

Eksamen

Emnekode: IRB 35618	Emnenavn: Betongteknologi
Dato: 02.12.2019 Sensurfrist:	Eksamenstid: 09.00 – 13.00
Antall oppgavesider: 5 Antall vedleggsider: 4	Faglærer: Inge R. Eeg, Tlf.: 901 90 550 Oppgaven er kontrollert: Ja
Hjelpemidler: Utdelt kalkulator. Ellers ingen hjelpemidler.	
Om eksamensoppgaven: I enkelte oppgaver kan det mangle noe informasjon. Studenten kan da gjøre sine egne forutsetninger Kandidaten må selv kontrollere at oppgavesettet er fullstendig	



Oppgave 1 (20%)

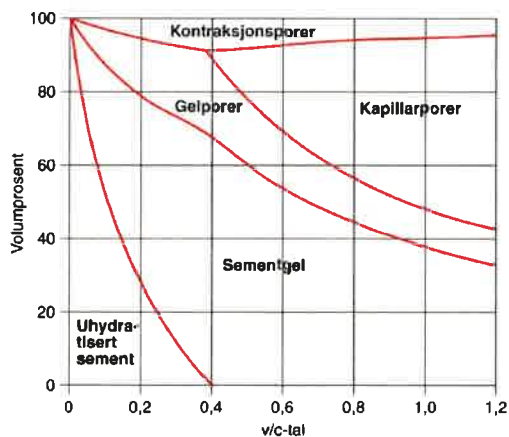
- a) I vedlegg 1 og 2 finner du en prislister på betong, transport mm. Til en gulvstøp er det gitt følgende opplysninger:
- Betongkvalitet B35 MF45 D16 CI0.1 SKB K1
 - 25% steinreduksjon
 - Lavkarbon klasse A
 - Anleggssement FA
 - Areal 18 x 42 m²
 - Tykkelse: 0,25 m
 - Transportavstand : 16 km (automixere) med lastekapasitet 6m³ pr. bil
 - Betongtemperatur > 20°C
 - Det er torsdag 5. februar. Det er 2 mann som arbeider på fabrikken. 1 sjåfør pr. bil

Støpen begynner kl. 12.00. Tømmetid på byggeplass beregnes til 20 min. per bil.

Foreta en kalkulasjon for hele leveransen ex MVA.

- b) Tabell NA.9 (vedlegg 3) angir k-verdier til flygeaske der også største mengde tilsatt flygeaske er angitt. Sjekk om kravet til max. mengde flygeaske er oppfylt, og regn ut totalt vanninnhold i betongen der følgende er gitt:
- Bestandighetsklasse M60
 - 335 kg/m³ Norcem Standard FA (CEM II/B-M) vedlegg 4
 - 30 kg/m³ tilsatt flygeaske i betongen

c)



Forklar ut i fra ovenstående figur:

- Hvorfor har vi teoretisk full hydratasjon ved masseforhold 0,4?
- Hvorfor oppnår vi i praksis aldri full hydratasjon?
- Hvorfor bidrar også uhydratisert sement til fasthet?
- Hvordan påvirker kapilærporene betongens fasthet?
- Benytt Power`s modell til å regne ut total porøsitet i sementlimet når følgende er gitt:
 - ➔ Masseforhold $< 0,45$
 - ➔ Hydratasjonsgrad: 65 %
 - ➔ Sementinnhold: 375 kg/m³
 - ➔ Egenvekt sement: 3100 kg/m³
 - ➔ Kontraktsjonsporer: 15 l/m³

Oppgave 2 (15%)

a)

En vanlig konstruksjonsbetong har en typisk densitet på 2400 kg/m³. Sett opp et forslag til betongresept i klasse B35 M45 der følgende delmaterialer inngår:

- CEM II/B-M
- Sand 0-8 mm
- Stein 8-16 mm
- Vann
- Silika (SiO₂)
- SP-stoff

Alle materialer oppgis i **kg/m³**

b)

For å fremstille en frostsikker betong tilsettes gjerne L-stoff. Forklar virkemåten. Er det andre virkemidler som kan benyttes for å få en frostsikker betong?

c)

Forklar begrepet katodisk beskyttelse, gjerne skissér. Hvilke typiske konstruksjoner er det aktuelt å utføre dette?

Oppgave 3 (15%)

a)

NB 38 «Fiberarmert betong i bærende konstruksjoner» settes det bl.a. krav til beongens restbøyestrekfasthet. Forklar prøvningsmetoden og skissér et typisk last-deformasjonsforløp

b)

Vi har ulike typer lettbetonger. Hvilke er de vanligste? Hvordan fremstilles skumbetong, og hva er de vanligste bruksområdene?

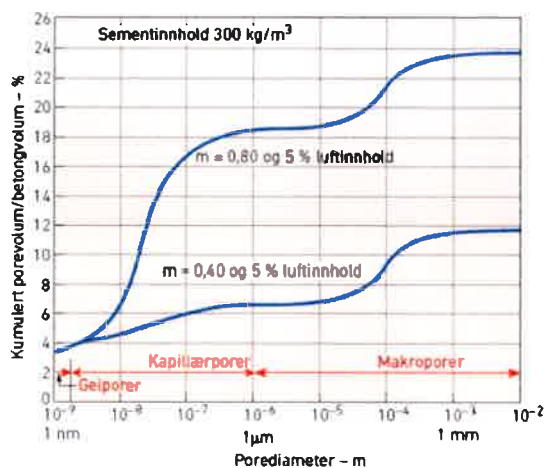
c)

Beskriv 4 krav og/eller anbefalinger for fremstilling av en vanntett betong

Oppgave 4 (15%)

a)

Forklar hva denne figuren uttrykker



b)

Betongens miljøavtrykk bestemmes av en rekke faktorer knyttet til produksjon, dimensjonering, anvendelse, levetid og energibehov, samt avhending / gjenbruk (LCA). Forklar. Kan det tenkes at betongmaterialer i fremtiden blir klimanøytrale? Forklar.

c)

Hva menes med termisk masse, og hvordan kan denne utnyttes ?

d)

Når sementer reagerer med vann, blir det bl.a. utviklet kalsiumhydroksyd, Ca(OH)₂. Når vi tilsetter et pozzolan, får vi det vi kaller en pozzolanreaksjon. Hva blir det viktigste reaksjonsproduktet?

Oppgave 5 (10%)

a)

Nevn minst 5 viktige forhold som virker inn på betongens herdeforløp

b)

Hva er forskjellen på autogent svinn og uttørkingssvinn (langtidssvinn)?

c)

Når vi proporsjonerer etter partikkel-matriks modellen kan vi få et matriksoverskudd.

Hva innebærer et matriksoverskudd?

Oppgave 6 (25%)

a)

Styrkeutviklingen i betong er avhengig av en rekke faktorer. Beskriv de 5 viktigste

b)

Micro-fiber i plast (polypropylene) anvendes hovedsakelig til?

c)

I hvilke konstruksjoner er stålfiberarmering best egnet til å ta opp momentbelastninger? Hvilke konstruksjoner er ikke egnet for stålfiberarmering? Gi eksempler.

d)

Hvilke fysiske egenskaper er viktigst ved valg av tilslag til betong?

e)

Forklar begrepene «ytre fastholding» og «indre fastholding»

f)

Hva er et plattendekke?

g)

Standard Norge har tatt til orde for å endre referansetidspunkt for betongens trykkfasthet fra 28 til 91 døgn. Hva er hovedbegrunnelsen for dette forslaget?

h)

Hva er hovedårsaken til at tilsetning av silika (SiO_2) øker fastheten i betong?

i)

Hva karakteriserer en Geopolymerbetong?

j)

Strekkfastheten og strekkøyingsevnen har indirekte stor betydning for betongens bruddoppførsel på trykk. Forklar.

Prisliste for betong

FREDRIKSTAD, HALDEN, MOSS OG RÅDE

PRISLISTE PR. M³ AB FABRIKK UTEN MERVERDIAVGIFT



Fasthets- og bestandighetsklasse i følge NS-EN 206	Betong med Standardsement FA - synk 180 mm, i konsistensområde S4. Kloridklasse CI 0.1. Lavkarbonbetong klasse B iht Publikasjon NB 37	
	D 22 mm	D 16 mm
B20 M90	1270	1320
B25 M90	1345	1395
B30 M60	1370	1420
B35 M60	1445	1495
B35 M45	1470	1520
B45 M40	1570	1620

Miljøavgift kr. 5,- pr. m³.

ANDRE YTELSER OG TILLEGG

Lavkarbonbetong klasse A	kr. 50,- pr. m ³
Anleggsement FA	kr. 60,- pr. m ³
Industrisement	kr. 60,- pr. m ³
Blandingssement	kr. 40,- pr. m ³
Med 25% steinreduksjon	kr. 45,- pr. m ³
Med 50% steinreduksjon	kr. 90,- pr. m ³
Finsats D8	kr. 150,- pr. m ³
Med økt luftinnhold (MF)	kr. 55,- pr. m ³
Tillegg for SP etterdosert	kr. 30,- pr. ltr.
Tillegg for raskere SP	kr. 30,- pr. m ³
Synkmål 190 - 200 mm	kr. 25,- pr. m ³
Synkmål 210 - 220 mm	kr. 50,- pr. m ³
Synkmål 230 - 240 mm	kr. 75,- pr. m ³
SKB tillegg K1	kr. 125,- pr. m ³
SKB tillegg K2	kr. 150,- pr. m ³
Akselerator	kr. 50,- pr. kg
Retarder	kr. 50,- pr. kg
Fiberbetong	kr. PPF
Fiberbetong i stål eller plast kan leveres i forhold til funksjon, sesong og produksjonskapasitet.	

Oppvarmet betong	
15.10-15.04 ≤ 20° C	kr. 50,- pr. m ³
Ved best. 16.04 - 14.10 ≤ 20° C	kr. 45,- pr. m ³
Ved bestilt temp. over 20 grader, tilkommer	kr 55,- pr m ³
Overtid 15.30 – 21.00:	
Bil	kr. 475,- pr. lass
Fabrikk	kr. 525,- pr. time
Beredskap/Utsettelse/Mobilisering	
Beredskapsventing bil	kr. 400,- pr. time pr. bil
Beredskapsventing fabrikk	kr. 550,- pr. time pr. fabr.
Mobiliseringstillegg	kr. 2100,- pr. gang
Overtid/beredskap 21.00-07.00 + lør- og søndag:	
Bil	kr. 950,- pr. lass
Fabrikk	kr. 1050,- pr. time
Beredskapsventing bil	kr. 800,- pr. time pr. bil
Beredskapsventing fabrikk	kr. 1100,- pr. time pr. fabr.
Miljøavgift på returbetong pr. m ³ ≥ 0,5 m ³	kr. 1075,- pr. m ³

LAVKARBONBETONG - et bevisst valg for lavere utslipp

NorBetong jobber målbevisst for å lage betonger med lavere karbonavtrykk, og har siden 2012 levert betong til cirka halvparten av prosjektene med strengest BREEAM-NOR miljøklassifisering (Excellent og Outstanding).

NorBetong leverer lavkarbonbetong i henhold til Norsk Betongforening publikasjon nr. 37 utgave juni 2015. Fra alle våre fabrikker vil de fleste betongkvaliteter tilfredsstille kravene til lavkarbonklasse B. I tillegg til dette kan vi leverer spesialbetonger som tilfredsstiller

lavkarbonklasse A i alle regioner. Vi er også i stand til å produsere betong med vesentlig lavere utslippstall enn det som kreves i lavkarbonklasse A, men dette betinger prosjektspesifikke forhold til betongkravene.

Våre betonger er basert på flygeaskesementer fra Norcem, som har blant Europas laveste utslipp på sine produkter, betongsammensetningene er i tillegg optimalisert med tanke på lavt utslipp.

Vår teknologiavdeling bistår gjerne med veiledning i forbindelse med valg av betongkvalitet.

TRANSPORTPRISER

Prisene beregnes minimum for hele lass med 6 m³. For større lass beregnes priser etter lassets størrelse. Slik beregning gjelder også ved aksellastrestriksjoner under B k 10.

Alle transportsatser er eksklusiv ferje, bompenger og nødvendig omkjøring. Dersom veiforholdene på byggeplassen forårsaker at bilene kjører seg fast, må redningsbil og andre utgifter dekkes av kunden.

FREDRIKSTAD - HALDEN - MOSS - RÅDE

Kjøre lengde km	Pris pr. m ³
1-6	150,00

Over 6 km tillegg kr. 5,00 pr. km pr. m³

Fri leveringstid pr. lass på byggeplass er 30 min. – med tillegg 5 min. pr. m³ utover 6 m³. Maks fri leveringstid er 40 min. Leveringstid utover dette belastes med kr. 250,- pr. påbegynt 15 min. Ved leveringstid over 60 min. faktureres fra ankomst.

Ved bruk av transportbånd/teleskopisk renne tilkommer 15 minutt/10 minutt for vask

BIL MED TRANSPORTBÅND

Betong utlagt med bånd kr. 190,- pr. m³. Min. kr. 1140,- pr. lass. For leveringstid - se transportpriser.

BIL MED TELESKOPIK RENNE

Betong utlagt med teleskopisk renne kr. 130,- pr. m³. Minimum kr. 780,- pr. lass. For leveringstid - se transportpriser.

BESTILLING OG INFORMASJON

NorBetong leverer ferdigbetong til byggeplass. Fabrikene benytter systemer for produksjonsplanlegging og GPS-styring av bilene.

Betong må bestilles innen kl. 12.00 min. 2 virkedager før støp. Ved volum over 30 m³ må betongen bestilles innen kl. 12.00 minimum 3 virkedager før støp.

Avbestilling/ending kan skje inntil kl. 12.00 virkedagen før avtalt levering.

LEVERINGSBETINGELSER

Ordinær ekspedisjonstid er mandag – fredag kl. 07.00 - 15.00. Ferie avvikles normalt i henhold til bygningsferien.

For feilbestilling belastes både betong og transport som vanlig levering.

Ekspedisjonsgebyr når kunden selv transporterer betong kr. 100,- pr. påbegynt m³.

All betong leveres iht. FABEKO Norsk Fabrikkbetongsforenings "Alminnelige Salgs- og leveringsbetingelser" av 2017.

SERTIFISERINGER

Virksomheten sertifiseres av Kontrollrådet etter NS-EN 206 og er miljøsertifisert i henhold til NS-EN ISO 14001.

Dette innebærer kvalitet i forbindelse med produksjon og leveranse. Våre aktiviteter gjennomføres på en sikker måte slik at mennesker og miljø ikke påføres skade.

**BETALINGSBETINGELSER**

Betaling pr. 10 dager fra fakturadato. Det vil bli fortatt normal kredittkontroll ved bestilling av betong. Etter forfall belastes gjeldende satser for morarenter.

Fakturagebyr kr. 50,-. Vi tilbyr også betaling med Vipps.

KVALITETSBETONG TIL RETT STED OG TID. MEDLEM AV FABEKO. EGNE BETONGSPELIALISTER.**INFORMASJON OG BESTILLING:**

NorBetong - Fredrikstad Dr. Opsandsv. 33, 1618 Fredrikstad
NorBetong - Halden Halden Næringspark, Vestgårdsv. 16, 1788 Halden
NorBetong - Moss Vålervn. 391, 1599 Moss
NorBetong - Råde Pukkverksveien 5, 1640 Råde

Tlf.: 69 36 34 10
 Tlf.: 69 19 53 67
 Tlf.: 69 24 16 60
 Tlf.: 69 28 15 60

www.norbetong.no

VEDLEGG 3

Tabell NA.9 – k-verdi ved innblanding av flygeaske, avhengig av sementtype og bestandighetsklasse

Sementtype	Bestandighetsklasse ^{a, b, c}					
	M90	M60	M45	MF45	M40	MF40
CEM I	0,7	0,4	0,7	0,7	0,7	0,7
CEM II/A-V, CEM II/A-S ^d , CEM II/A-L ^d , CEM II/A-LL ^d CEM II/A-D ^d , CEM II/A-M ^{e, d}				-		-
CEM II/B-V, CEM II/B-S ^d , CEM II/B-M ^{e, d}				-		-
Øvrige sementer	-	-	-	-	-	-

^a Innblanding av flygeaske kan medregnes ved beregning av masseforhold og minste effektive bindemiddelmengde i henhold til kravene i tabell NA.12.

^b "-" i tabellen betyr at Norsk Standard ikke gir regler for dette i denne kombinasjonen av sementtype og bestandighetsklasse. Det henvises også til NA.5.3.2(902).

^c Verdiene gjelder for sement med en styrkeklasse på minst 42,5. For lavere styrkeklasser reduseres verdiene med 0,1.

^d k-verdien kan brukes for en mengde tilsatt flygeaske innlil andel Portlandsementklinker (K) er redusert til 65 % av total bindemiddelmengde.

^e Regelen omfatter sementtypene CEM II/A-M og CEM II/B-M som kun er basert på hovedkomponentene klinker (K), flygeaske (V), slagg (S) og kalkfiller (L og LL).

NA.5.2.5.2.2(2) og (3) Den største mengden tilsatt flygeaske som det kan tas hensyn til ved beregning av masseforhold og minste effektive bindemiddelmengde, er gitt av kravet:

$$(\text{tilsatt flygeaske} + \text{flygeaske i sementen}) / \text{bindemiddel} = 0,35 \text{ regnet ut fra masse.}$$

PRODUKTDATABLAD

STANDARDSEMENT FA

CEM II/B-M

SIST REVIDERT AUGUST 2017

Sementen tilfredsstiller kravene i NS-EN 197-1:2011 til Portland blandingssement CEM II/B-M 42,5 R.

Egenskap		Deklarerte data	Krav ifølge NS-EN 197-1:2011
Finhet (Blaine m ² /kg)		450	
Spesifikk vekt (kg/dm ³)		3,00 (B) / 2,99 (K)	
Volumbestandighet (mm)		1	≤ 10
Begynnende størkning (min)		140	≥ 60
Trykkfasthet (MPa)	1 døgn	20	
	2 døgn	31	≥ 20
	7 døgn	42	
	28 døgn	55	≥ 42,5 ≤ 62,5
Sulfat (% SO ₃)		≤ 4,0	≤ 4,0
Klorid (% Cl ⁻)		≤ 0,085	≤ 0,10
Vannløselig krom (ppm Cr ⁶⁺)		≤ 2	≤ 2 ¹
Alkalier (% Na ₂ O _{ekv})		1,4 (B) / 1,5 (K)	
Klinker (%)		78	65-79
Flygeaske (%)		18	21-35
Kalkmel (%)		4	

1. I henhold til EU forordning REACH Vedlegg XVII point 47 krom VI forbindelser.

B = Brevik og K = Kjøpsvik

NORCEM
HEIDELBERGCEMENT Group

Norcem AS, Postboks 142, Lilleaker, 0216 Oslo
Tlf. 22 87 84 00 firmapost@norcem.no www.norcem.no