

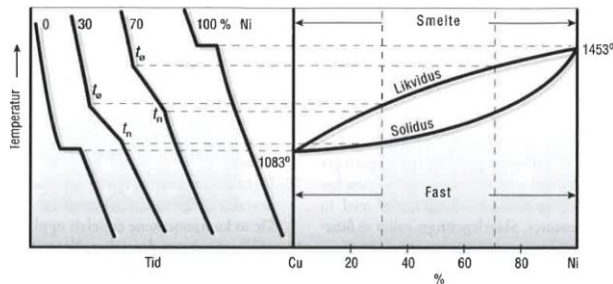
LØSNINGSFORSLAG

Emnekode: IRB22515	Emnenavn: Statistikk og materiallære
Dato: 12.12.2018 Sensurfrist:	Eksamenstid: 09.00 – 12.00
Antall oppgavesider: Antall vedleggsider:	Faglærer: Inge R. Eeg, Tlf.: 901 90 550 Oppgaven er kontrollert: JA
Hjelpemidler: Utdelt kalkulator	
Om eksamensoppgaven: Denne eksamen gjelder materiallære-delen	
Kandidaten må selv kontrollere at oppgavesettet er fullstendig	



Oppgave 1 (15%)

- a) Her ser du et fasediagram mellom kobber og nikkell. Forklar forskjellen mellom knekkpunkter og holdepunkter på avkjølingskurvene. Mellom likvidus og solidus danner legeringen 2 faser. Hvilke?



De rene metallene (her kobber og nikkell) har et horisontalt parti på avkjølingskurvene. Det betyr at de har et fast smeltepunkt, som kalles holdepunkt.

Legeringene derimot har 2 punkter der den øvre viser når størkningen begynner, og den andre viser når størkningen er ferdig. Kalles knekkpunkter.

Mellom likvidus og solidus består legeringen av 2 faser: smelte og fast.

- b) Metaller deles inn i ikke-jern metaller og jernmetaller. Angi minst 3 produkter i hver gruppe.

Jernmetaller:

- Stål: konstruksjonsstål, maskinstål, verktøystål og støpestål
- Støpejern: grått støpejern, hvitt støpejern, kulegrafittjern og aduserjern

Ikke-jernmetaller:

- Tungmetaller: kobber, bly, nikkell og krom
- Lettmetaller: aluminium, magnesium og titan

- c) Det er bare en liten del av jern-karbon systemet som er aktuelt, 0 – 6.7%. I hvilket intervall ligger stål (metastabilt) , og støpejern (stabilt)?

Stål: 0 – 2 %

Støpejern: 2,5 – 4,5 %

- d) Forklar begrepene «utettet», «halvtettet» og «tettet» stål

Utettet og tett stål

- **Utettet:** Stål som ble utsatt for seigring i sterkeprosessen; samling av **gassporer som svekker stålet**
- **Halvtettet:** Vanlig konstruksjonsstål, tilsatt ferromangan og ferrosilisium, med mindre og bedre fordelte gassporer
- **Tettet:** Tilsatt aluminium, ikke gassporer

- e) Aluminium er det metallet det finnes mest av i jordskorpa. Angi minst 4 egenskaper for materialet.

Egenskap	Al 99,995	Al 99,5
Hardhet, glødet (HB)	17	20
Hardhet, kaldvalset (HB)	27	40
Flytegrense, glødet (N/mm ²)	10	30
Flytegrense, kaldvalset (N/mm ²)	100	150
Bruddforlengelse, glødet (%)	60	40
Bruddforlengelse, kaldvalset (%)	6	5

Tabell 5.1 Sammenligning av to typer renaluminium

Egenskap	Aluminium	Magnesium	Titan
Smeltepunkt	660 °C	649 °C	1 670 °C
Massetetthet	2,7 kg/dm ³	1,74 kg/dm ³	4,51 kg/dm ³
Farge	sølvhvit	Sølvhvit	grå
Gitterstruktur	kubisk flatesentrert	heksagonal	heksagonal/kubisk romsentrert
Elektrisk ledningsevne	36 m/Ω · mm ²	22,4 m/Ω · mm ²	2 m/Ω · mm ²
Varmeledningsevne	208 W/m · K	155 W/m · K	16,5 W/m · K
Lengdeutvidelse	23 · 10 ⁻⁶ K ⁻¹	26 · 10 ⁻⁶ K ⁻¹	8,6 · 10 ⁻⁶ K ⁻¹
Elastisitetsmodul	70 000 N/mm ²	54 000 N/mm ²	105 000 N/mm ²
Flytegrense (N/mm ²)	30-150 (myk-hard)	100 N/mm ²	275 (gråde 2)
Bruddforlengelse	40-5 % (myk-hard)	5-15 %	20 %
Utmattingsfasthet	lav	lav	relativt god
Sigefasthet	lav	lav	mindre god
Sveisbarhet	god	God	meget god
Korrosjonsfasthet	god	Varierende	meget god

f) Hva skjer med bæreevnen til stål når temperaturen når 450 °C ?

Brann

➔ Stål brenner ikke, men:

- Bæreevnen er halvert ved 450° C
- Sammenbrudd ved 800° C
- Deformeres når temperaturen stiger over 100° C

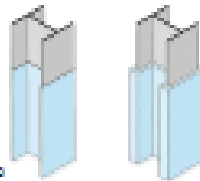
▪ Brannklasser BKL

- ➔ Flåttoklasser, 1 til 6
- ➔ Antall etasjer
- ➔ BKL for Ståltbygg vanligvis 1 eller 2

▪ Brannbeskyttelse

- ➔ Gips, Steinull, Maling, (limte)

Se Byggeskissene: 520.215 Brannbeskyttelse av stål



Oppgave 2 (10%)

a) Hva kjennetegner lavtemperaturasfalt (LTA) ?

Lavtemperaturasfalt



01 Susanne Ingrid Iversen er
sidsleder på PmB-fabrikken.
Hos er et av to steder i Norge
der Veidekke produserer PmB.

är - endelig. Veidekke var den første asfalt-
produsenten i verden som benyttet skummings-
teknologi til produksjon av høykvalitetsasfalt
ved lavere temperatur. På nittitallet sto den
asfaltfabrikken som i dag er i Moss, i Hobøl. Det
var der Veidekke i samarbeid med Shell begynte

Den tekniske løsningen går ut på å tilsette
vann til varmt bitumen slik at dette «skum-
mer». Det gjør at bitumen i asfaltmassen let-
tere omhyller steinmaterialene. Dermed kan
produksjonstemperaturen senkes, og både CO₂-
utslipp og støvutslipp reduseres med henholds-
vis opptil 30 og 55 prosent. Til tross for dette var
etterspørselen fra kundene laber da produktet
var nytt.

b) Beskriv de 3 vanligste metodene for å karakterisere steinmaterialenes mekaniske egenskaper knyttet til asfaltdekker.

Materialenes mekaniske egenskaper

Det er 3 metoder som benyttes til å karakterisere steinmaterialenes mekaniske egenskaper:

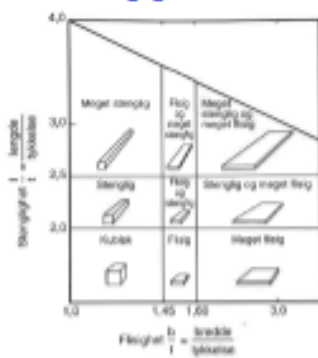
1. Flisighetsindeks
2. Los Angeles verdi, LA
3. Malleværdi, An (Nordisk abrasjonsverdi)

LA-verdien er prosent gjennomgang på 4,75mm-siende etter tromling. Jo lavere verdi, jo bedre motstand mot nedknusing.



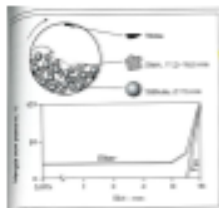
Figur 3.1.1. Bildet viser prinsippet om hvordan ved Los Angeles-metoden

Flislighet vs stenglighet



Mallemetoden (Nordisk abrasjonsverdi, A_n)

- Måler materialets motstandsevne mot piggdekkstilting.
- Vårt steinmateriale tromles (ribber) med stålkuler.
- Malleværdien er prosent gjennomgang på 2 mm-siende. Jo lavere verdi, jo bedre motstandsevne mot piggdekkstilting.



Figur 3.1.2. Bildet viser prinsippet om hvordan ved Mallemetoden

b) Hva benyttes Marshall-metoden til?

Marshall-metoden

(Utviklet i USA etter 2. verdenskrig for å sikre kvaliteten på asfalt brukt på militære flyplasser)

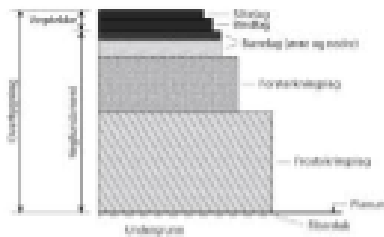
- Finne det bindemiddelet som gir høyest stabilitet samtidig som krav til hulrom og bindemiddelinnhold osv er tilfredsstillt.
- Metoden er best egnet for massetyperne **Agb** og **Ab**



c) Hva er bærelagets viktigste funksjon?

Bærelag

- Bærelag av bituminøse materialer skal først og fremst ta opp og fordele trykk og spenninger som tunge kjøretøyer påfører veikonstruksjonen. Materialer som benyttes som bærelag er tillagt en verdi, lastfordelingskoeffisient, som sier noe om den relative lastfordelingen evnen til materialet.



d) Hva er forskjellen mellom Agb (Asfaltgrusbetong) og (Asfaltbetong) ?

Asfaltgrusbetong, Agb

- Agb er den mest benyttede massetypen i Norge. Benyttes på veier og gater med lav trafikk (ADT < 3000) og på gårds plasser, fortau, gang- og sykkelveier

Asfaltbetong

Benyttes på veier med stor trafikk, ADT > 3000

Bindemiddelinnhold skal være så høyt som mulig innenfor krav og rammer til hulrom, deformasjonsprosesser osv.

Massetype	Maksimal			
	ADT < 3000	300-1000	100-300	> 1000
Etter				
Prøvetid	1-30	1-30	1-25	1-20
Min. bindemiddel	1-30	1-30	1-25	1-20
Min. hulrom	1-10	1-10	1-10	1-7
Min. stabilitet	1000	1000	1000	1000
Min. stabilitet	10000	10000	10000	10000
Spennings- og deformasjonskrav				
Spennings- og deformasjonskrav				
100 mm	40-4	40-8	40-11	40-16
20 mm				100
10 mm				80-100
5 mm		100	100	80-100
2 mm		60-100	50-100	60-100
1 mm		40-100	30-100	40-100
0,5 mm		20-60	20-60	20-60
0,25 mm		10-20	10-20	10-20
0,1 mm		10-20	10-20	10-20
Minimale deformasjonskrav (ADT > 3000)				
Stivhet	0,4%	0,2%	0,2%	0,2%
Stivhet	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%

Oppgave 3 (15%)

- a) I en livsløpsanalyse (LCA) skal det tas hensyn til hele livsløpet. Norcem har som sementprodusent en visjon om å bli CO₂ – nøytral innen 2030. Hvordan? Hvordan kan betongprodusentene bidra til å redusere CO₂ – avtrykket?

Sementproduksjon:

- * Bruk av alternative brensler
- * Innmaling av tilsetningsmaterialer
- * Energioptimalisering (BAT) / gjenbruk
- * Karbonfangst

Betongproduksjon:

- Kortreiste materialer
- Energioptimalisering
- Resirkulering / gjenbruk
- Lavkarbon-betong

Betongbruk:

- Utnyttelse av termisk masse
- FDV
- Karbonoptak

- b) I den europeiske standarden skiller det mellom 5 hovedgrupper sement (type I, II, III, IV og V). Hva skiller CEM I fra de øvrige gruppene?

CEM I er en tilnærmet ren Portlandsement (tillater inntil 5% inerte materialer)

- c) I Norge benyttes i hovedsak 3 typer tilsetningsmaterialer som reagerer kjemisk. Angi hva de heter samt hvilke egenskaper de tilfører betongen.

- * Flygeaske
- * Råjernslag
- * Silicastøv

- d) Nevn 3 prinsipielle måter vi kan benytte SP – stoffer på.

1. Beholde masseforholdet → øke konsistensen
2. Redusere masseforholdet → øke styrke og bestandighet
3. Redusere sementforbruket → bedre økonomi

Oppgave 4 (25%)

- a) Alkalie-kiselreaksjon er en av de vanligste skadeårsakene. Hvordan oppstår reaksjonen, og hvilke skader kan det medføre?

b) Forklar denne formelen: $m = V / C + \sum (p_i \times k_i)$. Hvordan er sammenhengen mellom m og betongens trykkfasthet?

→ vann (kg) / sement (kg) + sum pozzolaner x virkningsfaktor (kg)

→ Jo lavere masseforhold, jo høyere trykkfasthet.

c) En betong inneholder 225 liter vann, og har et masseforhold på 0,45. Egenvekten på sementen er 3.100 kg/m³. Betongen inneholder ikke andre tilsetningsmaterialer. Finn samlet tilslagsvolum i 1m³ betong.

$$225/C = 0,45 \rightarrow C = 500 \text{ kg}$$

$$500\text{kg} / 3.1.\text{kg}/\text{m}^3 = 0,16 \text{ m}^3$$

$$\text{Tilslagsvolum} = 1\text{m}^3 - 0,16 \text{ m}^3 - 0,225 \text{ m}^3 = \mathbf{0,615 \text{ m}^3}$$

d) Tilslaget i betongen har en total finhetsmodul $FM_{\text{tot}} = 4.3$, $FM_{\text{stein}} = 6.1$ og $FM_{\text{sand}} = 3.2$. Benytt disse 2 formlene til å regne ut volumfordelingen mellom sand og stein.

$$1. \quad 100\% \cdot FM_{\text{tot}} = (\% \text{stein}) \cdot FM_{\text{stein}} + (\% \text{sand}) \cdot FM_{\text{sand}}$$

$$2. \quad (\% \text{stein}) + (\% \text{sand}) = 100 \% \text{ (volumprosent)}$$

(Tips: sett %Stein = X, og %Sand = Y)

$$100\% \cdot 4,3 = X \cdot 6,1 + Y \cdot 3,2 \rightarrow X = 70,5 - 0,5Y$$

$$70,5 - 0,5Y + Y = 100 \rightarrow Y = 59\% \rightarrow X = 41\%$$

$$\text{Sand: } 0,615 \text{ m}^3 \times 0,59 = \mathbf{0,36 \text{ m}^3}$$

$$\text{Stein: } 0,615\text{m}^3 \times 0,41 = \mathbf{0,25 \text{ m}^3}$$

Egenvekten til stein-tilslaget er 2900 kg/m³

Egenvekten til sand-tilslaget er 2700 kg/m³

Sett opp en samlet resept for **1 m³** betong i kg pr. material (vann, sement, sand og stein)

Sement :	500 kg
Vann:	250 kg
Sand:	2700 kg/m ³ x 0,36 m ³ = 972 kg
Stein:	2900 kg/m ³ x 0,25 m ³ = 725 kg
SUM	<u>2447 kg</u>

Oppgave 5 (25%)

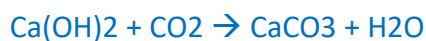
- a) NS-EN 206 + NA (betongspesifikasjon, egenskaper, framstilling og samsvar) angir minimumskrav til beskrivelse av betong. Gi et eksempel på en korrekt beskrivelse.

B30 M60 D 16 Cl. 0,1 S4

- b) Hva er forskjellen på eksponeringsklasser og bestandighetsklasser?

Eksponeringsklassene angir hvilke miljø-påkjenninger de ulike konstruksjonsdeler utsettes for. Dette gir igjen konstruktøren grunnlag for å bestemme bestandighetsklasse og overdekning.

- c) Hva betyr det at betongen karbonatiserer? Fordeler / ulemper ?



Fordeler: * Betongen tar opp CO₂ (inntil 70% i et 100-års perspektiv)

* Styrketilvekst (eg. tetthet pga CaCO₃)

Ulemper: * pH-verdien avtar → passivering av armeringsjern brytes → fare for korrosjon

- d) I vedlagt prisliste (vedlegg 1 og 2) finner du alle opplysninger vedr. bestilling av betong. **Kalkulèr tot. pris ex MVA ut i fra følgende forutsetninger:**

* Volum: 68 m³, kvalitet B35 MF45, lavkarbonklasse B, konsistens 200mm, D16mm,

Betongtemperatur > 20 oC

* Transportavstand : 21 km

* Transportkapasitet: 6m³ automixere m/transportbånd

* Utlegging med transportbånd

* Beregnet utleggingskapasitet med transportbånd: 2 m³ pr. 15. minutt

Du trenger ikke ta hensyn til årstid, beredskapstillegg eller overtid.

B35 MF45: 1450,- kr/m³

Klasse B: 25,- kr/m³

Synk 200: 25,- kr/m³

Temp.: 55,- kr/m³

NOx: 4,- kr/m³

SUM: 1559,- kr/m³ x 68 m³ = 106.012,- kr

Transport: 72 m³ x kr. 207,50kr/m³ = 14.184,- kr

Transportbånd: 72 m³ x 150 kr/m³ = 10.800,- kr

Vask transportbånd: 15 min. = 200,- kr

Ventetid: 200 kr/lass x 11 lass = 2.200,- kr

SUM: **kr. 133.396,- ex MVA**

Oppgave 6 (10%)

a) Gjør rede for egenskapene til termoplast vs herdeplast

TERMOPLAST:

- Kan smeltes
- Kan sveises
- Kan løses helt i løsningsmiddel
- Kan svulle
- Råvaren blir fremstilt ved polymerisasjon
- Mykner ved oppvarming

HERDEPLAST:

- Kan ikke smeltes
- Kan ikke sveises
- Kan ikke løses i løsningsmiddel
- Kan ikke svulle
- Er som regel hard og stiv

b) Hva er et komposittmateriale?

Pr.def.: Et komposittmateriale er definert som et materiale som består av to eller flere forskjellige fysiske faser, og der hver av fasene gir sitt karakteristiske bidrag til egenskapene i materialet.

Eller:

Komposittmaterialer er materialer sammensatt av ulike materialer / komponenter som f.eks. kan påvirke flytegrense, varmebestandighet, E-modul og vekt.

Energibehovet for fremstilling av kompositter er ofte lavere enn f.eks. fremstilling av tilsvarende metaller

c) Hva er hovedfunksjonen til fiber i komposittmaterialer?

Armeringsfiber kan fåes i forskjellige former:

- Enkeltråd på sneller
- Kuttet opp i korte løse fibre
- Korte fiber i form av matte på rull
- Vevd matte på rull
- Strikket matte på rull

Fiber benyttes hovedsakelig for å bedre mekaniske egenskaper som strekk og E-modul

