

**คณะวิศวกรรมศาสตร์**  
**มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**

การสอบกลางภาค ประจำปีการศึกษาที่ 1  
วันอาทิตย์ที่ 29 กรกฎาคม พ.ศ. 2555  
วิชา : 235-400 Mine planning and design

ปีการศึกษา 1/2555  
เวลา : 13.30 – 16.30 น.  
ห้อง : Robot

**คำสั่ง**

1. ทำทุกข้อในพื้นที่ที่เว้นไว้ให้
2. อนุญาตให้นำเอกสารทุกประเภทเข้าห้องสอบได้
3. อนุญาตให้นำเครื่องคำนวณทุกประเภทเข้าห้องสอบได้
4. เวลาทำข้อสอบ 3 ชั่วโมง ข้อสอบมี 15 หน้าไม่รวมปก

ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

ชื่อ \_\_\_\_\_ รหัส \_\_\_\_\_

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	3	
2	3.5	
3	18.5	
4	25	
5	8	
6	17	
<b>รวม</b>	<b>75</b>	

อาจารย์ วิมเนศวร์ ดำคง  
อาจารย์ พงศ์ศิริ จุลพงศ์  
ผู้ออกข้อสอบ

ส่วนที่ 1 : Basic Mine Design with SURPAC and Mine Economics

อ.วิษณุศรี

1. โปรดอธิบายความหมายของคำศัพท์ที่ได้เรียนมา ต่อไปนี้ (สามารถวาดรูปประกอบได้)

A. อัตราส่วนการเปิดเปลือกดินต่อแร่

(1.5 คะแนน)

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

B. FSR : REIGHT, SMELTING and REFINING Cost

(1.5 คะแนน)

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

2. จากข้อมูลต่อไปนี้ โปรดเติมเครื่องหมายถูก (✓) หรือผิด (✗)

(3.5 คะแนน)

\_\_\_\_\_ โปรแกรม Surpac ของภาควิชาเป็นแบบที่เรียกว่า Academic License แจก License ผ่านระบบ Network

\_\_\_\_\_ VULCAN เป็นโปรแกรมที่ทำงานร่วมกับโปรแกรม Surpac ได้โดยตรง

\_\_\_\_\_ MineSched เป็นโปรแกรม Scheduling ที่ทำงานร่วมกับ Surpac

\_\_\_\_\_ บริษัท ผาแดงอินดัสทรี จำกัด (มหาชน) เป็นเหมืองขนาดใหญ่ซึ่งผลิตแร่ทองแดง ก็ใช้โปรแกรม Surpac สำหรับงานเหมือง

\_\_\_\_\_ หน่วยของ Stripping Ratio ต้องเป็น ลูกบาศก์เมตรต่อตัน (Cu.m./tonne) เท่านั้น

\_\_\_\_\_ ค่า Stripping Ratio ที่ทำให้กำไรเป็นศูนย์พอดี เรียกว่า Break Even Stripping Ratio

\_\_\_\_\_ Cut-off grade คือ ความสมบูรณ์ของแร่ต่ำสุดที่ทำเหมืองแล้วมีกำไรมากที่สุด

3. บริษัท ฮิตเลอร์มายนิ่ง (ประเทศไทย) จำกัด สำรวจแหล่งแร่บ็อกไซต์ บริเวณที่ราบสูงโบละเวน แขวง อັตตะปือ ประเทศลาว พบว่าเป็นแหล่งแร่ขนาดใหญ่ที่มีศักยภาพ สำหรับทำเหมืองและตั้งโรงงานผลิต อลูมิน่า ( $Al_2O_3$ ) ซึ่งทีมวิศวกรเหมืองแร่ของบริษัทฯ มีข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการดังนี้ (18.5 คะแนน)

○ ค่าทำเหมือง	90	บาทต่อตัน
○ ค่าบดหยาบและบดละเอียด	45	บาทต่อตัน
○ ค่าแต่งแร่และถลุงอลูมิน่า	850	บาทต่อตัน
○ ค่าบริหารและต้นทุนอื่นๆ	67	บาทต่อตัน
○ ค่าเสื่อมราคา	100	บาทต่อตัน
○ ค่าเปิดเปลือกดิน	56	บาทต่อลบ.ม.
○ Head Grade ( $%Al_2O_3$ ) 10.0, 8.0, 6.0, และ 4.0 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้สามารถเก็บแร่ได้ 80%		
○ ราคาแร่ขายในท้องตลาด ประมาณ 40 บาทต่อกิโลกรัม		

สมมติว่าคุณเป็นหนึ่งในทีมวิศวกร จงคำนวณค่าต่างๆ รวมทั้ง Break even stripping ratio และเติมลงในตารางในช่องที่แรเงา สำหรับที่ราคาแร่ 20,30,40,50 และ 60 บาท/กิโลกรัม

คำถาม ที่ Head Grade แร่ และราคาแร่เท่าใดทำให้ BESR มีค่าติดลบ

ตอบ.....  
 .....  
 .....  
 .....

หมายเหตุ :

1. กรณีตัวเลขที่คำนวณได้มีค่าติดลบ ให้เขียนวงเล็บรอบค่านั้น แทนการใช้เครื่องหมายลบ
2. กำหนดทศนิยมตัวเลขไม่เกิน 2 ตำแหน่ง
3. สามารถทดเลขหลังข้อสอบนี้ได้

## ตารางคำตอบสำหรับข้อที่ 3

Head Grade	10.0		8.0		6.0		4.0	
Recovery	80.0		80.0		80.0		80.0	
Recoverable Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> per tonne								
Cost (Baht)	per tonne ore	per kg Alumina	per tonne ore	per kg Alumina	per tonne ore	per kg Alumina	per tonne ore	per kg Alumina
Mining								
Crushing-Milling								
Process-Refine								
Gov. and Admin								
Depreciation								
Total								
Value @ 20 B/kg.								
Net Value								
BESR (: 1)								
Value @ 30 B/kg.								
Net Value								
BESR (: 1)								
Value @ 40 B/kg.								
Net Value								
BESR (: 1)								
Value @ 50 B/kg.								
Net Value								
BESR (: 1)								
Value @ 60 B/kg.								
Net Value								
BESR (: 1)								

--ขอให้โชคดี--

4. จงอธิบายความหมายของคำศัพท์ต่อไปนี้พร้อมวาดรูปประกอบ (ข้อละ 5 คะแนน)

4.1 Heaped capacity and Struck capacity

4.2 Bank volume and Loose volume

#### 4.3 Static tipping load

#### 4.4 Grade Resistance and Rolling Resistance

#### 4.5 Total Resistance

5. จงเลือกชนิดเครื่องจักรที่ใช้ในการบรรทุกขนส่งต่อไปนี้ให้เหมาะสมกับระยะทางที่กำหนดให้  
(8 คะแนน)

(Bull Dozer, Front End Loader, Scraper, Articulated Truck, Rear Dump Truck)

- 5.1 ระยะทางการขนส่งอยู่ในช่วง 350m – 10km.....
- 5.2 ระยะทางการขนส่งอยู่ในช่วง 200m – 3km.....
- 5.3 ระยะทางการขนส่งอยู่ในช่วง ต่ำกว่า 100m.....
- 5.4 ระยะทางการขนส่งอยู่ในช่วง 50m – 200m.....

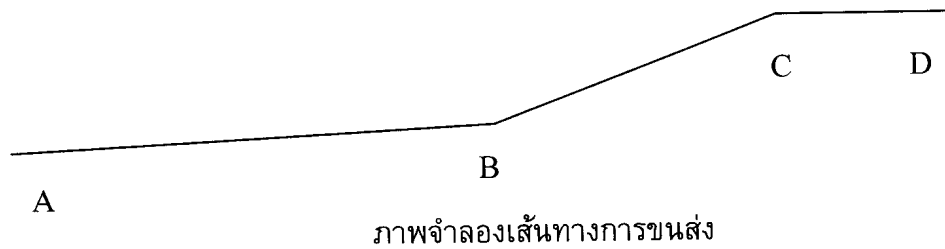
6. จงคำนวณจำนวนรถบรรทุกที่ต้องใช้ในการขนส่งเปลือกดินไปทิ้ง ปริมาณ 20,000,000 ตันต่อปี โดยมีข้อมูลดังนี้ (17 คะแนน)

3.1 ใช้รถขนาด 90 tons ของ Catterpillar Model 777D (ข้อมูลจำเพาะตามเอกสารแนบ)

3.2 ใช้รถตัก Shovel Model 5130B (ข้อมูลจำเพาะตามเอกสารแนบ)

- ขนาดบุงกี Heaped capacity 11 lcm
- Cycle time 0.45 นาที
- ตัก 5 ตักเต็มรถบรรทุก

Road Stretch	Length (m)	% Grade Resistance	%Rolling Resistance
A-B	300	2	8
B-C	200	8	4
C-D	100	0	6



## ข้อมูลจำเพาะของรถตัก

MODEL	5080	5130B	5230
Bucket Size	5.2 m <sup>3</sup> 6.8 yd <sup>3</sup>	11.1 m <sup>3</sup> 14.5 yd <sup>3</sup>	17.0 m <sup>3</sup> 22.2 yd <sup>3</sup>
Soil Type	Shot rock	Shot rock	Shot rock
Swing Angle	90°	90°	90°
Load Area	No Obstructions	No Obstructions	No Obstructions
Operator Ability	Average	Average	Average
Load Bucket	0.16 Min.	0.18 Min.	0.20 Min.
Swing Loaded	0.09 Min.	0.13 Min.	0.14 Min.
Dump Bucket	0.03 Min.	0.04 Min.	0.05 Min.
Swing Empty	0.09 Min.	0.10 Min.	0.10 Min.
Total Cycle Time	0.37 Min.	0.45 Min.	0.49 Min.

BOTTOM DUMP BUCKET  
FILL FACTORS

Material	Fill Factor*
Bank Clay; Earth	100%-105%
Rock-Earth Mixture	100%-105%
Rock — Poorly Blasted	85%-95%
Rock — Well Blasted	95%-105%
Shale, Sandstone — Standing Bank	85%-100%

\*Percent of heaped bucket capacity.

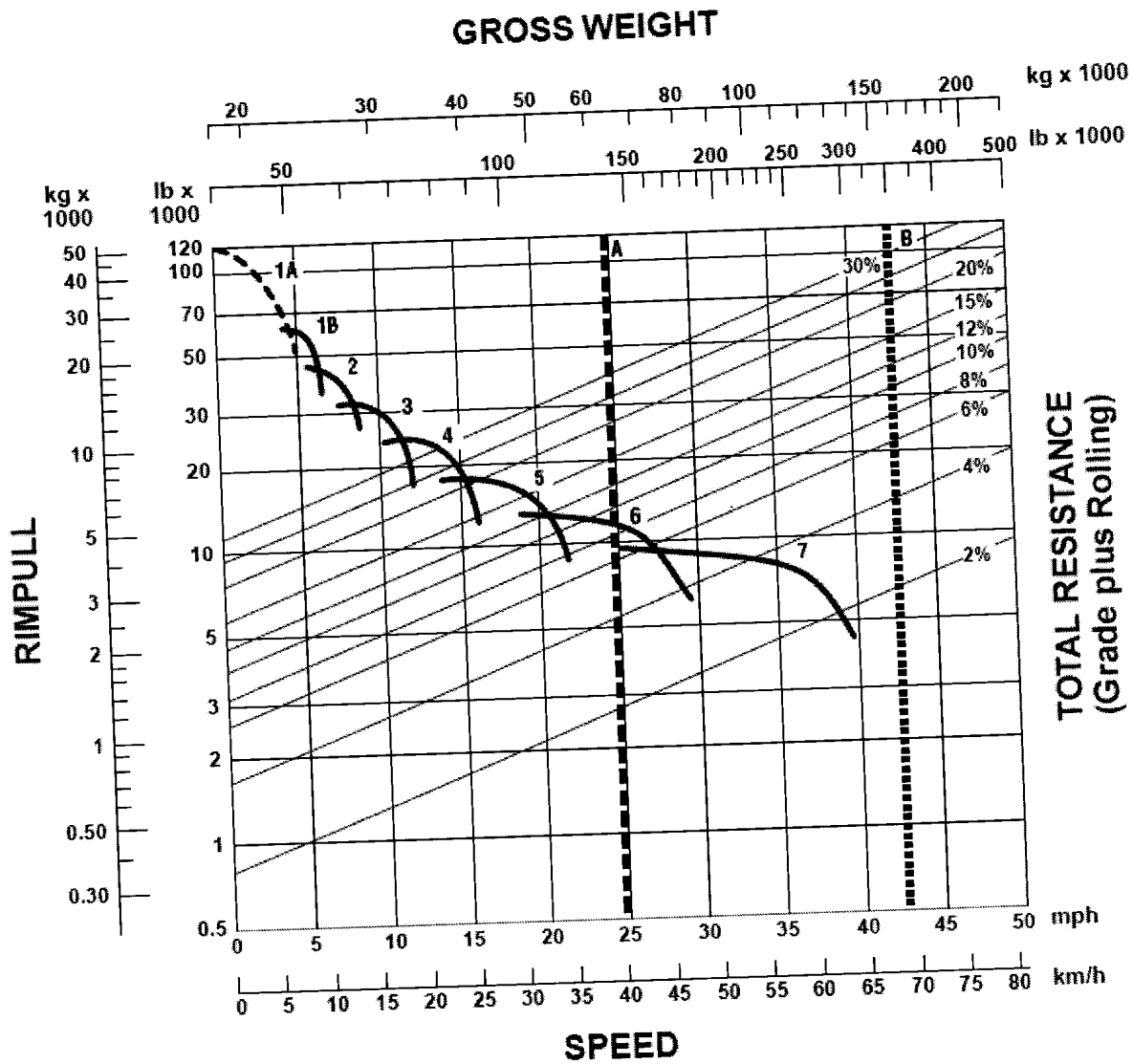
## ข้อมูลจำเพาะของรถบรรทุก



MODEL	777D	
Body Type	Flat Floor	
Gross Vehicle Weight	181 030 kg	355,000 lb
Chassis Weight*	48 580 kg	107,100 lb
Body Weight	18 430 kg	36,185 lb
Maximum Payload**	96 020 kg	211,710 lb
Standard Liner Weight	5675 kg	12,500 lb
Payload with Standard Liner	90 340 kg	199,210 lb
Capacity:		
Struck (SAE)	42.0 m <sup>3</sup>	54.6 yd <sup>3</sup>
Heaped (2:1) (SAE)	60.5 m <sup>3</sup>	79.1 yd <sup>3</sup>
Distribution Empty:		
Front	47%	
Rear	53%	
Distribution Loaded:		
Front	47%	
Rear	53%	
Engine Model	3508B	
Number of Cylinders	8	
Bore	170 mm	6.7"
Stroke	180 mm	7.5"
Displacement	34.5 L	2105 in <sup>3</sup>
Flywheel Power	699 kW	938 hp
Gross Power	748 kW	1000 hp
Standard Tires	27.00R49	
Machine Clearance		
Turning Circle	26.1 m	85'6"
Fuel Tank Refill Capacity	1137 L	300 U.S. gal
Top Speed (Loaded)	60 km/h	38 mph



## Performance chart ของรถบรรทุก 777D



## KEY

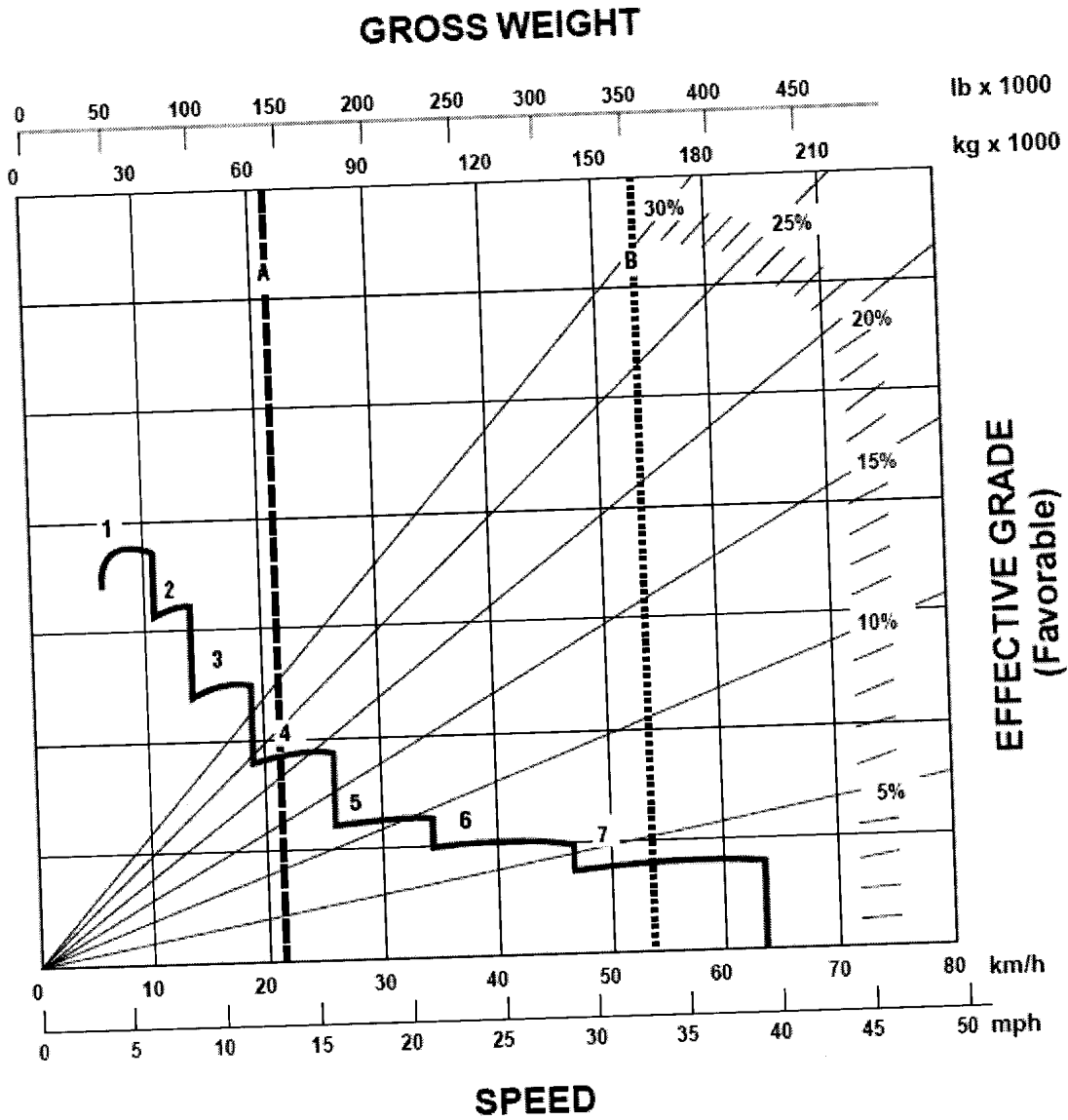
- 1A — 1st Gear (Torque Converter)
- 1B — 1st Gear
- 2 — 2nd Gear
- 3 — 3rd Gear
- 4 — 4th Gear
- 5 — 5th Gear
- 6 — 6th Gear
- 7 — 7th Gear

## KEY

- A\* — Empty 64 359 kg (141,889 lb)
- B\* — Max GMW 161 028 kg (355,000 lb)

\*These two reference lines (A and B) apply only to 777D.

Retarder chart ของรถบรรทุก 777D



- KEY**
- 1 — 1st Gear
  - 2 — 2nd Gear
  - 3 — 3rd Gear
  - 4 — 4th Gear
  - 5 — 5th Gear
  - 6 — 6th Gear
  - 7 — 7th Gear

- KEY**
- A\* — Empty 64 359 kg (141,889 lb)
  - B\* — Max GMW 161 028 kg (355,000 lb)

\*These two reference lines (A and B) apply only to 777D. Brake performance for the 776D will vary depending on trailer brake capability.

**Spot at loading point (Minute)**

Operating condition	Bottom Dump Tractor-Trailer	Rear Dump	Side Dump Tractor-Trailer
Favorable	0.15	0.15	0.15
Average	0.5	0.3	0.5
Unfavorable	1	0.5	1

**Turn, Spot and Dump time (Minute)**

Operating condition	Bottom Dump Tractor-Trailer	Rear Dump	Side Dump Tractor-Trailer
Favorable	0.3	1.0	0.7
Average	0.6	1.3	1.0
Unfavorable	1.5	1.5-2.0	1.5

**Speed factor**

Under 300 lbs/hp				
Haul Road Length in Feet	Level Haul Unit Starting from 0 MPH	Unit in motion when entering haul road section		
		Level	Downhill	Uphill
		0-200	0-0.4	0-0.65
201-400	0.4-0.51	0.65-0.7	0.67-0.72	
401-600	0.51-0.56	0.7-0.75	0.72-0.77	
601-1000	0.56-0.67	0.75-0.81	0.77-0.83	
1001-1500	0.67-0.75	0.81-0.88	0.83-0.9	
1501-2000	0.75-0.8	0.88-0.91	0.9-0.93	
2001-2500	0.8-0.84	0.91-0.93	0.93-0.95	
2501-3500	0.84-0.87	0.93-0.95	0.95-0.97	
3501 & up	0.87-0.94	0.95	0.97	
300-380 lbs/hp				
0-200	0-0.39	0-0.62	0-0.64	1
201-400	0.39-0.48	0.62-0.67	0.64-0.68	
401-600	0.48-0.54	0.67-0.70	0.68-0.74	
601-1000	0.54-0.61	0.70-0.75	0.74-0.83	
1001-1500	0.61-0.68	0.75-0.79	0.83-0.88	
1501-2000	0.68-0.74	0.79-0.84	0.88-0.91	
2001-2500	0.74-0.78	0.84-0.87	0.91-0.93	
2501-3500	0.78-0.84	0.87-0.90	0.93-0.95	
3501 & up	0.84-0.92	0.90-0.93	0.95-0.97	

380 & Up lbs/hp				
0-200	0-0.33	0-0.55	0-0.56	1
201-400	0.33-0.41	0.55-0.58	0.56-0.64	
401-600	0.41-0.46	0.58-0.65	0.64-0.7	
601-1000	0.46-0.53	0.65-0.75	0.7-0.78	
1001-1500	0.53-0.59	0.75-0.77	0.78-0.84	
1501-2000	0.59-0.62	0.77-0.83	0.84-0.88	
2001-2500	0.62-0.65	0.83-0.86	0.88-0.9	
2501-3500	0.65-0.7	0.86-0.90	0.9-0.92	
3501 & up	0.7-0.75	0.9-0.93	0.92-0.95	

## Material Characteristic

WEIGHT* OF MATERIALS	LOOSE		BANK		LOAD FACTORS
	kg/m <sup>3</sup>	lb/yd <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	lb/yd <sup>3</sup>	
Basalt	1960	3300	2970	5000	.67
Bauxite, Kaolin	1420	2400	1900	3200	.75
Caliche	1250	2100	2260	3800	.55
Carnotite, uranium ore	1630	2750	2200	3700	.74
Cinders	560	950	860	1450	.66
Clay — Natural bed	1660	2800	2020	3400	.82
Dry	1480	2500	1840	3100	.81
Wet	1660	2800	2080	3500	.80
Clay & gravel — Dry	1420	2400	1660	2800	.85
Wet	1540	2600	1840	3100	.85
Coal — Anthracite, Raw	1190	2000	1600	2700	.74
Washed	1100	1850			.74
Ash, Bituminous Coal	530-650	900-1100	590-890	1000-1500	.93
Bituminous, Raw	950	1600	1280	2150	.74
Washed	830	1400			.74
Decomposed rock —					
75% Rock, 25% Earth	1960	3300	2790	4700	.70
50% Rock, 50% Earth	1720	2900	2280	3850	.75
25% Rock, 75% Earth	1570	2650	1960	3300	.80
Earth — Dry packed	1510	2550	1900	3200	.80
Wet excavated	1600	2700	2020	3400	.79
Loam	1250	2100	1540	2600	.81
Granite — Broken	1660	2800	2730	4600	.61
Gravel — Pitrun	1930	3250	2170	3650	.89
Dry	1510	2550	1690	2850	.89
Dry 6-50 mm (1/4"-2")	1690	2850	1900	3200	.89
Wet 6-50 mm (1/4"-2")	2020	3400	2260	3800	.89
Gypsum — Broken	1810	3050	3170	5350	.57
Crushed	1600	2700	2790	4700	.57
Hematite, iron ore, high grade	1810-2450	4000-5400	2130-2900	4700-6400	.85
Limestone — Broken	1540	2600	2610	4400	.59
Crushed	1540	2600	—	—	—
Magnetite, iron ore	2790	4700	3260	5500	.85
Pyrite, iron ore	2580	4350	3030	5100	.85
Sand — Dry, loose	1420	2400	1600	2700	.89
Damp	1690	2850	1900	3200	.89
Wet	1840	3100	2080	3500	.89
Sand & clay — Loose	1600	2700	2020	3400	.79
Compacted	2400	4050			
Sand & gravel — Dry	1720	2900	1930	3250	.89
Wet	2020	3400	2230	3750	.91
Sandstone	1510	2550	2520	4250	.60
Shale	1250	2100	1660	2800	.75
Slag — Broken	1750	2950	2940	4950	.60
Snow — Dry	130	220			
Wet	520	860			
Stone — Crushed	1600	2700	2670	4500	.60
Taconite	1630-1900	3600-4200	2360-2700	5200-6100	.58
Top Soil	950	1600	1370	2300	.70
Taprock — Broken	1750	2950	2610	4400	.67
Wood Chips**	—	—	—	—	—

\*Varies with moisture content, grain size, degree of compaction, etc. Tests must be made to determine exact material characteristics.

\*\*Weights of commercially important wood species can be found in the last pages of the Logging & Forest Products section. To obtain wood weights use the following equations: lb/yd<sup>3</sup> = (lb/ft<sup>3</sup>) × .4 × 27  
kg/m<sup>3</sup> = (kg/m<sup>3</sup>) × .4