000 ปอนด์; ของเพลาแบบเพลาคู่ (Tandem Axle) เท่ากับ 32,000 ปอนด์; และเพลาแบบไตรเพลา (Tridem Axle) เท่ากับ 48,000 ปอนด์ จงประเมินค่า Truck factor สำหรับรถบรรทุก 22 ล้อ ที่มีน้ำหนักเพลาเดี่ยวล้อเดี่ยวที่ด้านหน้า 4.6 ตัน น้ำหนักเพลาคู่ล้อคู่ตรงกลาง 8.2 ตันต่อเพลา และน้ำหนักเพลาไตรเพลาล้อคู่ที่ตอนท้าย 8.5 ตันต่อเพลา



รหัสนักศึกษา.....

ข้อที่ 2 (คะแนนรวม 70 คะแนน)

2.1 (15 คะแนน) การออกแบบถนน สี่ช่องจราจร ผิวทางลาดยาง สายหนึ่ง มีข้อมูลการออกแบบดังนี้

ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน (ADT) ในปีแรก	=	8,000 คัน/วัน
อัตราการเพิ่มเฉลี่ยปริมาณการจราจรต่อปี	=	4 %
จำนวนปีที่ออกแบบ (Design Life)	=	10 ปี
ร้อยละของรถบรรทุกหนัก (%Heavy Traffic)	=	12.5 %
ร้อยละของรถบรรทุกหนักในช่องทางออกแบบ	=	35 %
ค่าเฉลี่ยน้ำหนักรถบรรทุก (Average Gross Weight)	=	25 ตัน (55,000 lbs)
น้ำหนักเพลาเดี่ยวมาตรฐาน (Standard Axle Load)	=	8.2 ตัน (18,000 lbs)
Subgrade CBR (%)	=	3, 2, 6, 5, 7, 9, 11, 10, 8, 4

จงออกแบบความหนา Full Depth ตามข้อมูลเท่าที่จำเป็นต้องใช้จากที่กำหนดไว้ข้างต้น *ตามวิธี AI 1991* โดย *อนุโลม* ให้ใช้ตารางที่ให้มาสำหรับ MAAT 24°C อนึ่ง ค่า M_R ให้ประมาณเอาจากค่า CBR (ใช้ค่า Percentile ที่ 80) โดยให้ระบุขีดจำกัดของการใช้ความสัมพันธ์ในการประมาณนี้มาด้วย

2.2 (15 คะแนน) ความหนาชั้นทางต่างๆ ตามวิธีการออกแบบ RN 31 จะเป็นเช่นไร

รหัสนักศึกษา.....

2.3 (20 คะแนน) จงออกแบบชั้นทางตามข้อมูลใน 2.1 ด้วยวิธีดั้งเดิม TAI 1970 และโดยให้พิจารณาว่า:

ความหนาผิวจราจรลาดยางชั้นบนสุด ต้องไม่น้อยกว่า 7.5 ซม

ชั้นพื้นทาง (Road base) จะมี CBR ไม่ต่ำกว่า 80 %

ชั้นรองพื้นทาง (Sub base) จะมี CBR ไม่ต่ำกว่า 25 %

ชั้นวัสดุคัดเลือก (Selected material) จะมี CBR ไม่ต่ำกว่า 6 %

อัตราส่วนการทดแทน (Substitution ratio, S_r):

สำหรับดินชั้นพื้นทาง = 2.0

สำหรับดินชั้นรองพื้นทางและดินชั้นวัสดุคัดเลือก = 2.7

สูตรช่วยการคิดคำนวณ:

แฟคเตอร์ปรับแก้จำนวนปีการออกแบบที่ต่างจาก 20 ปี $= \{(1 + r)^n - 1\} / 20\,r$

Full depth Thickness of Asphalt, TA

$$TA\ (\text{นิ้ว}) = \{9.19 + 3.97 \log_{10}(DTN)\} / CBR^{0.4}$$

รหัสนักศึกษา.....

2.3 (20 คะแนน) ออกแบบพื้นทางข้างต้นให้เป็นถนนคอนกรีต โดยวิธี RN 29

ข้อที่ 3 (คะแนนรวม 35 คะแนน)

3.1 (15 คะแนน) อธิบาย Transverse Joints และ Longitudinal Joint *ทุกรูปแบบ*

รหัสนักศึกษา.....

3.2 (20 คะแนน) คำนวณหา *ขนาด* *ความยาว* และ *ความถี่* ในการวาง Tie Bar และ Temperature Steel สำหรับทางคอนกรีตสองช่องจราจรกว้างช่องละ 3.50 ม. หนา 23 ซม. และมีระยะรอยต่อตามขวางทุก 15 ม.

ข้อที่ 4 (คะแนนรวม 30 คะแนน)

4.1 (20 คะแนน) อธิบายแนวคิดการออกแบบโครงสร้างผิวทางลาดยางตาม AASHTO 1993 ตามขั้นตอนต่อไปนี้

ก. Reliability และ Overall Standard Deviation (3 คะแนน)

ข. Traffic Loading W_{18} (2 คะแนน)

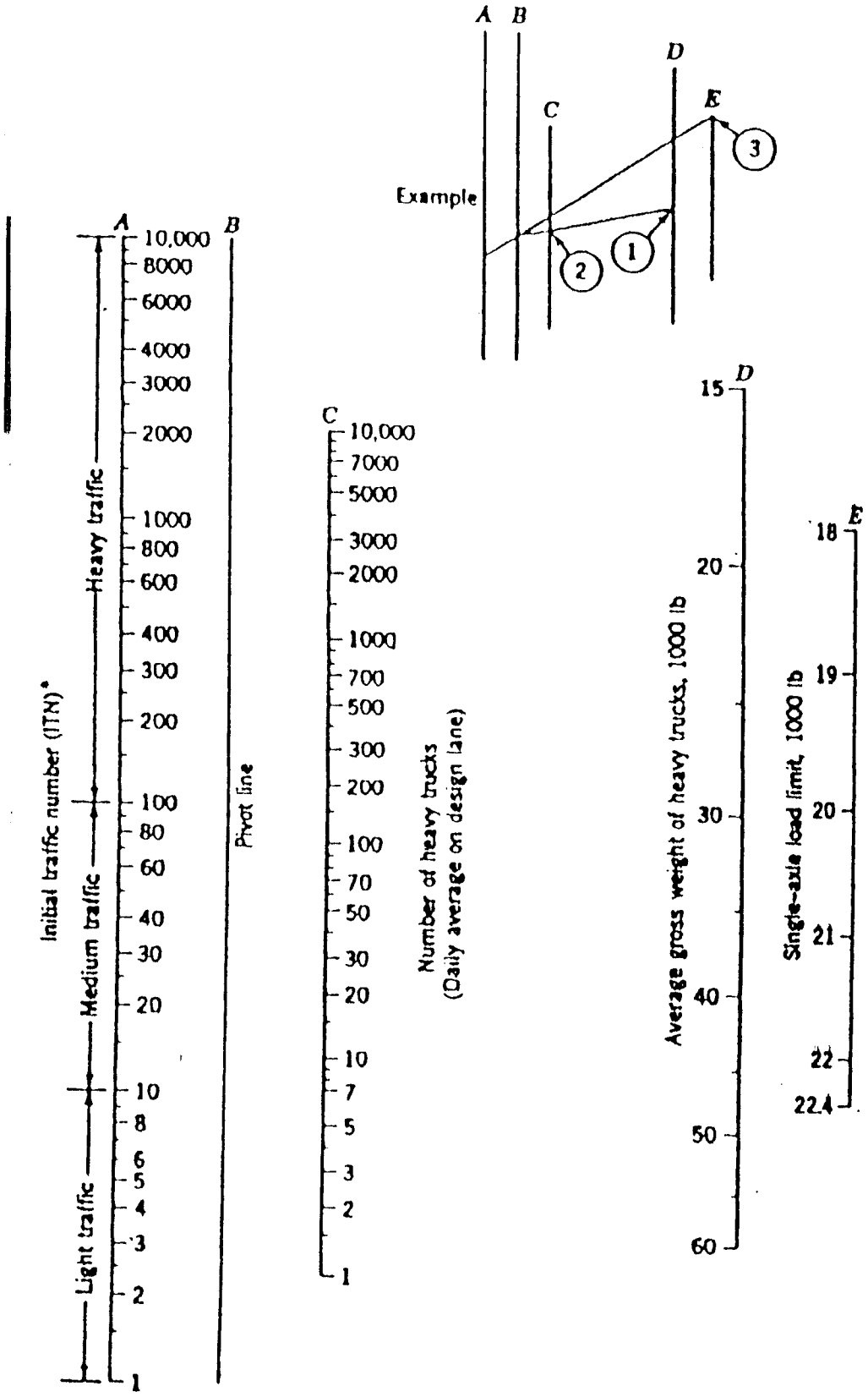
ค. Design Serviceability Loss ΔPSI (3 คะแนน)

รหัสนักศึกษา.....

ง. CBR และ Effective M_R (2 คะแนน)

จ. Structural Number SN โดยให้อธิบายถึง Structural Coefficients และ Drainage Coefficients ไปพร้อมกันด้วย (10 คะแนน)

4.2 (10 คะแนน) ผิวทางลาดยางมีรูปแบบการพิบัติอะไรบ้าง เกิดจากอะไร และบำรุงรักษาได้เช่นไร

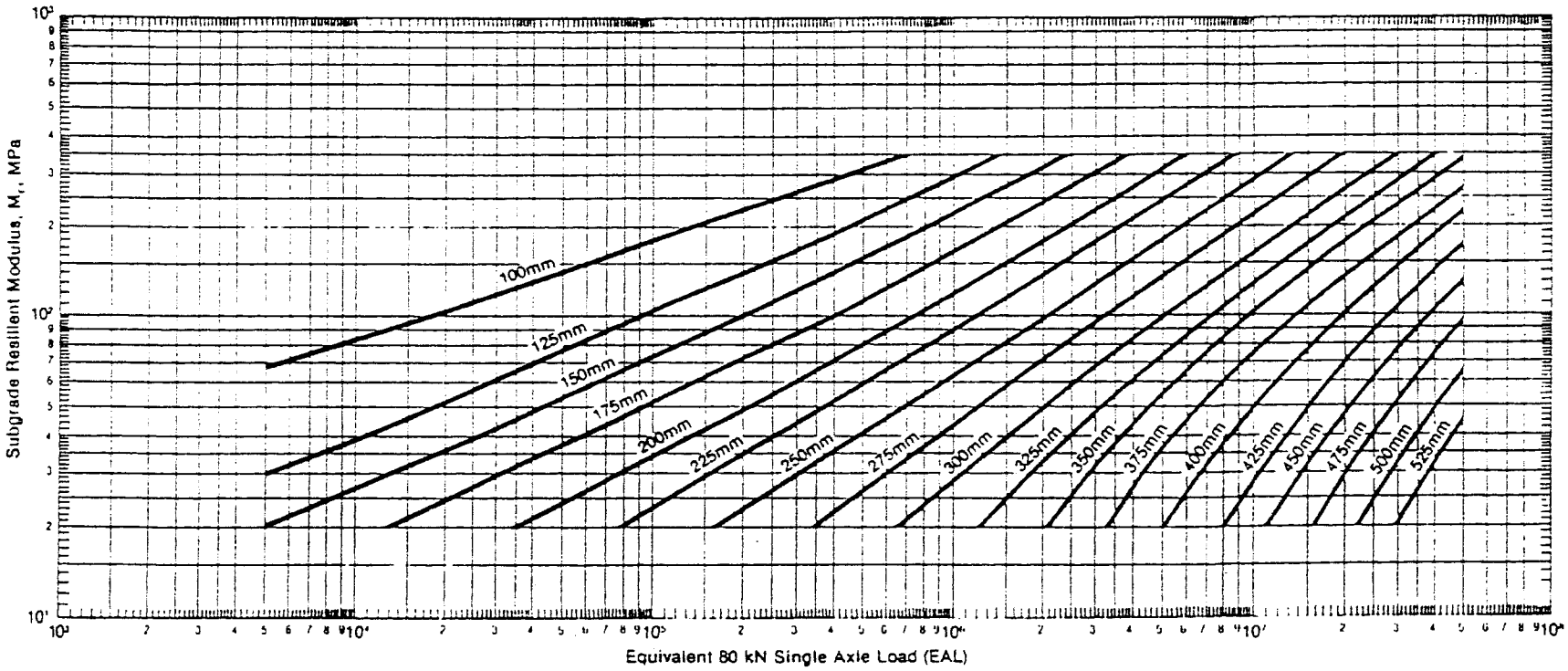


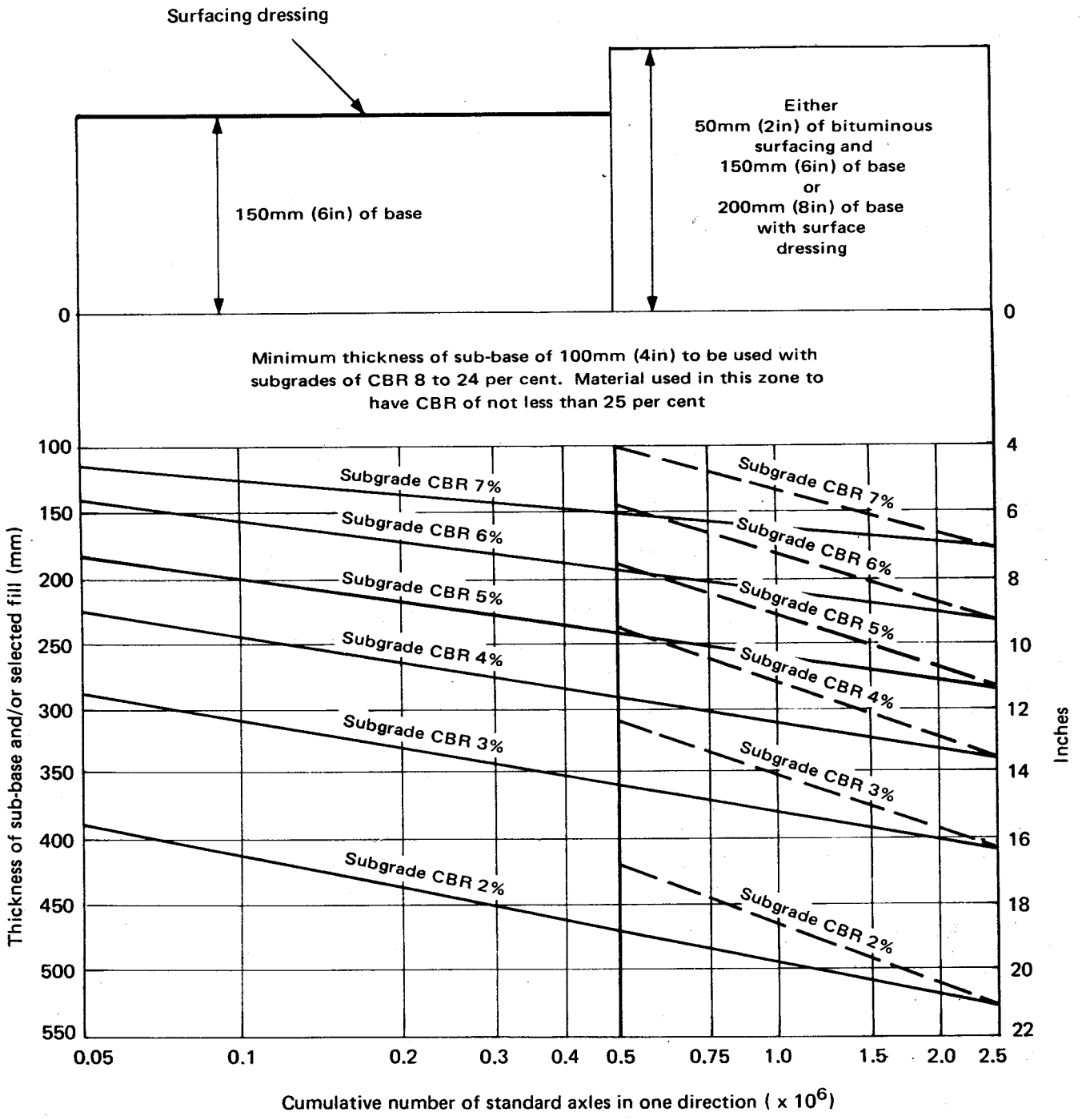
*ITN value may require correction where the IDT of automobiles and light trucks is relatively high.

Nomographic solution of EAL_{18}. (From The Asphalt Institute.)

Full Depth Asphalt Concrete

MAAT 24°C





If it is desired to provide at the time of construction a pavement capable of carrying more than 0.5 million standard axles, the designer may choose either a 150mm (6in) base with a 50mm (2in) bituminous surfacing or a 200mm (8in) base with a double surface dressing. For both of these alternatives, the recommended sub-base thickness is indicated by the broken line.

Alternatively, a base 150mm (6in) thick with a double surface dressing may be laid initially and the thickness increased when 0.5 million standard axles have been carried The extra thickness may consist of 50mm (2in) of bituminous surfacing or at least 75mm (3in) of crushed stone with a double surface dressing. The largest aggregate size in the crushed stone must not exceed 19mm (¾in) and the old surface must be prepared by scarifying to a depth of 50mm (2in). For this stage construction procedure, the recommended thickness of sub-base is indicated by the solid line.

Fig. 3 PAVEMENT DESIGN CHART FOR FLEXIBLE PAVEMENTS

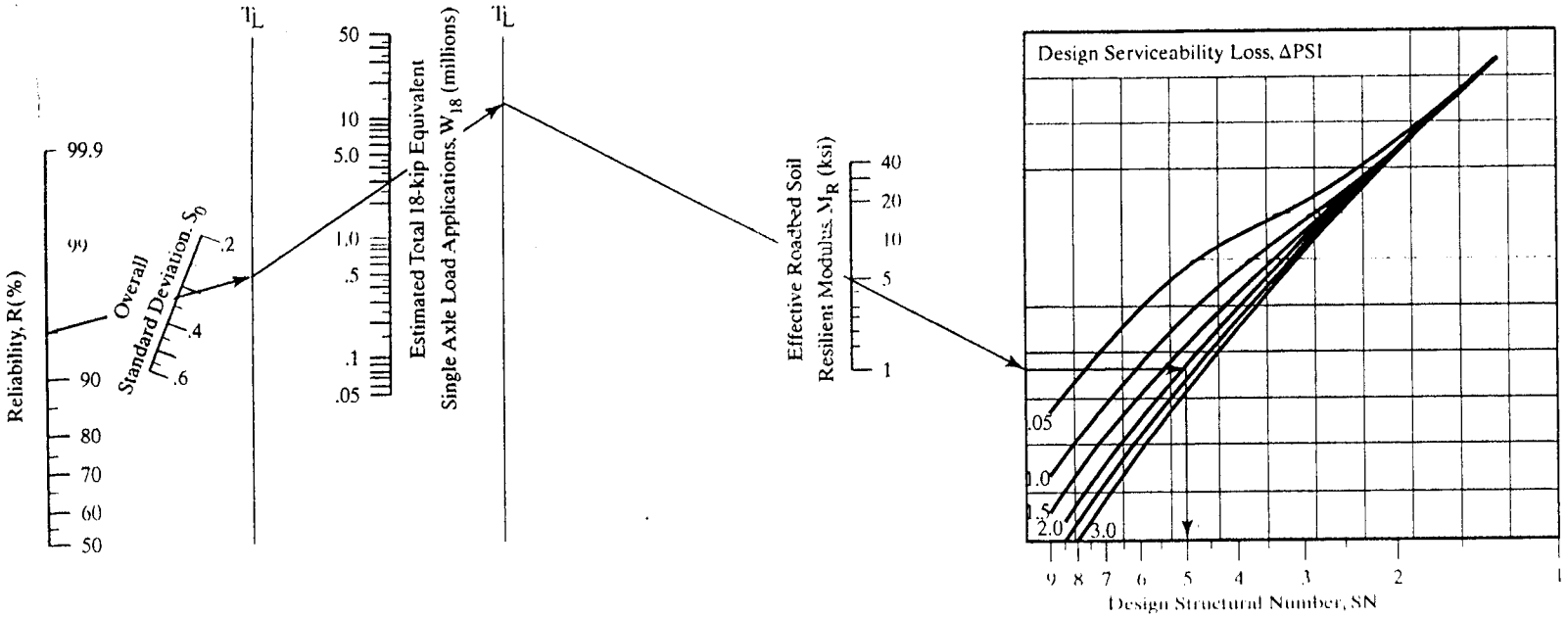


FIGURE 11.25

Design chart for flexible pavements based on mean values for each input (1 ksi = 6.9 MPa). (From the *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*. Copyright 1986. American Association of State Highway and Tranportation Officials, Washington, DC. Used by permission.)

Figure 11 **Concrete: minimum thickness of slabs**

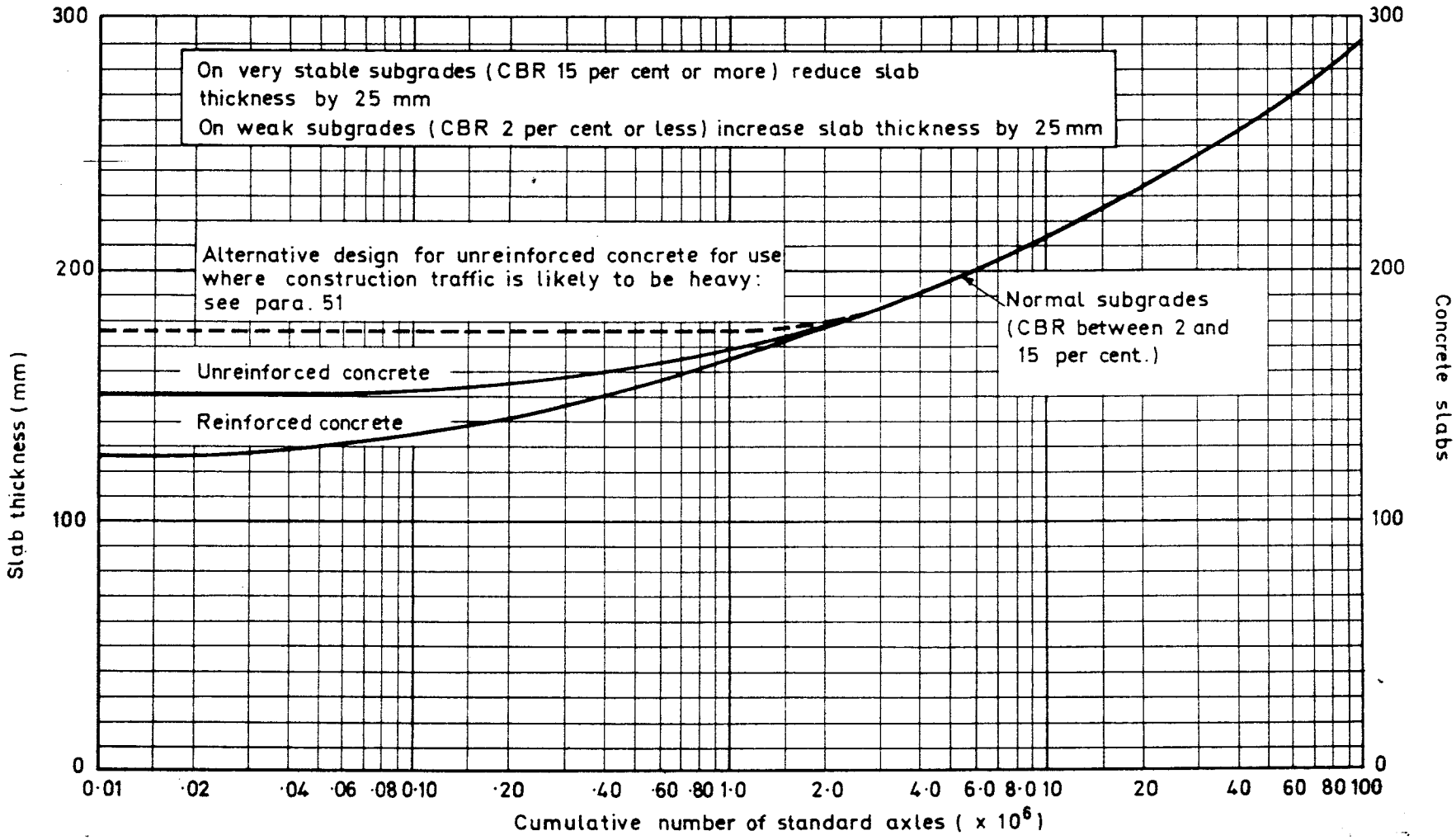
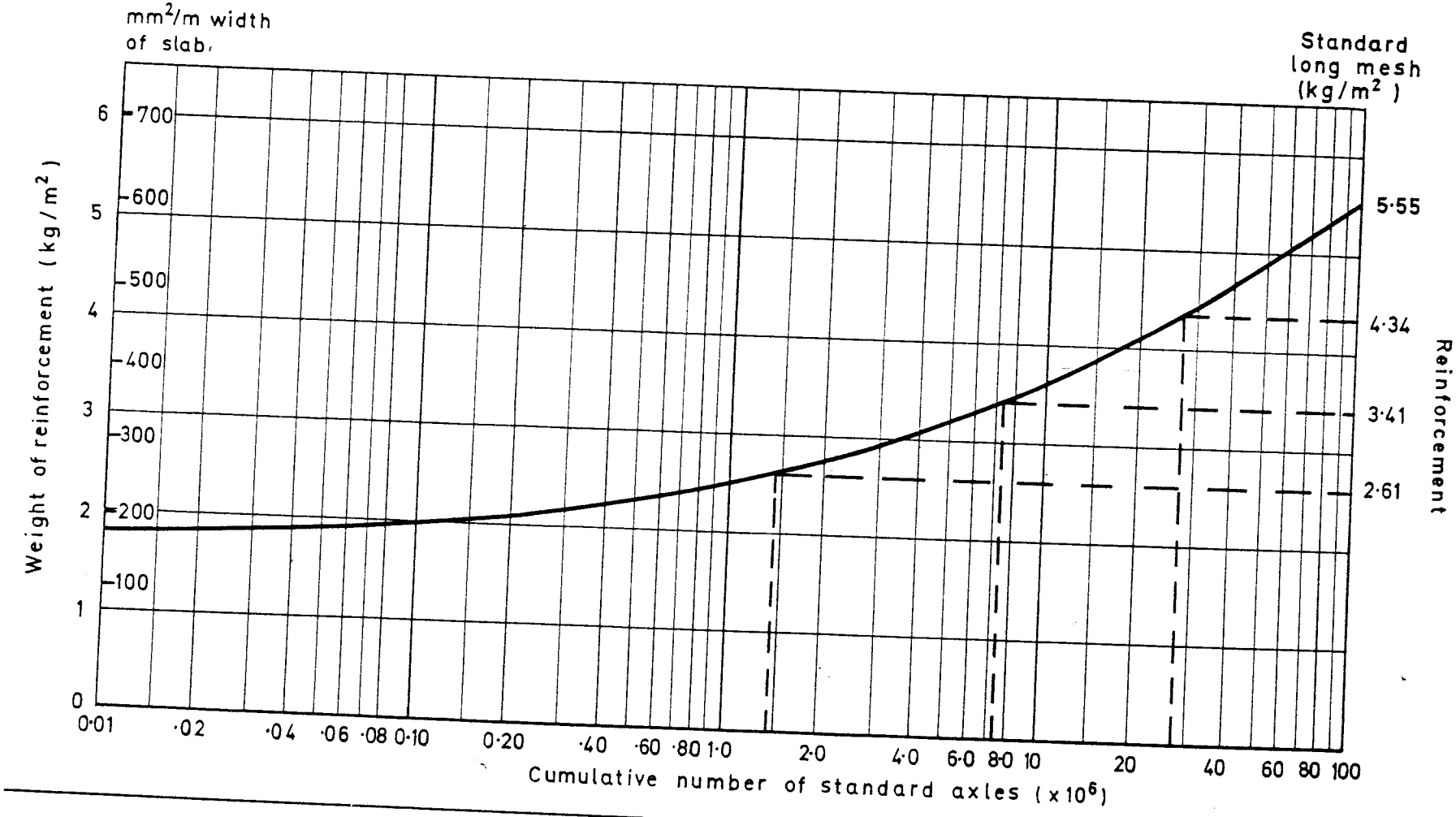
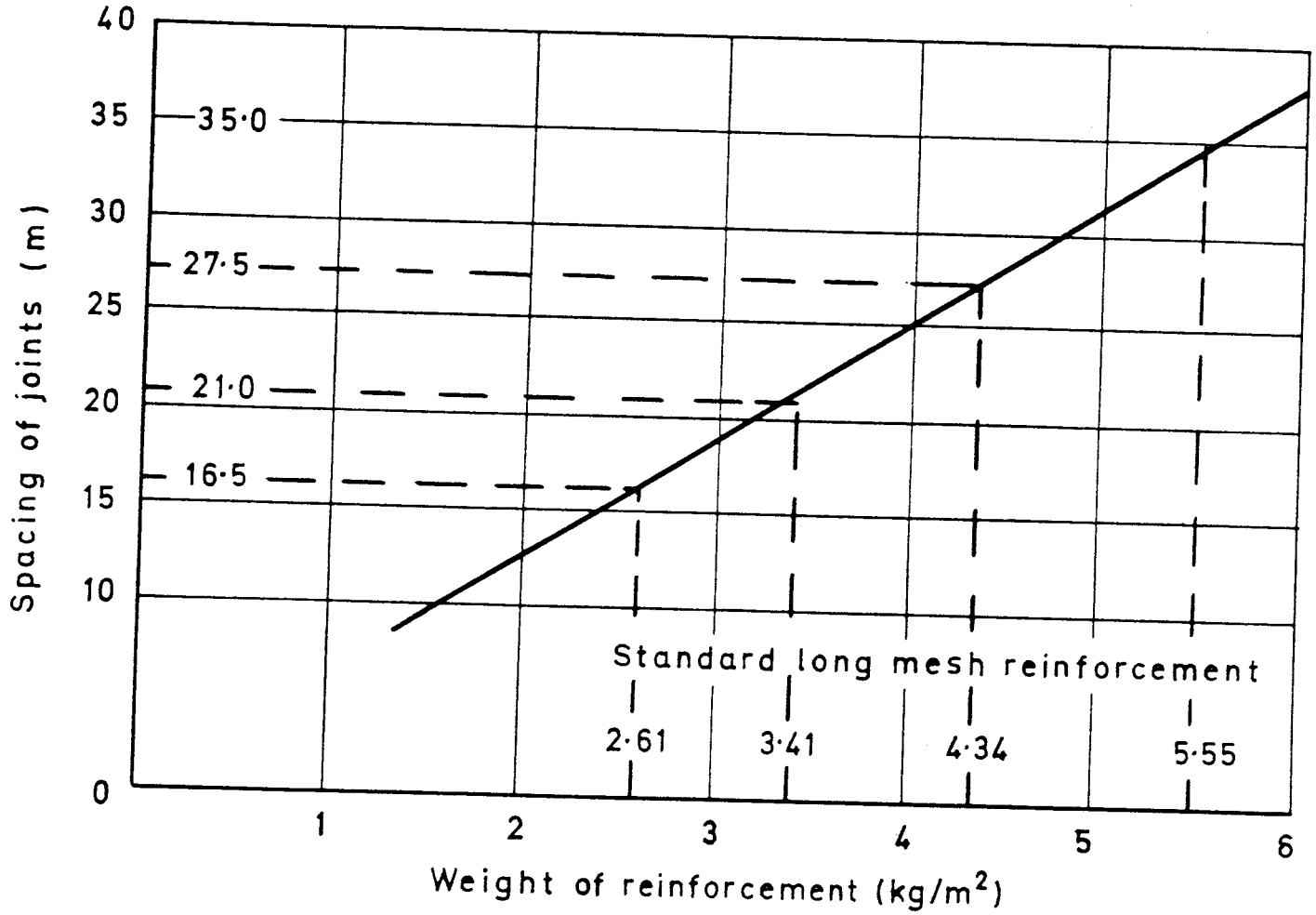


Figure 12 **Reinforcement: minimum weight for concrete slabs**

Figure 12 **Reinforcement: minimum weight for concrete slabs**




40
35
30
25
20
15
10
0
35·0
27·5
21·0
16·5
Spacing of joints (m)
Standard long mesh reinforcement
2·61
3·41
4·34
5·55
1
2
3
4
5
6
Weight of reinforcement (kg/m²)