รหัสนักศึกษา..... .....

ชื่อนักศึกษา..... .....

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 2 **ประจำปีการศึกษา** 2550

วันที่: 5 มกราคม 2551 **เวลา:** 09.00-12.00 น.

วิชา: 221-371 Highway Engineering **ห้อง:** R 201

คำชี้แจง:

1. ข้อสอบส่วนใหญ่ออกซ้ำๆ คล้ายเดิม มาหลายที และหลายปีแล้ว ต้องขออภัยที่ไม่ได้สร้างสรรค์ปัญหาใหม่ให้ท้าทานมาก
2. ข้อสอบมี 9 หน้า (ไม่รวมแผนภูมิ 6 แผ่น) มี 4 ข้อใหญ่ คะแนนแต่ละข้อไม่เท่ากัน คะแนนรวมเท่ากับ 180
3. ถ้าที่ขีดเขียนในช่องว่างไม่พอ ให้เขียนต่อในที่ว่างที่อื่น และช่วยชี้ทางให้ผู้ตรวจ สะดวกในการตามไปให้คะแนนด้วย

ข้อที่	ข้อย่อยที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1		**45**	
	1.1	5	
	1.2	10	
	1.3	5	
	1.4	5	
	1.5	5	
	1.6	6	
	1.7	9	
2		**80**	
	2.1	15	
	2.2	15	
	2.3	25	
	2.4	25	
3		**30**	
	3.1	15	
	3.2	15	
4		**25**	
	4.1	8	
	4.2	5	
	4.3	12	
รวม		**180**	

รหัสนักศึกษา.....

ข้อที่ 1 (คะแนนรวม 45 คะแนน)

1.1 (5 คะแนน) สาเหตุสำคัญหนึ่งที่ทำให้มีการพัฒนาการด้านการก่อสร้างถนนอย่างขนานใหญ่ในอดีตเป็นเพราะสงคราม ที่ต้องมีการขนส่งทหาร อาวุธและยุทโธปกรณ์จำนวนมาก เช่น การก่อสร้างถนนช่วงอาณาจักรโรมันเรืองอำนาจเมื่อ 1-2 พันปีก่อน การก่อสร้างถนนช่วงจักรพรรดิ์นโปเลียนแห่งฝรั่งเศสที่ต้องการครอบครองยุโรป เมื่อประมาณ 200 ปีก่อน เป็นต้น สำหรับท่านแล้ว ประวัติศาสตร์ชี้**ประเด็นสำคัญ**อะไรให้กับท่านได้บ้างเกี่ยวกับเรื่องการก่อสร้างถนนยุคใหม่ของโลกในช่วงต้นๆ ของ 200 ปีหลังสุดนี้

1.2 (10 คะแนน) ค่าความสามารถรับแรงแบกทานของดินที่ง่ายๆ แต่เป็นที่นิยมใช้มากและเป็นพื้นฐานสำหรับการออกแบบผิวทางคือค่า CBR และท่านคงได้ลงปฏิบัติการในวิชาปฐพีกลศาสตร์มาแล้ว จงอธิบายโดยสังเขปให้ได้ใจความสำคัญเกี่ยวกับการทดสอบ ทั้งแบบไม่แช่น้ำและแบบแช่น้ำ พร้อมทั้งความสัมพันธ์กับผลการทดสอบวิธีการอื่นๆ ที่ยุ่งยากซับซ้อนขึ้น เช่น **Modulus of Resilience (M_R), Resistance Value (R-Value)** ภายใต้พื้นทางลาดยาง และ **Modulus of Subgrade Reaction (k)** ภายใต้พื้นทางคอนกรีต

รหัสนักศึกษา..... .....

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

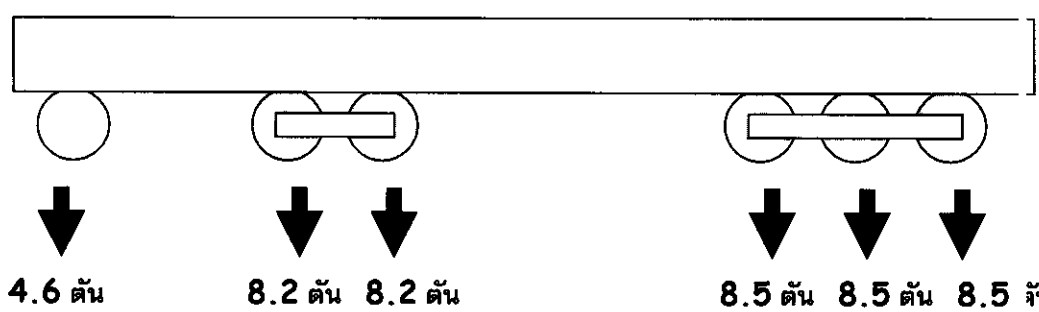
1.4 (5 คะแนน) MOR จากการทดสอบคอนกรีตครั้งหนึ่งเท่ากับ 650 psi ถ้านำคอนกรีตที่มีส่วนผสมเดียวกันกับที่นำไปทำการทดสอบ MOR นี้ไปทดสอบหากำลังอัด และทดสอบหากำลังดึง จงคาดคะเนค่ากำลังอัดและค่ากำลังดึงว่า จะได้ค่าเหล่านี้ที่ประมาณกี่ ksc

1.5 (5 คะแนน) ยางมะตอยได้มาจาก 3 แหล่งใหญ่คือ จากแหล่งธรรมชาติ จากการกลั่นน้ำมัน และจากการเจาะถ่านหิน ยาง AC Pen. Grade 60-70 ที่นิยมใช้ในประเทศไทยได้มาจากแหล่งไหน ทำไมจึงเรียกชื่อเช่นนั้น และมีคุณสมบัติอื่นๆ ที่สำคัญๆ อะไรบ้างของยางนี้ที่ควรต้องมีการทดสอบ

1.6 (6 คะแนน) อธิบายให้ได้ใจความสำคัญถึงการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ที่ใช้ค่า BCR, NPV และ IRR

รหัสนักศึกษา..... .....

1.7 (9 คะแนน) หากคิดน้ำหนักมาตรฐานของเพลาแบบเพลาเดี่ยว (Single Axle) เท่ากับ 18,000 ปอนด์; ของเพลาแบบเพลาคู่ (Tandem Axle) เท่ากับ 33,000 ปอนด์; และเพลาแบบไตรเพลา (Tridem Axle) เท่ากับ 48,000 ปอนด์ จงประเมินค่า Truck factor สำหรับรถบรรทุก 22 ล้อ ที่มีน้ำหนักเพลาเดี่ยวล้อเดี่ยว ที่ด้านหน้า 4.6 ตัน น้ำหนักเพลาคู่ล้อคู่ตรงกลาง 8.2 ตันต่อเพลา และน้ำหนักเพลาไตรเพลาล้อคู่ที่ตอนท้าย 8.5 ตันต่อ พลา



รหัสนักศึกษา.....

ข้อที่ 2 (คะแนนรวม 80 คะแนน)

2.1 (15 คะแนน) การออกแบบถนน 4 ช่องจราจรผิวทางลาดยางสายหนึ่ง มีข้อมูลการออกแบบดังนี้

ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน (ADT) ในปีแรก	=	8,000 คัน/วัน
อัตราการเพิ่มเฉลี่ยปริมาณการจราจรต่อปี	=	3 %
จำนวนปีที่ออกแบบ	=	15 ปี
ร้อยละของรถบรรทุกหนัก (%HT)	=	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 (ใช้ค่า Percentile ที่ 80)	=	3, 2, 6, 5, 7, 9, 11, 10, 8 4

จงออกแบบความหนา Full Depth ตามข้อมูลเท่าที่จำเป็นต้องใช้จากที่กำหนดไว้ข้างต้นตามวิธี AI 1991 โดยอนุโลมให้ใช้ตารางที่ให้มาสำหรับ MAAT 24°C อนึ่ง ค่า M_R ให้ประมาณเอาจากค่า CBR โดยใช้ความสัมพันธ์กับ ค่า CBR ที่ต่ำกว่า 10%

2.2 (15 คะแนน) ความหนาชั้นทางต่างๆ ตามวิธีการออกแบบ RN 31 จะเป็นเช่นไร

รหัสนักศึกษา..... .....

2.3 (25 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 (นิ้ว) $= \{9.19 + 3.97 \log_{10}(DTN)\} / CBR^{0.4}$

รหัสนักศึกษา..... .....

2.3 (25 คะแนน) ออกแบบพื้นทางข้างต้นให้เป็นถนนคอนกรีต โดยวิธี RN 29

ข้อที่ 3 (คะแนนรวม 30 คะแนน)

3.1 (15 คะแนน) อธิบาย Transverse Joints และ Longitudinal Joint

รหัสนักศึกษา..... .....

3.2 (15 คะแนน) คำนวณหา *ขนาด ความยาว* และ *ความถี่* ในการวาง Tie Bar และ Temperatur : Steel สำหรับทางคอนกรีตสองช่องจราจรกว้างช่องละ 3.50 ม. หนา 23 ซม. และมีระยะรอยต่อตามขวางทุก 10 ม.

ข้อที่ 4 (คะแนนรวม 25 คะแนน)

4.1 (8 คะแนน) อธิบายหลักการ Four Step Model ในการทำแบบจำลองทางคณิตศาตร์ในการวางแผน ารขนส่ง

รหัสนักศึกษา..... .....

4.2 (5 คะแนน) โมเดล "แรงโน้มถ่วง" ได้ชื่อเช่นนี้มาเช่นไร และท่านคิดว่า สมมุติฐานและหรือข้อมูลอะไรของโมเดลนี้น่าจะเป็นปัญหาหรืออุปสรรคที่ยุ่งยากที่สุด สำหรับการนำไปใช้งานวางแผนการขนส่งในประเทศไทย

4.3 (12 คะแนน) จากข้อมูลในตารางข้างล่างนี้ จงประเมินปริมาณการเดินทางจากพื้นที่ย่อยที่ 1 ไปยังพื้นที่ย่อยอื่นๆ ตามแนวทางโมเดล "แรงโน้มถ่วง"

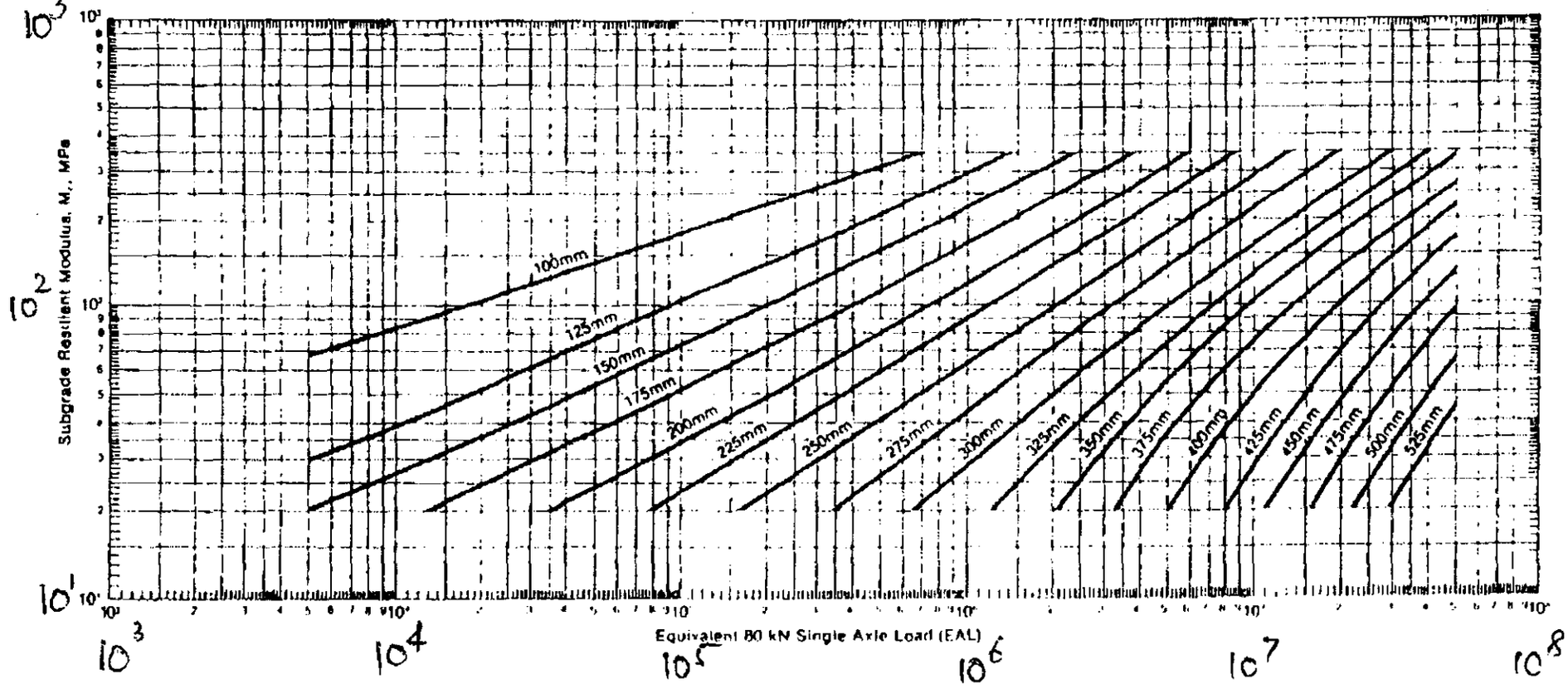
$$Tij = Gi\ Aj\ Fij\ /\ \Sigma(Aj\ Fij)$$

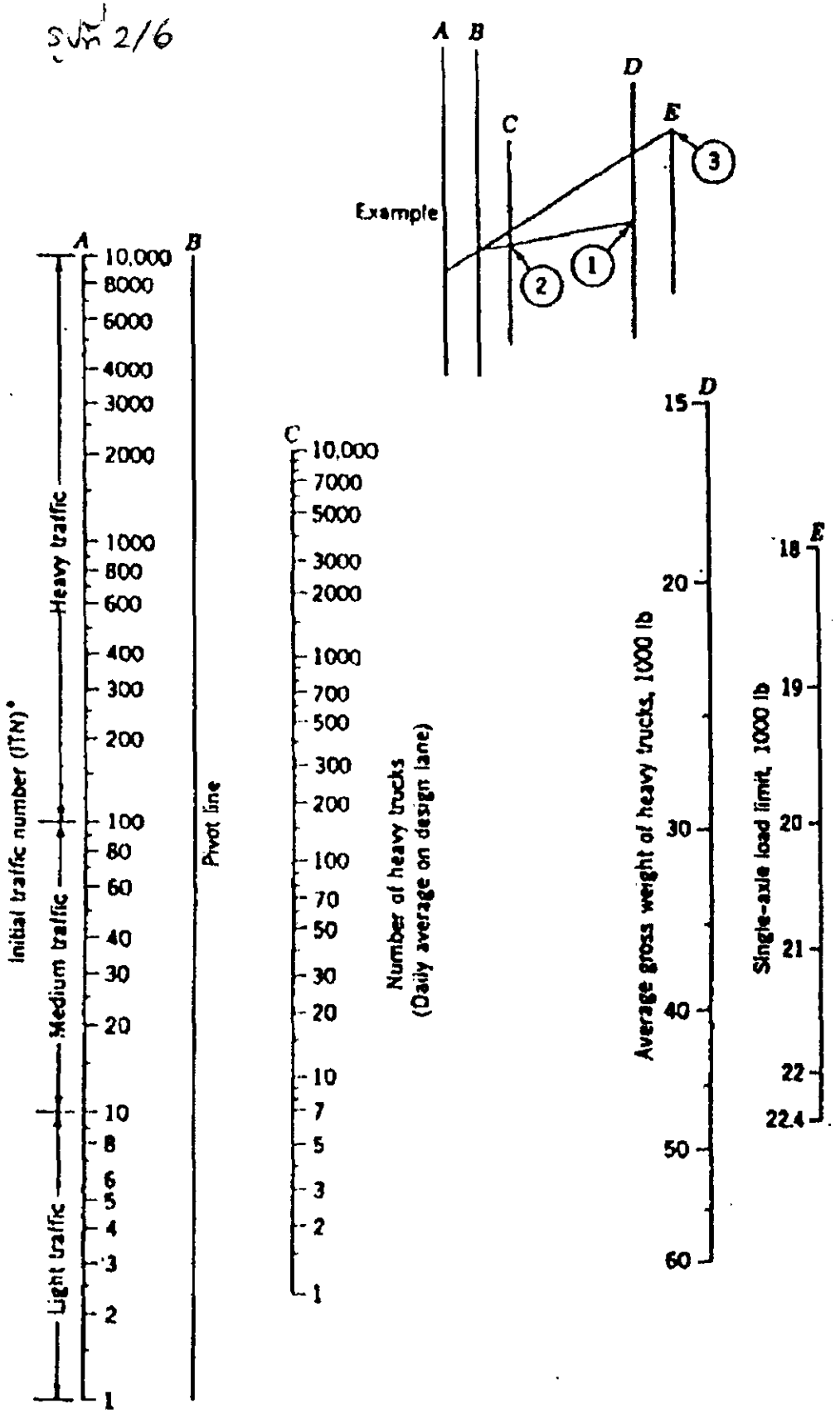
เมื่อ Fij ได้รับการพิจารณาว่าเท่ากับ $1\ /\ t^{n}$ โดยที่ $n = 1.9$

พื้นที่ย่อยที่	เวลาการเดินทาง t (นาที) จากพื้นที่ย่อย 1	เที่ยวเดินทางออกไปที่เกิดขึ้น	เที่ยวเดินทางเข้ามาจากแรงดึงดูด
1		20,000	10,000
2	10	15,000	30,000
3	20	30,000	18,000
4	15	25,000	10,000
5	30	18,0000	40,000

Full Depth Asphalt Concrete

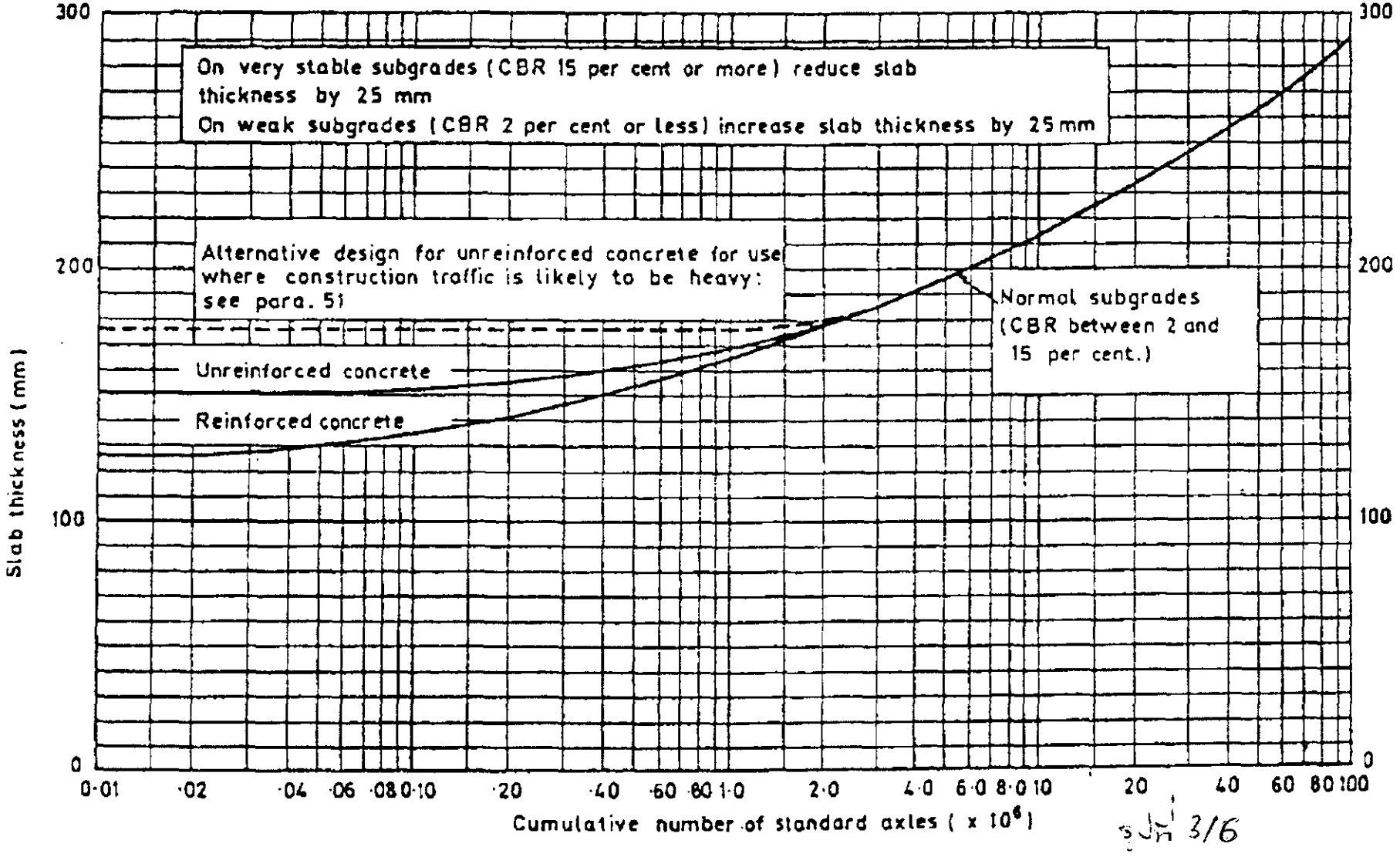
MAAT 24°C



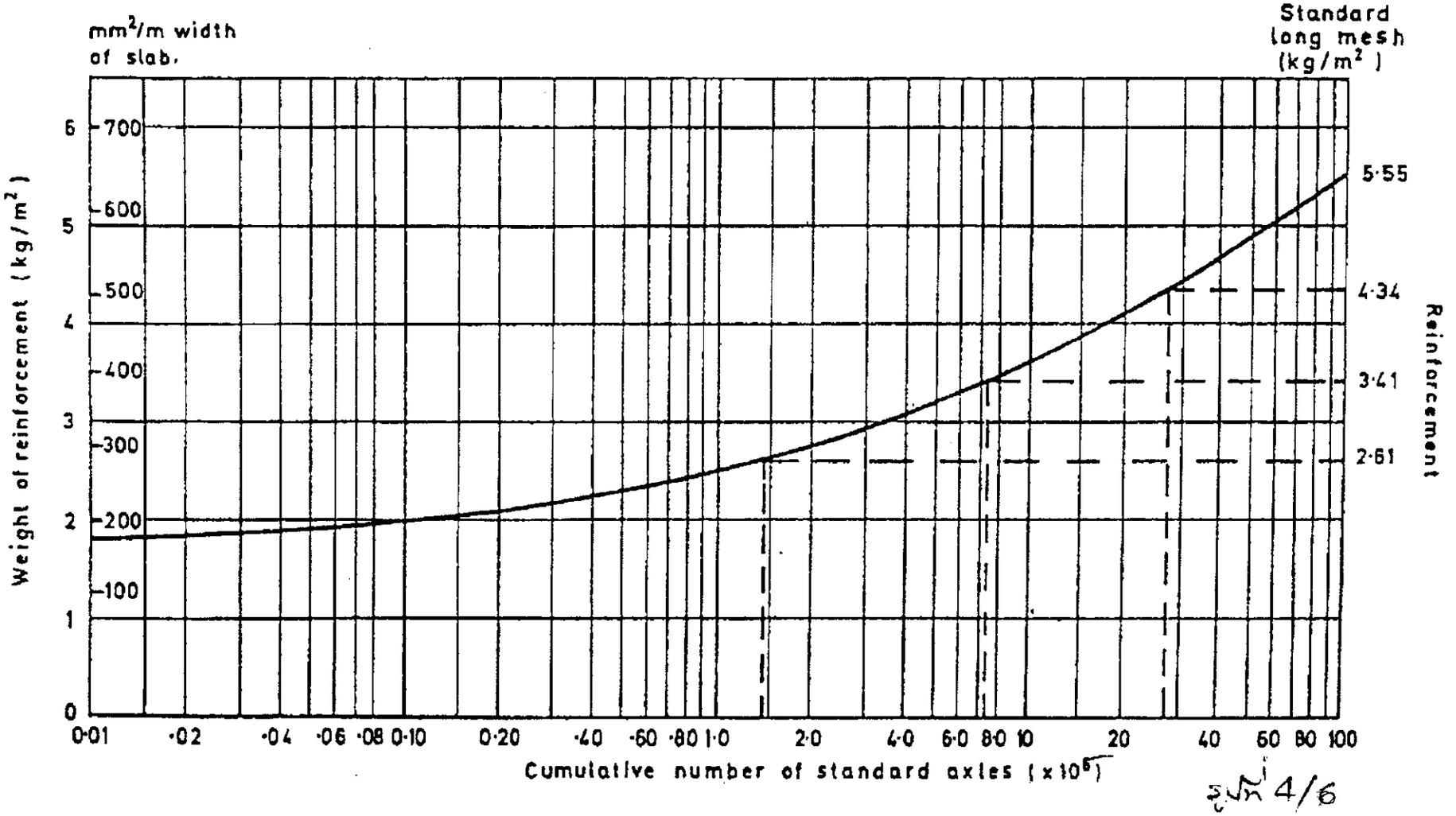


*ITN value may require correction where the IDT of automobiles and light trucks is relatively high.

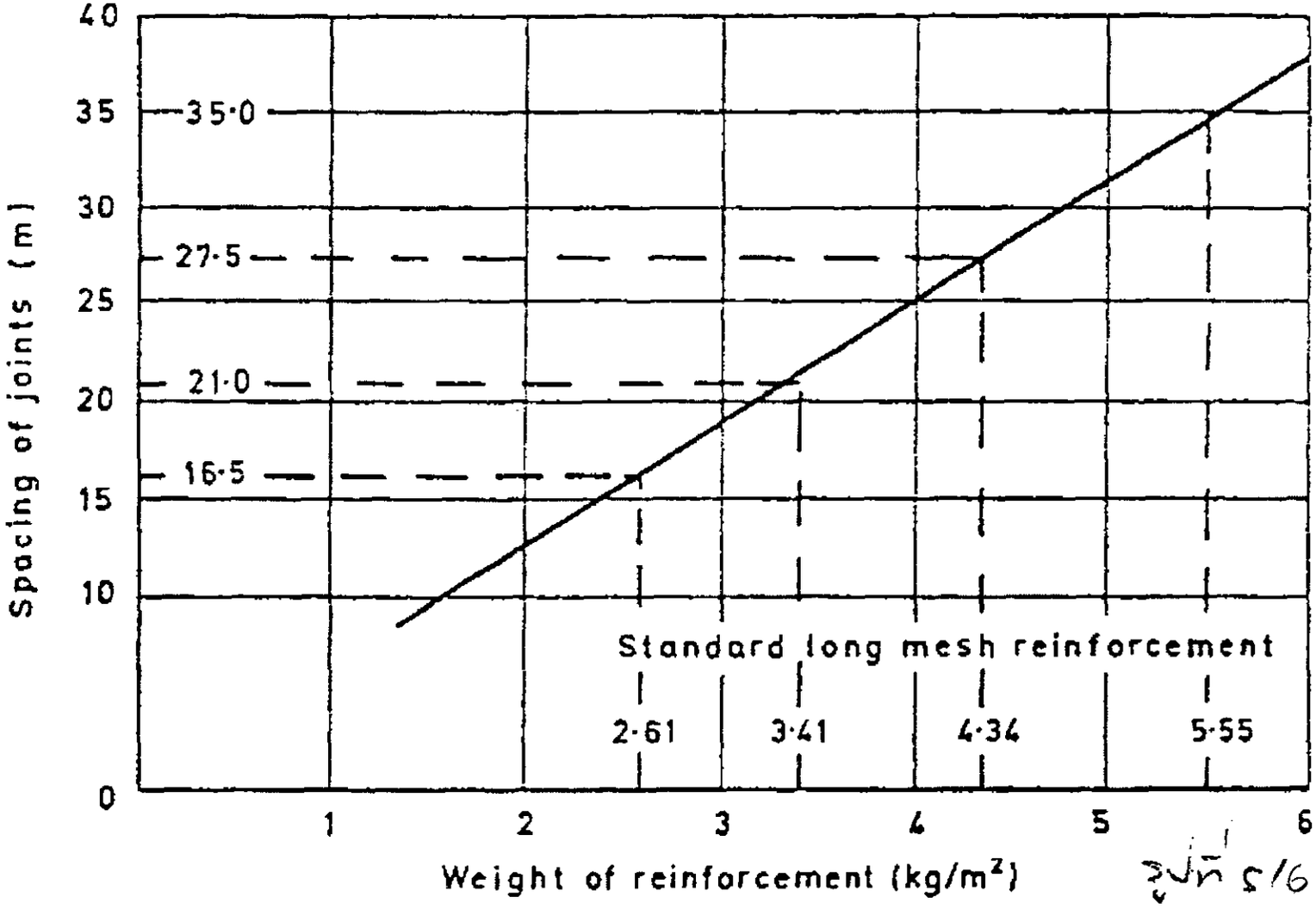
Nomographic solution of EAL_{20}. (From The Asphalt Institute.)


On very stable subgrades (CBR 15 per cent or more) reduce slab thickness by 25 mm
On weak subgrades (CBR 2 per cent or less) increase slab thickness by 25 mm
Alternative design for unreinforced concrete for use where construction traffic is likely to be heavy: see para. 51
Normal subgrades (CBR between 2 and 15 per cent.)
Unreinforced concrete
Reinforced concrete
Slab thickness (mm)
Concrete slabs
300
200
100
0
0·01
·02
·04
·06
·08
0·10
·20
·40
·60
·80
1·0
2·0
4·0
6·0
8·0
10
20
40
60
80
100
Cumulative number of standard axles (x 10⁶)

3/6


mm²/m width of slab.
Standard long mesh (kg/m²)
Weight of reinforcement (kg/m²)
6
5
4
3
2
1
0
700
600
500
400
300
200
100
5·55
4·34
3·41
2·61
Reinforcement
0·01
·02
·04
·06
·08
0·10
0·20
·40
·60
·80
1·0
2·0
4·0
6·0
8·0
10
20
40
60
80
100
Cumulative number of standard axles (x10⁶)

4/6


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)

रेखाचित्र 5/6

ate the subgrade moisture content when it rises to within 0.9m (3 ft) of the road surface, in sandy clays (PI ≤ 20 per cent) the water-table will dominate when it rises to within 3m (10 ft) of the road surface, and in heavy clays (PI ≥ 40 per cent) the water-table will dominate when it rises to within 7m (23 ft) of the road surface.

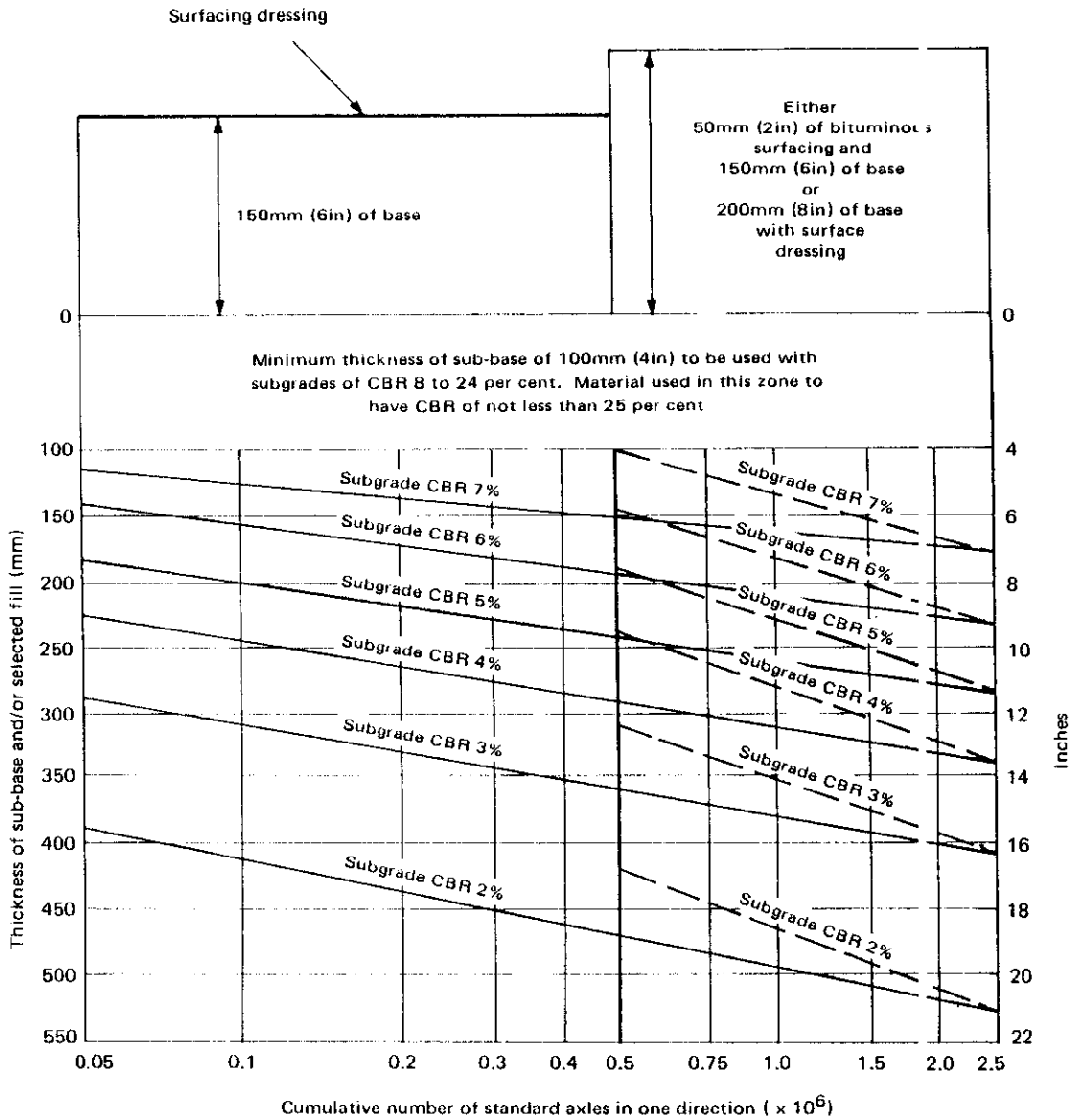
In addition to areas where the water-table is maintained by rainfall, this category includes coastal strips and flood plains where the water-table is maintained by the sea, by a lake, or by a river.

ii) *Subgrades with deep water-tables and where rainfall is sufficient to produce significant seasonal changes in moisture conditions under the road.* These conditions occur when rainfall exceeds evapotranspiration for at least two months of the year. The rainfall in such areas is usually greater than 250mm (10 in) per year and is often seasonal.

iii) *Subgrades in areas with no permanent water-table near the ground surface and where the climate is arid throughout the year.* Such areas have an annual rainfall of 250 mm (10 in) or less.

3.1 Estimating the subgrade moisture content

Category (i). Where a water-table exists *close* to the ground surface the ultimate moisture content



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.