

EKSAMEN

LØSNINGSFORSLAG

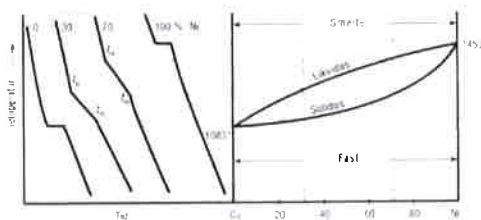
Emnekode: IRB22515	Emnenavn: Statistikk og materiallære
Dato: 31.05.2019 Sensurfrist:	Eksamenstid: 09.00 – 12.00
Antall oppgavesider: 2 Antall vedleggsider: 2	Faglærer: Inge R. Eeg, Tlf.: 901 90 550 Oppgaven er kontrollert: JA
Hjelpemidler: Utdelt kalkulator	
Om eksamensoppgaven: Denne eksamen gjelder materiallære-delen	
Kandidaten må selv kontrollere at oppgavesettet er fullstendig	



Oppgave 1 (15%)

- a) I metallenes gitterstruktur skiller vi mellom 2 hovedstrukturer. Hvilke?
Krystallinske og amorfe
- b) Forklar hva vi kan lese ut i fra et fasediagram.

Fasediagram er et diagram som kan tegnes opp som funksjon av tid, temperatur og prosentvis legering (eks. kobber-nikkel). Diagrammet lages med den prosentvise sammensetningen på den horisontale aksene, og temperatur på den vertikale aksene. Vi overfører temperatuene fra knekk- og holdepunktene til analysekurvene til den riktige prosent sammensetningen. Deretter trekkes en linje gjennom alle de øvre temperatuene, og en annen gjennom de nedre temperatuene. Linjene i diagrammet kalles faseliner. Den øverste (**likvidus**) danner den nedre grensen for den flytende fasen, og den nedre (**solidus**) danner den øvre grensen for den faste fasen. Mellom **likvidus** og **solidus** består legeringen av to faser, smelte og fast.



- c) Hvilke 3 ikke-jern metaller er mest vanlig i Norge?
Aluminium, magnesium og titan
- d) Hvilke er de 3 viktigste elementærpartiklene?
Protonet, nøytronet og elektronet
- e) Kan du gi 3 eksempler på ulike legeringer i jern-karbon-systemet?

Jern-karbon-systemet

Pr. def.: **Jern** er grunnstoffet Fe – som rent metall og hovedkomponent i jernlegeringene

Stål er jern-karbon-legeringer med maksimalt 2% karbon

Støpejern er jern-karbon-legeringer med 2,5-4,5% karbon

Ulegert stål er jern-karbon-legeringer med små mengder av andre stoffer, som mangan (**Mn**) og silisium (**Si**)

Legert stål har mer eller mindre tilsetninger av disse og andre legeringselementer.

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

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

Oppgave 2 (10%)

- a) Hva karakteriserer en drengsfalt?

Drensasfalt, Da



- ▶ Da består av et høyt innhold pukk og lite mørtel → Høyt hulromsinnhold (15-20%)
- ▶ Da drenerer bort overflatevannet slik at veibanen raskt blir fri for vann
- ▶ Gir god frksjon
- ▶ Laget under drensasfalten må lede vannet ut av vegbanen, hvis ikke vil det raskt oppstå skader
- ▶ Pga det høye hulrommet absorberer også dekket godt lyd
- ▶ Dreneffekten avtar over tid pga smuss og slitasjestøv

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

Flislighetsindeks. Beskriver forholdet mellom bredde og tykkelse på tilslaget. Et annet begrep er stenglighet som beskriver forholdet mellom lengde og tykkelse.

Los Angeles verdi. LA-verdien er prosent gjennomgang på 1.6mm siktet etter tromling. Jo lavere verdi, jo bedre motstand mot nedknusing

Mølleverdi. Vått steinmateriale tromles (ribber) med stålkuler. Mølleverdien er prosent gjennomgang på 2mm-siktet. Jo lavere verdi, jo bedre motstand mot piggdekksslitasje.

c) Angi 3 typer asfaltdekker (betegnelse og hovedbruksområde)

Støpeasfalt. Slitelag på bruer, tak og gulv, veier og gater med stor trafikkbelastning

Toppea. Veier og gater med saktegående trafikk, på brudekker og som underbygning på veier med stor trafikk.

Skjelettasfalt. Egnert til veier med stor og tung trafikk

Drensasfalt. Absorberer godt lyd og drenerer bort overvann

Asfaltbetong. Benyttes på veier med stor trafikk (ÅDT>3000)

Asfaltgrusbetong. Den mest benyttede massetyper i Norge. Benyttes på veier med lav trafikk (ÅDT<3000)

Mykasfalt. Egner seg godt på veier med lav trafikk, men tåler ikke mye tung og «stillestående» trafikk.

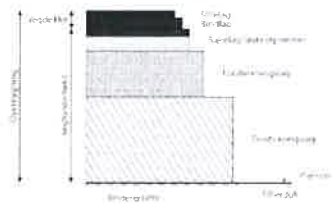
d) Håndbok N200 (SVV) stiller krav til råvarer og sammensetning. Angi minst 4 vanlige krav.

- Type og kvalitet av steinmaterialer
- Kornfordeling
- Type bindemiddel
- Innhold bindemiddel
- Marshall-verdier
- Lastfordelingskoeffisient

e) Forklar (evt. skissèr) forskjellen på bærelag, slitelag og bindelag.

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 lastfordelene evnen til materialet



Oppgave 3 (15%)

- a) Nesten alle konstruksjonssementer i Norge (og Europa) er de siste årene endret fra CEM I til CEM II / III. Hva innebærer dette?
Redusert klinkerandel → mer miljøvennlige sementer basert på innblanding av substituttmaterialer.
- b) Når ordinær portlandsement produseres avspaltes CO₂. Når i produksjonprosessen skjer dette? Hvilke tiltak kan iverksettes for å minske betongens CO₂-avtrykk?
Avspaltingen skjer i kalsineringsprosessen (forvarmingen til ca. 1000oC). Kalsineres betyr at CO₂ drives ut av råmelet før materialet går videre til roterovnen (1450oC).
- * Økt bruk av substituttmaterialer i sement
 - * Økt bruk av alternativt brensel
 - * Energieffektivisering
 - * Karbonfangst
 - * Økt bruk av lavkarbonbetong
 - * Utnyttelse av termisk masse
 - * FDV
 - * Kortreiste materialer
 - * Andre substituttmaterialer (eks kaolin, blåleire)
 - * Geopolymerbetong
- c) I betongterminologien skiller vi mellom tilsetningsstoffer og tilsetningsmaterialer. Angi 3 produkter innen hver kategori og hvordan de fungerer.
P/SP, L, A, R, I m.fl.
- Silika, Flygeaske, Råjernslag, Risskall, kalksteinsmel m.m.**

Tilsetningsmaterialer:

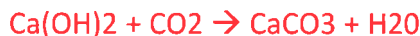
* Silika (pozzolaneffekt, ekstremt finkornig → tett betong, høy fasthet og god bestandighet), Flygeaske (pozzolaneffekt, bestandighet (bl.a. mot AAR),

langtidsfasthet), slagg (latent hydraulisk, lav varmeutvikling, stor motstand mot klorider) og filler (inert filler material som «smører» og tetter)

Tilsetningsstoffer:

- P/SP; er vannreducerende produkter, og benyttes i hovedsak på 3 måter
 1. For å redusere masseforholdet → høyere fasthet
 2. For å øke konsistensen (slumpen)
 3. For å redusere sementforbruketP retarderer ved mengder over ca 1% av sementvekten
- * L; luftinnførende for å sikre frostfri betong
- * R; retarderende (størkningsretarderende og herdningsretarderende)
- * A; Aksellererende (størkningsaks. og herdningsaks.)
- * I; Injiserende

d) Beskriv karbonatiseringsprosessen



Oppgave 4 (25%)

- a) De vanligste nedbrytningsmekanismene / skadeårsakene i betong er kloridinntrengning, alkaliekiselreaksjon (AAR) og frost. Forklar hvordan disse mekanismene virker, og hvordan de kan hindres / bremses.
- b) Gi et eksempel (beskrivelse) på et masseforhold der sement og et pozzolan inngår.

$$m = 0,45 = V / C + 2,0 \times \text{SiO}_2$$

- c) En betong inneholder 400 kg sement, og har et masseforhold på 0,60. Egenvekten på sementen er 3.100 kg/m³. Finn samlet tilslagsvolum i 1m³ betong.
- $$0,6 = v/400\text{kg} \rightarrow v = 240\text{kg}$$
- $$1\text{m}^3 = 0,24\text{m}^3 + 400/3.1\text{m}^3 + X\text{m}^3 \text{ tilslag} \rightarrow X = 0,63\text{m}^3$$
- d) I vedlagte prislister finner du de opplysningene du trenger for å kalkulere en betongplate (i et parkeringshus), og følgende forutsetninger:
- * Volum: 90m³
 - * Betongen skal være frostsikker og tåle piggdekkslitasje, være oppvarmet og i

Lavkarbonklasse A. Transportavstand 12 km

Velg en egnet betongkvalitet og beskriv denne i hht NS-EN 206+NA. Kalkulør hele leveransen. Du trenger ikke ta hensyn til overtid, utvidet ventetid eller støpemetode.

B35 MF45 CI 0,1 D22 S4

Betong: $(1350,- + 50,- + 4,0 + 50,- + 45,- (el.55,-)) \times 90 = \text{kr. } 134.910,-$

Transport: $(167,- \times 90,-) = \text{kr. } 15.030,-$

SUM: kr. 149.940,-

Oppgave 5 (25%)

- a) Tilslag kan komme fra naturlige forekomster (sand/grustak) eller fra sprengt fjell (pukk). Kan du nevne 3 forhold som vanligvis skiller disse forekomstenes egnethet i betong?

Naturlig:

- * Bedre / jevnere korfordelingskurve
- * Mer avrundet / kubisk kornform
- * Lavere vannbehov
- * Bedre støpelighetsegenskaper

Knust:

- Mulighet for å «styre» geologiske egenskaper
- Mulighet for å velge fraksjoner

- b) Hva er forskjellen på eksponeringsklasser og bestandighetsklasser?

Eksponeringsklasser benyttes for å beskrive hvilket miljø betongen skal stå i. Dette resulterer i valg av bestandighetsklasse (masseforhold)

- c) Beskriv hvordan og hvorfor hhv «plastisk svinn» og «uttørkingssvinn» oppstår, og hvordan de kan motvirkes

Plastisk svinn: rask overflateuttørking (tett betong). Membran, tildekking, vanning

Uttørkingssvinn: Kontraksjon over tid (betongen trekker seg sammen)

Membran, tildekking, vanning, armering (micro pp-fiber mt plastisk svinn)

- d) Praktisk betongteknologi består i prinsippet av 2 deloppgaver. Hvilke

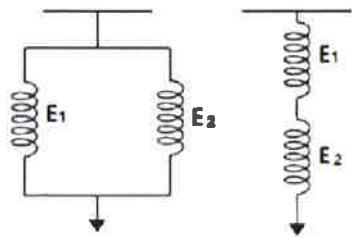
1. Valg av masseforhold for å tilfredsstille krav til bestandighet og fasthet
2. Valg av sammensetning av tilslaget for å oppnå krav til støpbarhet og reseptøkonomi.

Oppgave 6 (10%)

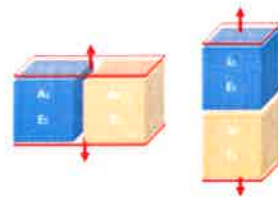
a) Hva er et komposittmateriale?

Et materiale sammensatt av en eller flere komponenter

b) Hva beskriver hhv «Iso-Strain» og «Iso-Stress» i et komposittmateriale?



Kopling av to komponenter:



Iso-strain **Iso-stress**

Iso-strain **Iso-stress**

b) Hva er hovedfunksjonen til fiber i komposittmaterialer?

Styrke mekaniske egenskaper som E-modul, strekkfasthet og bøyestrekfasthet

L