

DOKUMENTASJON AV BETONGEIGENSKAPAR FOR BETONGRESEPT
EIGNA FOR SPENNARMERTE KONSTRUKSJONAR FRAMSTILT FRÅ
NORCEM ANLEGG FA- OG 20 % NORCEM INDUSTRISEMENT.

VERIFICATION OF CONCRETE PROPERTIES FOR A CONCRETE
RECIPE SUITED FOR FABRICATION OF SPANREINFORCED
CONCRETE USING NORCEM ANLEGG FA- AND 20 %
NORCEM INDUSTRISEMENT.

JØRUND MAGNUS AKLESTAD

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITTENSKAP
INSTITUTT FOR MATEMATISKE REALFAG OG TEKNOLOGI
MASTEROPPGAVE 30 STP. 2013



Forord

Denne hovudoppgåva er skriven våren 2013 ved Institutt for Matematiske realfag og Teknologi (IMT), Universitetet for Miljø- og Biovitenskap (UMB) på Ås. Oppgåva er skriven med vegleiiing frå Dr. Ing. Christian O. Sørensen ved UMB og i samarbeid med Veidekke Entreprenør, med god hjelp og vegleiiing frå Christine Hauck, Lise Bathen og Alf Egil Mathisen. Betong Øst på Kongsvinger har vist stor velvilje og stilt sitt betonglaboratorium til disposisjon under forsøksperioden, og KB Spenneteknikk AS på Kongsvinger har donert innstøypingsanker til prosjektet.

Eg vil rette særskilt takk til dei tilsette ved V-teknikk som vore velvillige med lån av utstyr, gjeve god oppfylgning og vore tilgjengelege for vegleiiing i samband med forsøket som vart gjennomført på Kongsvinger.

I samband med masteroppgåva fekk eg også i regi av Veidekke vere med på U3 støypelederkurs og innføringskurs i bruken av herdeteknologiprogrammet CrackTeSt COIN.

Jørund Magnus Aklestad

Ås, 15.07.13

Samandrag

Hovudmålet med denne oppgåva er å undersøke fastleiksutviklinga til ein betongresept eigna for anleggskonstruksjonar der 20 % av bindemiddelet er Norcem Industrisement. Sidan Norcem har fasa den reine portlandsementen «Norcem Anlegg» ut av produksjon til fordel for «Norcem Anlegg FA» har det særleg ved støyping under kalde vintertemperaturar vist seg problematisk å oppnå fastleikskrava for oppspenning av eksempelvis spennarmerte brudekke innanfor dei gjevne tidsfristane. På store prosjekt kan dette føre til forseinkingar som kan verte svært dyre for entreprenøren.

I samband med dokumentasjon av betongfastleik før oppspenning er det vanleg praksis både hjå Veidekke og andre entreprenørar å lagre terningprøvene på toppen av betongkonstruksjonen fram til trykktesting slik at betongterningane får omlag same temperaturhistorie som betongen i konstruksjonen. Kravet til trykkfastleik før oppspenning er knytt til området kring ankeret, og denne temperaturen vil ikkje vere identisk med temperaturen på toppen av tverrsnittet. For å dokumentere om det er vesentleg skilnad i fastleiksutvikling mellom terningane som vert lagra på toppen av tverrsnittet og betongen ved ankeret er det gjort forsøk med parallelle seriar. Samstundes med terningar lagra på toppen av konstruksjonen vart det lagra terningprøver i temperaturstyrt vassbad som heldt same temperatur som betongen ved ankeret. På denne måten kan ein dokumentere om lagring av terningar på toppen av konstruksjonen gjev ei fastleiksutvikling som samsvarar med fastleiksutviklinga ved ankeret.

Etter erfaringa til V-teknikk gjev simuleringar av fastleik- og temperaturutvikling med herdeteknologiprogrammet HETT97 i mange samanhengar så konservative utrekningar at dei ikkje er brukande i samband med planlegging av eksempelvis oppspenning av spennarmerte brudekke. Det vert difor også undersøkt om det nyutvikla herdeteknologiprogrammet CrackTeSt COIN gjev utrekningar som stemmer betre overeins med målte verdiar enn HETT97.

Oppgåva vert delt i tre delar:

- Litteraturstudie med fokus på faktorar som verkar inn på fastleiksutvikling, herdeteknologi og flygeoske.
- Dokumentasjon av feltarbeid som vart gjennomført ved Veidekke sitt anlegg på Slomarka i samband med utbygging av ny firefelts E16 Slomarka – Fulu.
- Vedlegg som inneheld rådata frå feltarbeidet, diverse utrekningar, dokumentasjon for inndata til dei to herdeteknologiprogramma HETT97 og CrackTeSt COIN og anna relevant informasjon.

Etter gjennomførte forsøk kan ein konkludere med at:

- Frå trykktesting av fastleiksprøver lagra ved 20°C kan ein på 5 % signifikansnivå seie at fastleiksutviklinga til den modifiserte grunnresepten med 20 % Industrisement går raskare enn betong etter referanseressepten fram til sju døgns alder.
- I fylgje modningsutrekningar vil betong med 20 % Industrisement nå det prosjektspesifikke fastleikskravet på 40 MPa omlag 12 timar før betong framstilt etter referanseressepten.
- Omfanget av forsøka er ikkje tilstrekkeleg stort til å fastslå om innblanding av Industrisement gjev endra ferskbetongeigenskapar, men det er lite som tyder på at det er vesentlege skilnader mellom reseptane.

- Forsøk med målingar av temperatur- og fastleiksutvikling utført ved utstøyping av kubikkasser viser ikkje like stor tidsgevisst og er ikkje like eintydige som for prøveseriane lagra ved 20°C. I fylgje resultatata frå kubikkasseforsøka vart fastleikskarvet for oppspenning oppnådd etter to døgn for begge dei aktuelle betongreseptane.
- Det største avviket mellom fastleik målt frå terningar på toppen av konstruksjonen og terningar lagra i temperaturstyrt vassbad var 5 %. Trykkfastleiken til terningane som vart lagra på toppen av konstruksjonen låg generelt litt høgare enn for terningane som vart lagra ved ankertemperatur, men skilnaden er ikkje større enn at den kan forklarast med naturlege variasjonar. Dersom ein tenkjer seg ein tryggleiksmargin på 5 % ser det altså ut til at lagring av prøveterningar på toppen av konstruksjonen gjev ein god peikepinn på kva trykkfasteiken er i betongen ved ankeret.
- Samanlikning av resultat frå simuleringar herdeteknologiprogramma med verdiar som vart målte i forsøket viser at HETT 97 gjev konservative utrekningar for temperatur- og fastleiksutvikling, og utrekningane frå CTC stemmer betre overeins med dei målte verdiane.

Abstract

The purpose of this thesis is to verify the effect of adding 20 % rapid hardening cement to a concrete recipe based on a semi low-heat cement with 17 % fly ash and 3 % silica. The cement used in the experiment is produced in Norway by Norcem Brevik and sold on the market as “Norcem Industrisement” and “Norcem Anlegg FA-sement”. As Norcem decided to replace the CEM1 cement “Norcem Anleggsement” with the CEM2 cement “Anlegg FA-sement” several Norwegian contractors have experienced problems in reaching the concrete strength prescribed for tensioning span reinforcement within an acceptable time perspective, especially in the cold winter months. In larger projects delayed progress caused by low early-age strength can cause additional charge for the contractor.

Regarding to the documentation of concrete strength before tensioning span reinforced concrete the most common method used by Veidekke Entreprenør and other Norwegian contractors is to place the specimen on top of the concrete construction until the time of pressure testing. The prescribed concrete strength is in reality related to the area surrounding the prestressing tendons anchor and the concrete temperature in this area will not be identical to the temperature on top of the construction. Parallel series of specimens were prepared to examine if the difference in compressive strength between specimens stored on top of the construction compared with the concrete strength in the area adjoining the tendons anchor. Specimens from the same batch were stored on top of the construction and in a temperature controlled water reservoir at equal time. The results from compression tests of the specimens were compared to check if the difference in compressive strength between the two methods of testing were significant.

Using the simulation program HETT97 in estimations of strength- and temperature development of concrete, Veidekke Entreprenør have experienced that the calculations often are too conservative and not useful in planning progress at the construction site. It is therefore investigated if the recently developed simulation program CrackTeSt COIN gives more accurate values in calculations of strength- and temperature development than calculations in HETT97.

The theses consist of three parts:

- Study of literature relevant for the theses, including strength development, the effect of fly ash in concrete and curing technology.
- Documentation of fieldwork performed at the construction site of Veidekke Entreprenør at Slomarka, in connection with the construction of new highway E16 Slomarka – Fulu.
- Attachments with documentation of the results from the different experiments, different calculations and documentation of the different simulations performed in HETT97 and CrackTeSt COIN, etc.

Results and conclusion:

- At a level of significance of 5 % the conclusion is that the recipe with 20 % rapid hardening CEM1 cement gives higher compressive strength until seven days age is reached.
- According to computations after the principle of maturity the concrete recipe with 20 % Norcem Industrisement reaches the prescribed concrete strength for tensioning span reinforcement approximately 12 hours before concrete after the reference recipe.

- The scope of this experiment is not sufficiently extensive to determine if the properties of fresh concrete after the recipe with 20 % Norcem Industrisement is significant different from the properties of the concrete produced after the reference concrete. However, the results give no reason to believe that there is a large difference in fresh concrete properties between the two recipes.
- The measurements of compressive strength and temperature development in the full scale experiments does not show the same time saving gain as the experiments conducted in 20°C. The recipe with 20 % Norcem Industrisement gives still higher early age strength, but according to the full scale test concrete after both recipes reaches the prescribed concrete strength for tensioning span reinforcement at an age of two days.
- The highest deviation between concrete strength measured from specimens stored on top of the construction and in temperature controlled water reservoir were 5 %. In general the compressive strength of the specimens stored on top of the construction was a little higher than the specimens stored in water reservoir, but this difference could be explained by natural variations. Using a 5 % margin of safety, the method of testing specimens stored on top of the construction gives a good indication of the concrete strength around the anchor.
- The conclusion when comparing the results from simulations in HETT97 and CrackTeSt COIN is that HETT97 especially in the first days gives conservative computations and that the computations from CrackTeSt COIN corresponds better with the values measured in the experiment.

Innholdsliste

Forord	3
Samandrag	4
Abstract	6
Liste over tabellar i dokumentet	10
Liste over figurar i dokumentet	11
Liste over vedlegg til dokumentet	12
1. Innleiing og problemstilling	13
1.1 Bakgrunn for oppgåva	13
1.2 Hovudmål – Tidlegare oppspenning av spennarmert betong.	13
1.3 Problemstilling	14
2. Litteraturstudie	15
2.1 Innleiing	15
2.2 Forhold som har innverknad på fastleik og temperaturutvikling	17
2.2.1 Kjemisk samansetting av sement	17
2.2.2 Reaksjonen mellom portlandsement og vatn.	19
2.3.3 Masseforhold	19
3.3.4 Luftinnblanding i betong	20
2.3.5 Norcem sine sementar	22
2.4 Pozzolanar	24
2.4.1 Pozzolanreaksjonen	24
2.4.2 Flygeoske	24
2.4.3 Silikastøv	27
2.5 Alkalireaksjonar i betong.	28
2.6 Hastigheitsfunksjonen og modningsprinsippet	29
2.6.1 Hastigheitsfunksjonen	29
2.6.2 Modningsprinsippet	29
2.6.3 Fastleiksutvikling	30
2.7 Referanseprosjekt: Tverlandsbrua i Nordland	31
3. Feltarbeid – Utprøving av resept med 20 % Industrisement	33
3.1 Materiale og metode	34
3.1.1 Prøveseriar for lagring i 20°C vassbad	34

3.1.2	Temperaturutvikling og temperaturstyrt herding.....	36
3.1.3	Simuleringar med HETT97 og CrackTeSt COIN	40
3.2	Teknisk data.....	41
3.2.1	Resept 7540.....	41
3.2.2	Bakgrunn for val av blandingsforhold (Resept 8258).....	41
4.	Resultat.....	43
4.1	Prøveseriar i 20°C vassbad	43
4.1.1	Betong etter grunnresept 7540 v/20°C.....	43
4.1.2	Betong etter grunnresept 8258 v/20°C.....	45
4.1.3	Statistisk analyse av skilnaden i trykkfastleik mellom resept 7540 og 8258.....	47
4.2	Resultat frå forsøk med temperaturstyrt herding.....	49
4.2.1	Kubikkasse 1 og 2	49
4.2.2	Kubikkasse 3	50
4.3	Støyp Slomarka bru	52
4.3.1	Terningfastleik, Slomarka bru.....	52
4.3.2	Temperaturutvikling, Slomarka bru	52
4.3.3	Utrekning av modningsalder og ekvivalent trykkfastleik, Slomarka bru.....	53
4.4	Simuleringar utført med HETT97 og CrackTeSt COIN.....	54
4.4.1	Terningseriar lagra ved 20°C	54
4.4.2	Kubikkasse 1 og 2	55
4.4.3	Kubikkasse 3	57
4.4.4	Samanlikning mellom målt og simulert verdi.....	58
4.4.5	Modningsalder og ekvivalent trykkfastleik med CrackTeSt COIN	60
5.	Diskusjon og kjelder til feil	63
5.1	Diskusjon	63
5.1.1	Prøveseriar lagra ved 20°C	63
5.1.2	Forsøk med kubikkasser	65
5.1.3	Slomarka bru	66
5.1.4	Simuleringar med HETT97 og CrackTeSt COIN	67
6.	Konklusjon	70
	Litteratur som har vore nytta i samband med hovudoppgåva	71
7.	Vedlegg til hovudoppgåva (128 sider).....	73

Liste over tabellar i dokumentet

Tabell 1: Klinkersamansetting for typisk portlandsement [8].....	17
Tabell 2: Sementar frå Norcem.....	22
Tabell 3: Kjemisk samansetting av ulike pozzolanar og sement [23].....	25
Tabell 4: Innhald av Silisiumdioksid frå produksjon av ulike silikonlegeringar [25].....	27
Tabell 5: oversikt over standardar som er nytta i samband med prøveuttak og testing.	34
Tabell 6: Utrekning av alkaliinnhald frå bindemiddel etter grunnresept 8258.....	42
Tabell 7: Alkaliinnhald i betong etter grunnresept 8258 justert til synkmål 220 mm.....	42
Tabell 8: Resultat frå målingar av temperatur, luftinnhald, synkmål og densitet frå serie 1:5	43
Tabell 9: Resultat frå fastleiksprøving serie 1:5 (grunnresept 7540)	44
Tabell 10: Resultat frå målingar av temperatur, luftinnhald, synkmål og densitet frå serie 6:10, 12.....	45
Tabell 11: Resultat frå fastleiksprøving serie 6, 8:10, 12 (grunnresept 8258)	46
Tabell 12: T-test for skilnad i trykkfastleik mellom resept 8258 og 7540	48
Tabell 13: Oppsummert informasjon om kubikkasse 1 og 2.....	49
Tabell 14: Resultat frå terningprøver v/ konstruksjonstemp.....	49
Tabell 15: Nøkkelverdiar frå temperaturmålingane i kubikkasse 1 og 2.....	50
Tabell 16: Oppsummert informasjon kubikkasse 3	50
Tabell 17: Resultat frå terningprøver v/ konstruksjonstemp.....	51
Tabell 18: Nøkkelverdiar frå temperaturmålingane i KK3	51
Tabell 19: Modningsalder og ekvivalent trykkfastleik, Slomarka bru	53
Tabell 20: Avvik mellom målte verdiar og simulerte verdiar frå Hett97 og CrackTeSt COIN	59
Tabell 21: Ekvivalent alder og trykkfastleik for kubikkasse 1 og 2	61
Tabell 22: Ekvivalent alder og trykkfastleik for kubikkasse 3.....	62
Tabell 23: Utrekna verdiar frå 28-døgns trykkfastleik 2013 Betong Øst (frå vedlegg 14).....	64

Liste over figurar i dokumentet

Figur 1: Motstand mot frost som funksjon av luftporevolum [9]	21
Figur 2: Luftinnhald og reduksjon av trykkfastleik [11].	21
Figur 3: Sfæriske flygeoskepartiklar studert i mikroskop [21].	25
Figur 4: Prinsipiell virkemåte for sykklonrensing [20].	25
Figur 5: RAV-trekanten; tre vilkår for at alkalireaksjonar i betong skal kunne finne stad [26].	28
Figur 6: Fastleik frå interpolering mellom målepunkt [31].	30
Figur 7: Tilpassing av formfunksjon til målt trykkfastleik [31].	30
Figur 8: Oversiktsbilete som viser Tverlandet bru 1.mai 2013 [32].	31
Figur 9: Fordeling av trykkfastleik ved 28 døgn, Tverlandsbrua.	32
Figur 10: Samanheng mellom luftinnhald-trykkfastleik, Tverlandet.	32
Figur 11: Kart som viser delstrekningane ved utbygging av ny firefelts E16 på strekninga Slomarka – Kongsvinger [38].	33
Figur 12: Måling av masse i vatn [40].	35
Figur 13: Lagring av prøveterningar i vassbad [40].	35
Figur 14: Illustrasjon av påføring av last ved trykktesting [40].	35
Figur 15: Typisk brotform etter trykktesting [40].	35
Figur 16: Prinsippskisse for funksjonen til eit temperaturstyrt herdekar [40]	36
Figur 17: Fylling og plassering av temperaturgivarar i kubikkasse 1 [41]	37
Figur 18: Tildekking av kubikkasser [40].	37
Figur 19: Temperaturstyrte herdekar får V-teknikk [40].	37
Figur 20: Tildekking/ merking av terningformer for lagring i vassbad [40].	37
Figur 21: Utsnitt frå konstruksjonsteikningar til Slomarka bru med merking for plassering av temperaturfølarar [36].	39
Figur 22: Grafisk framstilling av fastleiksutvikling for betong etter grunnresept 7540.	44
Figur 23: Densitet mot trykkfastleik grunnresept 7540.....	45
Figur 24: Luftinnhald mot trykkfastleik grunnresept 8258	45
Figur 25: Fastleiksutvikling frå betongprøver etter resept 8258.	46
Figur 26: Densitet mot trykkfastleik grunnresept 8258.....	47
Figur 27: Luftinnhald mot trykkfastleik grunnresept 8258	47
Figur 28: Samanlikning av fastleiksutvikling v/ 20°C mellom grunnresept 7540 og 8258.	47
Figur 29: Temperaturskilnad kubikkasse 1 [48]	49
Figur 30: temperaturutvikling i kubikkasse 1 (resept 7540)	50
Figur 31: temperaturutvikling i kubikkasse 2 (resept 8258)	50
Figur 32: Temperaturskilnad kubikkasse 3 [48]	51
Figur 33: Temperaturutvikling kubikkasse 3.....	51
Figur 34: Temperaturutvikling Slomarka bru (frå temperaturlogg).....	52
Figur 35: Fastleiksutvikling for grunnresept 7540 v/20°C (HETT97)	54
Figur 36: Fastleiksutvikling for grunnresept 7540 v/20°C (CTC)	54
Figur 37: Fastleiksutvikling for grunnresept 8258 v/20°C (HETT97)	54
Figur 38: Fastleiksutvikling for grunnresept 8258 v/20°C (CTC)	54
Figur 39: Samanlikning mellom simulert fastleiksutvikling og målt trykkfastleik kubikkasse 1 (serie 5).....	55
Figur 40: Samanlikning mellom simulert fastleiksutvikling og målt trykkfastleik kubikkasse 2 (serie 6).....	55
Figur 41: Temperaturutvikling i KK1 simulert med HETT97.....	56
Figur 42: Temperaturutvikling i KK1 simulert med CrackTeSt COIN	56
Figur 43: Temperaturutvikling i KK2 simulert med HETT97.....	56
Figur 44: Temperaturutvikling i KK2 simulert med CTC (KK1)	56
Figur 45: Samanlikning mellom simulert fastleiksutvikling og målt trykkfastleik kubikkasse 3, serie 11	57
Figur 46: Samanlikning mellom simulert fastleiksutvikling og målt trykkfastleik kubikkasse 3, serie 12	57
Figur 47: Temperaturutvikling i KK1 simulert med HETT97.....	58
Figur 48: Temperaturutvikling i KK1 simulert med CrackTeSt COIN	58

Liste over vedlegg til dokumentet

Vedlegg 1:	Grunnlagsdata frå forsøka.	15 sider
Vedlegg 2:	Laboratorierapportar frå Betong Øst Kongsvinger.	13 sider
Vedlegg 3:	Grunnreseptar og tilleggsresept frå betong Øst Kongsvinger.	3 sider
Vedlegg 4:	Dokumentasjon av temperatur og vêrdata kubikkasse 1	6 sider
Vedlegg 5:	Dokumentasjon av temperatur og vêrdata kubikkasse 2	6 sider
Vedlegg 6:	Dokumentasjon av temperatur og vêrdata kubikkasse 3	6 sider
Vedlegg 7:	Rapport frå CrackTeSt COIN frå simulering av herdeforløpet til kubikkasse 1	13 sider
Vedlegg 8:	Rapport frå CrackTeSt COIN frå simulering av herdeforløpet til kubikkasse 3	13 sider
Vedlegg 9:	Rapport frå CrackTeSt COIN frå simulering av herdeforløpet til terningprøver lagra ved 20°C	8 sider
Vedlegg 10:	Rapport frå HETT97 frå simulering av herdeforløpet til kubikkasse 1	7 sider
Vedlegg 11:	Rapport frå HETT97 frå simulering av herdeforløpet til kubikkasse 2	7 sider
Vedlegg 12:	Rapport frå HETT97 frå simulering av herdeforløpet til kubikkasse 3	7 sider
Vedlegg 13:	Resultat frå trykkfastleiksprøving av 28- og 56-døgns prøver frå Veidekke på Slomarka.	1 side
Vedlegg 14:	Resultat frå trykkfastleiksprøver av 28-døgns prøver frå Betong Øst Kongsvinger.	3 sider
Vedlegg 15:	Resultat frå trykkfastleiksprøver frå Tverlandet bru i Nordland.	4 sider
Vedlegg 16:	Betongreseptane som Reinertsen entreprenør og SVV nyttar ved Tverlandet bru.	4 sider
Vedlegg 17:	Innleiande prøver utført i førekant av utvelging av betongresept til Tverlandet bru.	1 side
Vedlegg 18:	Laboratorierapport frå betong Øst Kongsvinger for fyrste lasset levert til støyping av Slomarka bru . . .	1 side
Vedlegg 19:	Tabell med utrekna avvik mellom simulerte og målte verdiar for trykkfastleik og temperatur	2 sider
Vedlegg 20:	Statistisk analyse med Student's t-test.	2 sider
Vedlegg 21:	Teikningsgrunnlag for bygging av Slomarka bru.	2 sider
Vedlegg 22:	Utrekningar av ekvivalent trykkfastleik og modningsalder for Slomarka bru	4 sider

1. Innleiing og problemstilling

1.1 Bakgrunn for oppgåva

Gjennom dei siste tiåra har samfunnet sitt fokus på miljø og menneskeskapte klimaendringar blitt sterkare, og dette er noko også sementindustrien har teke konsekvensen av. Norcem har som den viktigaste sementleverandøren til den norske marknaden lenge levert sementar der delar av Portlandklinkeren er erstatta med flygeoske, eit restprodukt frå kolfyrde kraftverk i Europa. Tilsetning av flygeoske har på fleire måtar positiv innverknad på eigenskapane til betongen, men i denne oppgåva er det problemstillinga knytt opp mot fastleik i tidleg fase som vert diskutert.

Sidan Norcem Anlegg vert fasa ut av marknaden til fordel for Anlegg FA, med 17- 20 % flygeoske, har ikkje Norcem lenger nokon rein portlandsement eigna for konstruksjonar i anleggsbransjen. Anlegg FA har mykje godt dei same eigenskapane som anleggsementen utan flygeoske, og til bruk i massive konstruksjonar kanskje betre, men innblandinga av flygeoske gjer at hydratiseringsreaksjonen kjem litt seinare i gong. Spennarmerte konstruksjonar har krav til ein viss fastleik før oppspenning, og med Norcem Anlegg FA har det vist seg problematisk å oppnå desse fastleikane innanfor planlagt framdrift, særleg ved kalde temperaturar i vinterhalvåret [1, 2]. For å oppnå høgare tidlegfastleik vert det difor gjort forsøk for å dokumentere fastleiksutviklinga til ein betongresept med 80 % Norcem Anlegg FA og 20 % Norcem Industri.

For å dokumentere fastleiken til betongen før oppspenning er det vanleg å lagre prøvestykka under vintermatter eller liknande på toppen av konstruksjonen slik at prøvestykka får same temperaturhistoria som betongkonstruksjonen. Temperaturen i ein betongkonstruksjon vil variere gjennom tverrsnittet og temperaturutviklinga til betongen kring ankeret, der lasta frå oppspennt kabel skal påførast, vil ikkje vere identisk med temperaturen der ein lagrar terningane. For å få identisk temperaturutvikling mellom prøveterningar og staden i konstruksjonen der lasta skal påførast kan ein støype inn temperaturfølarar i tverrsnittet, som ein koplar til eit temperaturstyrt herdekar. Som ein mindre del av oppgåva er det gjort parallelle forsøk med betongprøvestykke herda i temperaturstyrt vassbad og på toppen av betongkonstruksjonen for å samanlikne fastleiksutviklinga for dei ulike lagringsmetodane. Det er også gjort simuleringar med herdeteknologiprogramma CrackTeSt COIN og HETT97, dels for å verifisere programma og dels for å stadfeste at temperatur- og fastleiksutvikling stemmer overeins.

Oppgåva er knytt opp mot bygginga av E16 Kongsvinger - Fulu, der Veidekke Entreprenør bygger ny firefelts motorveg på oppdrag frå Statens Vegvesen. Feltarbeidet til oppgåva er gjort ved laboratoriet til Betong Øst på Kongsvinger, og betongen som undersøkt har i all hovudsakk gått til Veidekke sitt anlegg ved Slomarka.

1.2 Hovudmål – Tidlegare oppspenning av spennarmert betong.

Målsettinga for oppgåva er å dokumentere fastleiksutviklinga til ein betongresept med 80 % Norcem Anlegg FA- og 20 % Norcem Industri sement. Ein reknar med at innblanding av 20 % Industrisement vil gi høgare fastleik i tidleg alder, men i liten grad påverke sluttfastleiken til betongen.

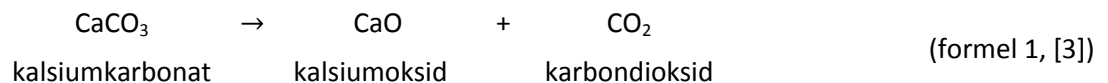
1.3 Problemstilling

- Vil ein betongresept med 20 % Norcem Industrisement og 80 % Norcem Anlegg FA-sement gjeve moglegheit for tidlegare oppspenning av spennarmerte brudekke?
- Er det nemneverdig skilnad mellom fastleiksutvikling til betongprøveterningar lagra på toppen av konstruksjonen samanlikna med terningar lagra ved temperatur tilsvarande betongtemperatur ved spennarmeringsanker?
- Gjev simuleringar med herdeteknologiprogrammet HETT97 så konservative utrekningar at det ikkje bør brukast for estimering av oppspenningstidspunkt og temperaturutvikling?

2. Litteraturstudie

2.1 Innleiing

Litteraturstudiet tek føre seg eit utval litteratur som er relevant i samband med forståinga faktorar som påverkar tidlegfastleiken til betong. Sjølv om kjennskapen til å gjere seg nytte av sementliknande bindemiddel har vore tilstade i heilt sidan oldtida er det fyrst i moderne tid utviklinga av betong som det byggematerialet vi kjenner i dag har skote fart. I tida etter andre verdskrig kan ein dele utviklinga av betong som byggemateriale inn i fleire epokar med fokus på ulike eigenskapar, og i det siste tiåret har også miljø kome inn som ein viktig faktor [3]. Sement vert framstilt ved at kalkstein, som er rik på kalsiumkarbonat (CaCO_3), saman med korreksjonsmaterial vert melen til eit råmjøl som varmast opp til om lag 1000°C . Frå denne kalsineringsprosessen får ein reaksjonsprodukta kalsiumoksyd (CaO) og karbondioksid (CO_2) som vist i formel 1. Råstoffet vert vidare brent i roterovn ved cirka 1450°C og klinkeren som kjem ut blandast med gips, kalksteinsmjøl og eventuelt flygeoske/ slagge før den vert melen til eit fin pulver i sementkverna.



På verdsbasis er kjem omlag 5 % av CO_2 utsleppa frå sementindustrien [4], og Nocem sine utslepp tilsvarar cirka 7 % av dei totale utsleppa i Noreg [3]. Utsleppa frå den kjemiske reaksjonen som danner CaO står for omlag 60 % av det totale CO_2 utsleppet frå sementproduksjonen, og med mindre ny teknologi for karbonfangst kjem på banen er det lite ein kan gjere for å redusere dette. Resterande 40 % av CO_2 utsleppa er knytte opp mot oppvarming av råmjøl og klinker, og her kan CO_2 utsleppa reduserast ved å gjere seg nytte av alternative energikjelder til oppvarming, som biobrensel, tekstilar, osb. Norcem har som målsetnad å auke bruken av alterantivt bensel basert på biomasse ved sine anlegg til 20 % innan 2014, og ved anlegget til Norcem Brevik er CO_2 utsleppet redusert med nesten 200 000 tonn per år sidan 1990 ved å bruke avfallsbasert brensel i staden for kol [5].

Ein effektiv måte å redusere det totale CO_2 utsleppet frå betongindustrien er knytt opp mot innblanding av flygeoske. Ved at ein erstattar delar av den reine portlandsementen med flygeoske får ein eit sluttprodukt som totalt sett gjev lågare CO_2 utslepp samstundes som ei får lagra flygeoska på ein forsvarleg måte i varige betongkonstruksjonar. For å betre miljøprofilen sin har Norcem, som leverar over 80 % av sementen til den norske betongbransjen, dei siste åra fasa ut både Standardsementen og Anleggsementen frå marknaden til fordel for Standard FA og Anlegg FA, som begge inneheld mellom 17 og 20 % flygeoske. Dei «nye» sementtypane har i all hovudsak same eigenskapar som dei reine portlandsementane, men innblandinga av flygeoske gjer at reaksjonen går tregare i starten og gjev lågare tidlegfastleik [3].

Betong er eit sprøyt materiale og toler relativt små strekkspenningar før det sprekk opp. For å auke strekkapasiteten til eit betongtverrsnitt er det difor vanleg å støype inn armeringsjarn som er plasserte slik at stålet tek opp strekkspenningane i tverrsnittet. Ofte er det naudsynt å auke strekkapasiteten meir enn kva ein oppnår med slakkarmering, og ein mykje brukt måte å gjere dette på er å spenne opp armeringa anten før (forspenning) eller etter (etterspenning) at betongen har herda. På denne måten påfører ein tverrsnittet ei trykkraft som fører til at ein kan påføre større last før grensa for strekkspenning vert

overskriden. Spennarmering av betong er mykje brukt i samband med brubygging, elementproduksjon og andre konstruksjonar der ein vil auke berekapasiteten eller redusere betongtverrsnittet [6].

I samband med etterspenning av betong vert det både frå spennarmeringsprodusenten og frå prosjekterande rådgjevar sett krav om at betongen har nådd ein viss fastleik før oppspenning kan finne stad. I konstruksjonar der framdrift er viktig og der ein er avhengig av å kunne spenne opp ein del av konstruksjonen for å starte på neste byggetrinn er det viktig at det ikkje går for lang tid før betongen oppnår den føreskrivne fastleiken for å unngå ventetid på byggeplass og dei meirkostnadane det kan medføre [7]. Dei reine portlandsementane, som Norcem no har fasa ut av produksjon, var godt eigna til slike føremål, men i store delar av landet har blandeverka ikkje lenger tilgang til eigna sement [2]. Flygeoskesementane kan særleg ved låge temperaturar på vinterhalvåret vere for trege. Den finmalne Industrisementen vil gjeve rissdanning utover kva som er akseptabelt og vil dessutan gjeve høgare alkaliinnhald enn krava som er sette i NB21. For å kunne ivareta krava til framdrift, fastleiksutvikling og unngå opprissing vil det difor verte aktuelt å nytte eksempelvis Anlegg FA- og Industrisement i eit blandingsforhold som gjev alkaliinnhald under grenseverdiane frå NB21 men likevel høgare fastleik i tidleg alder.

I denne oppgåva vert det søkt å dokumentere fastleiksegenskapane til ein betongresept med 20 % Norcem Industrisement og 80 % Norcem AnleggFA-sement i samband med bygginga av E16 – Slomarka - Fulu, eit prosjekt der Veidekke Entreprenør skal byggje fleire spennarmerte bruer og det kan vere aktuelt med innblanding av Industrisement som «startmotor» for Anlegg FA.

2.2 Forhold som har innverknad på fastleik og temperaturutvikling

2.2.1 Kjemisk samansetting av sement

Sement er eit hydraulisk bindemiddel som blanda med vatn hydratiserar og dannar eit fast reaksjonsprodukt. Under hydratiseringsreaksjonen veks ein reaksjonsmasse forma som tynne nåler ut frå overflata til sementkorna. Den nålforma reaksjonsmassen vert kalla sementgel, og er samansett av *fastkrystallar, lauskrytallar og holrom* (gel-porer). Fastkrystallar er ei sambinding av Kalsium, Silisium og Hydrogen (CSH), og medverkar til å gjeve fastleik, stivleik og bestandigheit til betongen. Kalsiumhydroksid ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) er lauskrytallar som ikkje verkar inn på fastleiken til betongen, men aukar pH-verdien og gjer betongen svært basisk. Den høge pH-verdien (typisk pH 13) er gunstig for å hindre armeringskorrosjon sidan den gjev eit vernande oksidlag kring armeringa. Ein delar gjerne betongen si utvikling i to fasar; størkningsfasen og herdingsfasen. Størkningsfasen er perioden fram til betongen startar å utvikle fastleik, når dei nålforma spirane frå sementkorna byrjar å vekse inn mellom kvarandre og herdeperioden startar. Gjennom herdeperioden vil reaksjonsprodukta fylle eit aukande volum etter som ein større del av kvart sementkorn vert hydratisert [9, 11].

Blandinga av sement og vatn, som ein gjerne kallar sementpasta, får altså bindemiddeleigenskapar ved at det vert danna ulike CSH-sambindingar, og bindemiddeleigenskapane til sementpastaen er nært knytte opp mot den kjemiske samansettinga til sementen.

Som vist tabell 1 utgjer dei fire klinkerminerala C_3S (trikalsiumsilikat), C_2S (dikalsiumsilikat), C_3A (trikalsiumaluminat) og C_4AF (tetrakalsiumaluminatferritt) hovuddelen av ein portlandsement, medan det finnst ein mindre del mangan (Mg), svovel (S) og alkalioksid av natrium (Na) og kalium (K). Ved å endre mengdeforholdet mellom dei fire hovudmineralane innanfor variasjonsområdet gjeve i tabell 1 kan ein styre sementensine eigenskapar i høve til varmeutvikling, fastleiksutvikling, sluttfastleik og bestandigheit [8].

Tabell 1: Klinkersamansetting for typisk portlandsement [8].

Oxider	Indhold - %		Klinker-mineral	Indhold - % Typisk sammen-sætning
	Variations-område	Typisk sammen-sætning		
CaO	60-67	65	C_3S	55
SiO_2	17-25	22	C_2S	20
Al_2O_3	2-8	4	C_3A	7
Fe_2O_3	0-6	3	C_4AF	9
MgO	0,1-4,0	1	CaSO_4	3
SO_3	1-4	2,5	Fri CaO	1
Alkalioxider	0,2-1,5	0,8		

Sjølv om alkalioksida prosentvis er ein liten del av klinkersamansettinga, har dei innverknad på sement-eigenskapane. Alkaliene medverkar til høgare tidleg-fastleik, men vil føre til ekspansjon brukt saman med tilslag som inneheld silikat. For at ein sement skal reknast som lågalkalisk og kunne brukast saman med reaktivt tilslag, må alkaliinnhaldet ver under 0,6 % [9]. Dette vert nærare drøfta i avsnittet om akalireaksjonar.

Trikalsiumsilikat C₃S

C₃S er hovudkomponenten i portlandsement, og utgjer gjerne over 50 % av sementen. Som reaksjonsprodukt frå reaksjonen mellom C₃S og vatn vert det danna kalsiumsilikathydrat og kalsiumhydroksid ved det som vert kalla hydratisering. C₃S har særleg stor innverknad på styrkeutviklinga til sementpastaen i tidleg fase, sidan C₃S samanlikna med C₂S reagerer hurtig. Hydratiseringshastigheita til C₃S er til ei viss grad avhengig av fordelinga mellom dei andre klinkerminerala i sementen, mellom anna er C₃A og gips med på å fremje hydratiseringa av C₃S. Varmeutviklinga frå reaksjonen mellom C₃S og vatn gjev moderat varmeutvikling samanlikna med hydratiseringsvarmen frå dei andre klinkerminerala. Varmeutviklinga er omlag 500 kJ/kg omdanna C₃S, men sidan dette klinkermaterialet står for ein så stor del av total klinkermengde får den likevel stor innverknad på varmeutviklinga til sementen [8].

Dikalsiumsilikat C₂S

Innhaldet av klinkermineralet C₂S i ein portlandsement ligg kring 20 %. C₂S dannar kalsiumsilikathydrat og kalsiumhydroksid på same måten som C₃S, men mengdeforholdet mellom reaksjonsprodukta er ulikt. Sidan reaksjonshastigheita til C₂S er lågare enn hjå C₃S styrer C₂S styrkeutviklinga i ein seinare fase enn C₃S. Varmeutviklinga ved fullstendig hydratisering av C₂S ligg kring 260 kJ/kg, karakteristisk for dette klinkermaterialet er difor ein langsam reaksjon med låg varmeutvikling.

Trikalsiumaluminat C₃A

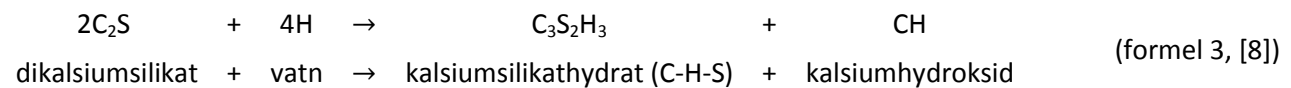
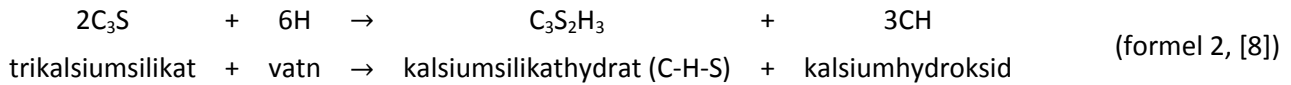
C₃A gjev hurtig fastleiksutvikling i tidleg fase og gjev høg slutfastleik. I rein form reagerer C₃A svært hurtig med vatn, og for å forseinke reaksjonen mellom C₃A og vatn vert nokre prosent gips (CaSO₄ 2H₂O) blanda med sementen. Sidan reaksjonsproduktet frå C₃A har høgt fuktinnhald er vassbehovet til hydratiseringa større enn for C₃S og C₂S, og varmeutviklinga frå hydratiseringsreaksjonen er også mykje høgare enn for dei andre klinkerminerala. Typisk varmeutvikling ved fullstendig hydratisering av C₃A er omlag 870 kJ/kg. C₃A har også innverknad på kor vidt sementen er motstandsdyktig mod sulfatangrep, innhaldet av C₃A må vere under 5 % for at sementen kan reknast som sulfatbestandig [8].

Tetrakalsiumaluminatferritt C₄AF

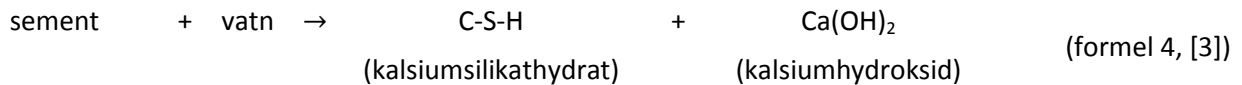
Dette er ei gruppe klinkermaterial med gjennomsnittleg samansetting tilsvarande C₄AF, og innhaldet vil for ein normal portlandsement vere i området 5 – 10 %. C₄AF bidreg samanlikna med dei andre klinkermateriala berre i liten grad til styrkeutviklinga til sementen, vassforbruket ved hydratisering er høgare enn for C₃S og C₂S, men lågare enn for C₃A. Varmeutviklinga frå C₄AF er moderat og ligg i same område som for C₃S, kring 420 kJ/kg.

2.2.2 Reaksjonen mellom portlandsement og vatn.

Når sement reagerer med vatn vert klinkerminerala omdanna til ei rekkje komplekse sambindingar der ei gruppe C-S-H (kalsiumsilikathydrat, ofte nemnt som $C_3S_2H_3$) er mellom dei viktigaste, sidan bindemiddeleigenskapane til betongen er knytt opp mot dette stoffet. C-S-H kjem som eit reaksjonsprodukt frå hydratiseringa av klinkerminerala C_3S og C_2S som vist i formel 2 og 3. Klinkerminerala som inneheld aluminium (Al) vil ikkje i vesentleg grad vere med på påverke slutfastleiken til betongen, men er med på å styre avbindingsperioden (tida ein har til rådigheit for å arbeide med betongen) sidan reaksjonen mellom vatn og desse stoffa går svært hurtig [8].



Som vist i formel 2 og 3 er det berre mengda av kalsiumhydroksid som skil reaksjonsproduktet frå C_3S og C_2S . På ein endå meir forenkla måte kan reaksjonen mellom sement og vatn skrivast som i formel 4 [3].



2.3.3 Masseforhold

Masseforholdet, eller v/b (vatn/ bindemiddel) – forholdet, spelar ei viktig rolle for flytemotstanden (λ_0) til betongmatriksen og bestemmer dessutan hydratiseringsgraden til sementen, noko som er avgjerande for slutfastleiken til betongen [9]. I NS-EN 206-1 vert dei ulike bestandigheitsklassene definerte ved å sette krav til masseforholde m , rekna ut etter formel 5:

$$m = \frac{v}{(c + \sum k \cdot p)} \quad (\text{formel 5, [10]})$$

Der	v	=	effektivt vassinnhald	[kg]
	c	=	sementinnhald	[kg]
	k	=	verknadsfaktor, effektivitet samanlikna med portlandsement	
	p	=	mengde pozzolane tilsetingar	[kg]

3.3.4 Luftinnblanding i betong

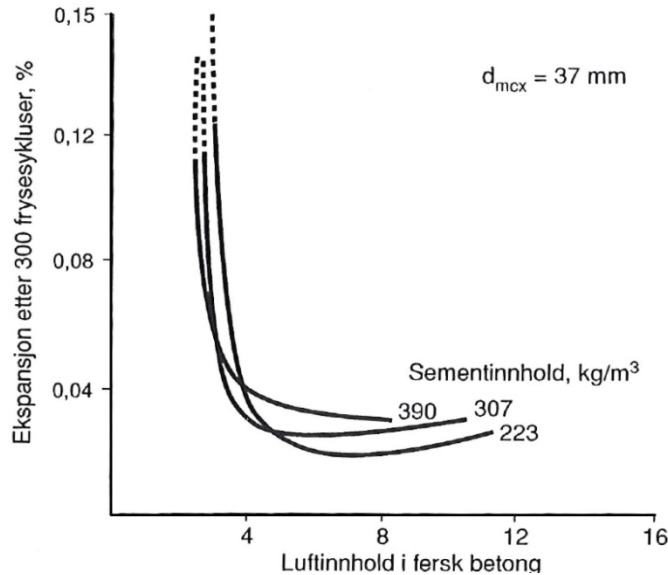
Både tilslag og sement har ein del luftfylde holrom mellom tilslags- og sementkorn, og sjølv etter blanding og vibrering vil ein del av denne lufta vere att i betongen. Dette kallar ein naturleg luftinnhald eller innkapsla luft, og mengda vil variere frå 1,5 % av betongvolumet for naturleg tilslag til 2 % av betongvolumet for knust tilslag [8].

Luftinnhaldet i betong kan aukast ved bruk av luftinnførande tilsetningsstoff (L-stoff), som gjer at mange små luftporer i storleiksorden $\varnothing 0,1 - 0,3\text{mm}$ fordelar seg jamt i sementpastaen når betongen vert blanda [9]. Luft som vert tilført betongen på denne måten vert kalla innblanda luft, og formålet med slik luftinnblanding er å framstille betong som er motstandsdyktig mot frost. Det finnst fleire teoriar for korleis eit betongtverrsnitt vert utsett for frostsprenging, to av hovudteoriane tek utgangspunkt i *hydraulisk trykk* og *danning av islinser* i sementpastaen.

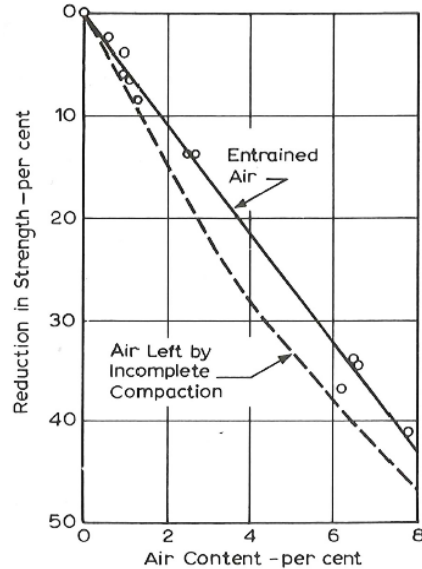
I startfasen av ein fryseprosess kan ein finne vatn både i fryst- og flytande form i sementpastaen. Etter som ein større del av vatnet fryser til is og volumet aukar, aukar det hydrauliske trykket frå vatnet som ikkje har fryst. Betong med lite luftinnhald gjev ikkje moglegheit til ekspansjon, og dersom det hydrauliske trykket vert større enn kreftene som held betongen saman får ein frostsprenging av betongtverrsnittet. Ein anna teori forklarar frostsprenging med at små islinser vert danna i sementpastaen og trekkjer til seg vatn frå omgjevnadane. Faseovergangen til is fører til ei volumendring som vidare påfører betongtverrsnittet indre spenningar, og når desse spenningane vert større enn strekkspenninga til betongen får ein opprissing av tverrsnittet [8]. I fylgje teorien om hydraulisk trykk vil små luftporer i betongen fungere som bufferar mot auka hydraulisk trykk og gje det flytande vatnet moglegheit til å ekspandere i holroma, medan teorien om danning av islinser seier at linsene vert danna i luftporene der dei har plass til å vekse. I fylgje begge teoriane spelar altså luftporene ei viktig rolle i høve til motstand mot frost.

Kvar luftpore vernar berre om eit tynt skal kring seg sjølv, og dersom avstanden mellom porene vert for stor vil sementpastaen ekspandere ved frost. Når dei vernande skala overlappar kvarandre er sementpastaen verna mot frost, og volumet til ein sementpasta med tilstrekkeleg luftporer vil minke (kontrahere) når temperaturen minkar, på same måten som andre faste lekamar utsette for avkjøling. Når betongtverrsnittet tinar etter frysing, vil vatnet gå attende frå porene til sementpastaen, slik at frost-motstanden ein oppnår ved luftinnblanding varer ved gjennom repeterte fryse- tinesyklusar. Hurtig tining etterfylgt av sakte frysing er ein harmlaus prosess for eit betongtverrsnitt med tilstrekkeleg luftporer, sidan vatnet allereie er i porene når fryseprosessen startar. Vert det same betongtverrsnittet derimot utsett for sakte tining og hurtig frysing vert situasjonen ein anna; dersom fryseprosessen går raskt vil ikkje transporten av vatn til porene vere tilstrekkeleg, og sementpastaen vil verte utsett for ekspansjon ved frysing [11].

Storleik og fordeling av luftboler har innverknad på frostsikkerheita til betongtverrsnittet, porestorleikar mellom $\varnothing 0,005 - 0,2\text{mm}$ er mest effektive medan bobler over $0,2\text{mm}$ betrar ikkje frosteigenskapane [8]. Store luftbobler, t.d. årsaka av ufullstendig vibrering eller vasslommer etter separasjon, som ofte er synlege på overflata av betongkonstruksjonar vil altså ikkje vere med på å gjere konstruksjonen meir frostsikker. Ved bruk av L-stoff er det ynskjeleg at det totale luftinnhaldet ligg mellom 4 og 6 %, forsøk viser at luftinnhald høgare enn 6 % gjev heller negativ innverknad på frostmotstanden [9]. Figur 1 viser frostmotstand som ein funksjon av luftporevolum der ekspansjonen er eit uttrykk for frostsprenging av prøvestykket.



Figur 1: Motstand mot frost som funksjon av luftporevolum [9].



Figur 2: Luftinnhald og reduksjon av trykkfastleik [11].

For betong brukt i Statens Vegvesen sine konstruksjonar er det sett krav til luftinnhald på $5,0 \pm 1,5\%$ for fastleiksklasser $\leq B45$ og $3,5 \pm 1,5\%$ for fastleiksklasser $> B45$. Dersom det ikkje er dokumentert at luftinnhaldet er uendra etter transport frå blandeverk til byggeplass, skal luftinnhald målt både på blandeverket og byggeplassen dokumenterast for byggherren [12]. Når ein måler luftinnhaldet for ein slik dokumentasjon med luftbytte kan ein ikkje skilje mellom ulike typar luftporer, ein måler det totale luftinnhaldet i prøva. For å få eit korrekt bilete av fordeling, storleik og mengde av luftbobler må ein gjere optisk analyse av tynnslipte eller planslipte prøver av betongtverrsnittet [13], og telle kor mange luftbobler som er innanfor eit gjeve areal, måle storleiken på boblene og finne avstandsfaktoren \bar{L} mellom dei.

Innføring av luft har også innverknad på andre eigenskapar hjå betong både i fersk og herda tilstand, nokre positive og andre negative. I fersk betong verkar dei runde luftporene som kulelager og gjer betongen betre støypeleg. Ein gamal tommelfingerregel seier at for kvar prosent luftinnhaldet vert auka ved hjelp av L-stoff vert behovet for vatn redusert med 5 liter/m^3 [9]. Luftinnhaldet vil også spele inn på kor godt betongen let seg pumpe; betong med høgt luftinnhald vil fjøyre ved pumping sidan lufta vert pressa saman før betongen, og er luftinnhaldet for stort i høve til pumpehøgda kan ein oppleve at betongpumpa berre vert ståande og komprimere betongen i slangen utan at noko kjem ut i ander enden [14].

I herda betong vil luftporene resultere i minkande fastleik ved alle aldrar figur 2 viser den lineære samanhengen mellom reduksjon i trykkfastleik og aukande luftinnhald ved betongblandingar med v/c tal mellom 0,45 og 0,72. I litteraturen varierer innverknaden luftinnhaldet har på styrken til betongen frå ein reduksjon i trykkfastleik på 4 % [8] til 5,5 % [15] for kvar prosent innført luft. Trykkfastleiken vert påverka av alle slags luftporer, ikkje berre porene frå luftinnførande tilsetningsstoff, og den stipla grafen i figur 2 viser samanhengen mellom reduksjon i trykkfastleik og aukande luftinnhald ved ufullstendig vibrering. Som nemnt ovanfor gjer luftporene betongen betre støypeleg, og reduserer ein v/c talet til betongen er tilsvarende bearbeideleg som utan L-stoff, vil det til ei viss grad vege opp for reduksjonen i styrke [9].

2.3.5 Norcem sine sementar

Tabell 2 gjev ein oversikt over dei vanlegaste sementane Norcem produserer for framstilling av betong til anleggsbransjen. Under fylgjer det korte beskrivingar av eigenskapane til dei sementtypane som er aktuelle for denne hovudoppgåva.

Tabell 2: Sementar frå Norcem.

CEM I	CEM II
Norcem Standard	Norcem Standard FA
Norcem Anlegg	Norcem Anlegg FA
Norcem Industri	
Norcem SR	

Norcem Standard

Norcem Standardsement var lenge den viktigaste sementen på den norske marknaden, men er no fasa ut til fordel for Standard FA. Norcem Standardsement er ein rein portlandsement med 95–100 % Portlandklinker, sementen har eit høgt alkaliinnhald som gjev høg tidlegfastleik men moderat langtidsfastleik. På grunn av høgt alkaliinnhald kan Standardsementen ikkje nyttast saman med alkalireaktivt tilslag [9].

Norcem Standard FA

Norcem Standard FA kom på marknaden allereie i 1983 under namnet MP-30, og var meint som eit billigare alternativ til vanleg Standardsement. I Standard FA er det innblanda 20 % flygeoske, og for å oppnå tilsvarande eigenskapar som vanleg standardsement er finmalingsgrada auka til blaine 450 m²/kg. Sjølv om alkaliinnhaldet i Standard FA ikkje er lågt nok til å kunne klassifisere sementen som lågalkalisk, er det positive bidraget frå flygeoska så stort at sementen kan nyttast saman med alkalireaktivt tilslag. Flygeoska er også med på å gjere betongen tettare, og gjev difor betre motstand mot inntrenging av kloridar. Bestandigheitseigenskapane til Standard FA er difor like gode eller betre enn for Standardsement [9, 16].

Norcem Anlegg

Norcem Anlegg vart utvikla i samband med bygginga av oljeplattformer av betong i Nordsjøen. Samanlikna med Standardsement har Norcem Anlegg litt meir C₂S (dikalsiumsilikat) og litt meir C₃S (trikalsiumsilikat). Dette fører til at Norcem Anlegg samanlikna med Standardsement har lågare varmeutvikling og tidlegfastleik, men høgare slutfastleik. Norcem Anlegg er ein lågalkalisk sement som kan nyttast saman med alkalireaktivt tilslag, og sementen har særskilt gode eigenskapar til å motstå kloridinntrenging. Låg varmeutvikling, høg slutfastleik og god motstand mot kloridinntrenging gjer anleggsementen godt eigna til massive konstruksjonar; brukonstruksjonar, fundament, slitedekke på vegar og så vidare [3, 9].

Norcem Anlegg FA

Norcem Anlegg er under utfasing til fordel for Anlegg FA med minimum 17 % tilsett flygeoske. Anlegg FA skal i størst mogleg grad ha tilsvarande eigenskapar som rein anleggsement hadde, men innblandinga av flygeoske gjer at fastleiken i tidleg fase vert noko lågare enn. Lågare tidlegfastleik kan særleg i vinterhalvåret gjere det vanskeleg å halde framdriftsplanen eksempelvis ved bygging av spennarmerte brudekke, der det vert sett krav til fastleik før oppspenning. Norcem anlegg er særskilt utvikla for anleggskonstruksjonar, og sementen kan nyttast i alle eksponering-, bestandigheit- og fastleiksklasser. For å betre eigenskapane til

betong framstilt frå Anlegg FA-sement har Norcem gjort mindre justeringar av finmalingsgrad og flygeoskeinnhald dei siste åra. Per i dag er Anlegg FA produsert med 17 % flygeoske og finmalingsgrad blaine 390 m²/kg. Sementen er lågalkalisk og kan nyttast saman med alkalireaktivt tilslag, låg varmeutvikling gjer den godt eigna til massive konstruksjonar og slutfastleiken er høg [3, 9, 17].

Norcem Industri

Norcem Industri inneheld nokre prosent nedknust steinmjøl, men har elles mykje godt den same samansettinga som standard sementen. Det som i hovudsak skil Industri- frå Standardsement er at industrisementen er meir finmelen; Norcem Standard har blaine finleik 343 m²/kg (450 m²/kg for Standard FA) medan Industrisement har blaine-finleik 510 m²/kg. Sidan sementen er meir finmelen vert reaksjonsoverflata større og hydratiseringsreaksjonen med vatn går raskare. Dette gjev høgare varmeutvikling og større fare for opprissing i massive konstruksjonar. Finmalinga gjer også betongen seigare og vanskelegare å arbeide med, samstundes med at den vert meir stabil og faren for separasjon under transport, pumping og vibrering vert lågare. Industrisementen er særskilt utvikla for vinterarbeid og konstruksjonar der det er krav om høg tidlegfastleik, som til dømes elementproduksjon og anna fabrikkproduksjon av betongprodukt. Sidan Norcem Industri er ei høgalkalisk sement kan den åleine ikkje nyttast saman med alkalireaktivt tilslag [9, 18].

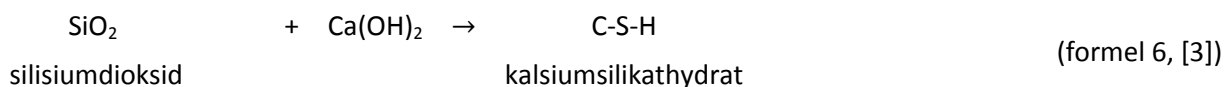
2.4 Pozzolanar

Pozzolanar ei gruppe stoff som i seg sjølv ikkje har eigenskapar som bindemiddel, men som inneheld amorf SiO_2 (silisiumdioksid) og CaO (kalsiumoksid) og som i form av eit fint fordelt støv vil reagere med Ca(OH)_2 (kalsiumhydroksid) ved normale temperaturar og danne produkt med bindemiddeleigenskapar.

Hovudsakleg er pozzolanar samansette av silisiumssambindingar og naturlege førekomstlar finnast i vulkanske bergartar som til dømes opal-haldig skifer og flint, i vulkansk oske og utbrots-produkt frå vulkanar [8]. Når ein nyttar pozzolanar i betong vert ein del av sementen erstatta av stoff med pozzolan-eigenskapar, dei vanlegaste pozzolanane brukte i norsk betongindustri er silikastølv og flygeoske [9].

2.4.1 Pozzolanreaksjonen

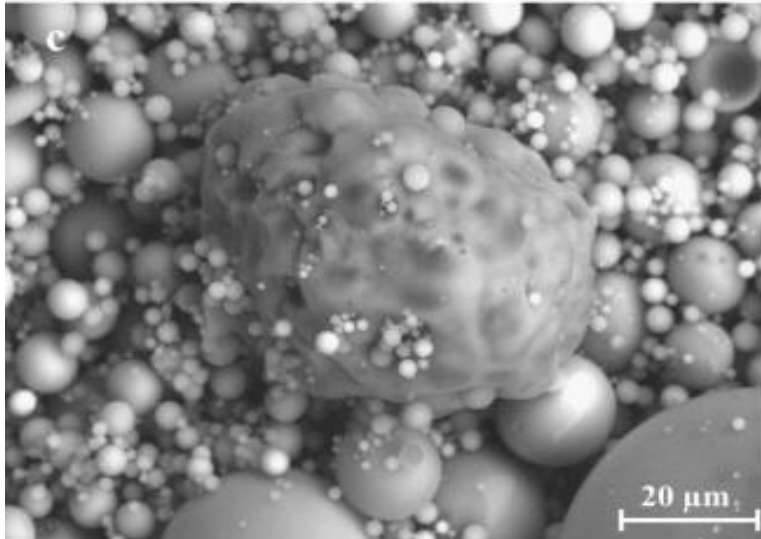
Pozzolanreaksjonen er reaksjonen mellom SiO_2 og Ca(OH)_2 som dannar reaksjonsproduktet C-S-H, og er vist på forenkla form i formel 6. Føresetnaden for pozzolanreaksjonen er at reaksjonen mellom vatn og sement fyrst har danna Ca(OH)_2 som kan reagere med SiO_2 . Fastleiksviklinga frå pozzolanreaksjonen kjem difor først i gong etter nokre døgn og dette er den viktigaste årsaka til at tidlegfastleiken til betong tilsett flygeoske vert lågare enn for rein portlandsement [3].



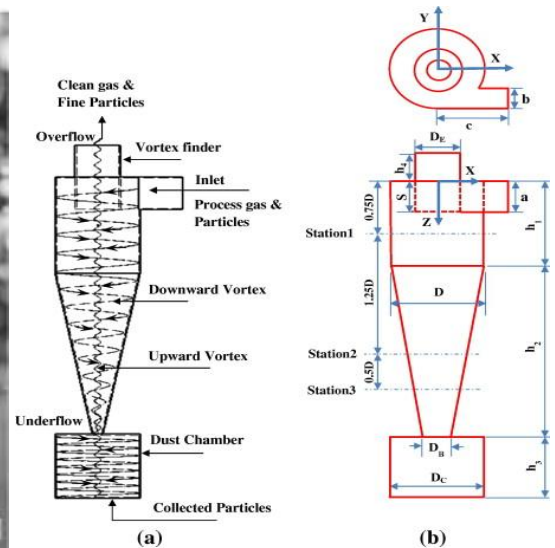
2.4.2 Flygeoske

Flygeoske er eit restprodukt som vert filtrert ut frå røykgassen til kolfyrte kraftverk og som miksa med vatn og kalkstein dannar sementbaserte sambindingar. Flygeoske har både mekaniske og kjemiske eigenskapar som gjer det godt eigna som tilsetning i betong og betongbaserte produkt. Korna i flygeoska er sfæriske og gjer at betongen blandar seg betre og vert enklare å arbeide med ved at dei legg seg mellom tilslagskorna på og reduserer glidemotstanden. Figur 3 viser den kulerunde forma på flygeoskepartiklane forstørtra med mikroskop. Under herding av betong fører dei kjemiske eigenskapane til flygeoske til at styrken vert høgare, permeabiliteten vert lågare og betongen vert meir motstandsdyktig mot ulike kjemiske angrep. Dette resulterer i at levetida til betong tilsett flygeoske vert lenger enn for betong med rein portlandsement. Avhengig av kva eigenskapar ein er ute etter kan opp til 40 % av sementmengda i betong erstattast med flygeoske [19].

Røykgassen frå kolfyrte kraftverk vert reinsa gjennom fleire ulike prosessar der det fyrste stadiet ofte er ein røyksyklon. Den prinsipielle virkemåten til ein røyksyklon er vist i figur 4. Større partiklar vert fjerna frå røykgassen ved at gassen vert rotert slik at sentrifugalkrafta sender partiklane ut mot syklonveggen og fell mot botnen av syklonen, der dei vert samla opp og sende vidare av ein cellematar. I store anlegg vert det ofte nytta ein multisyklon som er sett saman av fleire syklonar for å auke kapasiteten. Syklonreinsing åleine vil ikkje gjere røyken rein nok til utslepp, og det vert difor nytta posefilter, elektronfilter, kondensator eller skrubbar for å filtrere ut dei minste partiklane [8, 20].



Figur 3: Sfæriske flygeoskepartiklar studert i mikroskop [21].



Figur 4: Prinsipiell virkemåte for syklonrensing [20].

Reinsing med posefilter føregår ved at røykgassen vert send gjennom eit tekstilfilter etter at den har passert syklonen. Tekstilfilteret fangar opp dei minste partiklane og vert reingjort med trykkluft. Større anlegg nyttar elektronfilter der røykgassen vert leidd gjennom eit elektrisk felt som slik at partiklane vert elektrisk ladde og festar seg til ein oppsamlingselektrode. Oppsamlingselektrodane blir reingjort ved mekanisk vibrering og oppsamla i ein cellematar. Skrubbing er ein reinsemetode der røykgassen går gjennom eit vasketårn og vatn vert spylt inn i røyken slik at partiklane festar seg til vatnet og kan hentast ut. [8, 22].

Innhaldet av Silikondioksid (SiO_2) i flygeoske kan variere mellom 35- og 60 % etter kva type kol det er fyrst med, forbrenningsmetode og kva reinsemetode som vert nytta. Tabell 3 viser typisk kjemisk samansetning av ulike pozzolan og portlandsement. Pozzolana i tabellen er klassifiserte etter amerikanske normer der «CLASS F» og «CLASS C» er flygeoske medan «CLASS N» er naturlege pozzolan. Flygeoske og sement er inneheld dei same sambindingane, men medan sambindingane i Flygeoske er amorfe på grunn av hurtig nedkjøling, er sambindingane i sement krystallinske grunna sakte nedkjøling. Den største skilnaden mellom flygeoske og portlandsement er mengdefordelinga mellom dei ulike sambindingane. Innhaldet av kalsiumoksid (CaO) er mykje høgare i portlandsement enn i flygeoske, og flygeoske har større mengde reaktive silikat (SiO) enn portlandsement. CaO som vert frigjort under reaksjonen mellom portlandsement er ein føresetnad for at pozzolanreaksjonen skal kome i gong [23].

Tabell 3: Kjemisk samansetning av ulike pozzolanar og sement [23].

CHEMICAL COMPOUND	POZZOLAN TYPE			CEMENT
	CLASS F	CLASS C	CLASS N	
SiO	54.90	39.90	58.20	22.60
AL ₂ O ₃	25.80	16.70	18.40	4.30
Fe ₂ O ₃	6.90	5.80	9.30	2.40
CaO	8.70	24.30	3.30	64.40
MgO	1.80	4.60	3.90	2.10
SO ₃	0.60	3.30	1.10	2.30
Na ₂ O & K ₂ O	0.60	1.30	1.10	0.60

I tillegg til sambindingane som er viste i tabell 3 reknar ein eit glødetap på 0,5 – 5 %. Glødetap er eit uttrykk for innhald av organisk materiale i restproduktet, og i flygeoske er glødetapet kol som ikkje har brunne i forbrenningsomnen. Dette kan reagere med plastifiserande og luftinnførande tilsetningsstoff i betongen, og etter EN 450-1 skal glødetapet til flygeoske ikkje overskride 5 % [24].

Beskriving av dei ulike sambindingane i flygeoske

SiO₂, Al₂O₃ og Fe₂O₃

SiO₂, Al₂O₃ og Fe₂O₃ utgjer hovuddelen i samansettinga av flygeoske. Al₂O₃ (aluminiumoksid) og Fe₂O₃ (jernoksid) inngår i liknande reaksjonar som pozzolanreaksjonen med SiO₂.

CaO (fri kalk)

Fri kalk som ikkje inngår i sambindingar med SiO₂, Al₂O₃ og Fe₂O₃ kan reagere med vatn og danne Ca(OH)₂ (kalsiumhydroksid) i ein ekspanderande reaksjon som kan føre til opprissing av tverrsnittet. Etter NS-EN 450-1:2012 skal mengda av fri kalk ikkje overskride 1 % dersom ein ikkje kan dokumentere at større mengder ikkje er skadeleg for betongen [24].

MgO

Magnesiumoksid kan reagere med vatn i ein reaksjon som gjev aukande volum som fører til indre spenningar i betongtverrsnittet, og dersom dei indre spenningane vert for høge vil dette føre til opprissing av tverrsnittet [8].

Alkaliar (K₂O og Na₂O)

Betong er eit alkalisk material og størstedelen av alkalia kjem frå sementen. Ved alkalireaksjonar vert det danna ein gel som har større volum enn reaktantane i reaksjonen og ekspansjonen kan føre til opprissing og at betongen sprekk opp. Ved bruk av pozzolane tilsetjingsstoff kan alkaliinnhaldet i betongen vere høgare før skader oppstår. For utrekningar av alkaliinnhald i betong framstilt med flygeoskesementar seier Norcem at alkaliinnhaldet frå sementen kan reduserast med tilsvarande mengde som tilsett FA [17]. Det vert gått ut i frå at det er evna til å redusere pH-verdien i poreveska og bite opp alkaliar som er årsaka til at pozzolanane Reduserar risikoen for alkalireaksjonar [11]. Alkalireaksjonar i betong vert diskutert i eit seinare kapittel.

SO₃ (Sulfat)

Nokre sambindingar av sulfat vil svekke fastleiken til betongen og etter NS-EN 450-1:2012 skal innhaldet av sulfat i flygeoske ikkje overskride 3 %. Sidan betongen allereie inneheld sulfat frå tilsetting av gips kan auka mengde sulfat frå eksempelvis flygeoske vere med å påverke hydratiseringsreaksjonen.

2.4.3 Silikastøv

Silikastøv er eit reinare pozzolan enn flygeoske, og er frå ACI (American Concrete Institute) definert som «*eit svært fint ikkje-krystallinsk silika produsert i smelteomnar som eit restprodukt frå framstilling av silikon, eller legeringar som inneheld silikon*». Silikastøv vert kondensert ut frå røykgassane frå smelteomnane og har eit særskilt høgt innhald av amorf SiO₂ i form av kulerunde partiklar med typisk diameter frå 0,1 til 0,2µm [25], ein partikkelstorleik i same storleiksorden som sigaretttrøyk [14]. Innhaldet av SiO₂ i silikastøv har ein nær samanheng med kva silikonlegering som vert produsert, tabell 4 syner samanhengen mellom legeringstype og innhald av SiO₂:

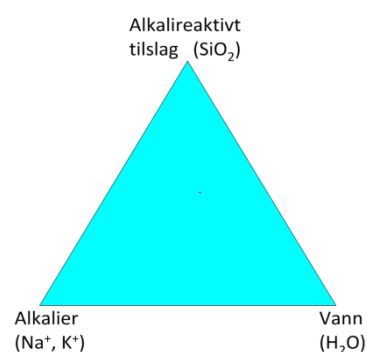
Tabell 4: Innhald av Silisiumdioksid frå produksjon av ulike silikonlegeringar [25].

Legering:	typisk SiO₂ innhald i silikastøv:
50 % ferrosilisium	74 – 84 %
75 % ferrosilisium	84 – 91 %
silikonmetall (98 %)	87 – 98 %

Då ein i Noreg byrja å nytte silikastøv som tilsettingsmaterial i betong på slutten av 1970-talet var prisen låg, og silikastøvet vart brukt til å erstatte opp til 15 – 20 % av sementen for å gjere betongen billigare. Etter som dei gode eigenskapane som silikastøvet tilfører betongen har blitt betre kjent og bruksområdet har blitt større, har også prisen på silika blitt høgare. No nyttar ein difor silikastøv helst til å betre betongeigenskapane der det er ynskt konstruksjonar med lang levetid med behov for høg trykkfastleik og god motstand mot kloridinntrenging. Silikastøv har innverknad på eigenskapane til både fersk- og herda betong.

2.5 Alkalireaksjonar i betong.

Alkalireaksjonar (AR) er ein av dei mest alvorlege nedbrytingsmekanismar for betongkonstruksjonar, og førekjem når sambindingar av alkalimetall som Natrium (Na) og Kalium (K) reagerer med alkalireaktivt tilslag. Denne reaksjonen danner alkalisilikagel, og dersom betongkonstruksjonen har jamn tilgang til fukt vil gelen swelle og påføre betongen ei indre sprengkraft som vidare kan føre til opprissing og oppsprekking av tverrsnittet. For at ein alkalireaksjon skal kunne finne stad er det tre føresetnader som må vere tilfredsstilte; det må vere tilstrekkeleg mengde alkaliar i betongen, tilslaget må vere alkalireaktivt og det må vere tilgang til fukt. Desse føresetnadane vert gjerne illustrerte med RAV trekanten (*Reaktivt tilslag, Alkaliar og Vatn*), vist i figur 5.



Figur 5: RAV-trekanten; tre vilkår for at alkalireaksjonar i betong skal kunne finne stad [26].

Alle tre føresetnadane må vere tilfredsstilte for å få ein alkalireaksjon, så for å unngå skader må minst ein av dei eliminerast. Det er vanskeleg å verne utandørs betongkonstruksjonar mot fukt med klimaet vi har i Noreg, ein må i staden nytte tilslag som ikkje er alkalireaktivt eller halde seg under grenseverdiane for alkaliinnhald. Dersom det er blanda betong med reaktivt tilslag og for høgt innhald av alkaliar har det vist seg at ein kan løyse problemet med systematisk injeksjon av epoxy- eller polyuretanbaserte plastmaterial i betongen. Plastmaterialet vil fylle poresystemet i betongen og redusere både den interne vasstransporten og vasstransporten inn i tverrsnittet i så stor grad at problemet vert eliminert.

Alkalikjeldene til betongen er i fyrste rekkje sement, deretter tilsetjingsstoff og silika. Det vert sett krav til dokumentasjon av alkaliinnhald til alle delmateriala i betongen uttrykt i Na_2O – ekvivalentar, der ein sumerar masseprosenten til Na_2O og K_2O (K_2O vert redusert med faktoren 0,658 for å kompensere for at molekylvekta til er større enn Na_2O): $\frac{M_{\text{Na}_2\text{O}}}{M_{\text{K}_2\text{O}}} = \frac{(2 \cdot 22,9898) + 15,9994}{(2 \cdot 39,0983) + 15,9994} = 0,658$. Samanhengen er vist i formel 7:

$$\text{Na}_2\text{O} \text{ – ekvivalent [\%]} = \text{Na}_2\text{O} [\%] + 0,658 \text{ K}_2\text{O} [\%] \quad (\text{formel 7, [27]})$$

Sjølv om alkalireaksjonar som nedbrytingsmekanisme i betong har vore eit kjent fenomen internasjonalt sidan starten av 1940-talet, trudde ein heilt fram til slutten av 1980-talet at dette ikkje var ei problemstilling i Noreg [26]. På same måten som for andre kjemiske reaksjonar er reaksjonsfarta til ein alkalireaksjon temperaturavhengig. Dei kjemiske reaksjonane som lagar alkalisilikagel går tregt utandørs og ofte er ikkje danninga av riss synleg før etter 15 – 25 år. I badarom og våtrom som vert varma opp med varmekablar innstøypete i betong vert temperaturen i betongtverrsnittet høg. Dette aukar reaksjonsfarta, og det finnast eksempel på at betonggolv i slike våtrom har fått skadar grunna alkalireaksjonar allereie etter 4 – 5 år [28]. Det finnast også eksempel på at utvendige konstruksjonar er meir utsette for opprissing på solsida enn på skuggesida [26]. Norsk betongforeining publikasjon 21 gjev retningslinjer for «bestandig betong med reaktivt tilslag» og under pkt. 4.2 vert det gjeve ein grenseverdi på 3,0 kg Na_2O ekv./ m^3 btg for at betong framstilt med alle typar og mengder reaktivt norsk tilslag skal vere sikra mot skadelege alkalireaksjonar.

Ved framstilling av betong med ei blanding av Norcem Anlegg FA- og Industrisement vil mengda Industrisement ein kan tilsette verte avgrensa av grenseverdien på 3,0 kg Na_2O ekv./ m^3 btg. [27].

2.6 Hastighetsfunksjonen og modningsprinsippet

2.6.1 Hastighetsfunksjonen

Hastighetsfunksjonen, eller Freieslebens temperaturfunksjon, byggjer på Arrhenius si lov for temperaturavhengigheit i kjemiske prosessar og er tilpassa hydratisering av sement ved at ein temperaturavhengig aktiveringsenergi (E) er innført [8]. Hastighetsfunksjonen (formel 9) gjev eit uttrykk for hydratiseringshastigheita ved temperatur Θ , samanlikna med hastigheita ved 20°C .

$$H_{20}(\theta) = e^{\frac{E(\theta)}{R}\left(\frac{1}{293} - \frac{1}{293+\theta}\right)} \quad (\text{formel 9, [8]})$$

$$\begin{aligned} \text{Der } H_{20}(\Theta) &= \text{relativ hastigheit ved temperatur } \Theta \\ E(\Theta) &= \begin{cases} A + B(20 - \Theta) = 33500 + 1470(20 - \Theta) \text{ J/mol for } \Theta < 20^\circ\text{C} \\ A = 33500 \text{ J/mol for } \Theta \geq 20^\circ\text{C} \end{cases} \\ R &= \text{universell gasskonstant, } 8,314 \text{ J/ mol} \cdot ^\circ\text{C} \\ \Theta &= \text{temperatur, } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Verdiar for aktiveringsenergi $E(\Theta)$ er henta frå Beton-Bogen (Aalborg Portland 2.utgåve (1985)). Verdiane «A» og «B» er avhengige av sementtype og masseforhold, og for betong etter spesifikasjonane B45-SV40 med Norcem Anlegg FA-sement og 3 % silikastøv vert det frå Norcem oppgjeve at $A = 33500$ og $B=1470$ kan nyttast [29].

2.6.2 Modningsprinsippet

Hydratisering er ein temperaturavhengig og eksoterm reaksjon som går raskare etter som temperaturen aukar. Varmen frå reaksjonen er med på å auke temperaturen i noko ein kan kalle ein sjølvforsterkande prosess [9]. Metoden for fastsetting av karakteristisk fastleik er i NS-EN 12390 knytt opp mot trykkfastleiken til kubiske prøvestykke lagra i vassbad med temperatur $20 \pm 2^\circ\text{C}$. For å finne fastleiken til betong med temperaturhistorie ulik frå den standardiserte temperaturen på 20°C har ein difor ein metode for å rekne ut modningsalderen til betongen. I ei slik utrekning reknar ein alderen og temperaturen til betongen om til modenheit, eit uttrykk for kor lenge eit prøvestykke må vere lagra i 20°C vassbad for å nå ein fastleik som samsvarar med fastleiken til betongen. Dersom ein kjenner temperaturhistoria til ein utstøypt konstruksjon kan ein også nytte modenheitsprinsippet andre vegen for å finne fastleiken i konstruksjonen utifrå fastleiken målt ved 20°C . Tidsintegralet av hastighetsfunksjonen, gjeve i formel 10 syner eit uttrykk for modenheita til betongen:

$$M = \int_{t_0}^t H_{20}(\theta) * dt \quad (\text{formel 10, [30]})$$

Temperaturutviklinga under herdeperioden til ein betongkonstruksjon kan målast ved hjelp av innstøypte temperatursensorar, og ved å dele temperaturhistoria inn i like intervall med konstant temperatur kan ein uttrykke modenheita ved formel 11 [30].

$$M = \sum H(T_i) * \Delta t_i \quad (\text{formel 11, [30]})$$

$$\begin{aligned} \text{Der } M &= \text{Modning} \\ H(T_i) &= \text{Hastigheit i intervallet} \\ \Delta t_i &= \text{Gjennomsnittleg temperatur i intervallet} \end{aligned}$$

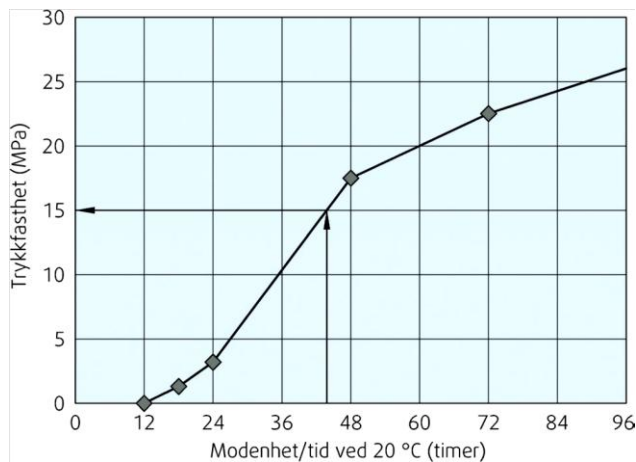
Fram til betongen har nådd 40 % av 28- døgns fastleiken gjev modenheitsutrekningar resultat som stemmer godt overeins med malte verdiar både for varme- og fastleiksverdiar. Modenheitsprinsippet bør difor berre nyttast for fastleikar frå 2-3 MPa til 40 % av 28- døgns fastleik

2.6.3 Fastleiksutvikling

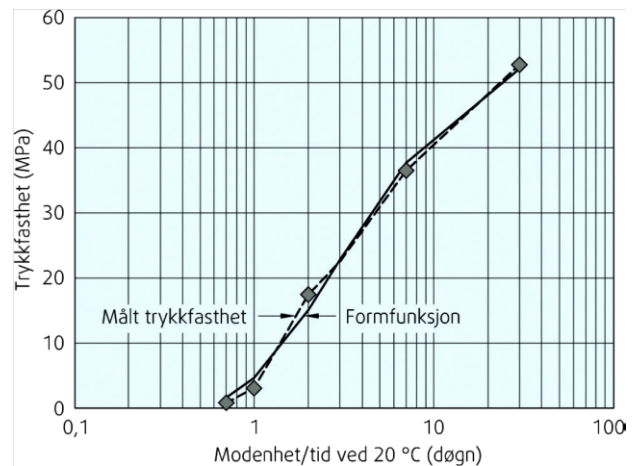
Når modninga til ein betong ved ein gjeven alder er rekna ut kan ein ved å relatere denne til fastleik målt ved 20°C i betonglaboratorium finne fastleiken til betongen. I dei fleste tilfelle vil det vere akseptabelt å bestemme fastleiken til betongen ved hjelp av lineær interpolasjon mellom prøvingstidspunkta, men ein kan også uttrykke fastleiksutviklinga ved hjelp av kurvetilpassing med ein eigna formfunksjon. Formfunksjonen vist i formel 12 er mykje brukt til dette føremålet [31]. Fastleik bestemt ved interpolering er vist i figur 6 medan figur 7 illustrerer tilpassing av formfunksjon i logaritmisk koordinatsystem.

$$f_c(M) = f_{c,\infty} * e^{-\left(\frac{\tau}{M}\right)^\alpha} \quad (\text{formel 12, [31]})$$

Der	$f_c(M)$	= fastleik som funksjon av modning	[MPa]
	M	= modning	[timar]
	$f_{c,\infty}$	= asymptotisk slutfastleik	[MPa]
	τ	= kurveparameter, retardasjon	[timar]
	α	= kurveparameter, krumming	-



Figur 6: Fastleik frå interpolering mellom målepunkt [31].



Figur 7: Tilpassing av formfunksjon til målt trykkfastleik [31].

2.7 Referanseprosjekt: Tverlandsbrua i Nordland.



Figur 8: Oversiktsbilde som viser Tverlandet bru 1.mai 2013 [32].

Tverlandet bru er hovuddelen av delprosjektet Rv.80 Løding – Vikan som hører under «Vegpakke Salten» i Nordland. Brua vert bygd av Reinertsen Entreprenør AS på oppdrag frå Statens Vegvesen, er 670 meter lang og delast inn i totalt sju spenn, der dei to hovudspenna måler 180 og 165 meter. Brua er dimensjonert for firefelts motorveg med gang- og sykkelveg på den eine sida og breidda på brua vert 23,5 meter. Tverlandet bru vert bygt etter «fritt frambygg» prinsippet, der ein er avhengig av høg tidlegfastleik for å kunne spenne opp spennarmering, køyre fram armeringsvogner og starte på neste byggetrinn. Figur 8 viser eit oversiktsbilde over byggeprosjektet så langt det var kome 1. mai 2013. For Tverlandsbrua er kravet til trykkfastleik sett til 39 MPa etter 48 timar med betong i trykkfastleiksklasse B55 og miljøklasse SV30. Sidan Norcem Standard FA- fog Norcem Industrisement frå Norcem sitt anlegg ved Kjøpsvik er den einaste sementen som er kommersielt tilgjengeleg på den Nordnorske marknaden vart det starta innleiande prøver etter betongreseptar med denne sementen. Som nemnt tidlegare i litteraturstudiet har Standard FA høgare tidlegfastleik enn Anlegg FA, men innleiande prøving viste at Norcem Standard FA ikkje gav tilstrekkeleg fastleik i tidleg alder [2].

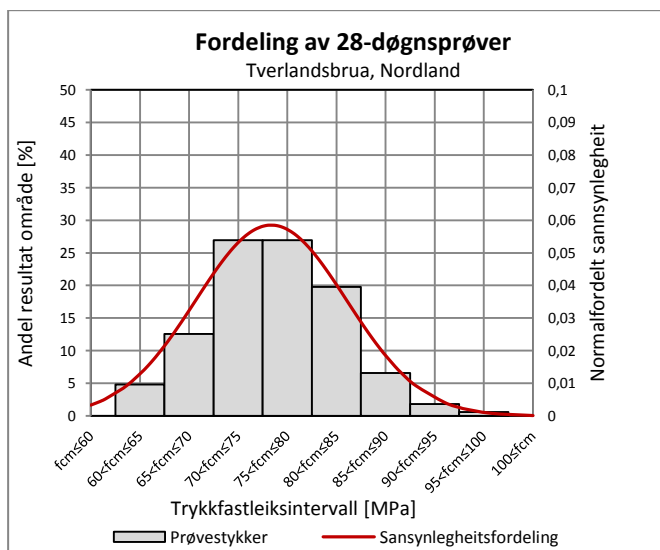
For å oppnå tilstrekkeleg høg tidlegfastleik vart det diskutert ulike framgangsmåtar, eksempelvis spesialleveransar av den gamle Norcem Anlegg- sementen eller å produsere betongen etter ein resept der delar av Standard FA sementen var erstatta an Norcem Industri. Det vart sett i gong innleiande prøver i samsvar med NS-EN 206-1 ved blandeverket til Nordland Betong, Bodø, med mellom 15 og 20 ulike betongreseptar og ulike typar tilslag og tilsetningsstoff. Delar av resultatet frå innleiande prøver er å finne i vedlegg 17 [33]. Innleiande prøver viste at reseptar med 80 % Norcem Standard FA- og 20 % Norcem

Industrisement gav tilstrekkeleg fastleik for oppspenning ved to døgnns alder, og det vart valt å nytte to grunnreseptar med Dm22 og Dm16 som største steindiameter. Betong i miljøklasse SV30 kan i samsvar med Statens Vegvesen Prosesskode 2 tabell 84.4-1 doserast med 8-11 % silikastøv ved bruk av CEM1, og i reseptane som vart valde til betongen i Tverlandet bru vert det dosert 8 % silika[34]. Grunnreseptane frå Nordland Betong, Bodø, for B55-SV30 Dm16 og Dm22 med 20 % Industrisement er å finne i vedlegg 16.

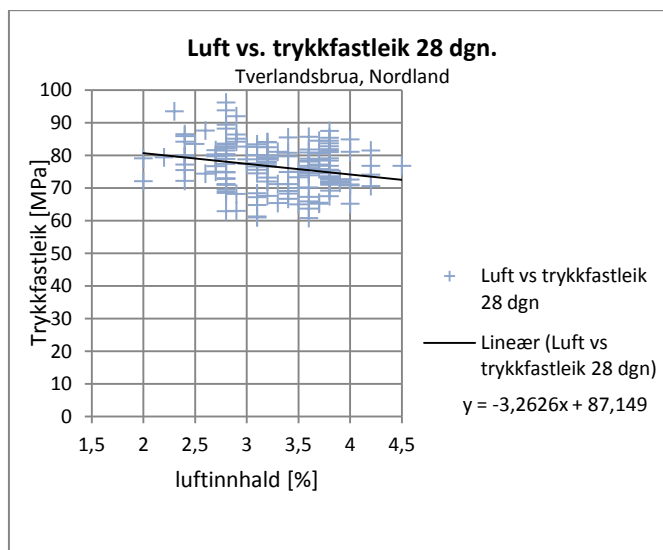
Erfaringane frå betongreseptane med 80 % Standard FA- og 20 % Industrisement frå Tverlandsbrua viser at gjennomsnittleg trykkfastleik ved to døgnns alder i perioden 17.02.12 – 07.06.13 er 45,2 MPa, noko som gjev god margin til kravet på 39 MPa for oppspenning. Assisterande byggeleiar for Statens Vegvesen, Odd-Magne Rognan opplyser at betongen har vist seg å vere godt bearbeideleg og har stabil avbindingstid, synkmål og massestabilitet. Rognan nemner også at det kunne vore aktuelt å nytte ulike reseptar for sommar og vinter sidan det i realiteten vert målt for høg fastleik ved 28-døgn på sommaren. Reinertsen Entreprenør AS har likevel valt å nytte same resept heile året for å unngå problem og missforståingar[2].

Høgfaste betong og betong som herdar raskt vil normalt gjeve større tendens til rissutvikling, ved Tverlandet bru er det lagt merke til at ein del temperaturkontraksjonsriss førekjem på dei tjukkaste tverrsnitta etter to til tre døgn. Sidan det er vankeleg å kome til under brua er det vanskeleg å gjere overslag over rissvidder, men alvorleg opprissing er ikkje registrert. Herdeutviklinga krev god tildekking og isolering, og enkelte stadar på brua er det registrert karakteristiske svinriss som skuldast mangelfull herdetiltak [2, 3].

Trykkfastleik og luftinnhald målt av Reinertsen Entreprenør AS på byggeplass er gjeve i vedlegg 15. Her er også gjennomsnittleg raskleikstal ($r=f_{cm2}/f_{cm28}$) rekna ut til 0,60 for prøver i perioden 17.02.12 – 16.05.13. I fylgje NS-EN 13670:2009 har betongen brukt ved Tverlandet bru hurtig fastleiksutvikling, noko som gjev lågare krav til varigheit av herdetiltak. Figur 9 viser at målt trykkfastleik ved 28-døgnns alder fyl ei normalfordelingskurve med gjennomsnitt $\mu = 67,4$ MPa og standardavvik $\sigma = 6,7$ MPa. I figur 10 er luftinnhald sett opp mot trykkfastleik ved 28 døgn, og den lineære trenden frå 186 målingar viser at trykkfastleiken vert redusert med 3,3 % for kvar prosent luftinnhaldet aukar. Målt luftinnhald frå alle målingar er innanfor $3 \pm 1,5$ %, som er SVV krav for betong i trykkfastleiksklasse < B45 [12].



Figur 9: Fordeling av trykkfastleik ved 28 døgn, Tverlandsbrua.



Figur 10: Samanheng mellom luftinnhald-trykkfastleik, Tverlandet.

3. Feltarbeid – Utprøving av resept med 20 % Industrisement

I samband med utbygginga av ny firefelts E16 mellom Slomarka og Kongsvinger har Veidekke Entreprenør kontrakt på den 9,6 km lange parsellen Slomarka – Fulu. Strekinga er merka med «Entreprise 3» i figur 11 som viser alle dei tre delstrekingane som vert utbygde i denne omgang. På strekinga skal det byggast tre motorvegbruer på 70, 40 og 20 meter og fire overgangsbruer med lengde på omlag 50 meter [35]. Sidan støypinga av Slomarka bru var nærast føreståande då arbeidet med hovudoppgåva starta i januar var det naturleg å knyte oppgåva opp mot denne brua.

Slomarka bru er planlagt som ei bjelkebru i plasstøpt spennarmert betong og skal fungere som overgangsbru over den nye E16 ved Slomarka. Betongen som skal nyttast i brua er av kvaliteten B45-SV40 og kravet til trykkfastleik før oppspenning av spennarmering er sett til 40 MPa [36]. Spennarmeringsankera som skal nyttast på brua er levert av KB Spenneteknikk AS i Kongsvinger og er av typen BBR VT CONA CMI 1906-140 [37]. Utsnitt av Statens Vegvesen sitt teikningsgrunnlag til Slomarka bru kan studerast i vedlegg 21. Feltarbeidet for masteroppgåva vart gjennomført i perioden 18.02.13 – 06.05.13 ved blandeverket til Betong Øst i Kongsvinger, som leverar betongen til Veidekke sitt anlegg på Slomarka.

Målet med feltarbeidet er å dokumentere fastlikstutviklinga i tidleg alder til ein blandingsbetong der delar av Norcem Anlegg FA sement (CEM II) er erstatta med Norcem Industrisement (CEM I). Moglege endringar i betongegenskapar som konsistens, luftinnhald og støypelegheit vert også diskuterte. For å relatere forsøket til Veidekke sitt prosjekt på E16 er betongen som er undersøkt av same fastleiksklasse som betongen ved anlegget.



Figur 11: Kart som viser delstrekingane ved utbygging av ny firefelts E16 på strekinga Slomarka – Kongsvinger [38].

3.1 Materiale og metode

3.1.1 Prøveseriar for lagring i 20°C vassbad

For å undersøke eigenskapane til betong av kvalitet B45-SV40 framstilt med ei blanding av Norcem AnleggFA- og Industrisement er det gjennomført eit forsøk der fem terningseriar med prøveterningar av betong framstilt etter grunnresept 7540 vert samanlikna med fem seriar etter modifisert resept med Anlegg FA- og Industrisement (grunnresept 8258). Grunnresept 7540 er resepten Betong Øst Kongsvinger brukar for å produsere betong etter Statens Vegvesen sine krav til ein B45-SV40 betong og etter denne resepten er 97 % av bindemiddelinnhaldet Norcem Anlegg FA sement og 3 % Fesil Microsilica. I grunnresept 8258 er 20 % av bindemiddelet Norcem Industrisement, 77 % Norcem Anlegg FA sement og 3 % Fesil Microsilica. Grunngeving for forholdstalet mellom Anlegg FA og Industrisement er nærare drøfta i kapittel 3.2.2.

For at resultatane frå forsøket i størst mogleg grad skal kunne overførast til praktisk støyperarbeid er all betong som er nytta i prøveseriane teke frå Betong Øst sine leveransar. I praksis vart dette gjennomført ved betong vart lesst frå betongbilen til ei trillebår før bilen køyrde frå blandeverket. Statens Vegvesen gjev i prosesskode 2 føringar for bruk av Industrisement i anleggskonstruksjonar både på grunn av faren for riss og på grunn alkaliinnhald og det vart difor innhenta tillating frå vegvesenet for bruk av resept 8258 til konstruksjonar på E16 [7]. Sjølv med tillating frå Vegvesenet var det skepsis frå anlegget til å nytte betongresepten i store støypar, så betong etter denne resepten vart stor sett nytta til magring, utstøyping av arbeidsplattform i førekant av sjølve støypearbeidet.

Betong Øst Kongsvinger blandar betong med frittfallsblander som tek 2 m³ betong i kvar blandesats, så for å fylle ein betongbil på 6 m³ krevjast det tre satsar frå blandeverket. Dette vart utnytta ved produksjon av betong etter grunnresept 8258 ved at betongbilen etter å ha lesst fyrste blandesats køyrde fram og lesste betong i trillebåra, før han rygga tilbake for å verte fylt med dei to neste satsane. På denne måten vart innhaldet av Industrisement i betongen som gjekk ut til anlegget 7 % medan betongen som vart henta ut til prøveseriar inneheldt 20 % Industrisement.

Samanlagt er det teke ut 11 terningseriar for lagring ved 20°C og fastleiksprøving etter 1, 2, 3, 7, 28 og 56 døgn. Resultat frå måling av luftinnhald, synkmål, betongtemperatur og trykkfastleik for kvar serie finnst i vedlegg 1. Kvar serie er også merkt med eit fylgjeseddelnummer som referer til labrapporten til det aktuelle lasset frå blandeverket til Betong Øst i Kongsvinger. Uttaket av prøveterningar og trykktesting er gjort i betonglaboratoriet til Betong Øst i Kongsvinger og i samsvar med gjeldande standardar. Tabell 5 gjev oversikt over standardar som har vore nytta i samband med prøveuttaket. Det er blitt nytta sertifisert utstyr for måling av luftinnhald, veging og trykktesting av terningprøvene.

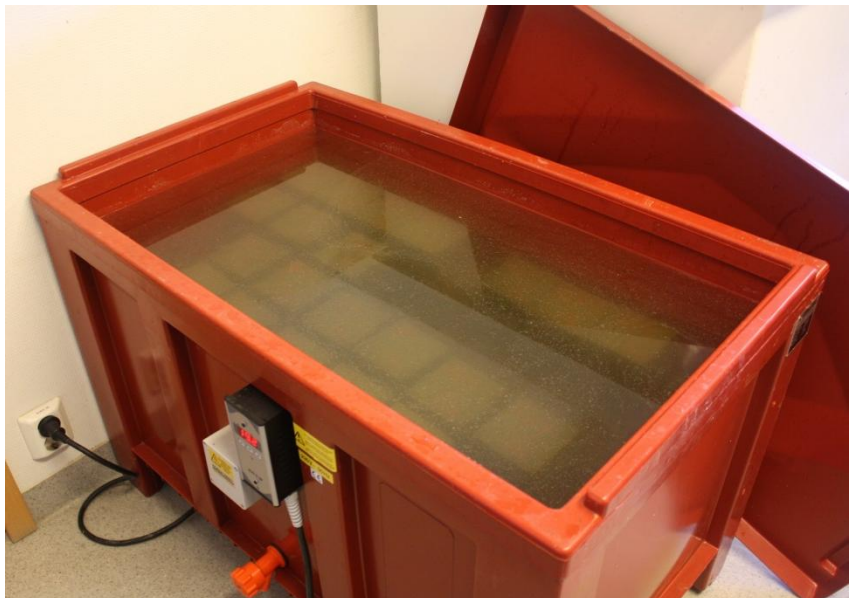
Tabell 5: oversikt over standardar som er nytta i samband med prøveuttak og testing.

	Prøvetype	Gjeldande standard	Merknad
Fersk betong	Prøveuttak	NS-EN 12350-1:2009	
	Temperatur	NS-EN 12350-1:2009	<i>termometer med målepresisjon ±1°C</i>
	Luftinnhald	NS-EN 12350-7:2009	<i>utført direkte etter lessing i trillebår</i>
	Synkmål	NS-EN 12350-2:2009	
Herda betong	Form, mål, krav	NS-EN 12390-1:2012	<i>100x100x100mm stålformer</i>
	Utstøyping og herding	NE-EN 12390-2:2009	<i>vibrobord</i>
	Trykkfastleik	NS-EN 12390-3:2009	
	Densitet av herda btg.	NS-EN 12390-7:2009	<i>volum målt i vatn etter Arkimedes prinsipp</i>

Densitet av herda betong er målt i samsvar med NS-EN 12390-7:2009 med unntak av at masse i vatn vart målt ved å feste prøveterningen i ein tynn ståltråd og senke den sakte i vassbad på nullstilt vekt, som vist i figur 12. I det heile terningen er dekt av vatn vert ståltråden festa, og vekta som då kan lesast av svarar i fylgje Arkimedes lov til massen av det fortrenge vatnet. Volumet av ståltråden er bestemt frå snittet av tre separate målingar og trekt frå den målte massen, og densitet til vatn ved 20°C er sett til 998kg/m³ [39]. Terningane vart merkte med serienummer og prøvedato og lagra i herdekar med temperatur 20±2°C (utlånt frå Veidekke Entreprenør AS) fram til trykkprøving (figur 13). Terningane vart lagra i to lag i herdekar, med b-prøven i det nedste laget og a-prøven på toppen slik at prøver frå ulike seriar ikkje skulle blandast saman.

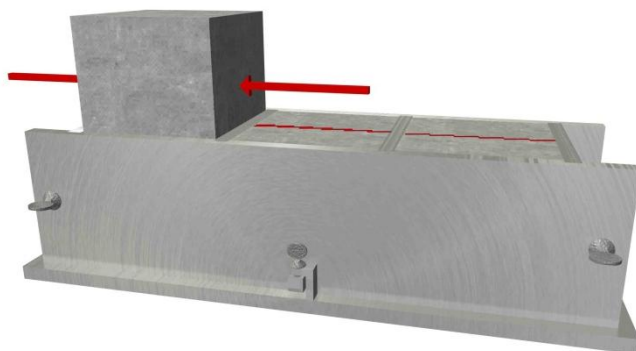


Figur 12: Måling av masse i vatn [40].



Figur 13: Lagring av prøveterningar i vassbad [40].

Ved trykktesting av prøveterningar vart lasta påført på dei terningsidene som stod mot skiljeveggane i støypeformene sidan desse sidene får best presisjon i høve til parallellitet. For å halde styr på den opphavlege retninga til terningane vart det teikna ein raud strek langsetter toppen av terningane før avforming. Ved å nytte denne metoden veit ein at lasta skal påførast i same retning som streken viser. Raud pil i figur 14 markerar kva side lasta skal påførast og på toppen av betongen er den raude merkelina innteikna. Betong-prøvestykke vart trykktesta i Matest Cyber-Tronic trykktestingsmaskin og typisk brotform er vist i figur 15.



Figur 14: Illustrasjon av påføring av last ved trykktesting [40].

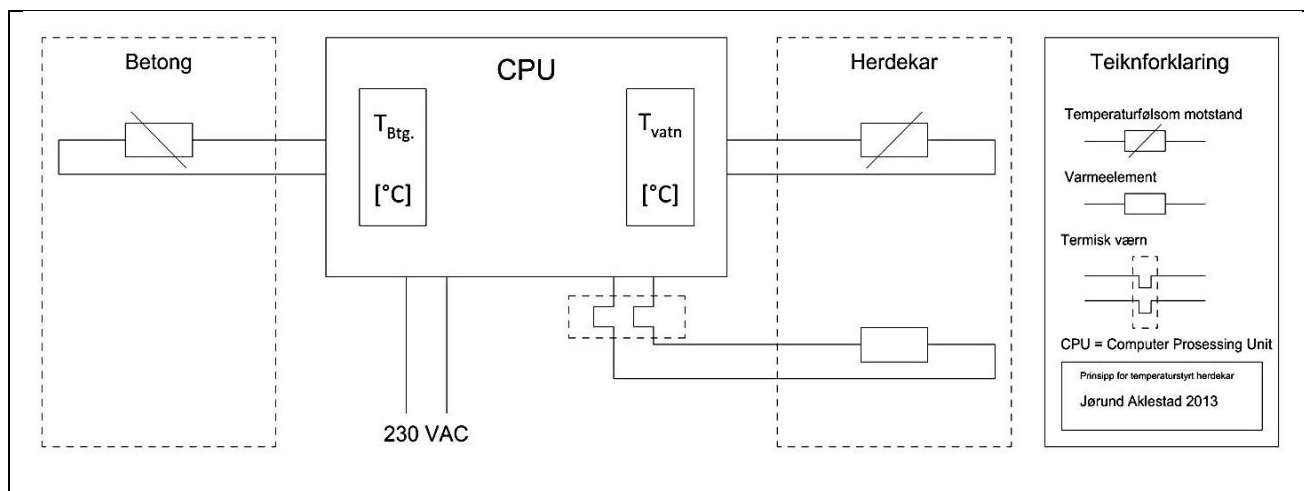


Figur 15: Typisk brotform etter trykktesting [40].

3.1.2 Temperaturutvikling og temperaturstyrt herding

Herdeprosessen til Norcem Industrisement går raskare enn for Norcem Anlegg FA og har også høgare varmeutvikling [3]. Statens Vegvesen set i Prosesskode 2 krav til maksimumstemperatur under herding ikkje skal overskride 65°C [12] og det er difor viktig å undersøke om innblanding av 20 % Industrisement fører til høgare varmeutvikling enn for grunnresept 7540, samt å undersøke fastleiksutviklinga til betong med temperaturhistorie som samsvarar med ein verkeleg konstruksjon. For å undersøke dette vart det snikra to like store terningforma støypeformer med indre mål 1 x 1 x 1 meter, ei form for betong etter grunnresept 7540 og ei form for grunnresept 8258. Formene vart bygt av 48 x 98 mm konstruksjonsvirke og forskalingsflakar av 15 mm kryssfiner, og for å simulere ein større konstruksjon vart botnen og tre av sidene isolert med 50 mm XPS-plater. På den fjerde (uisolerte) sida vart det montert spennarmeringsanker donert frå KB Spenneteknikk AS på Kongsvinger slik at temperaturutviklinga på denne sida av kubikkassa skal vere mest mogleg samanliknbar med ein verkeleg spennarmert konstruksjon.

Kablar for logging av temperatur vart festa med limband til trompeten for kjærne-temperatur og til armeringsspiralen for å logge temperaturen ved ankeret. Saman med temperaturgivaren for logging av temperatur ved ankeret vart det festa ein temperaturgivar kopla til temperaturstyrt herdekar, utlånt frå V-teknikk, i kvar av kubikkassene. Dei temperaturstyrte herdekara vart plasserte i den uoppvarma lagerhallen til Betong Øst ca. 10 meter frå kubikkassene som stod lagra utanfor lagerhallen (figur 19). Måleutstyret vart programmert til å lese av temperaturen med 30 minutt intervall mellom kvar måling, og plassering av temperaturgivarar i kubikkassene er tydeleg vist i figur 17. Funksjonsmåten til dei temperaturstyrte herdekara er at eit varmelement kopla opp mot temperaturgivaren sørgjer for at temperaturen til vatnet i herdekaret til ei kvar tid er samsvarande med betongtemperaturen der temperaturgivaren er innstøyppt. Figur 16 er ei enkel prinsippsskisse for virkemåten til eit temperaturstyrt herdekar.



Figur 16: Prinsippsskisse for funksjonen til eit temperaturstyrt herdekar [40]

Det vart nytta betongvibrator for å komprimere betongen under vegleiing frå Hallgeir Haveland, formann ved Veidekke sitt anlegg på Slomarka, og ein tynn plastfilm blei lagt på toppen av den ferske betongen for å hindre vasstransport og uttørking av betongoverflata. Toppen av kubikkassene vart godt tildekt med 50 mm Rockwool vintermatter, og det vart lagt presenning av glasfiberarmert polyeten over heile konstruksjonen, som vist i figur 18.



Figur 17: Fylling og plassering av temperaturgivarar i kubikkasse 1 [41]

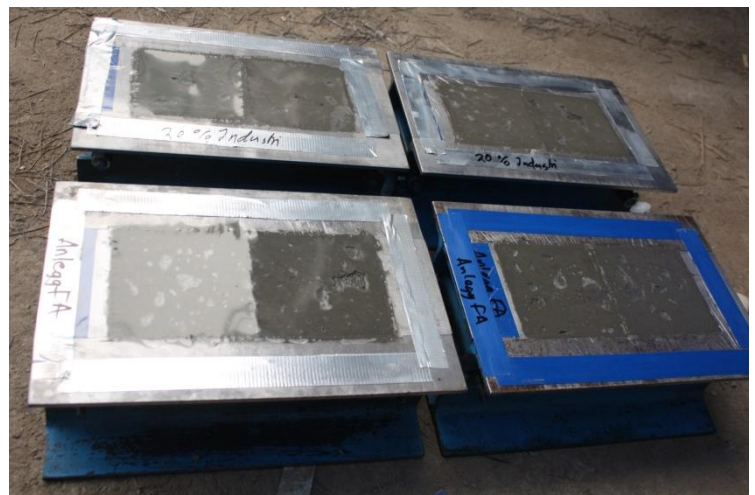


Figur 18: Tildekking av kubikkasser [40]

Etter utstøyping vart det henta ut betong til framstilling av prøveseriar for lagring i 20°C vassbad og prøving etter 1,2,3,4,5,7,28 og 56 døgn parallelt med terningprøver for lagring i herdekar med temperatur tilsvarande betongtemperatur ved anker og for lagring på toppen av konstruksjonen. Terningprøvene produsertest etter same framgangsmåte som skildra for terningseriane lagra i 20°C vassbad, men formene som skulle lagrast ved konstruksjonstemperatur vart ikkje avforma før dagen dei skulle trykkprøvast. Det vart valt å gjere det på denne måten for å minke varmetapet frå terningprøver og konstruksjon under avforming. Formene som skulle plasserast i vassbad dekktest godt til med tynn plastfolie for å unngå at vatn skulle øydelegge betongoverflata (figur 20). Arbeidet med utstøyping og klargjering av prøvene fann stad i betonglaben til Betong Øst, og prøvene vart frakta omlag 100 meter i trillebår og plasserte på toppen av konstruksjonen og i vassbad tilknytt konstruksjonen før avbindingstida til betongen i kubikkassa var over.



Figur 19: Temperaturstyrte herdekar får V-teknikk [40].



Figur 20: Tildekking/ merking av terningformer for lagring i vassbad [40].

Kubikkasse 1 med betong etter resept 7540 og kubikkasse 2 med betong etter resept 8258 vart av praktiske omsyn utstøypete med eit døgn mellomrom. For å få heilt like føresetnader i høve til vêr og vind burde kassene vore utstøypete same dag, men då ville det vore behov for mange fleire terningformer. Slik dette vart løyst kunne mange av terningane frå den fyrste kubikkassa avformast og vere klare til bruk før den andre kubikkassa skulle støypast. Oversikt over temperatur- og vêrforhold i herdeperioden til dei ulike kubikkassene finnast i vedlegg 4-6 og er innhenta frå www.yr.no. Målingane er innhenta frå Kongsvinger målestasjon som ligg 2,6 km frå Betong Øst i Mårvegen 14 [42].

Sidan det etter Veidekke Entreprenør sine erfaringar ikkje har vore aktuelt med oppspenning av brudekke støypt med B45-SV40 betong og Anlegg FA sement før ved fire døgn alder [7] vart det bestemt at betongprøvestykka lagra ved konstruksjonstemperatur skulle prøvast etter tre, fire og fem døgn herding.

Kubikkasse 1

Kubikkasse 1 vart utstøypt med betong etter grunnresept 7540 (Norcem Anlegg FA sement) den 28. februar og det vart teke ut betong til prøveseriar for lagring ved 20°C og ved konstruksjons-temperatur frå same betongbil som fylte kubikkassa. I vedlegg 1 er resultat frå trykkfastleiksprøving av betongprøver knytte til kubikkasse 1 merkte som «serie 5: kubikkasse 1» medan «serie 5, 20°herdekar» viser til terningprøver frå same blanding som er lagra på standardisert metode før trykktesting.

Kubikkasse 2

Kubikkasse 2 vart utstøypt fredag 1.mars med betong etter grunnresept 8258 (77 % Norcem Anlegg FA + 20 % Norcem Industri og 3 % FESIL Microsilica). Prøvene frå kubikkasse 2 går under nemninga Serie 6 og metode for utstøyping og uttak av prøver var elles i samsvar med kubikkasse 1.

Kubikkasse 3

Då ein samanlikna trykkfastleiksresultata mellom kubikkasse 1 og 2 viste det nesten ikkje er nokon skilnad mellom resept 7540 og 8258 for prøver gjort ved tre døgn alder. Det ikkje grunnlag for å seie noko om trykkfastleiksutviklinga til resept 7540 dei fyrste døgn, sidan det ikkje vart trykktesta prøver før ved tre døgn alder. For å undersøke om resept 8258 er raskare tidlegare i herdeprosessen vart det difor i samråd med Christine Hauck og formannen på Veidekke sitt anlegg på Slomarka bestemt at det skulle byggast ei ny herdekasse der det kunne takast trykkfastleiksprøver allereie etter 1 døgn. Sidan differansen i temperaturutvikling mellom dei to kubikkassene viste seg å vere svært liten (figur 30 og 31) gjekk ein ut i frå at det var tilstrekkeleg med ei herdekasse som kunne fungere som «varmekjelde» for terningseriar frå begge reseptane. Med denne metoden blir temperaturhistoria til prøvestykka heilt identisk.

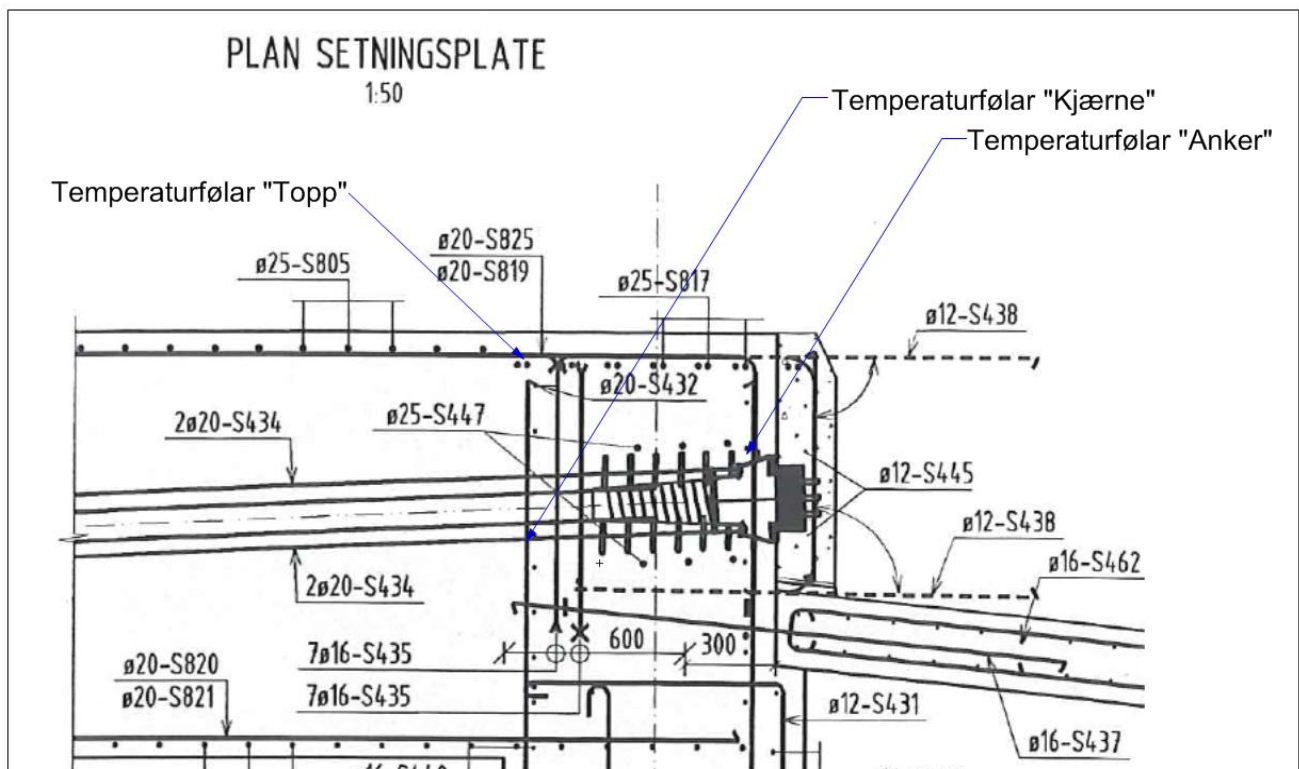
Den tredje herdekassa vart sett saman med liggande forskalingsflakar slik at innvendige høgde i forma vart 80 cm i staden for 100 cm slik som dei to fyrste herdekassene. For enkelheits skuld vert herdekassa heretter kalla «kubikkasse 3» sjølv om den ikkje romma 1m³ betong. Herdekassa vart elles bygd etter tilsvarende prinsipp som dei føregåande, men utan spennarmeringsanker.

Kubikkasse 3 blei utstøypt 11.03.13 med betong etter grunnresept 7540 og prøveserien frå denne blandinga er heretter omtala som «Serie 11». Det var ikkje tilgang til mange nok terningformer til å støype referanse-serie for lagring v/20°C, og sidan betongvibrator ikkje var tilgjengeleg på støypetidspunktet måtte betongen stakast for hand. Det vert gått ut i frå at dette gav tilstrekkeleg kompaktering for temperaturlogging.

Betong etter resept 8258 vart blanda 1,5 timar etter 7540 og terningprøvene vart plasserte i herdekar og på toppen av kubikkassa samstundes (klokka 16.00). Normalt vil 1,5 timar avvik i prøvetidspunkt det fyrste døgnet føre til store avvik i målt trykkfastleik for ein betong som herdar så raskt, men på grunn av at prøveseriane vart lagra ved temperatur samsvarande med betong-temperaturen til den fyrste blandinga gjev blandetidspunktet til Serie 11 det mest korrekte resultatet som utgangspunkt for prøvetidspunkt dei fyrste døgn. For betongen etter grunnresept 8258 vart det teke ut prøveserie for lagring i 20°C vassbad, og prøveseriar frå denne blandinga vert vidare omtala som «Serie 12». Det var berre eit temperaturstyrt herdekar tilgjengeleg og difor ikkje moglegheit for å lagre meir enn to sett prøveterningar for kvar av betongreseptane. I staden vart eit ekstra sett terningar for kvar av reseptane plassert på toppen av kubikkassa.

Slomarka bru

Støyppearbeidet ved Slomarka bru starta 13.06.13 kl. 06:00 og vart avslutta kl. 20:30 same dag. Figur 21 er eit utsnitt frå Statens Vegvesen sitt konkurranseunderlag i samband med utbygginga av E16, og viser tverrsnittet ved spennarmeringsankera. Pilene markerar kvar temperaturfølarar for temperaturlogging vart innstøyppt. Følar for kjærnetemperatur er plassert i midten av der 1368 mm høge tverrsnittet, 1 meter innanfor nordre endeflate. Følar ved anker er festa i dreinsrøret til ankeret med 2 cm overdekning, og følar for topptemperatur er festa under langsgåande armeringsjarn i overkant tverrsnitt. Utstyret for temperaturlogging er som for kubikkassene stilt inn for logging kvar halve time. Terningprøver for fastleiksprøving vart utstøyppt på byggeplass og lagra under ein presenning på toppen av brua fram til trykktesting. Betongen som vart nytta var levert frå Betong Øst i Kongsvinger og produsert etter grunnresept 7544 (vedlegg 18).



Figur 21: Utsnitt frå konstruksjonsteikningar til Slomarka bru med merking for plassering av temperaturfølarar [36].

3.1.3 Simuleringar med HETT97 og CrackTeSt COIN

Simuleringar med dei herdeteknologi-program HETT97 (Norcem) og CrackTeSt COIN (SFI COIN) er gjort både for terningseriar lagra i 20°C vassbad og terningseriar lagra ved konstruksjonstemperatur. Erfaringar frå Veidekke tilseier at utrekningane til HETT97 er for konservative i høve til trykkfasteleiksutrekningar, og målet med undersøkinga er å finne ut om det nyutvikla programmet CrackTeSt COIN gjev resultat som høver betre med målte verdiar [7].

I simuleringane utført med HETT97 er det valt «søyle» som grunnkonstruksjon sidan denne konstruksjonen liknar mest på dei utstøpte kubikkassane. 28-døgns fastleik er valt som snittet av dei målte fastleikane for den aktuelle betongtypen ved 28-døgns alder, og sement + silika innhald samsvarar for kvar simulering med innmålte mengder frå laboratorierapporten til betongen herdeforløpet vert simulert for. Parameter for vêr, vind og tildekking er valt i samsvar med faktiske forhold i herdeperiodane og som eit gjennomsnitt for kvart halve døgn, slik at ein får med variasjonen mellom dag og nattemperatur. I HETT97 er det lagt inn mange førehandsdefinerte betongreseptar med fastleiksutvikling basert på resultat frå laboratorieundersøkingar gjort med dei ulike betongsamansetningane, og Anlegg FA B45-SV40 er valt som utgangspunkt for simuleringane. Frå Norcem er det blitt opplyst at ein ved bruk av betongar med blandingar mellom dei ulike sementtypene kan gjere lineær interpolering mellom resultatane frå simuleringar for kvar av sementtypene som er blanda saman for å finne fastleiksutviklinga til den aktuelle betongresepten [7]. Det er difor gjort lineær interpolasjon mellom resultat frå simuleringar med B45-SV40 Anlegg FA og B45-SV40 Industrisement med vekting (80/20) for å simulere fastleiksutviklinga til betongen i kubikkasse 2 etter grunnresept 8258.

CrackTeSt COIN gjev moglegheit til å teikne opp den faktiske konstruksjonen det skal gjerast simuleringar for å gje unike randføresetnader for kvar av sidene i konstruksjonen. I simuleringane som er gjort med CrackTeSt COIN for forsøka med kubikkasser er isolasjon, forskaling og eventuelt andre føresestnader spesifiserte for kvar av sidene, medan parameter for vêr og vind er lagt inn på same måten som i HETT97. Dei ytre føresestnadane programmet har for å rekne ut temperatur- og fastleiksutvikling vert difor mykje betre enn for HETT97.

CrackTeSt COIN er utvikla for bruk til simuleringar av herdeforløp til betong i anleggskonstruksjonar, og har eit svært avgrensa utval av betongreseptar å velje mellom. Sidan programmet er meint for simuleringar av herdeforløp i store anleggskonstruksjonar der det ynskjeleg med låg varmeutvikling for å unngå opprissing, er Industrisement ikkje ein del av kartoteket til programmet, men dersom ein kjenner elastisitetsmodulen og det adiabatisk temperaturforløpet til betongen er det mogleg å opprette modifiserte reseptar som programmet kan rekne på [43]. Dette vart det ikkje sett av tid til under arbeidet med hovudoppgåva, og CrackTeSt COIN er difor berre nytta til simuleringar på betong etter grunnresept 7540, då med «semi low-heat concrete, 20 % FA» som grunninnstilling. 28-døgns fastleik og bindemiddelinnhald i betongen er valt etter same metode som for HETT97.

Innstillingar og resultat frå dei ulike simuleringane som er utført kan lesast i rapportane frå simuleringane som er å finne i vedlegg 7 – 12.

3.2 Teknisk data

3.2.1 Resept 7540

Grunneresept 7540 er resepten Betong Øst Kongsvinger vanlegvis nyttar for å produsere betong som imøtekjem krava til B45-SV40. Grunnresepten sett saman for synkmål 180 mm med justeringsmoglegheit frå 120 mm til 240 mm, VB-forholdet er 0,38 og steinandelen er 48 %. 33 % av steinen er i sikteklasse 16 – 22 mm, og av bindemiddelet er 97 % Norcem Anlegg FA sement og 3 % FESIL MICROSILIKA. Dokumentasjon av samsvarskontroll frå Betong Øst for resept 7540 i tidsperioden 2012 til 2013 er å finne i vedlegg 13. Vedlegg 13 inneheld også prøveresultat frå grunnreseptane 7543 og 7544, som er reseptar for betong med tilsvarende kvalitet, men med 16 mm stein. 7544 har 25 % redusert steinmengde medan 7543 har full steinmengde i høve til 7540. Resept 7543 og 7544 vert nytta i konstruksjonar der tett armering gjer det vanskelegare å få til god utfylling av støypeforma ved bruk av betong med større stein. Eigenskapane til den herda betongen skal elles vere like mellom dei ulike reseptane [44].

Resultata frå trykkfastleiksprøving ved 28-døgns alder frå Betong Øst sin samsvarskontroll vert nytta som referanse for å vurdere om betong etter den modifiserte resepten (grunnresept 8258) gjev endra slutfastleik.

Det er også henta inn trykkfastleiksprøver for 28- og 56-døgns prøver frå Veidekke Entreprenør sitt anlegg på Slomarka (vedlegg 13) for å samanlikne med resultat frå eigne prøveseriar. Prøveterningane frå Veidekke er utstøpte på byggeplass og lagra i 20°C vassbad i utstyrscontainer på Slomarka, men trykkprøving og veging er utført i betonglaben til Betong Øst Kongsvinger med same utstyr som er brukt til Betong Øst sine eigne prøver og til prøvene som er framstilt i samband med denne hovudoppgåva. Eigenskapane til den ferske betongen vert gjerne endra under transport [3], mellom anna er det ut i frå erfaringa frå blandeverket venta at ein måler noko lågare luftinnhald på byggeplass enn på blandeverket [44]. Terningformene på byggeplass vert komprimert med komprimeringsstav etter NS-EN 12390-2:2009 pkt. 3.3c i staden for med vibratorbord etter pkt.3.3b (same standard), som praksisen er for prøvetaking på byggeplass. Transport av ferske betongprøvestykke frå byggeplass til lagercontainer vert gjort i samsvar med NS-EN 12350-1:2009, men det vil likevel vere noko, som saman med dei andre faktorane som er nemnde her vil vere med å påverke resultatet av trykkfastleiksprøvinga på ein slik måte at det ikkje vert direkte samanliknbart med resultat frå forsøk som er gjort i betonglaben til Betong Øst i Kongsvinger.

3.2.2 Bakgrunn for val av blandingsforhold (Resept 8258)

Norsk Betongforeining publikasjon 21 «Bestendig betong med alkalireaktivt tilslag» gjev ein del rekneeksempel til grenseverdier for alkaliinnhald for betongar framstilt frå Norcem Standard FA sement i kombinasjon med reaktivt tilslag. For Norcem Anlegg FA er det derimot ikkje oppgjeve nokon anna grenseverdi enn maksimum grense 3,0 kg/m³ [27]. Frå litteraturstudiet kom det fram at alkaliinnhaldet til Norcem Industri er ein god del høgare enn for Anlegg FA, og kan såleis ikkje åleine nyttast saman med alkalireaktivt tilslag. Tilslaget Betong Øst nyttar i Kongsvinger er reaktivt [45] og det vart difor laga ein betongresept der forholdet mellom Norcem Industri og Anlegg FA er slik at alkaliinnhaldet i bindemiddel ikkje overskrid grenseverdien på 3,0kg/m³. Ut i frå utrekninga i tabell 6 vart det bestemt at blandingsforholdet i den modifiserte resepten skulle vere 20 % Industrisement, 77 % Anlegg FA sement og 3 % silika. (Detaljert informasjon om grunnresept 8258 kan lesast i vedlegg 3).

Tabell 6: Utrekning av alkaliinnhald frå bindemiddel etter grunnresept 8258.

Alkalikjelde	mengde		alkali (ekv.Na ₂ O) [%]	alkali (ekv.Na ₂ O) kg/m ³
	[%]	[kg/m ³]		
Norcem Industri	20	84,64	1,3 [*]	1,10
Norcem Anlegg FA	77	325,87	0,6 x (1-0,17) ^{**}	1,62
Mapei Dynamon SX-N	0,65	3,65	2,0 ^{***}	0,07
Silika, Fesil	3	12,70	0,342 ^{****}	0,04
Alkaliinnhald frå bindemiddel, summert				2,8 kg/m ³ (ekv.Na ₂ O)

^{*}For Norcem Industri produsert ved anlegget i Brevik[18]

^{**}Alkaliinnhaldet i klinker = 0,6 %, 17 % FA skal ikkje takast med i utrekninga [17]

^{***}Alkaliinnhald i Mapei Dynamon SX-N er deklartert til < 2,0 % [46]

^{****}retningsgjevande verdi for rein silika basert på 42 prøver, Nebesar & Carette (1986)[25]

Deklarert alkaliinnhald i Norcem sine sementar er oppgjeve i produktatabladet til kvar av sementane som er tilgjengelege frå www.norcem.no. Norcem produserer Industrisement både ved anlegget sitt i Brevik og i Kjøpsvik, men sementen produsert i Kjøpsvik har lågare deklartert alkaliinnhald (1,2 kg/m³ [18]) enn sementen produsert i Brevik. Forholdet mellom Industri- og Anlegg FA sement frå resept 8258 gjev difor alkaliinnhald lågare enn grenseverdien på 3,0 kg/m³ same kvar Industrisementen er produsert.

Grunnresept 8258 er framstilt for synkmål 180 mm med tilleten justering mellom synkmål 120 – 240 mm og hjå Betong Øst sitt blandeverk i Kongsvinger vert konsistensen justert ved å endre forholdet mellom vatn og tilslag [45]. For å halde forholdet mellom vatn og bindemiddel konstant ved denne justeringa må difor bindemiddelmengda aukast dersom det skal leverast betong med synkmål > 180 mm og minkast ved synkmål < 180 mm. Når bindemiddelmengda vert auka endrar også alkaliinnhaldet til betongen seg, og ved høgaste tillatne synkmål for resepten (240 mm) vert alkaliinnhaldet høgare enn grensa på 3,0 kg/m³. Som vist i tabell 7 vert høgaste synkmål justert etter metoden som Betong Øst brukar på Kongsvinger 220 mm om ein skal halde grensa for alkaliinnhald for resept 8258. Ein er dessutan avhengig av at Industrisementen er produsert på Norcem Kjøpsvik.

Tabell 7: Alkaliinnhald i betong etter grunnresept 8258 justert til synkmål 220 mm.

Alkalikjelde	mengde		alkali (ekv.Na ₂ O) [%]	alkali (ekv.Na ₂ O) kg/m ³
	[%]	[kg/m ³]		
Norcem Industri	20	93,13	1,2 [*]	1,12
Norcem Anlegg FA	77	358,88	0,6 x (1-0,17) ^{**}	1,79
Mapei Dynamon SX-N	0,65	3,67	2,0 ^{***}	0,07
Silika, Fesil	3	14,05	0,342 ^{****}	0,05
Alkaliinnhald frå bindemiddel, summert				3,0kg/m ³ (ekv.Na ₂ O)

^{*}For Norcem Industri produsert ved anlegget i Kjøpsvik [18]

^{**}Alkaliinnhaldet i klinker = 0,6 %, 17 % FA skal ikkje takast med i utrekninga [17]

^{***}Alkaliinnhald i Mapei Dynamon SX-N er deklartert til < 2,0 % [46]

^{****}Retningsgjevande verdi for rein silika basert på 42 prøver, Nebesar & Carette (1986)[25]

4. Resultat

4.1 Prøveseriar i 20°C vassbad

Resultata frå prøveseriane lagra i 20°C vassbad vert presenterte i to underavsnitt; den fyrste delen inneheld resultat frå prøveserie 1:5 av betong med Norcem Anlegg FA sement etter grunnresept 7540, medan den andre delen inneheld resultat frå prøveseriar av betong med Anlegg FA og 20 % Industrisement etter grunnresept 8258.

Tabell 8 og 10 gjev ein oversikt over resultata frå prøving av fersk betong etter aktuell grunnresept i tillegg til gjennomsnittleg densitet for kvar prøveserie. Kolonnane under overskrifta «målt» viser verdi funnen ved målingar medan kolonnen merka «bestilt» viser dei tilsikta verdiane frå laboratorierapportane til dei ulike prøveseriane. Avviket er rekna som bestilt verdi subtrahert frå målt verdi. I dei to nedste radene i tabellane er avviket fyrst gjeve som $\text{avvik}_{\text{snitt}}$ som er middelværdien av dei utrekna avvika og deretter som $\text{avvik}_{\text{ABS}}$, som er gjennomsnittet av absoluttverdien til kvart avvik. $\text{avvik}_{\text{snitt}}$ viser om målt verdi i gjennomsnitt er større eller mindre enn bestilt medan $\text{avvik}_{\text{ABS}}$ seier om prøveresultata stemmer overeins med dei tilsikta verdiane.

Resultat frå fastleiksprøving av betongprøveterningar er vist i tabell 9 og 11. Kvar verdi i tabellane er etter NS-EN 206-1:2000 pkt. 8.2.1.2 gjennomsnittet av målt trykkfastleik frå to prøvelekkamar frå ei blanding, trykktesta ved same alder. Alderen til betongen er rekna frå vasstilsetting i blandemaskina og fram til sju døgn alder er prøvene trykktesta med tidsnøyaktigheit $\pm 0,5$ timar. Sidan stigningstalet til fastleikskurva ved 28- og 56-døgn alder er mykje lågare enn i tidleg alder [30], er tidsnøyaktigheita for trykktesting ± 4 timar for desse prøvene. Prøving ved fire og fem døgn alder er utført berre i serie 5 og 6 og meint for samanlikning med fastleik til prøvestykke lagra ved konstruksjonstemperatur. Resultata frå desse prøvene er difor merkte med grå skrift i tabellane.

4.1.1 Betong etter grunnresept 7540 v/20°C

Eigenskapar til fersk betong og densitet til herda betong

Resultat frå prøver av ferskbetongeigenskapar for betong etter grunnresept 7540 er framstilt i tabell 8.

Tabell 8: Resultat frå målingar av temperatur, luftinnhald, synkmål og densitet frå serie 1:5

	Temperatur [°C]			luftinnhald [%]			synkmål [mm]			densitet [kg/m ³]		
	målt	bestilt	avvik	målt	bestilt	avvik	målt	bestilt	avvik	målt	bestilt	avvik
serie 1:	22,7	25	-2,3	4,8	5	-0,2	200	220	-20	2300	2315,6	-15,6
serie 2:	21,4	25	-3,6	5,1	5	0,1	200	220	-20	2350	2319,8	30,2
serie 3:	21,6	25	-3,4	5,4	5	0,4	220	200	20	2320	2337,5	-17,5
serie 4:	21,1	25	-3,9	5,1	5	0,1	210	200	10	2330	2309,2	20,8
serie 5:	23,6	25	-1,4	4,2	5	-0,8	220	200	20	2350	2298,8	51,2
$\text{avvik}_{\text{snitt}}$:			-2,9			-0,1			2			13,8
$\text{avvik}_{\text{ABS}}$:			2,9			0,3			18,0			27,1

«Produksjonsstandarden» NS-EN 206-1:2000+NA:2007 set i Tabell 11- «Toleranser for tilsiktede konsistensverdier» toleransegrensa for betongar med synkmål > 100 mm til ± 30 mm. Synkmåla til alle seriane etter grunnresept 7540 er innanfor dette toleranseområdet. Kravet til luftinnhald for ein frostutsett betong i fastleiksklasse $\geq B45$ vert sett til $5,0 \pm 1,5$ % [12], og ingen av dei målte verdiane for luftinnhald i

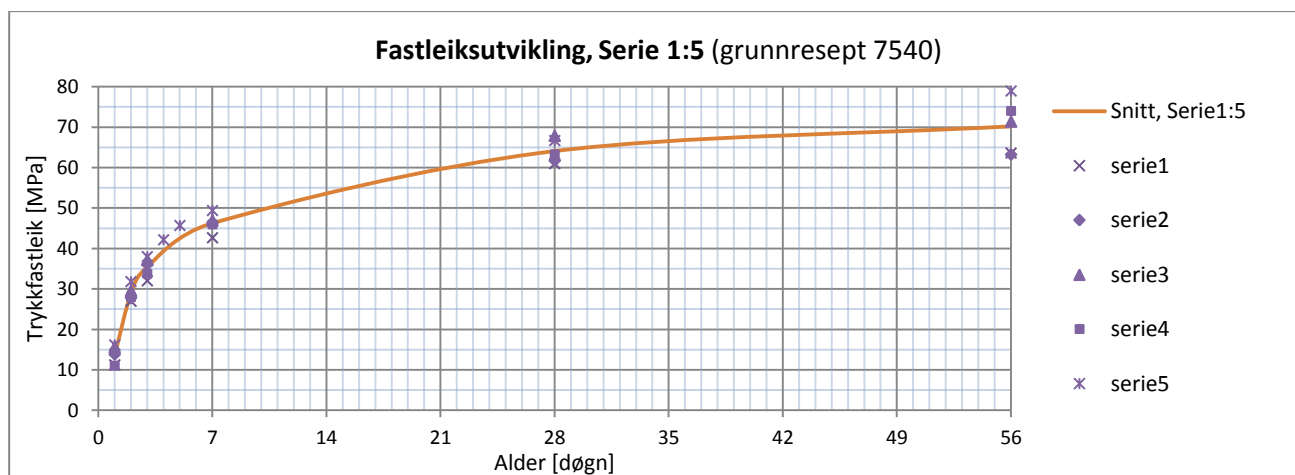
serie 1:5 er utanom desse grenseverdiane. Til simuleringar i HETT97 og CTC er gjennomsnittleg temperatur [°C] og $C_{t,avg}$ (sement + silika) [kg/m³] rekna ut frå resultatata: $T_{avg, 1:5} = 22,1^{\circ}\text{C}$; $C_{avg, 1:5} = 451,6 \text{ kg/m}^3$.

Fastleiksutvikling til betong etter grunnresept 7540

Tabell 9 viser målte trykkfastleiksverdiar frå betongprøver etter grunnresept 7540, medan figur 22 gjev ei grafisk framstilling av data i tabell 9. Den raude linea i figur 22 representerer gjennomsnittleg trykkfastleiksutvikling og er teikna som ei utjamna line mellom gjennomsnittet av trykkfastleiksverdiane som er målte for kvar prøvealder. Dei blå datapunkta er dei målte verdiane for kvar prøvealder og er plotta for å vise korleis gjennomsnittslina stemmer overeins med dei målte verdiane.

Tabell 9: Resultat frå fastleiksprøving serie 1:5 (grunnresept 7540)

Alder [døgn]	serie 1 f_{cm} [MPa]	serie 2 f_{cm} [MPa]	serie 3 f_{cm} [MPa]	serie 4 f_{cm} [MPa]	serie 5 f_{cm} [MPa]	snitt 1:5 $f_{cm, avg}$ [MPa]
1	11,2	13,8	15,6	11,0	16,2	13,6
2	27,0	27,8	29,6	28,0	31,8	28,8
3	32,0	36,1	37,1	33,8	38,0	35,4
4	-	-	-	-	42,2	42,2
5	-	-	-	-	45,7	45,7
7	42,7	46,4	46,9	45,9	49,4	46,3
28	61,0	61,7	67,9	63,3	66,7	64,1
56	63,6	63,2	71,4	74,0	78,9	70,2



Figur 22: Grafisk framstilling av fastleiksutvikling for betong etter grunnresept 7540.

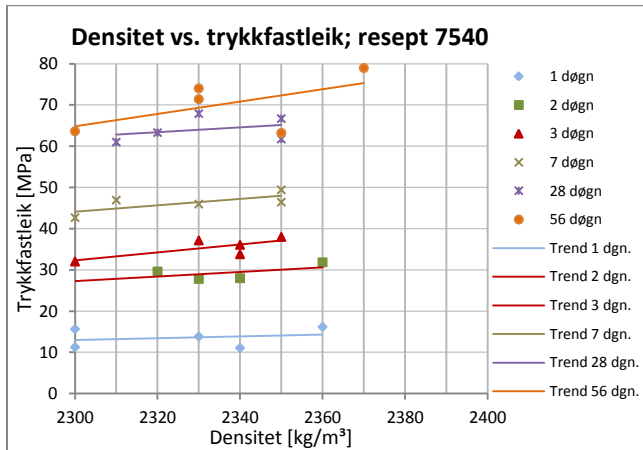
Gjennomsnittleg raskleikstal for betong etter grunnresept 7540 (r_{7540}) er rekna ut i frå gjennomsnittleg fastleiksutvikling frå serie 1:5.

$$r_{7540} = \frac{\overline{f_{cm,2}}}{f_{cm,28}} = \frac{28,8}{64,1} = 0,449 \approx 0,45$$

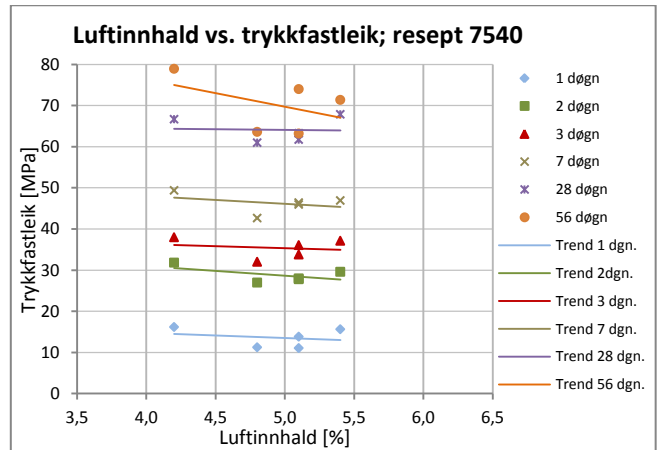
Etter NS-EN 206-1:2000 tabell 12 - «Fasthetsutvikling for betong ved 20°C» har betong frå Betong Øst Kongsvinger etter grunnresept 7540 middels fastleiksutvikling ($(r_{langsom} = 0,3) < (r_{7540} = 0,45) < (r_{hurtig} 0,5)$)).

Samanheng mellom densitet/ luftinnhald og trykkfastleik

For å undersøke om det er samanheng mellom densitet til herda betong og målt trykkfastleik er målte verdiar frå serie 1:5 med samsvarande alder sette opp mot kvarandre i figur 23. Trenden for betongprøver ved alle aldrar viser at auka densitet gjev ein viss auke i trykkstyrke. I figur 24 er trykkfastleik og luftinnhald plotta på tilsvarande måte, og tendensen er at auke i luftinnhald gjev reduksjon i trykkfastleik.



Figur 23: Densitet mot trykkfastleik grunnresept 7540



Figur 24: Luftinnhald mot trykkfastleik grunnresept 8258

4.1.2 Betong etter grunnresept 8258 v/20°C

Eigenskapar til fersk betong og densitet til herda betong

Resultat frå prøver av fersk betongeigenskapar for betong og densitet av herda betong etter grunnresept 8258 er vist i tabell 10.

Tabell 10: Resultat frå målingar av temperatur, luftinnhald, synkmål og densitet frå serie 6:10, 12

	Temperatur [°C]			luftinnhald [%]			synkmål [mm]			densitet [kg/m³]		
	målt	bestilt	avvik	målt	bestilt	avvik	målt	bestilt	avvik	målt	bestilt	avvik
serie 6:	24,8	22	2,8	6,2	5,0	1,2	170	200	-30	2360	2301,7	58,3
serie 7:	28,2	22	6,2	8,0	5,0	3,0	140	210	70	2300	2300,6	-0,6
serie 8:	21,3	23	-1,7	4,8	5,0	-0,2	210	220	-10	2360	2286,6	73,4
serie 9:	23,1	23	0,1	5,5	5,0	0,5	210	220	-10	2340	2275,1	64,9
serie 10:	21,2	23	-1,8	4,8	5,0	-0,2	220	220	0	2360	2296	64
serie 12:	21,8	23	-1,2	6,2	5,0	1,2	200	220	-20	2390	2291,4	98,6
avvik _{snitt} :			-0,4			0,5			-14			71,8
avvik _{ABS} :			1,52			0,7			14			71,8

Frå resultata i tabell 10 kjem det fram at både målt luftinnhald og synkmål for serie 7 har større avvik enn krava i NS-EN 206:2000, i tillegg til at betongtemperaturen er over seks grader varmare enn bestilt. Dette gav grunnlag for å forkaste denne prøveserien, og resultata er merka med grå skrift for å markere at dei ikkje er tekne med i vidare utrekningar.

Gjennomsnittstemperatur og totalt bindemiddelinnhald $C_{t,avg}$ til simuleringar i HETT97 og CTC er rekna ut:

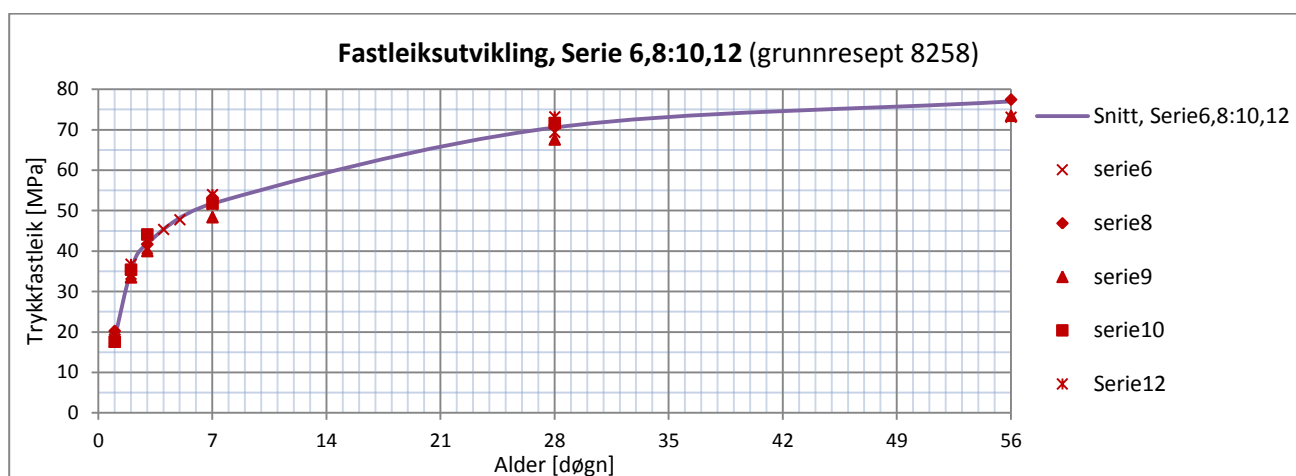
$$T_{avg, 6,7:10,12} = 22,4^{\circ}\text{C}; C_{t,avg, 6,7:10,12} = 464,0 \text{ kg/m}^3.$$

Fastleiksutvikling til betong etter grunnresept 8258

Tabell 11 inneheld resultat frå trykkfastleiksprøving av betongprøver framstilt etter resept 8258 og figur 25 syner fastleiksutviklinga for resepten ut i frå tilsvarande føresetnader som figur 22 for resept 7540.

Tabell 11: Resultat frå fastleiksprøving serie 6, 8:10, 12 (grunnresept 8258)

Alder	serie 6	serie 8	serie 9	serie10	serie12	snitt 1:5
[døgn]	f_{cm} [MPa]	f_{cm} [MPa]	f_{cm} [MPa]	f_{cm} [MPa]	f_{cm} [MPa]	$f_{cm, avg}$ [MPa]
1	18,2	20,2	17,6	17,6	18,2	18,4
2	34,2	35,0	33,5	35,4	36,7	35,0
3	40,6	41,6	40,0	44,1	42,9	41,8
4	45,3	-	-	-	-	45,3
5	47,7	-	-	-	-	47,7
7	51,5	53,2	48,4	51,7	53,9	51,7
28	69,3	71,1	67,6	71,6	73,2	70,5
56	73,1	77,4	73,4	80,2	80,9	77,0



Figur 25: Fastleiksutvikling frå betongprøver etter resept 8258.

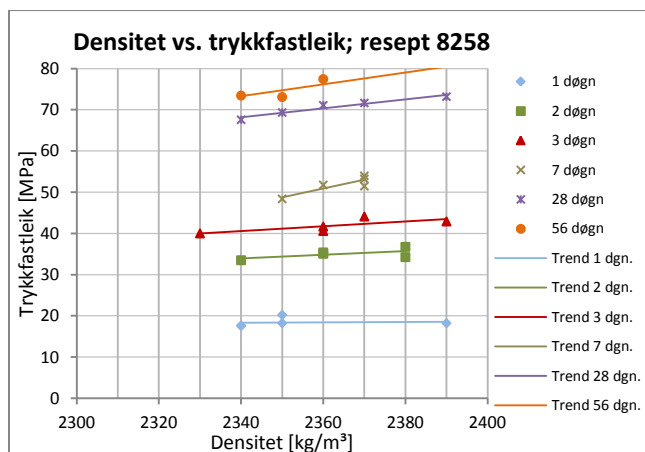
Gjennomsnittleg raskleikstal for betong etter grunnresept 8258 (r_{8258}) er rekna ut i frå gjennomsnittleg fastleiksutvikling frå serie 6, 8:10 og 12:

$$r_{8258} = \frac{\overline{f_{cm,2}}}{\overline{f_{cm,28}}} = \frac{35,0}{70,5} = 0,496 \approx 0,50$$

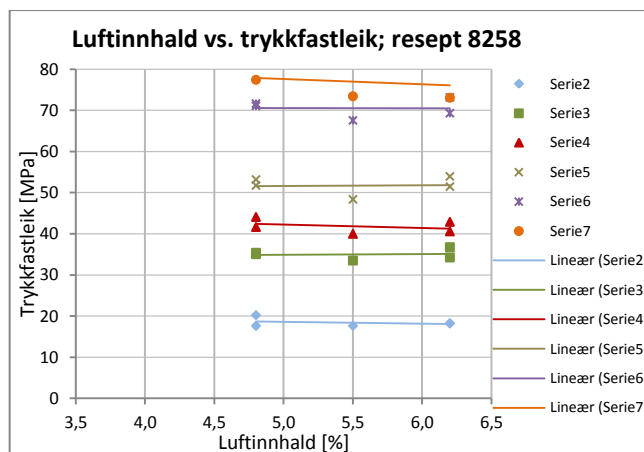
Etter NS-EN 206-1:2000 tabell har betong frå etter grunnresept 8258 hurtig fastleiksutvikling sidan $r_{7540} = 0,50 \geq (r_{hurtig} = 0,5)$.

Samanheng mellom densitet/ luftinnhald og trykkfastleik

For å undersøke om det er samanheng mellom densitet til herda betong og målt trykkfastleik er målte verdiar frå serie 6, 7:10 og 12 ved samsvarande alder sette opp mot kvarandre i figur 26. Trenden for betongprøver ved alle aldrar viser at auka densitet gjev ein viss auke i trykkstyrke. I figur 27 er trykkfastleik og luftinnhald plotta på tilsvarande måte, og tendensen er at auke i luftinnhald gjev reduksjon i trykkfastleik.



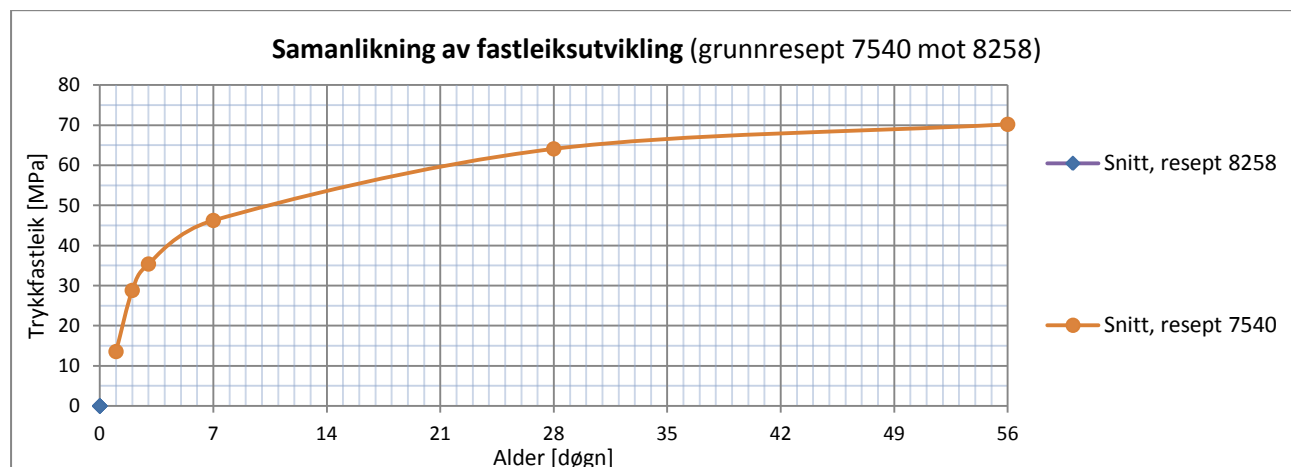
Figur 26: Densitet mot trykkfastleik grunnresept 8258



Figur 27: Luftinnhald mot trykkfastleik grunnresept 8258

4.1.3 Statistisk analyse av skilnaden i trykkfastleik mellom resept 7540 og 8258

Samanhengen mellom fastleiksutvikling for betong etter grunnresept 7540 og 8258 lagra ved 20°C er vist i figur 28. Grafane representerer gjennomsnittleg fastleiksutvikling til fem prøveseriar frå kvar av grunnreseptane og viser at grunnresept 8258 gjev høgare fastleik enn grunnresept 7540.



Figur 28: Samanlikning av fastleiksutvikling v/ 20°C mellom grunnresept 7540 og 8258.

For å finne ut om det er signifikant skilnad mellom fastleiksutviklinga til B45-SV40 betong etter grunnresept 7540 og etter modifisert resept 8258 blei prøveresultata analysert med ikkje-para T-test. Denne testmetoden er eigna for analyse av data frå mindre utval der ein analyserer datasett med under 30 observasjonar [47]. Sidan utgangspunktet var å undersøke om modifisert resept 8258 gjev betong med høgare trykkfastleik i tidleg fase enn grunnresept 7540 settets følgjande hypotesar:

$$H_0: \quad \text{Tilsetning av 20 \% Industrisement gjev ikkje auka trykkfastleik} \quad (\mu_{8258} \leq \mu_{7540})$$

$$H_1: \quad \text{Tilsetning av 20 \% Industrisement gjev auka trykkfastleik} \quad (\mu_{8258} > \mu_{7540})$$

Utrekninga t_{α} er gjort med Microsoft Excel funksjonen $TINV(2*\alpha; "frileiksgrad")$, interpolert varians er rekna etter likning V20:2 og T-verdi er utrekna etter likning V20:3. Grunnlaget for testen og likningane er å finne i vedlegg 20.

Tabell 12: T-test for skilnad i trykkfastleik mellom resept 8258 og 7540

B45-SV40 med Norcem Anlegg FA sement (grunnresept 7540)						
kjelde \ alder	Trykkfastleik (f_{cm}) frå terningprøver lagra ved 20°C vassbad [MPa]					
	1 døgn	2 døgn	3 døgn	7 døgn	28 døgn	56 døgn
serie 1:	11,2	27,0	32,0	42,7	61,0	63,3
serie 2:	13,8	27,8	36,1	46,4	61,7	63,2
serie 3:	15,6	29,6	37,1	46,9	67,9	71,4
serie 4:	11,0	28,0	33,8	45,9	63,3	74,0
serie 5:	16,2	31,8	38,0	49,4	66,7	78,9
$f_{cm,avg(7540)}$:	13,6	28,8	35,4	46,3	64,1	70,2
$SDV_{(7540)}$:	2,4	1,9	2,5	2,4	3,0	6,9
$VAR_{(7540)}$:	5,8	3,6	6,1	5,8	9,3	47,0
B45-SV40 med 80% Anlegg FA og 20% Industrisement (grunnresept 8258)						
kjelde \ alder	Trykkfastleik (f_{cm}) frå terningprøver lagra ved 20°C vassbad [MPa]					
	1 døgn	2 døgn	3 døgn	7 døgn	28 døgn	56 døgn
serie 6:	18,2	34,4	40,6	51,5	69,3	73,1
serie 8:	20,2	35,0	41,6	53,2	71,1	77,4
serie 9:	17,6	33,5	40,0	48,4	67,6	73,4
serie10:	17,6	35,4	44,1	51,7	71,6	80,2
serie 12:	18,2	36,7	42,9	53,9	73,2	80,9
$f_{cm,avg(8258)}$:	18,4	35,0	41,8	51,7	70,6	77,0
$SDV_{(8258)}$:	1,1	1,2	1,7	2,1	2,2	3,7
$VAR_{(8258)}$:	1,1	1,4	2,8	4,5	4,7	13,4
$S_p^2 =$	7,5	7,5	14,2	20,9	23,3	77,3
$S_p =$	2,7	2,7	3,8	4,6	4,8	8,8
$t_{\alpha(0,05)} =$	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86
T-verdi=	2,77	3,56	2,70	1,90	2,11	1,23
resultat:	2,77>1,86	3,56>1,86	2,70>1,86	1,90>1,86	2,11>1,86	1,23<1,86
konklusjon:	<i>forkast H_0</i>	<i>forkast H_0</i>	<i>forkast H_0</i>	<i>forkast H_0</i>	<i>forkast H_0</i>	<i>behold H_0</i>

Resultatet i tabell 12 viser at utrekna T- verdi er større enn $t_{0,05}$ for prøvene fram til 28- døgns alder. Ein kan difor forkaste nullhypotesen og med 5 % signifikansnivå seie at resept 8258 gjev høgare fastleik enn grunnresept 7540 fram til 28-døgns alder. Det kan sjå ut til at det er størst skilnad mellom betongreseptane fram til sju døgns alder, og for 56-døgns prøver er den utrekna T-verdien lågare enn $t_{0,05}$. Med 5 % signifikansnivå kan ein difor ikkje forkaste H_0 for 56-døgns prøvene, men seie at 20% Industrisement ikkje gjev betongen auka slutfastleik.

4.2 Resultat frå forsøk med temperaturstyrt herding

Forsøk med temperaturstyrt herding vart gjennomført ved temperaturlogging av herdevarme i kubikkasser og lagring av betongprøver ved konstruksjonstemperatur som skildra under kapittel 3.1.2 i metodedelen.

4.2.1 Kubikkasse 1 og 2

Informasjon om kubikkasse 1 og 2 er oppsummert i tabell 13.

Tabell 13: Oppsummert informasjon om kubikkasse 1 og 2.

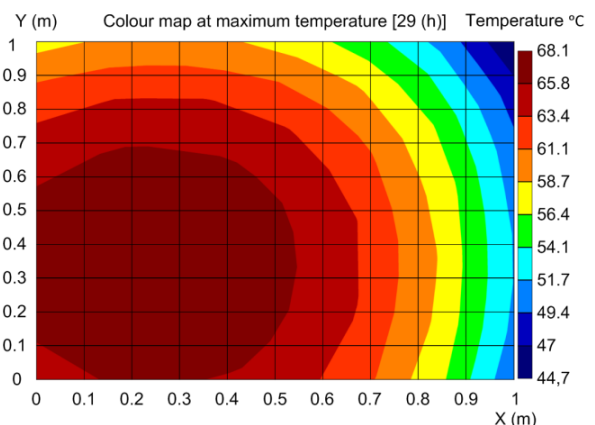
Kubikkasse 1	Støypedato: 28.02.13	Kubikkasse 2	Støypedato: 01.03.13
Betong:	B45 SV40	Betong:	B45 SV40
Grunnresept:	7540, Norcem Anlegg FA	Grunnresept:	8258, Anlegg FA + 20 % Industri
Fylgjeseddel nr.:	27678, vedlegg 2	Fylgjeseddel nr.:	27680, vedlegg 2
Prøveserie nr.:	Serie 5	Prøveserie nr.:	Serie 6
Grunnlagsdata:	Vedlegg 1	Grunnlagsdata:	Vedlegg 1

Fastleiksutvikling kubikkasse 1 og 2

Resultata frå trykkfastleiksprøvinga til kubikkasse 1 og 2 presentert i tabell 14 viser liten skilnad i trykkfastleik mellom betong etter dei to grunnreseptane for prøver med like herdeforhold. Det var liten variasjon i gjennomsnittstemperatur og vindhastigheit dei tre fyrste døgna, og sidan konstruksjonen var godt isolert og skjerma mot vind kan ein gå ut i frå at kubikkassene har hatt like herdeforhold og at prøveresultata kan samanliknast. Figur 29 er henta frå simuleringsprogrammet CrackTeSt COIN og gjev eit godt bilete av temperaturskilnaden gjennom tverrsnittet i kubikkasse 1 ved maksimumstemperatur.

Tabell 14: Resultat frå terningprøver v/ konstruksjonstemp.

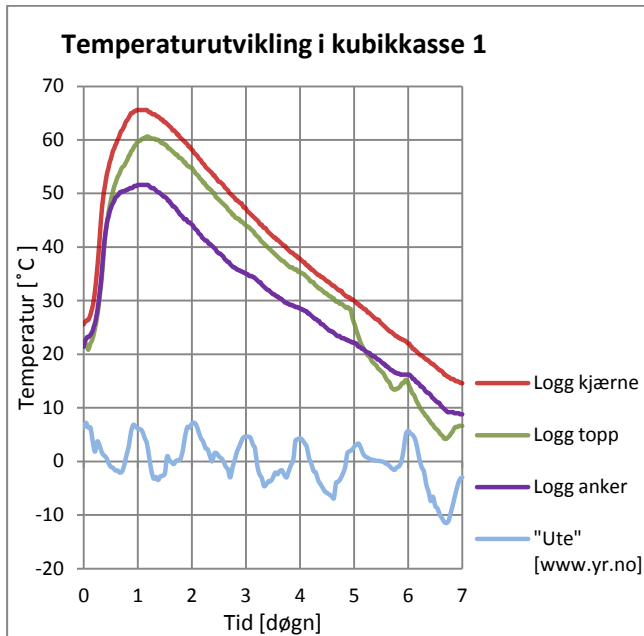
alder [døgn]	Trykkfastleik frå terningprøver f_{cm} [MPa]			
	kubikkasse 1, serie 5		kubikkasse 2, serie 6	
	herdekar	topp	herdekar	topp
1	-	-	-	-
2	-	-	50,8	53,9
3	54,3	55,8	54,7	57,4
4	56,3	57,4	56,5	59
5	57,5	58,4	-	-
28	-	-	-	66,4



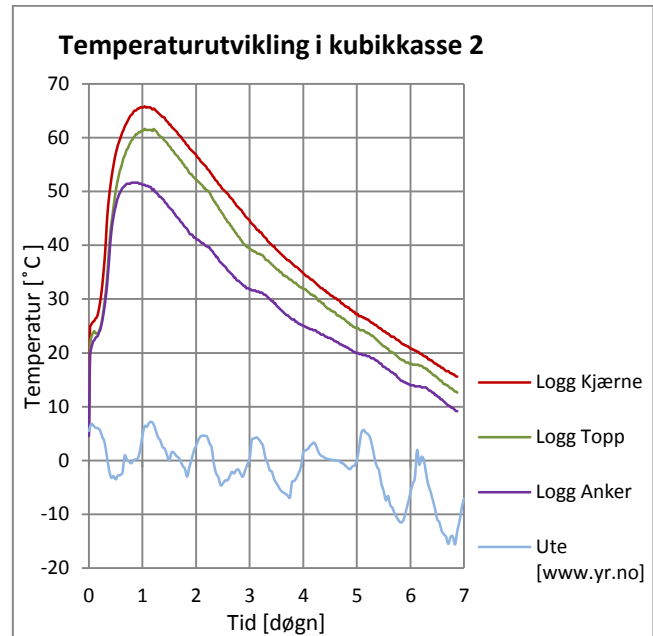
Figur 29: Temperaturskilnad kubikkasse 1 [48]

Temperaturutvikling kubikkasse 1 og 2

Frå den grafiske framstillinga av resultatet frå temperaturlogging i kubikkasse 1 og 2 (vist i figur 30 og figur 31) kjem det fram at det er liten skilnad på i temperaturutvikling mellom dei to grunnreseptane. Etter fem døgn vart vintermatta fjerna frå kubikkasse 1, og dette viser att på grafen ved at den grønne lina merka «Logg topp» får auka temperaturfall og deretter vert tydeleg påverka av utetemperaturen. Nøkkelverdiar frå målingane er gjevne i tabell 15, der positive avvik frå SVV krav i prosesskode 2 er merka med raud skrift for å markere at kravet er overskride. Der målte verdiar er lågare enn krava i prosesskode 2 er avviket negativt og merkt med blå skrift. Grunndata frå temperaturlogging kan studerast i vedlegg 4 – 6.



Figur 30: temperaturutvikling i kubikkasse 1 (resept 7540)



Figur 31: temperaturutvikling i kubikkasse 2 (resept 8258)

Tabell 15: Nøkkelverdiar frå temperaturmålingane i kubikkasse 1 og 2.

	Kubikkasse 1		kubikkasse 2		grenseverdi, SVV [12]		
	målt [°C]	tid [t]	målt [°C]	tid [t]	krav [°C]	avvik _{KK1} [°C]	avvik _{KK2} [°C]
høgaste kjærnetemperatur, T_{maks}	65,6	23,5	65,8	25,0	65	0,6	0,8
høgaste overflatetemperatur, $T_{s, maks}$	60,6	28,0	61,6	31,0	40*	20,6	21,6
største temperaturdifferanse, ΔT_{maks}	14,6	44,5	15,8	41	20	-5,4	-4,2

*«maksimal overflatetemperatur skal ikke overskride 40°C dersom overflaten vil bli utsatt for klorider» [12].

4.2.2 Kubikkasse 3

Tabell 16 gjev ei oppsummering av informasjonen om kubikkasse 3 og dei tilhøyrande prøveseriane.

Tabell 16: Oppsummert informasjon kubikkasse 3

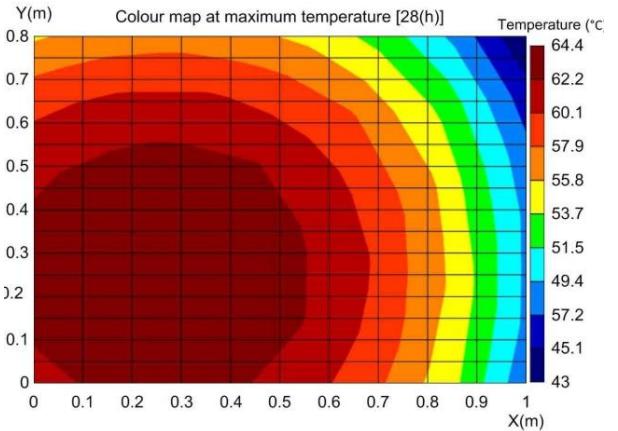
Kubikkasse 3		Støypedato: 28.02.13		Prøveserie lagra i tilknytning til kubikkasse 3:	
Betong:	B45 SV40	Betong:	B45 SV40		
Grunnresept:	7540, Norcem Anlegg FA	Grunnresept:	8258, Anlegg FA + 20 % Industri		
Fylgjeseddel nr.:	27678, vedlegg 2	Fylgjeseddel nr.:	27747, vedlegg 2		
Prøveserie nr.:	Serie 11	Prøveserie nr.:	Serie 12		
Grunnlagsdata:	Vedlegg 1	Grunnlagsdata:	Vedlegg 1		

Fastleiksutvikling kubikkasse 3

Resultat frå trykkfastleiksprøving av prøvestykke frå serie 11 og serie 12 i tabell 17 viser at det vart målt høgare fastleik for betong etter grunnresept 8258 enn for betong etter grunnresept 7540 ved alle prøvetidspunkt. Figur 32 er på lik line med figur 29 henta frå CrackTeSt COIN, men viser her temperaturskilnaden gjennom tverrsnittet frå simulering av herdeforløpet av kubikkasse 3.

Tabell 17: Resultat frå terningprøver v/ konstruksjonstemp.

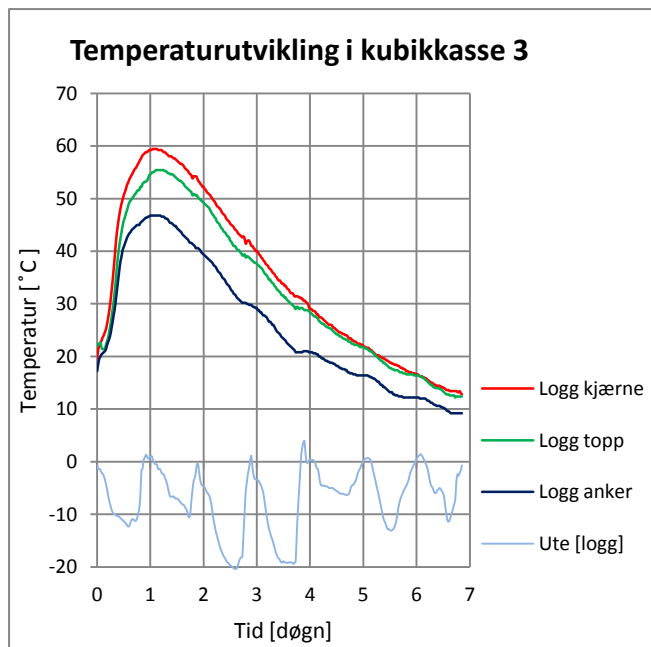
alder [døgn]	Trykkfastleik frå terningprøver f_{cm} [MPa]			
	Kubikkasse3, serie 11		Kubikkasse 3, serie 12	
	herdekar	topp	herdekar	topp
1	33,8	35,1	37,9	39,4
2	49,2	49,8	52,7	53,6
3	-	54,6	-	57,5
4	-	-	-	-
5	-	-	-	-
28	-	64,1	-	68,2



Figur 32: Temperaturskilnad kubikkasse 3 [48]

Temperaturutvikling kubikkasse 3

Resultatet frå temperaturlogging i kubikkasse 3 er vist i figur 33, utetemperaturen i denne grafen er henta frå temperaturloggar i staden for frå www.yr.no som kubikkasse 1 og 2. Forma på temperaturgrafane samsvarar godt med grafane frå dei føregåande forsøka, men maksimumstemperaturen er lågare for alle målepunkta. Tabell 18 viser nøkkelverdiane frå temperaturlogginga.



Figur 33: Temperaturutvikling kubikkasse 3

Tabell 18: Nøkkelverdiane frå temperaturmålingane i KK3

	Kubikkasse 3		grenseverdi, SVV [12]	
	målt [°C]	tid [t]	krav [°C]	avvik _{KK3} [°C]
T_{maks}	59,4	25,0	65	-5,6
$T_{s, maks}$	55,4	26,5	40*	15,4
ΔT_{maks}	13,6	44,5	20	-6,4

* «maksimal overflatetemperatur skal ikke overskride 40°C dersom overflaten vil bli utsatt for klorider» [12].

4.3 Støyp Slomarka bru

Informasjon om støypearbeidet, betongresept og plassering av temperaturfølarar ved Slomarka bru er gjeve i metodedelen, pkt. 3.1.2.4.

4.3.1 Terningfastleik, Slomarka bru

Prøveterningar frå Slomarka bru vart trykktesta etter fire og fem døgn herding og trykkfastleiken til betongen vart bestemt ut i frå middelveidien av to terningprøver:

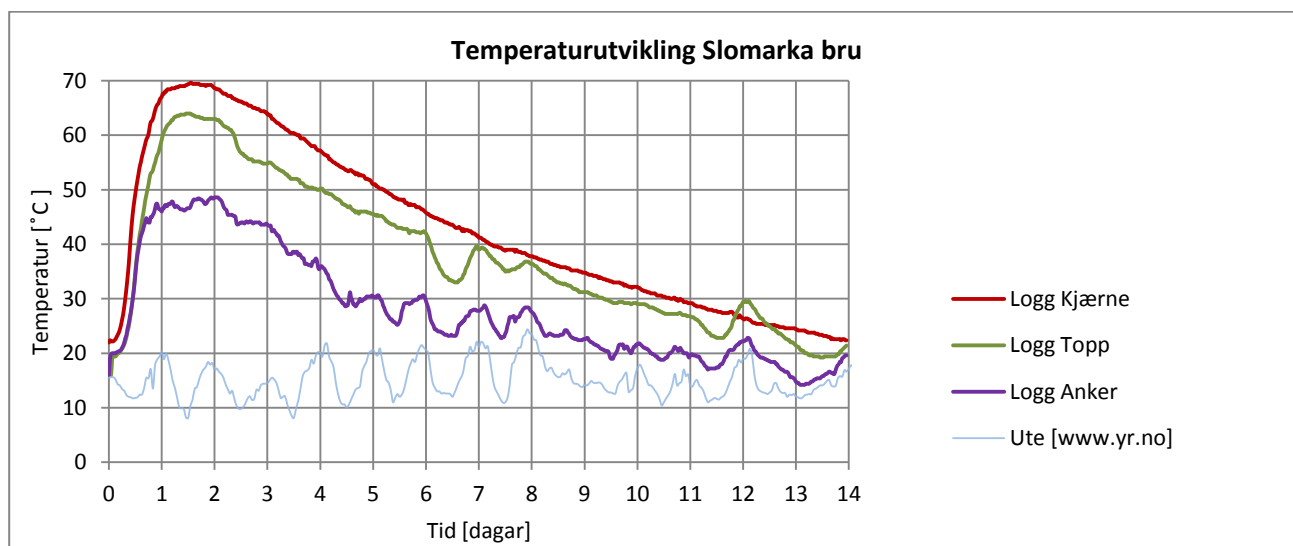
Trykkfastleik etter fire døgn:	51,19 MPa	44,59 MPa	Middelveidi: 47,89 MPa(6,8 % avvik).
Trykkfastleik etter fem døgn:	57,84 MPa	58,84 MPa	Middelveidi: 58,34 MPa(0,9 % avvik).

Resultat frå trykkprøving viste tilstrekkeleg betongfastleik for oppspenning allereie etter fire døgn ($f_{cm,4}=47,9$ MPa) og oppspenning vart gjennomført dagen etter, tysdag 18.06.13. Middelveidien frå trykkprøving av prøveterningar viste då trykkfastleik $f_{cm,5}=58,3$ MPa, som er godt over kravet til betongfastleik på 40MPa før oppspenning.

4.3.2 Temperaturutvikling, Slomarka bru

Temperaturutviklinga til dei ulike målepunkta dei 14 fyrste døgna etter utstøyping er framstilt i figur 34. «Nulltidspunktet» i grafen er sett til klokka 19.00 torsdag 13.03.13, sidan alle temperaturfølarane var dekte av betong på dette tidspunktet. Skaleringa av grafen samsvarar med tilsvarande temperaturgrafar frå forsøka med kubikkasser. Arbeidet med nedplukking av forskaling og reis tok til 19.06.13 rett etter at oppspenning var ferdig. Dette viser tydeleg på grafane for topp- og ankertemperatur, ved at desse vert påverka av svingingar i utetemperaturen etter seks døgns alder.

Høgaste målte temperatur i kjernen er 69,6°C etter 37 timar, og differansen mellom kjerne- og ankertemperatur er på dette tidspunktet 22,8°C. Høgaste temperatur målt i toppen av tverrsnittet er 64,0°C og ved ankeret 48,6°C. Både kjerne, overflate og temperaturdifferansen er høgare enn krava i SVV Prosesskode 2, og det vart difor sendt avviksmelding til Statens Vegvesen.



Figur 34: Temperaturutvikling Slomarka bru (frå temperaturlogg).

4.3.3 Utrekning av modningsalder og ekvivalent trykkfastleik, Slomarka bru

Tabell 19 er eit utdrag frå tabell V22:2 i vedlegg 22 der ekvivalent trykkfastleik ved 20°C er utrekna, og viser kva trykkfastleik ein kunne forventa frå ein betong etter grunnresept 7540 og 8258 med tilsvarende temperaturhistorie som målt på Slomarka bru. I fylgje desse utrekningane når betong etter grunnresept 8258 lågaste betongfastleik for oppspenning (40 MPa) etter litt over eit døgn, omlag 12 timar før betong etter grunnresept 7540. Det kjem også fram av tabellen at målt trykkfastleik stemmer godt overeins med utrekna trykkfastleik ved fem døgn's alder, medan målt verdi for fire døgn's alder er ein del lågare enn den utrekna verdien.

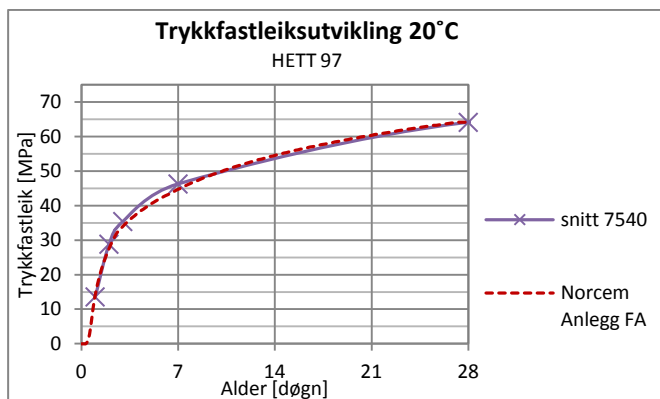
Tabell 19: Modningsalder og ekvivalent trykkfastleik, Slomarka bru.

Reell alder		modning	trykkfastleik [Mpa]				målt
[timar]	[døgn]		resept 7540		resept 8258		
				v/ 20°C	konstruksjon	v/ 20°C	konstruksjon
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
12	0,5	13,4	1,7	4,4	2,7	6,3	
24	1,0	57,1	12,5	33,0	16,1	39,7	
36	1,5	128,8	23,3	43,7	28,2	49,8	
48	2,0	202,2	30,0	47,6	35,3	53,0	
60	2,5	269,6	34,2	49,8	39,7	55,4	
72	3,0	324,4	36,9	51,8	42,6	57,5	
84	3,5	375,4	39,0	53,6	44,7	59,5	
96	4,0	421,1	40,7	55,2	46,4	61,1	47,9
108	4,5	465,0	42,0	56,9	47,8	62,9	
120	5,0	502,9	43,1	58,2	48,9	64,2	58,3

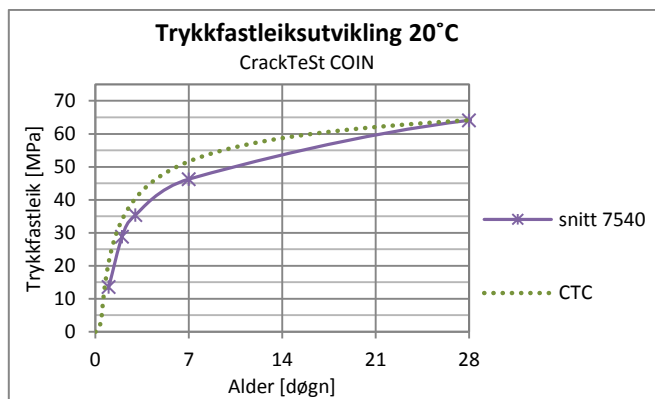
4.4 Simuleringar utført med HETT97 og CrackTeSt COIN

4.4.1 Terningseriar lagra ved 20°C

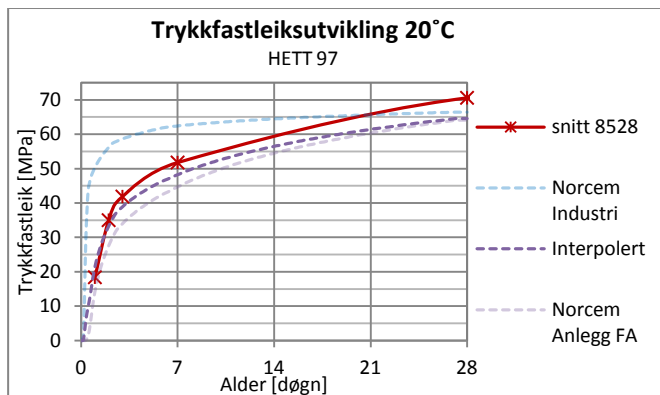
I figur 35-38 er målt og simulert trykkfastleik vist i same koordinatsystem for å gje eit bilete av korleis verdiar frå simuleringssystema stemmer overeins med målte verdiar. Figur 35 og 36 har data frå grunnresept 7540 med Norcem Anlegg FA sement, figur 35 viser at simulert trykkfastleiksutvikling frå HETT97 stemmer godt overeins med målte verdiar medan figur 36 viser at CrackTeSt COIN estimerar litt høgare trykkfastleiksverdiar enn kva som er målt i forsøksserieane. I figur 37 er det utført lineær interpolasjon mellom trykkfastleiksutvikling simulert i HETT 97 for Anlegg FA- og Industrisement av kvaliteten B45-SV40. Den interpolerte trykkfastleiksutviklinga vart særleg etter to døgn alder noko lågare enn målte verdiar for grunnresept 7540. I Figur 38 er trykkfastleiksutvikling simulert for grunnresept 7540 med CrackTeSt COIN samanlikna med målte verdiar for grunnresept 8258. Fram til 14 døgn alder stemmer simulerte verdiar for grunnresept 7540 godt overeins med målte verdiar for grunnresept 8258.



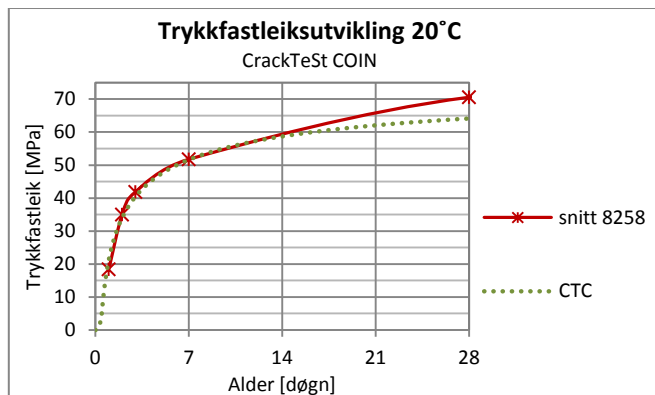
Figur 35: Fastleiksutvikling for grunnresept 7540 v/20°C (HETT97)



Figur 36: Fastleiksutvikling for grunnresept 7540 v/20°C (CTC)



Figur 37: Fastleiksutvikling for grunnresept 8258 v/20°C (HETT97)

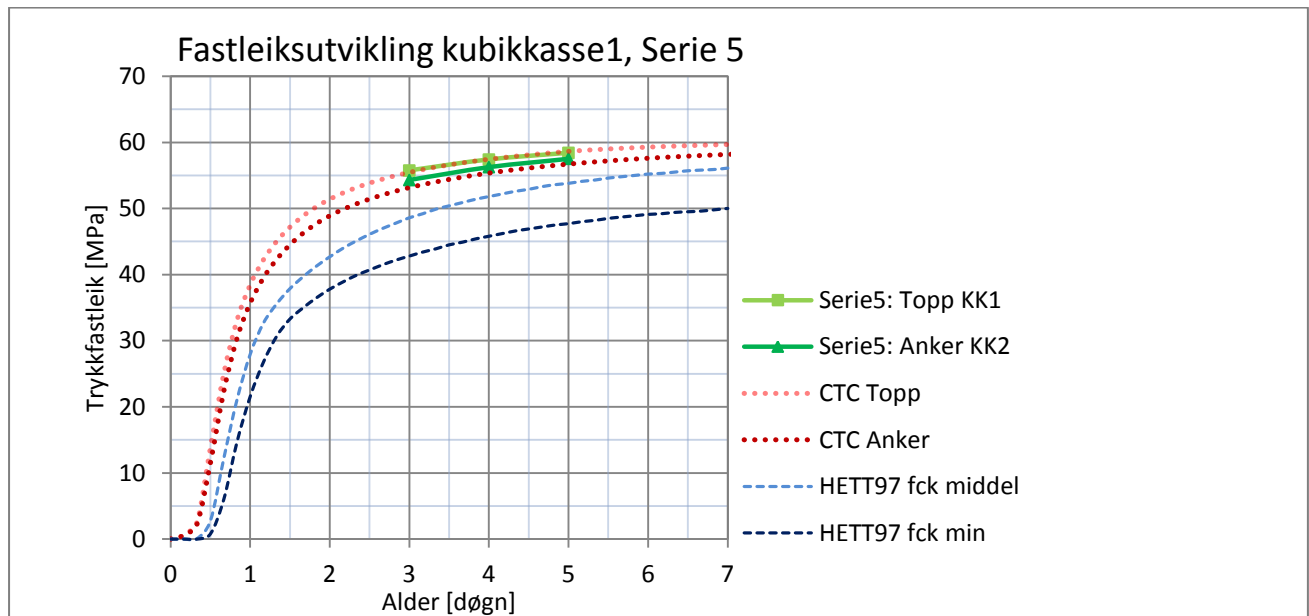


Figur 38: Fastleiksutvikling for grunnresept 8258 v/20°C (CTC)

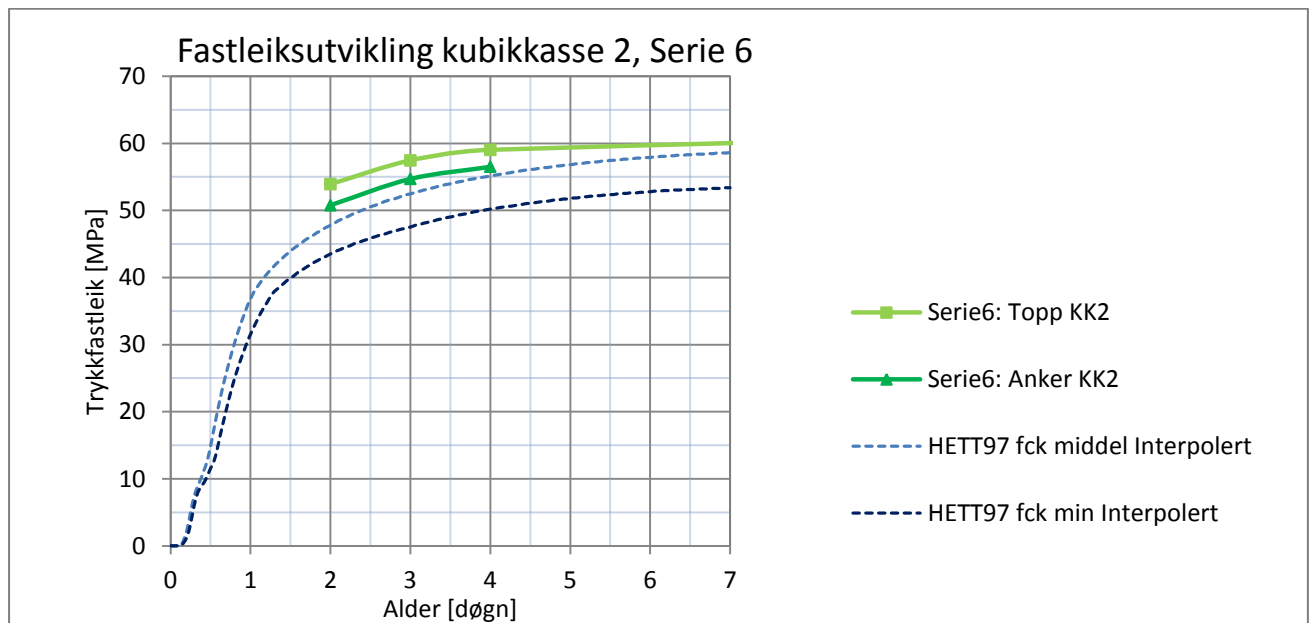
4.4.2 Kubikkasse 1 og 2

Simulering av fastleiksutvikling i kubikkasse 1 og 2

Simulert fastleiksutvikling til betongen i kubikkasse 1 og 2 er grafisk framstilt i figur 39 og 40. Resultat frå simuleringar i HETT97 er konsekvent merka med blå stiplaline medan resultat frå CrackTeSt COIN er forkorta til CTC og merka med raud punktline. Resultatet frå trykkfastleiksprøving er plotta i grafen for å få fram korleis simulerte verdiar stemmer overeins med målt trykkfastleik. I figur 40 er simulert trykkfastleik interpolert verdi mellom 20 % Norcem Industrisement og 80 % Norcem Anlegg FA- sement.



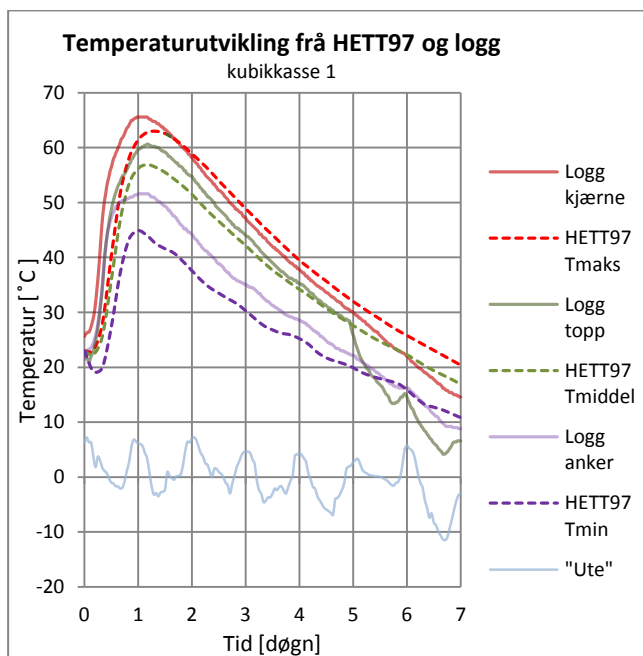
Figur 39: Samanlikning mellom simulert fastleiksutvikling og målt trykkfastleik kubikkasse 1 (serie 5)



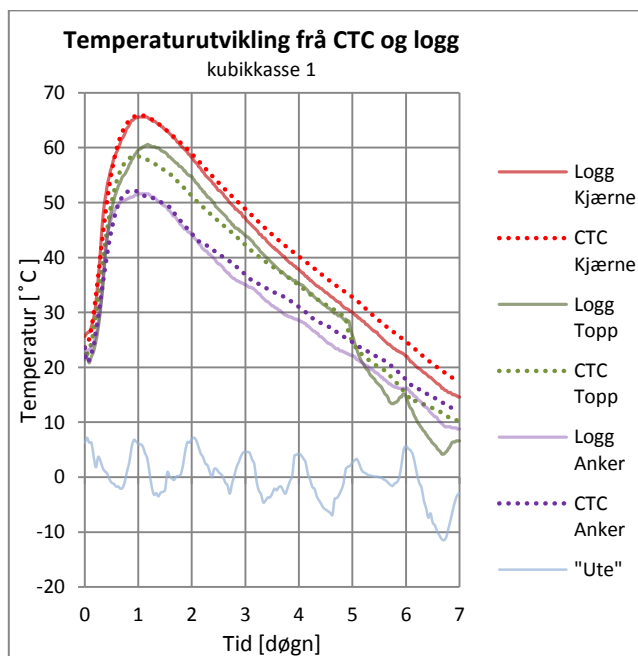
Figur 40: Samanlikning mellom simulert fastleiksutvikling og målt trykkfastleik kubikkasse 2 (serie 6)

Simulering av temperaturutvikling i kubikkasse 1 og 2

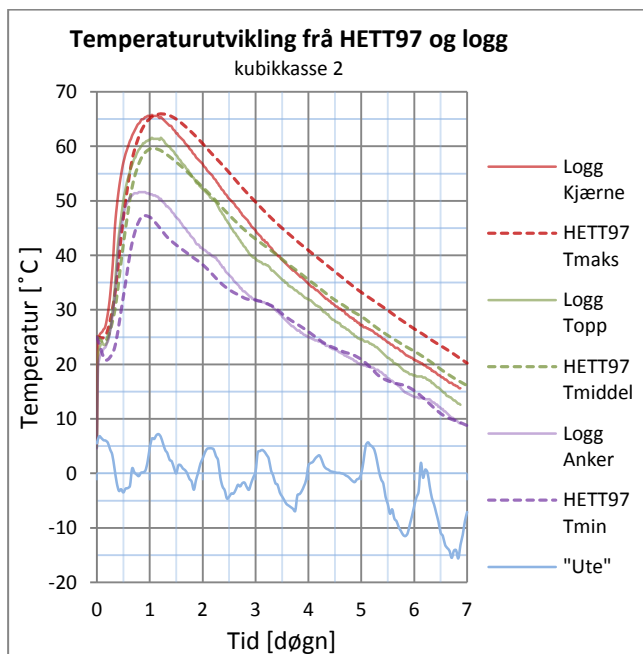
Figur 41 – 44 gjev framstillingar av den simulerte temperaturutviklinga til betongen i kubikkasse 1 og 2. Diagramma er sette opp slik at det skal vere greit å samanlikne simuleringar med dei to herdeteknologi-programma. Figur 41 og 42 viser simuleringar for temperaturutvikling i kubikkasse 1 medan figur 43 og 44 viser simuleringar for kubikkasse 2. Målt temperaturutvikling frå temperaturlogg er vist slik at ein kan samanlikne simulert- og målt temperatur for dei ulike målepunkta i tverrsnittet.



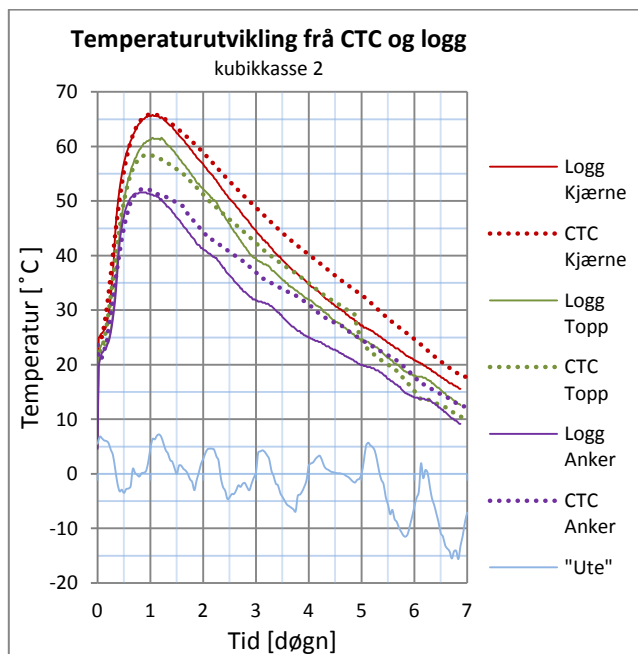
Figur 41: Temperaturutvikling i KK1 simulert med HETT97



Figur 42: Temperaturutvikling i KK1 simulert med CrackTeSt COIN



Figur 43: Temperaturutvikling i KK2 simulert med HETT97

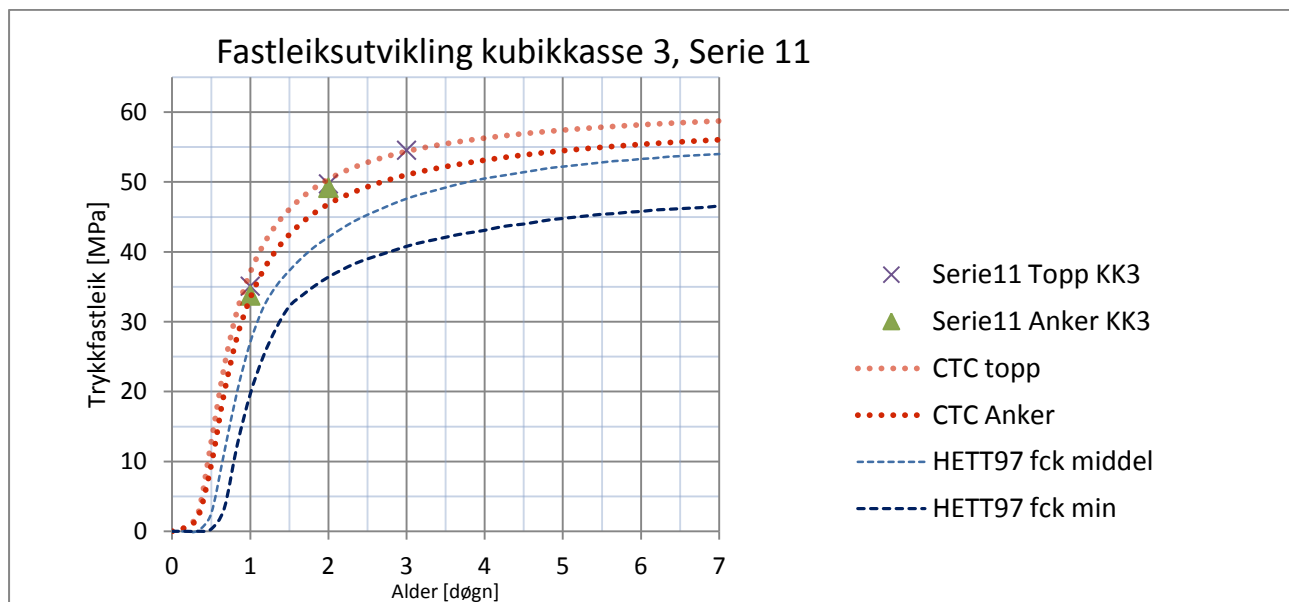


Figur 44: Temperaturutvikling i KK2 simulert med CTC (KK1)

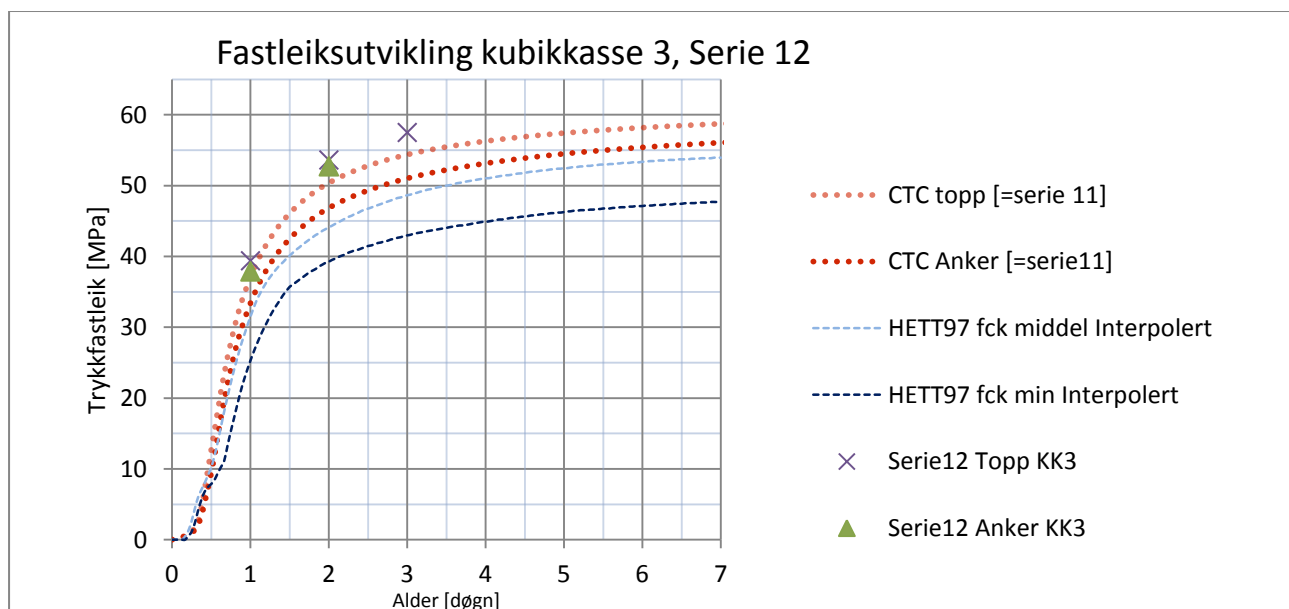
4.4.3 Kubikkasse 3

Simulering av fastleiksutvikling i kubikkasse 3

Simulert fastleiksutvikling til prøveseriene knytte til kubikkasse 3 er framstilt i figur 45 og 46. Grafane er presenterte med tilsvarande målestokk og merking som for kubikkasse 1 og 2, men i figur 46 er trykkfastleik simulert med CrackTeSt COIN for serie 11 vist for å gjeve moglegheit for samanlikning med den interpolerte trykkfastleiksutviklinga frå HETT97 og målte verdiar.



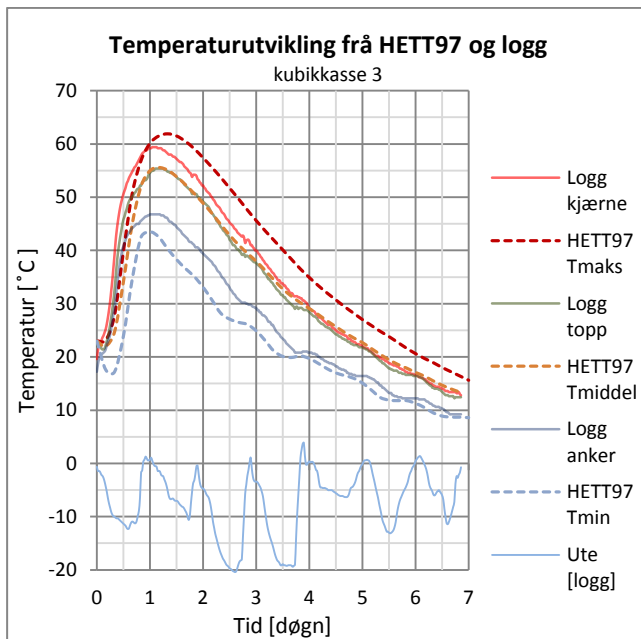
Figur 45: Samanlikning mellom simulert fastleiksutvikling og målt trykkfastleik kubikkasse 3, serie 11



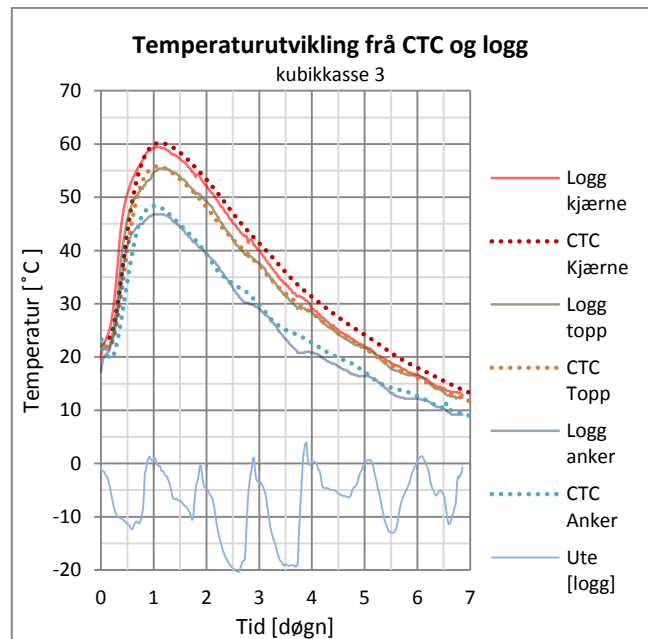
Figur 46: Samanlikning mellom simulert fastleiksutvikling og målt trykkfastleik kubikkasse 3, serie 12

Simulering av temperaturutvikling i kubikkasse 3

Simulert temperaturutvikling for kubikkasse 3 med HETT97 er vist i figur 47 medan figur 48 viser temperaturutvikling simulert med CrackTeSt COIN.



Figur 47: Temperaturutvikling i KK1 simulert med HETT97



Figur 48: Temperaturutvikling i KK1 simulert med CrackTeSt COIN

4.4.4 Samanlikning mellom målt og simulert verdi

Figur 41 - 44, 47 og 49 gjev grafiske framstillingar av målt og simulert temperaturhistorie til dei ulike kubikkassene. For å talfeste korleis simulerte verdiar stemmer overeins med målte verdiar er arealet under temperaturkurvene rekna ut ved hjelp av «minste kvadrats metode». Arealet under målt temperaturkurve er framstilt som akkumulerte verdiar under kolonnen merka «målte verdiar; temp. logg» i tabell 20. Under kolonnane merkte med «avvik» er det prosentvise avviket frå den målte verdien gjeve som negativ verdi der arealet under simulert temperaturkurve er lågare enn under kurva for målte verdiar, og positive verdiar der simulerte temperatur er høgare enn målt. Kolonnen merka f_{cm} i tabell 20 representerer målt trykkfastleik ved det aktuelle tidspunktet, og under kolonnane merkte med «avvik; trykk» er det prosentvise avviket frå målt verdi rekna ut etter same prinsipp som for temperaturlogg. Tabellen gjev på denne måten ei framstilling av innsamla og simulert data som gjev moglegheit til å undersøke om det er samanheng i avvik mellom simulert/ målt temperatur og simulert / målt trykkfastleik. Tabellen viser berre simulerte verdiar for dei tidspunkta det det finnast resultat frå trykkfastleiksprøver frå dei ulike kubikkassene og lagringsmetodane, og der det ikkje er gjort simuleringar er cellene i tabellen merkte med ein bindestrek.

Tabell 20: Avvik mellom målte verdier og simulerte verdier frå Hett97 og CrackTeSt COIN

		Alder		målte verdier		avvik HETT97		avvik CTC	
		[døgn]	[timar]	temp. logg [døgn °C]	f _{cm} [Mpa]	temp [%]	trykk [%]	temp [%]	trykk [%]
KK1; serie 5	anker	3	72	128,7	54,3	-18,2	-21,2	0,5	-2,1
		4	96	160,2	56,3	-17,3	-18,7	2,7	-1,7
		5	120	185,3	57,5	-16,5	-17,0	4,6	-1,4
	topp	3	72	150,4	55,8	-7,6	-12,9	-1,2	-0,6
		4	96	189,6	57,4	-6,8	-9,8	0,0	0,1
		5	120	220,9	58,4	-6,0	-7,9	1,2	0,4
KK2; serie 6	anker	2	48	86,9	50,8	-7,2	-14,4	-	-
		3	72	123,4	54,7	-6,5	-13,2	-	-
		4	96	152,2	56,5	-4,6	-11,2	-	-
	topp	2	48	102,1	53,9	2,6	-11,3	-	-
		3	72	147,9	57,4	3,7	-8,5	-	-
		4	96	183,6	59,0	5,3	-6,5	-	-
KK3; serie 11	anker	1	24	35,8	33,8	-21,8	-42,0	-5,3	-1,3
		2	48	79,8	49,2	-16,7	-26,0	-1,5	-4,8
	topp	1	24	40,3	35,1	-10,4	-23,1	-4,0	5,5
		2	48	93,5	49,8	-4,4	-15,5	-1,9	1,1
		3	72	136,2	54,6	-2,6	-12,8	-1,6	-0,4
KK3; serie 12	anker	1	24	35,8	37,9	-21,8	-33,3	-	-
		2	48	79,8	52,7	-16,7	-25,5	-	-
	topp	1	24	40,3	39,4	-10,4	-20,1	-	-
		2	48	93,5	53,6	-4,4	-17,7	-	-
		3	72	136,2	57,5	-2,6	-15,4	-	-

Tabell 20 viser at simuleringane i HETT 97 generelt gjev lågare verdier enn simuleringar med CrackTeSt COIN, og det ser ut til at avviket mellom målte og simulerte verdier er størst i tidleg alder.

4.4.5 Modningsalder og ekvivalent trykkfastelek med CrackTeSt COIN

Modningsprinsippet er nytta for å relatere trykkfasteleksutviklinga for betongen i kubikkassene til fastleiksutviklinga for terningprøvene som vart lagra i 20°C vassbad. Både HETT97 og CrackTeSt COIN har moglegheit til å simulere modningsalderen til betong, men sidan det viste seg resultat frå CTC fekk temperatur- og trykkfasteleksutviklinga til å stemme betre overeins med dei målte verdiane samanlikna med resultatata frå HETT97, er det utrekninga av modningsalder frå CTC som er nytta som grunnlag for vidare utrekning. Ekvivalent modningsalder er henta frå tabellen CTC genererer modnings-alderen frå og talmaterialet frå simuleringane er å finne i rapportane frå programmet (vedlegg 7 og 8).

Sidan det er berre fem representative prøveseriar for kvar betongresept er det ikkje statistisk grunnlag for å trekkje noko trendline, ekvivalent trykkfastelek er difor i samråd med Lise Bathen, V-teknikk, fastsett frå gjennomsnittleg fastleiksutvikling til terningprøvene av samsvarande betongresept lagra ved 20°C vassbad. Resultata av modningsutrekningane for terningprøvene tilhøyrande kubikkasse 1 og 2 er vist i tabell 21 medan resultatet frå kubikkasse 3 er finnast i tabell 22. Der det vart teke terningseriar til lagring ved 20°C parallelt med terningprøver for lagring ved same temperatur som konstruksjonen er ekvivalent trykkfastelek for den særskilde serien presentert i eiga kolonne merkt «serie 20°C».

Tabell 21: Ekvivalent alder og trykkfastleik for kubikkasse 1 og 2.

	Reell alder		ekv. alder 20°C		ekv. trykkfastleik		trykkfastleik	avvik frå forsøk	
	[døgn]	[timar]	[døgn]	[timar]	serie 20°C [MPa]	snitt 20°C [MPa]	(frå forsøk) [MPa]	serie [%]	snitt [%]
kubikkasse 1 (AnleggFA) "anker"	1	24	2,23	53,4	34,5	31	-	-	-
	2	48	5,63	135,1	47,3	43,8	-	-	-
	3	72	8,10	194,4	50,7	47,5	54,3	6,6	12,5
	4	96	9,98	239,4	52,4	49,5	56,3	6,9	12,1
	5	120	11,43	274,2	53,7	51,1	57,5	6,6	11,1
	7	168	13,34	320,2	55,4	53	-	-	-
	28	672	18,35	440,4	59,7	57,5	-	-	-
kubikkasse 1 (AnleggFA) "topp"	1	24	2,65	63,7	36,3	33,8	-	-	-
	2	48	6,92	166	49,3	46,1	-	-	-
	3	72	10,05	241,2	52,5	49,6	55,8	5,9	11,1
	4	96	12,32	295,7	54,5	52	57,4	5,1	9,4
	5	120	14,03	336,6	56	53,7	58,4	4,1	8,0
	7	168	15,80	379,1	57,5	55,3	-	-	-
	28	672	20,60	494,4	61,6	59,2	-	-	-
kubikkasse 2 (20% Ind.) "anker"	1	24	2,23	53,4	37,5	36,3	-	-	-
	2	48	5,63	135,1	49,4	49,1	50,8	2,8	3,3
	3	72	8,10	194,4	52,6	52,6	54,7	3,8	3,8
	4	96	9,98	239,4	54,9	54,6	56,5	2,8	3,4
	5	120	11,43	274,2	56,4	56,1	-	-	-
	7	168	13,34	320,2	58,4	58	-	-	-
	28	672	18,35	440,4	63,3	62,8	-	-	-
kubikkasse 2 (20% Ind) "topp"	1	24	2,65	63,7	39,2	40,1	-	-	-
	2	48	6,92	166	51,3	51,3	53,9	4,8	4,8
	3	72	10,05	241,2	54,6	55	57,4	4,9	4,2
	4	96	12,32	295,7	57	57,4	59,0	3,4	2,7
	5	120	14,03	336,6	58,7	59,1	-	-	-
	7	168	15,80	379,1	60,4	60,9	-	-	-
	28	672	20,60	494,4	64,5	65,3	67,4	4,3	3,1

Tabell 22: Ekvivalent alder og trykkfastleik for kubikkasse 3.

	Reell alder		ekv. alder 20°C		ekv. trykkfastleik		trykkfastleik	avvik frå forsøk	
	[døgn]	[timar]	[døgn]	[timar]	serie 20°C [MPa]	snitt 20°C [MPa]	(frå forsøk) [MPa]	serie [%]	snitt [%]
kk3"anker" Anlegg FA	1	24	2,06	49,4	-	29,3	33,8	-	13,3
	2	48	5,00	120	-	42,2	49,2	-	14,2
	3	72	6,94	166,6	-	46,2	-	-	-
	7	168	10,70	256,9	-	50,9	-	-	-
	28	672	16,50	396	-	56,2	-	-	-
kk3"topp" Anlegg FA	1	24	2,50	60	-	32,7	35,1	-	6,8
	2	48	6,48	155,5	-	45,5	49,8	-	8,6
	3	72	9,17	220	-	49,3	54,6	-	9,7
	7	168	13,54	325	-	53,6	-	-	-
	28	672	19,28	462,7	-	58,2	64,1	-	9,2
kk3"anker" 20 % Industri	1	24	2,06	49,4	37,6	35,8	37,9	0,8	5,5
	2	48	5,00	120	49,8	48,2	52,7	5,5	8,5
	3	72	6,94	166,6	53,8	53,8	-	-	-
	7	168	10,70	256,9	58,3	55,7	-	-	-
	28	672	16,50	396	64,3	61,6	-	-	-
kk3 "topp" 20 % Industri	1	24	2,50	60	40,3	39,2	39,4	-2,3	0,5
	2	48	6,48	155,5	53,1	50,8	53,6	0,9	5,2
	3	72	9,17	220	56,5	54	57,5	1,7	6,1
	7	168	13,54	325	61,5	58,6	-	-	-
	28	672	19,28	462,7	66,8	64,2	68,2	2,1	5,9

Som det kjem fram frå resultatane i tabell 21 og 22 er prosentavviket av ekvivalent trykkfastleik frå snittet generelt større enn avviket frå den tilhøyrande serien. For «kubikkasse 1» etter betongresept 7540 (Anlegg FA sement) ligg gjennomsnittleg avvik mellom modning frå snittverdi og trykkfastleik frå prøving kring 11 %, medan avviket i forhold til eigen serie 6 %. Når ein samanliknar trykkfastleiksutviklinga til serie 5, som er framstilt frå same betongsats som «kubikkasse 1», ser ein at den ligg ein del høgare enn gjennomsnittet for resepten, og dette kan forklare kvifor skilnaden mellom avvikane vert større enn for dei andre prøvene. For «kubikkasse 3» vart det ikkje teke ut terningprøver til lagring v/ 20°C sidan alle terningformene var i bruk. Det er difor ikkje råd å seie om trykkfastleiksutviklinga til denne serien er høgare eller lågare enn gjennomsnittet for serie 1 – 5, som er grunnlaget for omgjerung frå modningsalder til ekvivalent trykkfastleik. Gjennomsnittleg er avviket mellom ekvivalent trykkfastleik og trykkfastleik målt ved prøving omlag 10 %, altså litt lågare enn for «kubikkasse 1».

5. Diskusjon og kjelder til feil

5.1 Diskusjon

Diskusjonskapittelet vert delt inn i fleire underkapittel som tek føre seg resultatata frå dei ulike underkapitla i resultatdelen

5.1.1 Prøveseriar lagra ved 20°C

Gjennomsnittleg luftinnhald for betong etter grunnresept 7540 vart målt til 4,9 % medan snittet for grunnresept 8258 var 5,5 %. Betong etter grunnresept 8258 viste også større variasjon i målt luftinnhald enn grunnresept 7540, men alle prøveseriar utanom serie 7 var innanfor krava Statens Vegvesen set i Prosesskode 2 på $5 \pm 1,5$ %. Serie 7 vart henta frå fyrste blanding måndag morgon 04.03.13, og Betong Øst Kongsvinger opplyser at dei vanlegvis unngår å hente ut prøver frå fyrste blanding etter ei helg. Temperatur og fuktigheit i tilslaget kan endre seg etter to dagar stillstand og den fyrste blandinga på måndag vert difor ofte ikkje representativ for produksjonen. Målt luftinnhald og synkmål for serie 7 var utanom grenseverdiane frå Prosesskode 2, og prøveserien vart difor forkasta. Figur V1.7.1 i vedlegg 1 viser at målte trykkfastleiksverdiar frå serie 7 er langt under middelverdien for dei andre seriane etter grunnresept 8258 og stadfestar at resultatata ikkje bør nyttast.

Sidan det kom fram av litteraturstudiet at trykkstyrken til betong vert redusert med omlag 5 % for kvar prosent luftinnhaldet vert auka kan ein gå ut i frå at betong etter grunnresept 8258 stiller med eit litt dårlegare utgangspunkt enn betong etter grunnresept 7540. Gjennomsnittleg fastleiksutvikling viser seg likevel å vere høgare for grunnresept 8250 enn for 7540. Figur 23 - 24 og 26 – 27 viser samanhengen densitet vs. trykkfastleik og luftinnhald vs. trykkfastleik for grunnresept 7540 og 8258. Det er berre fem seriar frå kvar av grunnreseptane og variasjonen i målte verdiar er heller ikkje spesielt stor, så ein kan ikkje legge særleg mykje vekt på desse grafane. Grafane viser omlag samsvarande tendens for betongprøver med ulike aldrar; auka densitet gjev ein viss auke i trykkfastleik og auka luftinnhald gjev ein viss reduksjon i trykkfastleik.

Statistisk analyse av skilnaden mellom betong frå dei ulike grunnreseptane lagra i 20°C vassbad med student's T-test viser at ein på 5 % signifikansnivå kan seie at betong etter grunnresept 8258 har raskare fastleiksutvikling enn referansebetongen etter grunnresept 7540 fram til 28-døgns alder. Når ein tek ut prøver frå betong blanda i store satsar er det fleire variablar som kan påverke fastleiksutviklinga til betongen. Sjølv om T-testen tek omsyn til at det er få prøveseriar må ein vere merksam på forsøk med få seriar lett kan verte påverka av andre faktorar enn endring av grunnresept.

Med utgangspunkt i resultatata frå trykkfastleiksprøvinga av betongprøvene i serie 1:5 ser det ut til at fastleiksutviklinga til serie 1 og 2 ligg lågare enn for dei resterande seriane særleg i sein fase. Serie 1 og 2 vart utstypt måndag 18.02.13, og i løpet av den føregåande veka endra Betong Øst Kongsvinger leverandør av tilslaget med siktegrad 16-22 mm frå Grasmo Grus ANS i Eidskog til Gunnar Holt Grusforretning, Siva (Kongsvinger). Tilslaget frå Grasmo er framstilt frå sprengt masse medan tilslaget frå Siva er framstilt frå knust naturstein. Stefan Skjæret ved Betong Øst Kongsvinger opplyser at tilslaget frå knust stein har mindre finstøv på overflata enn tilslaget frå sprengt fjell, og at dette har gjeve meir stabilt luftinnhald i fersk betong [45]. Sidan tilslaget vert tippa i store lager veit ein ikkje nøyaktig kva tid det tok slutt på 16 – 22 mm Grasmo og det moglegheit for at variasjonen i trykkfastleik målt i prøveseriane skuldast at serie 1 og 2 vart

produsert med restar av det gamle tilslaget. For å undersøke dette nærare er det utført statistisk analyse med ikkje-para T-test for 28-døgnsprøvene til Betong Øst Kongsvinger frå 2013. For å utføre T-testen er resultatane delte i to grupper; gammalt tilslag: 01.01.13-18.02.13 og nytt tilslag 25.02.13-06.03.13. Testen vert elles utført etter same metode som for samanlikninga mellom reseptane betongreseptane 8258 og 7540, og resultat frå eigne 28-døgns prøver vert ikkje tekne med i utrekningane.

$$H_0: \quad \text{Nytt tilslag gjev ikkje høgare trykkfastleik ved 28-døgns alder} \quad (\mu_1 \leq \mu_2)$$

$$H_1: \quad \text{Nytt tilslag gjev høgare fastleik ved 28- døgns alder} \quad (\mu_1 > \mu_2)$$

Tabell 23: Utrekna verdiar frå 28-døgns trykkfastleik 2013 Betong Øst (frå vedlegg 14)

Gruppe 1 “nytt tilslag”	$n_1=7$	$\overline{f_{cm,2}} = 70,1$	$SDV_2 = 2,4$	$VAR_2 = 5,6$
Gruppe 2 “gammalt tilslag”	$n_2=8$	$\overline{f_{cm,1}} = 59,7$	$SDV_1 = 1,1$	$VAR_1 = 1,3$

$$S_p^2 = \frac{(7 - 1) * 1,3^2 + (8 - 1) * 5,6^2}{(7 + 8) - 2} = 39,6 \quad \rightarrow \quad S_p = \sqrt{S_p^2} = \sqrt{275,4} = 6,3$$

$$T = \frac{70,1 - 59,7}{6,3 * \sqrt{\frac{1}{7} + \frac{1}{8}}} = 3,19 > t_{0,05} = 1,77$$

Reknestykket viser at utrekna T-verdi vert større enn $t_{0,05}$. Ein kan difor forkaste nullhypotesen med 5 % signifikansnivå, og seie at tilslaget frå Siva gjev høgare fastleik ved 28- døgns alder. Det er viktig å understreke at denne testen er utført på grunnlag av betongprøver berre frå 2013, resultatane frå trykkprøving av betongprøver for heile 2012 viser at det har vore ein del variasjon med det gamle tilslaget. For å kunne fastslå om det verkeleg er skilnad mellom det nye og det gamle tilslaget vil det difor vere naudsynt å vite til tilslaget frå Siva har vore i bruk ei lenger periode, slik at ein har grunnlag for å seie om variasjonen til betong med tilslag frå Siva er like stor som til betong med tilslag frå Grasmo.

Sidan Student’s T-test viser at tilslag frå Siva gjev høgare fastleik ved 28-døgn enn tilslaget frå Grasmo, og to av seriane med referansebetong etter grunnresept 7540 kan vere produsert med restar av det gamle tilslaget kan dette ha vore med å påverke resultatet frå den statistiske testen som stadfestar at det er skilnad mellom resept 7540 og 8258. Gjennomsnittet av 28-døgns fastleikane som er målte hjå Betong Øst Kongsvinger som ein med tryggleik kan seie er produsert med tilslag frå Siva er 70,1 MPa, medan gjennomsnittet for prøver med lik alder framstilt med betong etter grunnresept 8258 er 70, 5 MPa. Det er difor ei moglegheit for at fastleiksauken ved denne alderen skuldast endra tilslag og ikkje at det er innblanda Industrisement i grunnresept 8258.

Trykkfastleik for 28- og 56-døgns prøver utstøyppt på Veidekke sitt anlegg ved Slomarka i perioden 24.10.12 - 11.03.13 er å finne i vedlegg 13. Gjennomsnittleg trykkfastleik for 28-døgns prøver er 62,9 MPa og for 56-døgns prøver 69,2 MPa. Frå prøveresultatane til Veidekke er det ikkje råd å sjå nokon skilnad mellom det nye og det gamle tilslaget i sikteklasse 16- 22mm. I perioden 24.10.12 - 15.02.13 er der 62 MPa er det teke ut 14 terningsett for prøving ved 28-døgns alder og gjennomsnittet av målt trykkfastleik er 62,9 MPa. I perioden 18.02.13 – 11.03.13 er det teke ut seks terningsett for trykkfastleiksprøving ved 28-døgn og gjennomsnittleg

trykkfastleik er målt til 62,8 MPa. Trykkfastleiksverdiane frå Veidekke stemmer godt overeins med trykkfastleiksverdiar som er målte av betongprøveterningar i serie 1:5 med betong etter grunnresept 7540 ved samsvarande alder.

Frå Betong Øst er det ikkje dokumentasjon på fastleik i tidleg alder og ein kan difor ikkje ut i frå deira målingar seie noko om fastleiksutvikling fram til 28-døgns alder. Den opphavlege hypotesen var at Industrisementen ikkje skulle påverke slutfastleiken til betongen og dette stemmer godt når ein samanliknar resultat frå Betong Øst sine prøver med resultata frå forsøket knytt opp mot denne hovudoppgåva. Her må ein også vere merksam på at ulike arbeidsrutinar til ulike laborantar i fylgje NS-EN 12390-3, tabell 1 fører til omlag 10 % større avvik enn om arbeidet vart utført av same laborant [39], og dersom ein tek omsyn til dette vert det vanskeleg å samanlikne trykkfastleik målt av laboranten hjå Betong Øst Kongsvinger med trykkfastleik målt i egne prøveseriar.

Raskleikstalet (f_{cm2}/f_{cm28}) til referansebetong etter grunnresept 7540 som eit gjennomsnitt av trykkfastleiksverdiar frå serie 1:5 er $r_{7540} = 0,45$. Til samanlikning er raskleikstalet til betong av kvalitet B45-SV40 produsert med Aalborg sement utan flygeoske, levert frå Unicon til Veidekke sitt anlegg i samband med utbygginga av ny E6 og høg-hastigheits jernbane ved Minnesund (FP2) utrekna til 0,43. For lining betong til same prosjekt av kvaliteten B35-SV40 med Aalborg sement og 35 % FA vart raskleikstalet utrekna til 0,32 [49].

Raskleikstalet til betong etter grunnresepten med 20 % Industrisement vart ut frå gjennomsnittet av målte verdiar i serie 6, 8:10 og 12 rekna ut til å vere 0,50. Dette er grenseverdien NS-EN 13670 «utføringsstandarden» set for å definere betongen som hurtig i samanheng med å bestemme varigheit av herdetiltak, og fører til minka krav til herdetiltak i høve til grunnresepten som i fylgje same tabell vert definert som middels hurtig. Ved anlegget til Reinertsen Entreprenør ved Tverlandet bru er det målt gjennomsnittleg raskleikstal $r = 0,60$ for resept med Norcem Standard FA- og 20 % Norcem Industrisement av kvalitet B55-SV30. Standardsementen har i utgangspunktet raskare fastleiksutvikling i tidleg fase og dei to reseptane er difor ikkje direkte samanliknbare.

5.1.2 Forsøk med kubikkasser

Grunna tekniske problem med varmeelementet til det temperaturstyrde herdekaret vart ikkje terningformene plasserte i herdekar før klokka 19.00, nesten fem timar etter at betongen var blanda. Temperatur ved anker vart lest av til 26,2°C på det tidspunktet terningformene vart plasserte i herdekaret. Statens Vegvesen Handbok 014 definerer avbindingsperioden som tida det tek før temperaturen til betong i ein godt isolert behaldar har stige med 2°C [50]. Sidan temperaturen i betongen vart målt til 23,6°C etter blanding tydde det på at herdeprosessen til betongen hadde starta, men sidan differansen ikkje var meir enn 2,6°C og temperaturane vart målt med ulike måleinstrument vart det gått ut i frå at terningane blei plasserte i herdekaret tidsnok.

Då prøvene frå kubikkasse 1 vart trykktesta etter tre døgn viste det seg at trykkfastleiken allereie var kring 55 MPa, altså høgare enn det prosjektspesifikke kravet på 40 MPa for oppspenning ved Slomarka bru [36]. I samråd med Christine Hauck (V-teknikk) vart det difor bestemt at prøveterningane frå kubikkasse 2 skulle trykktestast same dag, ved to døgns alder. På grunn av denne avgjersla vert det færre overlappende datapunkt enn kva som opphavleg var tenkt, og samanlikningsgrunnlaget mellom dei to seriane vert mindre.

Ved tre og fire døgns alder var det ikkje signifikant skilnad i målt trykkfastleik mellom dei to grunnreseptane lagra i temperaturstyrt vassbad (ankertemperatur), og skilnaden i trykkfastleik målt frå terningar lagra på toppen av konstruksjonen var også liten. Ut i frå målt fastleiksutvikling frå prøveterningar lagra ved 20°C var det forventa at grunnresept 8258 skulle gjeve høgare fastleik enn grunnresept 7540, men det er fleire moglege forklaringar på kvifor det ikkje vart målt større skilnad mellom terningar frå serie 5 og serie 6.

Luftinnhaldet til serie 5 vart målt til 4,2 % medan luftinnhaldet til serie 6 var 6,2 % og i litteraturstudiet kom det fram at 1 % auke i luftinnhald ville redusere trykkstyrken med 5 %. Prøveterningar i serie 6 skulle difor, dersom andre parameter ikkje vart endra, ha føresetnader for å gje 10 % lågare trykkstyrke enn terningar frå serie 5. Frå terningprøver lagra ved 20°C kjem det fram at trykkfastleiksutviklinga til serie 5 ligg høgare enn snittet for betongprøver etter grunnresept 7540 medan trykkfastleiksutviklinga til serie 6 særleg i sein alder ligg litt under gjennomsnittet for resept 8258. Ei anna mogleg forklaring på at det var så liten skilnad i målt trykkfastleik mellom dei to reseptane er at betongen allereie etter 3 døgn hadde kome så langt i herdeprosessen at det ikkje lenger var skilnad i fastleiksutviklinga.

For å undersøke om det var skilnad i fastleiksutvikling før tre døgns alder vart terningprøver frå kubikkasse 3 trykktesta allereie etter ein dag. Målt trykkfastleik for betong etter grunnresept 8258 (serie 12) viste seg då å ligge omlag 5 MPa høgare enn for betong etter grunnresept 7540 (serie 11) ved eit døgns alder, og skilnaden mellom grunnreseptane var gradvis minkande fram til tre døgns alder. Betongprøver knytte til kubikkasse 3 var lagra med identiske føresetnader sidan same kubikkasse fungerte som varmekjelde for både serie 11 og serie 12. Luftinnhaldet til betongen i serie 11 vart målt til 5,9 % mot 6,2 % i serie 12, skilnaden i målt luftinnhald mellom serie 11 og 12 var altså mindre enn skilnaden mellom serie 5 og 6. Mykje talar difor for at resultatata frå kubikkasse 3 er betre eigna for samanlikning enn resultatata frå kubikkasse 1 og 2.

5.1.3 Slomarka bru

Temperaturlogging frå Slomarka bru viser at kjernetemperaturen til tverrsnittet og temperaturdifferansen mellom høgaste og lågaste betongtemperatur har vore høgare enn maksimumskrava Statens Vegvesen set i prosesskode 2 [12].

Modningsprinsippet er nytta for å rekne ut ekvivalent trykkfastleik for betong etter grunnresept 7540 og 8258 lagra ved 20°C og vidare for å anslå kor lang tid det ville gått før betong etter desse reseptane hadde oppnådd kravet til trykkfastleik for oppspenning av spennarmering ved Slomarka bru (40MPa). For å gjere denne samanlikninga vart det med grunnlag i resultat frå temperaturlogging av kubikkasse 1 og 2 gått ut i frå at temperaturfølsomheita ($E(T)$) til betong etter grunnresept 8258 var lik temperaturfølsomheita til betong med spesifikasjon ANL-FA, SV40 som grunnresept 7540. Grunnlaget for utrekningane vert difor at modningsalderen er lik for dei ulike reseptane og at det er skilnaden i fastleiksutvikling målt ved lagring i 20°C som utgjer skilnaden i ekvivalent trykkfastleik.

Det vart gått ut i frå at herdeforløpet til betongen som vart nytta i brystøyppen på Slomarka bru (grunnresept 7544) var direkte samanliknbar med betongen som vart nytta i forsøksserie 1:5 (grunnresept 7540). Ved fire døgns herding var trykkfastleiken til terningprøver lagra på toppen av konstruksjonen målt til 47,9 MPa medan det vart utrekna ein trykkfastleik på 55,2 MPa for resept 7540 ved tilsvarande alder. Sidan målt trykkfastleik var lågare enn utrekna gjev grunn til å tru at utrekna verdi er for høg, men det er også ein

moglegheit for at målt trykkfastleik er lågare enn faktisk trykkfastleik i toppen av bru-tverrsnittet. Det er relativt stor skilnad i målt trykkfastleik mellom dei to prøveterningane som til saman gjev trykkfastleiken ved fire døgn's alder. Høgaste og lågaste målte trykkfastleik for dei to terningane har eit avvik på $\pm 6,8\%$ i forhold til gjennomsnittet av terningane.

Dersom skulle vere den høgaste målte verdien (51,2 MPa) som er mest korrekt ville utrekninga av ekvivalent trykkfastleik for betong etter grunnresept 7540 (55,2 MPa) stemme betre overeins med målt verdi. Sidan avviket frå snittet ikkje er større enn grenseverdien NS-EN 206-1:2000 set for avvik på $\pm 15\%$ frå gjennomsnittet av to eller fleire terningar, kan ikkje den lågaste verdien forkastast [10]. Det kan også nemnast at temperaturutviklinga som modningsutrekninga er basert på er henta frå logginga av temperatur i toppsjiktet av brudekke. Plasseringa av temperaturfølarar er som vist i figur 21 festa under langsgåande overarmering. Overdekning og diameteren til langsgåande- og tverrarmering gjer at følarer vert ståande eit stykke frå overkanten av brudekke, og sidan prøveterningane vart lagra under presenning på toppen av dekket kan temperaturen til terningane særleg om natta vore noko lågare enn kva som vart logga. Ved fem døgn's alder samsvarar målt trykkfastleik (58,3 MPa) godt med utrekna trykkfastleik (58,2 MPa). Dette er med på å bygge under teorien om at ein av terningane som vart trykktesta ved fire døgn's alder var ein undermålar.

I fylgje utrekningar etter modningsprinsippet kunne Slomarka bru blitt oppspennt etter 36 timar dersom ein går ut i frå at betong etter grunnresept 7544 har like betongegenskapar som betong etter grunnresept 7540. Hadde det vore nytta betong etter grunnresept 8258 kunne spennarmering blitt spent opp etter 25 timar. Starttidspunktet for utrekningane er sett til klokka 19.00 torsdag kveld då støypeforma var full, så i realiteten ville ikkje bruk av grunnresept 8258 ha noko føre seg sidan oppspenningstidspunktet uansett vert utanom arbeidstid neste dag og dersom ein ventar til morgonen etter det igjen ville betong etter grunnresept 7540 og 7544 også ha tilstrekkeleg trykkstyrke for oppspenning.

Temperaturhistoria til Slomarka bru er ikkje representativ for andre brustøypar sidan det vart målt temperaturar som overskrid krava gjevne i prosesskode 2. Problematikken med låg tidlegfastleik er i fyrste omgang knytt opp mot vinterstøyping med låge utetemperaturar. Gjennomsnittet av utetemperaturen ved Slomarka bru dei 14 fyrste dagane etter utstøyping var $14,9^{\circ}\text{C}$ og i kalde periodar på vinteren kan gjennomsnittstemperaturen ute verte 30°C lågare. I slike periodar vil det vere meir aktuelt å nytte reseptar tilsvarende 8258 for å framskande oppspenningstidspunktet til spennarmerte konstruksjonar.

5.1.4 Simuleringar med HETT97 og CrackTeSt COIN

Lagring ved 20°C

Samanlikningar av simuleringar utført med herdeteknologiprogramma HETT97 og CrackTeSt COIN (CTC) viser at HETT97 treff den målte fastleiksutviklinga betre enn CTC ved simulering av fastleiksutvikling ved 20°C for grunnresept 7540. Grunnresept 7540 er utvikla for å tilfredsstille krava frå SVV til betong av kvaliteten B45-SV40 og burde difor stemme godt overeins med betongen som er valt som utgangspunkt for simuleringane i HETT97, ANL-FA B45-SV40 ret. tilsv. $0,7\%$. I CTC kan ein ikkje velje mellom like mange betongkvalitetar, og det er difor ikkje så uventa at HETT97 treff best med fastleiksutviklinga for 20°C .

For simulering av fastleiksutvikling v/ 20°C for betong etter grunnresept 8258 er det gjort lineær interpolasjon med vektning på 20% Industrisement mellom trykkfastleiksutvikling for ANL-FA B45-SV40 og

IND B45-SV40 i HETT97, medan CTC viser same simuleringverdi som for grunnresept 7540. Her viser det seg at simuleringa i CTC stemmer betre overeins med målt trykkfastleik enn dei interpolert trykkfastleikskurve i HETT97. Noko av grunnen til dette kan vere at det ikkje finnast erfaringstal hjå Betong Øst Kongsvinger for 28-døgns fastleik for B45-SV40 betong med Industrisement. Sluttfastleiken er valt ved å multiplisere gjennomsnittleg 28-døgnsfastleik frå serie 1:5 med forholdstalet mellom «typisk 28-døgns fastleik» frå Norcem sine produktdatablad for Anlegg FA- og Industrisement.

Temperaturstyrt herding

Simulert fastleiksutvikling for betongen i kubikkassene viser at CTC gjev fastleiksverdiar som stemmer godt med det som er målt i forsøket medan HETT97 gjev verdiar som er noko lågare enn kva som vart målt. I CTC kan ein sjølv bygge opp ein datamodell av betongtverrsnittet ein skal gjere simuleringar på og definere randføretnader som isolasjon, forskaling, etc., for kvar av sidene i konstruksjonen. Ein kan også definere nøyaktig kvar i konstruksjonen ein vil gjere utrekningar på. Dette gjer at CTC får betre føresetnader for å rekne ut korrekte verdiar enn HETT97, som har førehandsdefinerte målepunkt for maks-, min- og middelverdiar.

I fylgje simulering med HETT97 oppnår betongen 40 MPa trykkstyrke kring ankeret i kubikkasse 1 etter 53 timar medan tilsvarande simulering i CTC gjev 40 MPa etter 29 timar. Målt trykkfastleik etter tre, fire og fem døgn stemmer betre overeins med trykkfastleik simulert med CTC enn HETT97, og dersom ein går ut i frå at CTC gjev dei mest korrekte verdiane også i tidleg alder kan ein gå ut i frå at HETT97 gjev eit døgn tryggleiksmargin i høve til trykkstyrke ved oppspenning. Simuleringar frå kubikkasse 3 viser same tendens som for kubikkasse 1; CTC gjev 40 MPa etter 32 timar medan HETT97 gjev 40 MPa nesten eit og eit halvt døgn etter CTC, ved 67 timar.

Avvik mellom simulert og utrekna temperatur- og trykkfastleiksutvikling er vist i tabell 21. Tabellen viser at simulerte verdiar frå CTC har mindre avvik frå målte verdiar av både temperatur og trykkfastleik enn simuleringar utført med HETT97. Det ser ut til at det er ein samanheng mellom avvik i simulert temperatur og trykkfastleik, der det er stort temperaturavvik er det også stort avvik i trykkfastleik. For simuleringar med HETT97 ser det ut til at avviket mellom $t_{\min} / f_{ck, \min}$ og målte verdiar for ankeret er større enn avviket mellom $t_{\text{middel}} / f_{ck, \text{middel}}$ og målte verdiar frå toppen av tverrsnittet. Ut i frå korleis konstruksjonen ser ut vert det meir eller mindre tilfeldig om den faktiske temperaturutviklinga til betongen ved ankeret stemmer overeins med dei førehandsdefinerte målepunkta for maks, middel eller minimumsverdiar i HETT97.

Modningsutrekning med CrackTeSt COIN

Prosentvis avvik mellom trykkfastleik i fylgje modningsprinsippet og trykkfastleik funne ved prøving er i presentert i to kolonnar i tabell 20 for dei prøveseriane der det vart teke ut terningar til lagring ved 20°C parallelt med terningar lagra ved konstruksjonstemperatur. For å stadfeste om utrekninga av modning i CTC er korrekt vil det vere mest fornuftig og samanlikne trykkfastleiksutviklinga til betongprøvestykke frå same betongblanding sidan det alltid vil vere naturlege variasjonar i trykkfastleiksutviklinga mellom ulike blandingar frå blandeverket som eit dataprogram ikkje har moglegheit til å ta høgde for.

Dersom ein skal nytte modningsprinsippet i praksis er noko av poenget at det ikkje skal vere naudsynt å støype ut omfattande prøveseriar for å gjere eit overslag av fastleiksutviklinga. Dersom ein kjenner temperaturutviklinga til ein utstøypt konstruksjon kan modningsalderen bestemmast ved å relatere

modningsalderen til fastleiksutviklinga for ein representativ prøveserie, eller helst gjennomsnittet av fleire seriar. Avviket mellom ekvivalent trykkfastleik funne frå snittet av fleire seriar seier difor meir om kor godt eigna utrekninga av modningsalder i CrackTeStCOIN i praktisk bruk.

Sidan simuleringa av herdeforløpet er gjort med føresetnad om Anlegg FA (semi low-heat concrete, 20 % FA) kan ikkje resultatata for grunnresept 8258 med 20 % Norcem Industrisement nyttast til å stadfeste om resultatata frå modningsutrekninga i CrackTeSt COIN er til å lite på. Resultata frå «kubikkasse 2» er tekne med i tabellen for gjeve eit bilete av korleis modningsimuleringa for ein vanleg anleggsement stemmer overeins med målte verdiar for resept innblanda Industrisement, noko som kan vere greitt å vite dersom det vert aktuelt å bruke ein slik resept ved seinare høve. «Kubikkasse 3» vart støypt ut med grunnresept 7540 (Anlegg FA sement) sidan det viste seg at temperaturutviklinga dei to reseptane var nærast identiske etter at dei to fyrste kubikkassene vart utstøypte. Terningprøvene knytte til «kubikkasse 3» har difor heilt identisk temperaurhistorie, og det vil vere av interesse å sjå om dette påverkar kor godt simuleringa stemmer overeins med målte trykkfastleiksverdiar.

Etter resultatata i tabell 21 og 22 stemmer utrekninga av ekvivalent modningsalder og – trykkfasleik betre overeins med trykkfastleik målt i forsøk for resepten med 20 % Industrisement enn for resepten med Anlegg FA -sement. Det kan vere fleire årsaker til dette, og utifrå innsamla prøvematerial kan det ikkje trekkjast bastante sluttingar. Skilnaden kan indikere at modnings-simuleringa har ein tryggleiksmargin for den innebygde betongresepten, og når ein nyttar resultatata frå simuleringa til ein betongresept som går litt raskare vert denne marginen oppeten. Variasjon i trykkfastleik mellom prøvestykke vil også påverke den ekvivalente trykkfastleiken, så noko skilnad mellom estimerte og målte verdiar vil uansett finne stad.

Det skal likevel seiast at modningsutrekninga frå CrackTeSt COIN sjølv når ein reknar med resultatata for betong med 20 % Industri berre med eitt unntak gjev verdiar for ekvivalent trykkfastleik som er høgare enn kva som er målt ved prøving. Programmet synest difor å vere godt eigna til å gjere modningsutrekningar også for slike reseptar.

6. Konklusjon

Etter forsøka som vart gjennomført ved trykktesting av prøveterningar lagra ved 20°C i betonglaben til Betong Øst Kongsvinger kan ein på 5 % signifikansnivå fastslå at innblanding av 20 % Industrisement i betongresepten der bindemiddelet i utgangspunktet var samansett av Anlegg FA sement og FESIL Microsilica oppnår høgare fastleik enn standardresepten fram til sju døgn alder. Raskleikstalet til grunnresept 8258 vart utrekna til 0,50 mot 0,45 for grunnresept 7540. Etter NS-EN 13670 kan difor varigheit av herdetiltak reduserast.

Målt trykkfastleik for terningar lagra i tilknytning til kubikkassene viste at trykkfastleikskravet for oppspenning var tilfredstilt ved to døgn alder for begge reseptane. Forsøk med kubikkasser viste mindre skilnad i fastleiksutvikling enn forsøk lagra ved 20°C og ut i frå desse målingane kan ein ikkje seie at innblanding av 20 % Industrisement er hensiktsmessig.

Modningsutrekningar frå prøveresultat av terningar lagra ved 20°C viser at betongresepten med 20 % Industrisement når fastleikskravet for oppspenning omlag eit halvt døgn før betongresepten med berre Anlegg FA sement, og dette stemmer også godt overeins med utrekningane for Slomarka bru. Om det vil vere hensiktsmessig å gjere seg nytte av ein betongresept med 20 % Industrisement vil vere avhengig av kva framdriftskrav ein har å halde seg til. Etter resultatane frå dette forsøket å døme vil betong med Norcem Anlegg FA sement gjeve tilfredsstillande fastleiksutvikling i dei fleste samanhengar, både vinter og sommar.

Skilnaden mellom målt trykkfastleik frå prøveterningar lagra på toppen av konstruksjonen og terningar lagra i vassbad med temperatur samsvarande med betongtemperatur ved anker var svært liten. Temperaturen ved anker ligg noko lågare enn temperaturen på toppen av konstruksjonen, og det er difor ikkje uventa at terningane på toppen får litt høgare fastleik enn terningane i temperaturstyrt vassbad. Dersom ein reknar ein tryggleiksmargin på 5 % frå terningprøver lagra på toppen av konstruksjonen dekkjer ein alle terningprøver lagra i temperaturstyrt vassbad. I dette forsøket vart det sett fokus på å redusere varmetapet frå terningane så mykje som mogleg, og på byggeplass vil ein måtte rekne med det kan vere vanskelegare å få til det på ein like god måte. Det er difor truleg at varmetapet frå terningar lagra på byggeplass vil verte noko større enn i forsøket og at ein vil måle litt lågare trykkfastleiksverdiar. Ein kan difor konkludere med at metoden med å lagre prøvestykke på toppen av konstruksjonen fram til trykktesting er godt eigna dersom ein ikkje har tilgang til temperaturstyrt herdekar. Det er likevel viktig å understreke at ein ved å nytte temperaturstyrt herdekar og temperaturlogging får meir pålitelege resultat, sidan ein då kan dokumentere temperaturhistoria til prøvestykkane.

Simuleringar i HETT97 og CrackTeSt COIN viser at utrekningar av trykkfastleik med HETT97 treff betre enn CTC for prøver lagra ved 20°C. For simuleringar av større konstruksjonar stemmer derimot utrekningane frå CTC betre overeins med målt trykkfastleik og temperaturutvikling enn utrekningane i HETT97. Dersom ein eksempelvis skal bruke HETT97 som eit verkty i samband med planlegging av oppspenning ser det difor ut til at ein kan rekne med at utrekningane frå programmet er konservative.

Det er viktig å understreke at simuleringane som er gjort i samband med forsøka knytte til denne hovudoppgåva er gjort i etterkant av forsøka, slik at grunnlagsdata for vêr og vind allereie var kjende. Dersom ein nyttar herdeteknologi-program som eit planleggingsverkty vil ein måtte halde seg til vêrprognosar når ein utfører simuleringane og resultatane vil difor verte meir usikre.

Litteratur som har vore nytta i samband med hovudoppgåva

1. *Samtale med Lise Bathen, V-teknikk jan.13.* 2013.
2. *E-post korrespondanse med Odd-Magne Rognan, Anleggsleder for Tverlandsbrua, Nordland fylke.* 2013.
3. Veidekke HK, [U3] *Betongarbeider [Støpelederkurs] for produksjons- og kontrollleder, formann/bas.* 2013.
4. Enst Worrell, L.P., Nathan Martin, Chris Hendriks and Leticia Ozawa media, *Carbon Dioxide Emissions from the Global Cement Industry**. 2001.
5. HeidelbergCementNortherneurope, *Bærekraftsrapport 2010 2011.* 2010.
6. Sørensen, C., *Forelesning i videregående betongmaterialteknologi.* 2010: Ås.
7. *Christine Hauck, Veidekke Entreprenør (V-teknikk).* 2013.
8. Aage D. Herholdt, C.F.P.J., Palle Nepper-Christensen, Anders Nilsen, *Beton-Bogen.* 1985, Denmark.
9. Pål Gjerp, M.O., Sverre Smeplass, *Grunnleggende Betongteknologi.* 2005, Lillestrøm: Byggenæringens Forlag.
10. Standard, N., *NS-EN 206-1:2000 +NA:2007 Betong Del 1: Spesifikasjon, egenskaper, fremstilling og samsvar.* 2007.
11. Neville, A.M., *Properties of Concrete.* 1994, Great Britain.
12. Vegvesen, S., *Prosesskode 2 Standard beskrivelsestekster for bruer og kaier Hovedprosess 8, Håndbok 026.* 2012.
13. Byggforskeren, S., *520.032 Optisk analyse av betong. Plamslip og tynnslip.* 1994.
14. Sørensen, C., *TBA210 Husbyggingsteknikk 2, forelesing betongteknologi.* 2011.
15. Wright, P.J.F., *Entrained air i concrete.* 1953.
16. Norcem, *Produktdatablad Norcem Standard FA.* 2012.
17. Norcem *Produktdatablad for Anlegg FA sement.* 2013.
18. Norcem, *Produktdatablad Norcem Industrisement.* 2010.
19. HeadwatersResources, *How to combat global warming, reduce the production of greenhouse gases, and build a stronger infrastructure.* 2011.
20. Sujeet Kumar Shuklaa, P.S., Pradyumna Ghosha., *The effect of modeling of velocity fluctuations on prediction of collection efficiency of cyclone separators.* 2012:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0307904X12007354>.
21. F. Goodarzi, H.S. *Plerosphere and its role in reduction of emitted fine fly ash particles from pulverized coal-fired power plants.* 2008.
22. Enova, N. *Varmeproduksjon basert på faste brensler.*
23. HedwatesResources, *Chemical Comparison of Fly Ash and Portland Cement.* Bulletin Number 2, 2005.
24. NorskStandard, *NS-EN 450-1:2012.* 2012.
25. ACI234R-06, *Guide for the Use of Silica Fume in Concrete.* 2006.
26. SINTEF, B., *Alkalireaksjoner i betong. Skademekanismer og regelverk. Byggforskdatablad 520.063.* 2007.
27. *Bestendig betong med alkalireaktivt tilslag, NB21.* 2004, Norsk Betongforening.
28. Beck, T., *Alkalireaksjoner - Hvordan unngå skader? mur + betong,* 2010.
29. Knut O. Kjellsen, R.J.D., *Later-Age Strength Prediction by a Modified Maturity Model.* ACI Materials Journal, 1993.
30. Norcem, *Herdeteknologi.*
31. SINTEF, B., *Oppfølging av betongens herdeforløp på byggeplass. Byggforskdatablad 520.028.* 2011.
32. StatensVegvesen. *Informasjon om tverlandet bru.*
<http://www.vegvesen.no/Riksveg/rv80tverlandsbrua/Nyhetsarkiv/Bilder+fra+Tverlandsbrua+mai+2013.477168.cms>. 2013.
33. Johnsen, A., *Telefonkontakt og materiale oversendt via e-post 27-28.06.13.* 2013.
34. Kompen, R., *telefonsamlale med Reidar Kompen, Statens Vegvesen, 18.03.13.* 2013.
35. Entreprenør, V. <http://www.veidekke.no/prosjekter/samferdsel/vei/article82047.ece>. 2013.
36. StatensVegvesen, *Konkurransegrunnlag Slomarka-Fulu (teikningar).* 2011.
37. Kjell Neset, *korresponadnse pr. epost.* 2013.
38. StatensVegvesen.
<http://www.vegvesen.no/Europaveg/e16kloftakongsvinger/Delstrekninger/SlomarkaKongsvinger>. 2012.
39. Standard, N., *NS-EN 12390-7:2009 Prøving av herdnet betong Del 7: Densitet av herdnet betong.* 2009.
40. Aklestad, J. 2013.
41. Hauck, C. 2013.

42. <http://www.yr.no/sted/Norge/Hedmark/Kongsvinger/Kongsvinger/almanakk.html?dato=2013-02-28>.
Temperatur og vind-data frå metereologisk institutt sin målestasjon på Kongsvinger. 2013.
43. Smeplass, S., *Prof. II, avdelingsleder Betongteknologi, Skanska Teknikk.* 2013.
44. Pekberg, S., *Samtale med Sondre Pekberg, laborant Betong Øst Kongsvinger.* 2013.
45. Skjæret, S., *Samtale med Stefan Skjæret, produksjef for BetongØst.* 2013.
46. MAPEI, R., *Produktdatablad for Dynamon SX-N Superplastifiserende tilsetningsstoff.* 2011.
47. Løvås, G.G., *Statistikk for universiteter og høgskoler.* 2005.
48. Jørund Aklestad, *Simulering av herdeforløp gjennomført med herdeteknologiprogrammet CrackTeSt COIN.* 2013.
49. Unicon, *Informasjon frå unikon oversendt frå Christine Haukc, V-teknikk.* 2013.
50. Vegvesen, S., *Håndbok 014 - Laboratorieundersøkelser.* 2005.

7. Vedlegg til hovudoppgåva (128 sider)

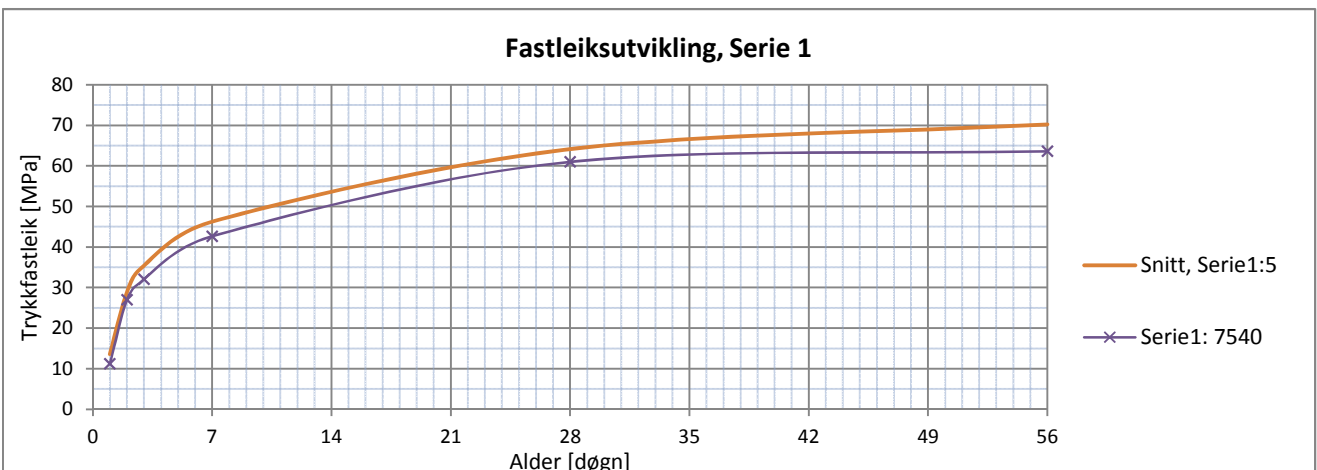
Betong Øst, Kongsvinger

Serie:	1
Blandetidpkt:	11.2.2013 kl. 07:43
Betong:	B45 SV40 (AnleggFA)
Resept:	7540
Levert til:	VEIDEKKE ENTREPENØR AS, Slomarka
Fylgjeseddel:	27547

måling nr	volum [cm³]	gj. snitt [cm³]
1	0,97	0,84
2	0,74	
3	0,82	

	luftinnhold [%]	synkmål [mm]	temp [°C]	densitet [kg/m³]	raskleik, r [fcm2/fcm28]	VB forhold	silika + cem [kg/m³]
bestilt	5,0 ± 1,5%	220 ±30mm	25,0	2315,6		0,38	462,5
målt	4,8	200	22,7	2300	0,44		
blaneverk	5,6						

Prøve ID [dato, serie]	masse [g]	korr. volum [cm³]	densitet [kg/m³]	alder [døgn]	trykkfastleik [MPa]	fcm [Mpa]	prøveavvik [%] [OK;N.G]
12/2 1a	2305,9	1001,5	2302,5	1	11,093	11,2	-1,2 OK
12/2 1b	2310,8	1008,2	2292,1	1	11,368		1,2 OK
13/2 1a	2287,8	1005,0	2276,5	2	26,917	27,0	-0,2 OK
13/2 1b	2320,3	1006,7	2304,8	2	27,008		0,2 OK
14/2 1a	2305,7	1003,5	2297,8	3	31,173	32,0	-2,7 OK
14/2 1b	2304,5	1004,3	2294,6	3	32,871		2,7 OK
18/2 1a	2300,5	1002,7	2294,3	7	42,689	42,7	0,1 OK
18/2 1b	2316,9	1008,2	2298,0	7	42,624		-0,1 OK
11/3 1a	2300,7	1002,5	2295,0	28	61,863	61,0	1,5 OK
11/3 1b	2336,7	1001,1	2334,2	28	60,086		-1,5 OK
8/4 1a	2294,4	999,5	2295,5	56	65,208	63,6	2,5 OK
8/4 1b	2302,6	999,0	2305,0	56	62,006		-2,5 OK
Største avvik snitt/ einskildprøve "densitet" [%]:			0,8 11/3 1a,b	Største avvik snitt/ einskildprøve "trykk" [%]:			2,7 14/2 1a,b



Figur V1.1.1.1: Målt trykkfastleiksutvikling serie 1 (grunnresept 7540)

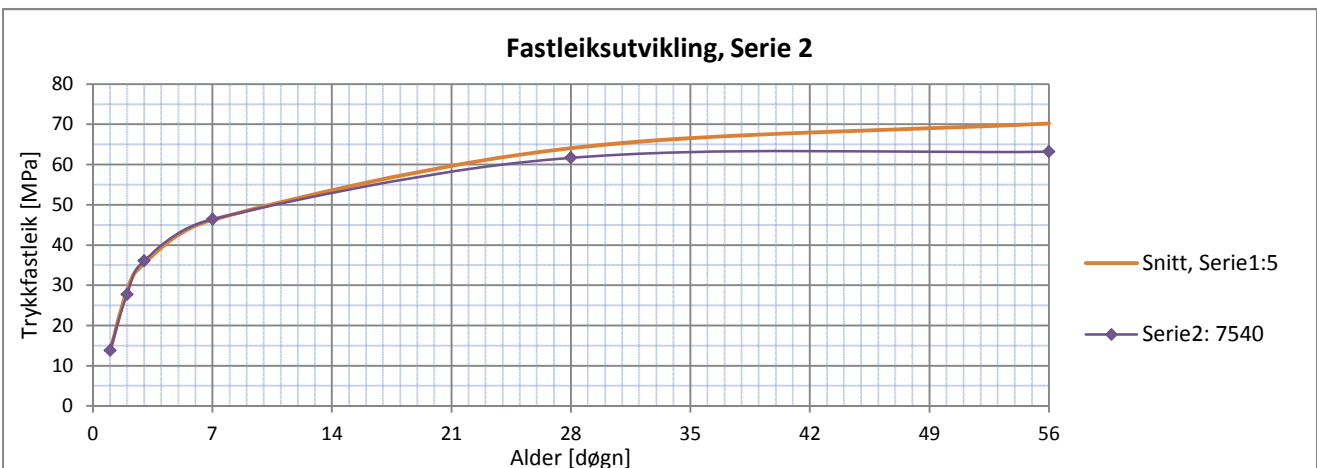
Betong Øst, Kongsvinger

Serie:	2
Blandetidpkt:	11.2.2013 kl. 08:23
Betong:	B45 SV 40 (AnleggFA)
Resept:	7540
Levert til:	VEIDEKKE ENTREPENØR AS, Slomarka
Fylgjeseddel:	27548

måling nr	volum [cm³]	gj. snitt [cm³]
1	0,97	0,84
2	0,74	
3	0,82	

	luftinnhald [%]	synkmål [mm]	temp [°C]	densitet [kg/m³]	raskleik, r [fcm2/fcm28]	VB forhold	silika + cem [kg/m³]
bestilt	5,0 ± 1,5 %	220 ±30mm	25,0	2319,8		0,38	462,5
målt	5,1	200	21,4	2350	0,45		

Prøve ID [dato, serie]	masse [g]	korr. volum [cm³]	densitet [kg/m³]	alder [døgn]	trykkfastleik [MPa]	fcm [Mpa]	prøveavvik [%] [OK;N.G]
12/2 2a	2367,8	1003,0	2360,8	1	13,559	13,8	-1,9 OK
12/2 2b	2368,0	1001,7	2364,0	1	14,071		1,9 OK
13/2 2a	2375,6	1016,7	2336,7	2	27,27	27,8	-1,8 OK
13/2 2b	2376,0	1019,8	2329,9	2	28,297		1,8 OK
14/2 2a	2373,6	1015,6	2337,2	3	36,903	36,1	2,3 OK
14/2 2b	2368,7	1012,8	2338,8	3	35,242		-2,3 OK
18/2 2a	2385,1	1014,4	2351,3	7	46,48	46,4	0,1 OK
18/2 2b	2378,3	1008,7	2357,7	7	46,341		-0,1 OK
11/3 2a	2381,4	1009,2	2359,6	28	62,785	61,7	1,7 OK
11/3 2b	2370,8	1011,6	2343,6	28	60,659		-1,7 OK
8/4 2a	2341,4	997,1	2348,3	56	62,757	63,2	-0,7 OK
8/4 2b	2339,2	997,5	2345,0	56	63,662		0,7 OK
Største avvik snitt/ einskildprøve "densitet" [%]:			0,3 11/3 2a,b	Største avvik snitt/ einskildprøve "trykk" [%]:			2,3 14/2 2a,b



Figur V1.2.1: Målt trykkfastleik utvikling serie 2 (grunnresept 7540)

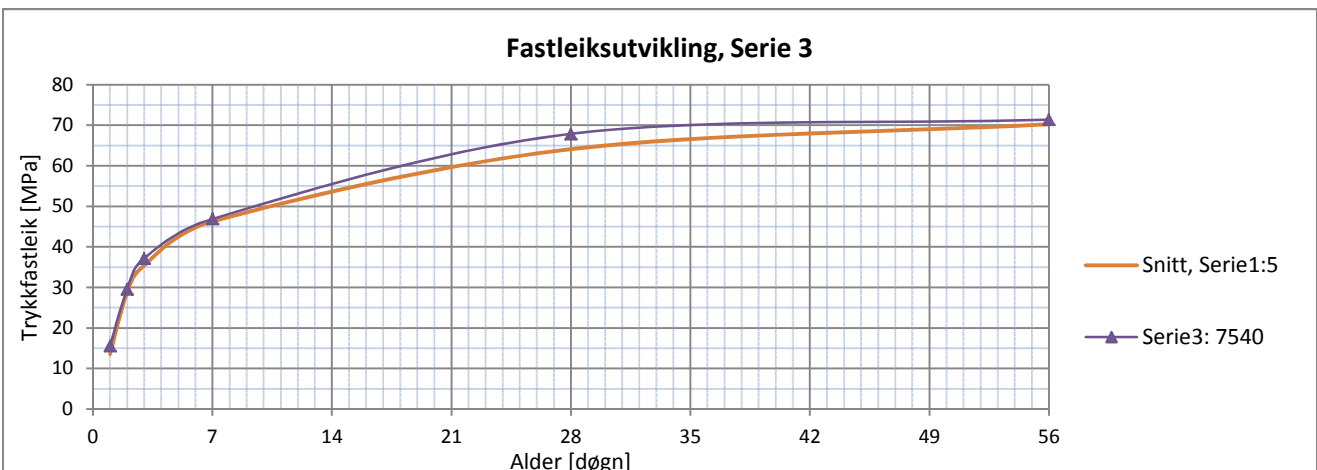
Betong Øst, Kongsvinger

Serie:	3
Blandetidpkt:	25.2.2013 kl. 13:06
Betong:	B45 SV 40 (AnleggFA)
Resept:	7540
Levert til:	SKANSKA NORGE AS, Gulli bru
Fylgjeseddel:	27631

måling nr	volum [cm³]	gj. snitt [cm³]
1	0,97	0,84
2	0,74	
3	0,82	

	luftinnhald [%]	synkmål [mm]	temp [°C]	densitet [kg/m³]	raskleik, r [fcm2/fcm28]	VB forhold	silika + cem [kg/m³]
bestilt	5,0 ± 1,5 %	200 ±30mm	25,0	2337,5		0,38	445,3
målt	5,4	220		2320	0,44		

Prøve ID [dato, serie]	masse [g]	korr. volum [cm³]	densitet [kg/m³]	alder [døgn]	trykkfastleik [MPa]	fcm [Mpa]	prøveavvik [%] [OK;N.G]
26/2 3a	2303,3	1000,5	2302,2	1	15,746	15,6	0,8 OK
26/2 3b	2304,5	999,7	2305,2	1	15,494		-0,8 OK
27/2 3a	2281,3	987,9	2309,2	2	29,76	29,6	0,6 OK
27/2 3b	2295,4	989,1	2320,8	2	29,41		-0,6 OK
28/2 3a	2321,7	997,7	2327,1	3	36,279	37,1	-2,3 OK
28/2 3b	2325,1	995,9	2334,8	3	37,976		2,3 OK
4/3 3a	2308,1	996,3	2316,7	7	47,288	46,9	0,8 OK
4/3 3b	2285,9	990,0	2309,1	7	46,554		-0,8 OK
25/3 3a	2314,5	998,0	2319,2	28	68,65	67,9	1,1 OK
25/3 3b	2339,3	999,0	2341,6	28	67,1		-1,1 OK
22/4 3a	2331,0	997,7	2336,3	56	72,606	71,4	1,7 OK
22/4 3b	2318,4	996,7	2326,1	56	70,16		-1,7 OK
Største avvik snitt/ einskildprøve "densitet" [%]:			0,5 25/3 3a,b	Største avvik snitt/ einskildprøve "trykk" [%]:			2,3 28/2 3a,b



Figur V1.3.1: Målt trykkfastleiksutvikling serie 3 (grunnresept 7540)

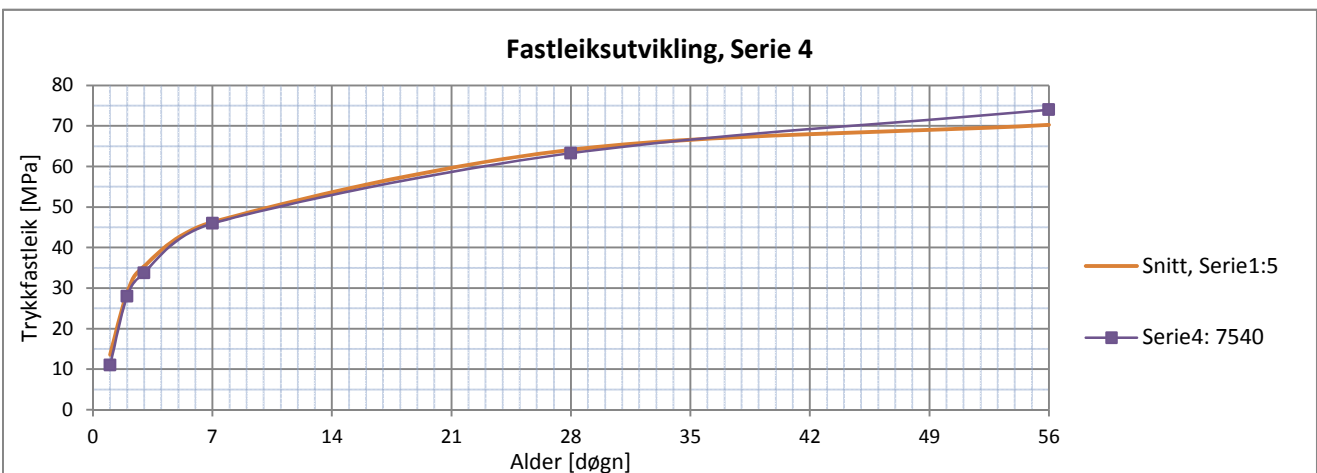
Betong Øst, Kongsvinger

Serie:	4	
Blandetidpkt:	25.2.2013	kl. 13:56
Betong:	B45 SV 40 (AnleggFA)	
Resept:	7540	
Levert til:	SKANSKA NORGE AS, Gulli bru	
Fylgjeseddel:	27634	

måling nr	volum [cm³]	gj. snitt [cm³]
1	0,97	0,84
2	0,74	
3	0,82	

	luftinnhald [%]	synkmål [mm]	temp [°C]	densitet [kg/m³]	raskleik, r [fcm2/fcm28]	VB forhold	silika + cem [kg/m³]
bestilt	5,0 ± 1,5 %	200 ±30mm	25,0	2309,2		0,38	443,9
målt	5,1	210	21,1	2330	0,44		

Prøve ID [dato, serie]	masse [g]	kor. volum [cm³]	densitet [kg/m³]	alder [døgn]	trykkfastleik [MPa]	fcm [Mpa]	prøveavvik [%] [OK;N.G]
26/2 4a	2345,1	998,0	2349,9	1	11,080	11,0	0,4 OK
26/2 4b	2332,9	999,0	2335,2	1	10,998		-0,4 OK
27/2 4a	2338,0	997,8	2343,1	2	28,300	28,0	1,2 OK
27/2 4b	2332,9	998,0	2337,5	2	27,650		-1,2 OK
28/2 4a	2379,8	1012,9	2349,5	3	34,261	33,8	1,4 OK
28/2 4b	2357,1	1012,5	2328,0	3	33,306		-1,4 OK
4/3 4a	2355,9	1009,7	2333,4	7	46,742	45,9	1,7 OK
4/3 4b	2351,5	1008,2	2332,5	7	45,154		-1,7 OK
25/3 4a	2356,2	1014,1	2323,4	28	63,630	63,3	0,6 OK
25/3 4b	2357,4	1017,1	2317,8	28	62,920		-0,6 OK
22/4 4a	2349,2	1003,7	2340,5	56	76,124	74,0	2,9 OK
22/4 4b	2342,7	1011,3	2316,6	56	71,891		-2,9 OK
Største avvik snitt/ einskildprøve "densitet" [%]:			0,5 22/4 4a,b	Største avvik snitt/ einskildprøve "trykk" [%]:			2,9 22/4 4a,b



Figur V1.4.1: Målt trykkfastleiksutvikling serie 4 (grunnresept 7540)

Betong Øst, Kongsvinger

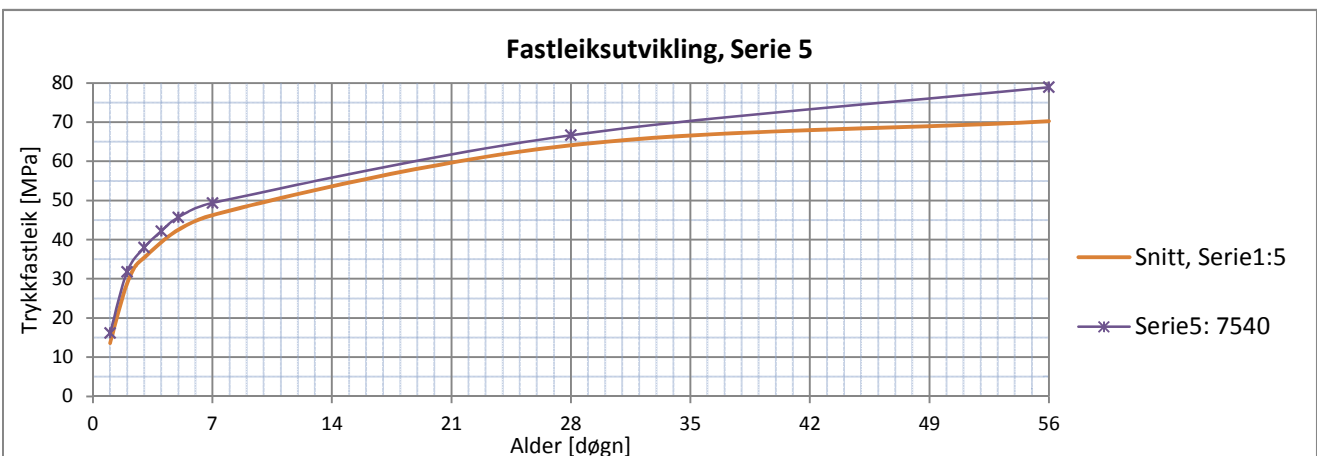
Serie:	5	
Blandetidpkt:	28.2.2013	kl. 14:03
Betong:	B45 SV 40	(AnleggFA)
Resept:	7540	
Levert til:	VEIDEKKE ENTREPENØR AS, Slomarka	
Fylgjeseddel:	27678	

måling nr	volum [cm³]	gj. snitt [cm³]
1	0,12	0,13
2	0,10	
3	0,16	

	luftinnhald [%]	synkmål [mm]	temp [°C]	densitet [kg/m³]	raskleik, r [fcm2/fcm28]	VB forhold	silika + cem [kg/m³]
bestilt	5,0 ± 1,5 %	200 ±30mm	25,0	2298,8		0,38	443,8
målt	4,2	220	23,6	2350	0,48		

Prøve ID [dato, serie]	masse [g]	korr. volum [cm³]	densitet [kg/m³]	alder [døgn]	trykkfastleik [MPa]	fcm [Mpa]	prøveavvik [%] [OK;N.G]
1/3 5a	2367,8	1003,6	2359,4	1	15,865	16,2	-1,8 OK
1/3 5b	2370,6	1001,4	2367,3	1	16,459		1,8 OK
2/3 5a	2368,4	1000,9	2366,4	2	32,834	31,8	3,2 OK
2/3 5b	2367,1	1005,2	2354,8	2	30,797		-3,2 OK
3/3 5a	2380,2	1007,5	2362,5	3	37,609	38,0	-1,0 OK
3/3 5b	2354,0	1004,1	2344,4	3	38,348		1,0 OK
4/3 5a	2358,3	1005,1	2346,2	4	42,473	42,2	0,7 OK
4/3 5b	2356,0	1004,8	2344,7	4	41,849		-0,7 OK
5/3 5a	2347,7	1005,7	2334,5	5	45,596	45,7	-0,2 OK
5/3 5b	2339,9	1003,0	2333,0	5	45,797		0,2 OK
7/3 5a	2342,1	996,3	2350,8	7	49,997	49,4	1,2 OK
7/3 5b	2336,1	995,9	2345,8	7	48,775		-1,2 OK
28/3 5a	2344,8	995,2	2356,1	28	65,813	66,7	-1,3 OK
28/3 5b	2340,3	995,8	2350,2	28	67,544		1,3 OK
25/4 5a	2363,7	996,6	2371,8	56	80,334	78,9	1,8 OK
25/4 5b	2350,7	992,4	2368,8	56	77,544		-1,8 OK

Største avvik snitt/ einskildprøve "densitet" [%]: 0,4 3/3 5a,b Største avvik snitt/ einskildprøve "trykk" [%]: 3,2 2/3 5a,b



Figur V1.5.1: Målt trykkfastleiksutvikling serie 5 (grunnresept 7540)

Betong Øst, Kongsvinger

Serie:	5	kubikkasse 1
Blandetidpkt:	28.2.2013	kl. 14:03
Betong:	B45 SV 40	(AnleggFA)
Resept:	7540	
Levert til:	VEIDEKKE ENTREPENØR AS, Slomarka	
Fylgjeseddel:	27678	

måling nr	volum [cm ³]	gj. snitt [cm ³]
1	0,12	0,13
2	0,10	
3	0,16	

Tabell V1.5.5: Prøveresultat

	luftinnhold [%]	synkmål [mm]	temp [°C]	densitet [kg/m ³]	raskleik, r [fcm2/fcm28]	VB forhold	silika + cem [kg/m ³]
bestilt	5,0 ± 1,5 %	200 ±30mm	25,0	2298,8		0,38	443,8
målt	4,2	220	23,6	2340			

Tabell V1.5.6: Serie 5: Kubikkasse, terningar i herdekar

Prøve ID [dato, serie]	masse [g]	korr. volum [cm ³]	densitet [kg/m ³]	alder [døgn]	trykkfastleik [MPa]	fcm [Mpa]	prøveavvik [%] [OK;N.G]
3/3 5a	2344,0	998,1	2339,2	3	54,267	54,3	-0,1 OK
3/3 5b	2353,0	1000,9	2353,8	3	54,358		0,1 OK
4/3 5a	2334,8	998,1	2338,9	4	55,700	56,3	-1,0 OK
4/3 5b	2356,0	1000,9	2353,5	4	56,828		1,0 OK
5/3 5a	2354,0	999,9	2354,5	5	57,555	57,5	-0,5 OK
5/3 5b	2347,4	1000,8	2345,5	5	57,730		0,3 OK
Største avvik snitt/ einskildprøve "densitet" [%]:			0,3 4/3 5a,b	Største avvik snitt/ einskildprøve "trykk" [%]:			1,0 4/3 5a,b

Tabell V1.5.7: Serie 5: Kubikkasse, terningar på toppen

Prøve ID [dato, serie]	masse [g]	korr. volum [cm ³]	densitet [kg/m ³]	alder [døgn]	trykkfastleik [MPa]	fcm [Mpa]	prøveavvik [%] [OK;N.G]
3/3 5a	2322,3	997,7	2327,7	3	55,145	55,8	-1,1 OK
3/3 5b	2324,8	997,4	2331,0	3	56,369		1,1 OK
4/3 5a	2344,9	1006,7	2329,2	4	57,595	57,4	0,3 OK
4/3 5b	2322,6	1000,0	2322,5	4	57,232		-0,3 OK
5/3 5a	2348,5	996,4	2357,0	5	57,500	58,4	-0,8 OK
5/3 5b	2317,0	995,1	2328,4	5	58,872		0,8 OK
Største avvik snitt/ einskildprøve "densitet" [%]:			0,6 5/3 6a,b	Største avvik snitt/ einskildprøve "trykk" [%]:			1,1 3/3 5a,b

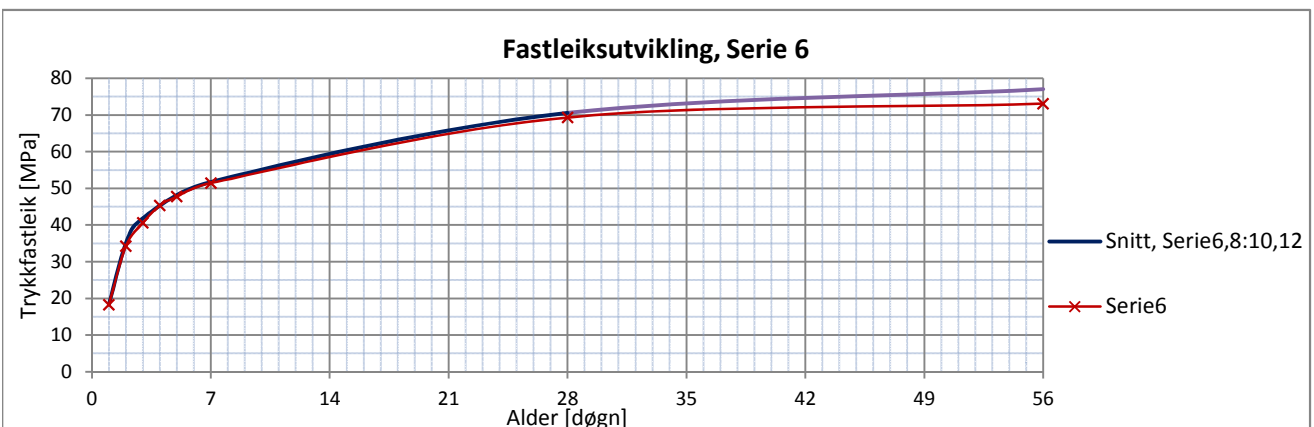
Betong Øst, Kongsvinger

Serie:	6	
Blandetidpkt:	1.3.2013	kl. 10:48
Betong:	B45 SV 40	(80% Anl.FA + 20% Ind.)
Resept:	8258	
Lever til:	VEIDEKKE ENTREPENØR AS, Slomarka	
Fylgjeseddel:	27680	

måling nr	volum [cm³]	gj. snitt [cm³]
1	0,12	0,13
2	0,10	
3	0,16	

	luftinnhald [%]	synkmål [mm]	temp [°C]	densitet [kg/m³]	raskleik, r [fcm2/fcm28]	VB forhold	silika + cem [kg/m³]
bestilt	5,0 ± 1,5 %	200 ±30mm	22,0	2301,7		0,38	447,0
målt	6,2	170	24,8	2360	0,494		
byggeplass	5,1	150 (!)					

Prøve ID [dato, serie]	masse [g]	korr. volum [cm³]	densitet [kg/m³]	alder [døgn]	trykkfastleik [MPa]	fcm [Mpa]	prøveavvik [%] [OK;N,G]
2/3 6a	2335,4	999,8	2335,9	1	18,463	18,2	1,3 OK
2/3 6b	2364,3	999,8	2364,9	1	17,978		-1,3 OK
3/3 6a	2374,2	999,7	2375,0	2	33,990	34,2	-0,7 OK
3/3 6b	2391,6	1003,6	2383,0	2	34,481		0,7 OK
4/3 6a	2376,1	1004,8	2364,7	3	40,417	40,6	-0,4 OK
4/3 6b	2378,8	1006,5	2363,4	3	40,743		0,4 OK
5/3 6a	2381,9	1003,3	2374,1	4	44,595	45,3	-1,6 OK
5/3 6b	2384,3	1005,5	2371,3	4	46,053		1,6 OK
6/3 6a	2364,2	1004,6	2353,5	5	47,557	47,7	-0,3 OK
6/3 6b	2386,3	1004,3	2376,2	5	47,889		0,3 OK
8/3 6a	2357,1	1002,8	2350,4	7	51,207	51,5	-0,5 OK
8/3 6b	2391,8	1002,3	2386,4	7	51,698		0,5 OK
29/3 6a	2369,0	1004,9	2357,5	28	68,720	69,3	-0,9 OK
29/3 6b	2346,7	999,5	2347,9	28	69,910		0,9 OK
26/4 6a	2356,9	1003,7	2348,2	56	72,871	73,1	-0,3 OK
26/4 6b	2367,9	1003,8	2359,0	56	73,273		0,3 OK
Største avvik snitt/ einskildprøve "densitet" [%]:			0,8 8/3 6a,b	Største avvik snitt/ einskildprøve "trykk" [%]:			1,6 5/3 6a,b



Figur V1.6.1: Målt trykkfastleiksutvikling serie 6 (grunnresept 8258)

Betong Øst, Kongsvinger

Serie:	6	kubikkasse 2
Blandetidpkt:	1.3.2013	kl. 10:48
Betong:	B45 SV40	(80% Anl.FA + 20% Ind.)
Resept:	8258	
Levert til:	VEIDEKKE ENTREPENØR AS, Slomarka	
Fylgjeseddel:	27680	

måling nr	volum [cm ³]	gj. snitt [cm ³]
1	0,12	0,13
2	0,10	
3	0,16	

	luftinnhold [%]	synkmål [mm]	temp [°C]	densitet [kg/m ³]	raskleik, r [fcm2/fcm28]	VB forhold	silika + cem [kg/m ³]
bestilt	5,0 ± 1,5 %	200 ±30mm	22,0	2301,7		0,38	447,0
målt	6,2	170	24,8	2350			
byggeplass	5,1	150 (!)					

Prøve ID [dato, serie]	masse [g]	korr. volum [cm ³]	densitet [kg/m ³]	alder [døgn]	trykkfastleik [MPa]	fcm [Mpa]	prøveavvik [%] [OK;N.G]
3/3 6a	2362,9	996,7	2370,7	2	49,885	50,8	-1,7 OK
3/3 6b	2358,0	1006,4	2342,9	2	51,649		1,7 OK
4/3 6a	2371,3	1005,2	2359,1	3	57,138	54,7	4,5 OK
4/3 6b	2333,4	1003,0	2326,5	3	52,264		-4,5 OK
5/3 6a	2341,1	1001,2	2338,3	4	50,422	56,5	-0,2 OK
5/3 6b	2345,8	999,0	2348,1	4	56,604		0,2 OK
Største avvik snitt/ einskildprøve "densitet" [%]:			0,7 4/3 6a,b	Største avvik snitt/ einskildprøve "trykk" [%]:			4,5 4/3 6a,b

Prøve ID [dato, serie]	masse [g]	korr. volum [cm ³]	densitet [kg/m ³]	alder [døgn]	trykkfastleik [MPa]	fcm [Mpa]	prøveavvik [%] [OK;N.G]
3/3 6a	2354,7	996,4	2363,3	2	53,134	53,9	-1,5 OK
3/3 6b	2334,9	1001,7	2331,1	2	54,707		1,5 OK
4/3 6a	2392,5	1011,9	2364,2	3	57,536	57,4	0,2 OK
4/3 6b	2379,6	1013,3	2348,5	3	57,361		-0,2 OK
5/3 6a	2382,9	1010,3	2358,6	4	59,451	59,0	0,7 OK
5/3 6b	2378,7	1005,1	2366,7	4	58,593		-0,7 OK
29/3 6a	2354,3	1003,4	2340,4	28	61,23	66,4	1,2 OK
29/3 6b	2361,2	1002,0	2356,5	28	65,656		-1,2 OK
Største avvik snitt/ einskildprøve "densitet" [%]:			0,7 3/3 6a,b	Største avvik snitt/ einskildprøve "trykk" [%]:			1,5 3/3 6a,b

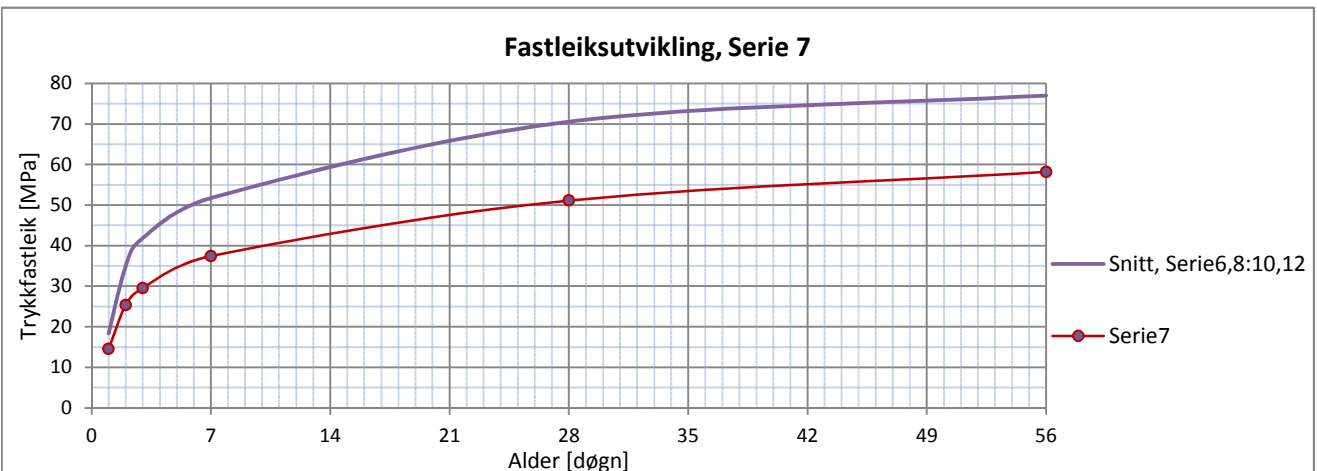
Betong Øst, Kongsvinger

Serie:	7	
Blandetidpkt:	4.3.2013	kl. 07:29
Betong:	B45 SV40 (80% Anl.FA + 20% Ind.)	
Resept:	8258	
Lvert til:	VEIDEKKE ENTREPENØR AS, Slomarka	
Fylgjesedel:	27682	

måling nr	volum [cm³]	gj. snitt [cm³]
1	0,12	0,13
2	0,10	
3	0,16	

	luftinnhald [%]	synkmål [mm]	temp [°C]	densitet [kg/m³]	raskleik, r [fcm2/fcm28]	VB forhold	silika + cem [kg/m³]
bestilt	5,0 ± 1,5%	210 ±30mm	22,0	2300,6		0,38	459,1
målt	8,0 (!)	140 (!)	28,2	2300	0,50		
måling #2	6,1	130 (!)					

Prøve ID [dato, serie]	masse [g]	korrv. volum [cm³]	densitet [kg/m³]	alder [døgn]	trykkfastleik [MPa]	fcm [Mpa]	prøveavvik [%] [OK;N.G]
5/3 7a	2312,9	1003,5	2305,0	1	14,403	14,5	-0,9 OK
5/3 7b	2296,9	1004,3	2287,1	1	14,671		0,9 OK
6/3 7a	2286,3	1004,3	2276,5	2	24,137	25,4	-4,9 OK
6/3 7b	2324,3	1008,9	2303,8	2	26,618		4,9 OK
7/3 7a	2328,0	1009,1	2307,1	3	29,311	29,5	-0,8 OK
7/3 7b	2309,2	1006,4	2294,5	3	29,779		0,8 OK
11/3 7a	2311,4	995,3	2322,4	7	35,105	37,4	-6,2 OK
11/3 7b	2287,5	995,4	2298,0	7	39,747		6,2 OK
1/4 7a	2306,2	1006,2	2292,0	28	51,833	51,1	1,4 OK
1/4 7b	2297,6	1007,4	2280,6	28	50,410		-1,4 OK
29/4 7a	2324,3	1002,2	2319,1	56	56,960	58,2	-2,1 OK
29/4 7b	2365,9	1008,2	2346,7	56	59,397		2,1 OK
Største avvik snitt/ einskildprøve "densitet" [%]:			0,6 6/3 7a,b	Største avvik snitt/ einskildprøve "trykk" [%]:			6,2 11/3 7a,b



Figur V1.7.1: Målt trykkfastleiksutvikling serie 7 (grunnresept 8258)

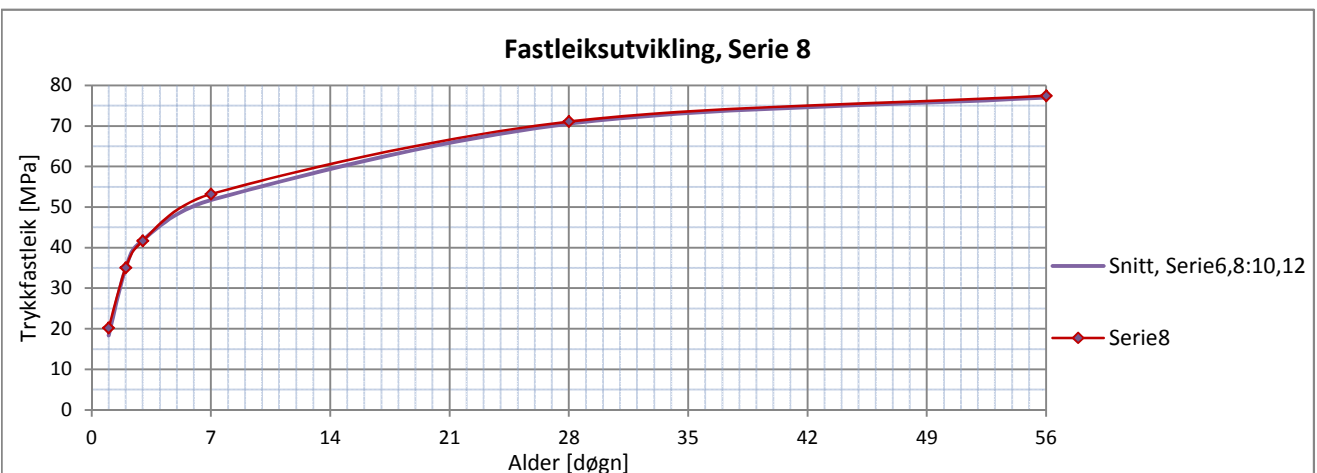
Betong Øst, Kongsvinger

Serie:	8	
Blandetidpkt:	8.3.2013	kl. 12:10
Betong:	B45 SV40 (80% Anl.FA + 20% Ind.)	
Resept:	8258	
Lvert til:	VEIDEKKE ENTREPENØR AS, Slomarka	
Fylgjeseddel:	27731	

måling nr	volum [cm³]	gj. snitt [cm³]
1	0,12	0,13
2	0,10	
3	0,16	

	luftinnhold [%]	synkmål [mm]	temp [°C]	densitet [kg/m³]	raskleik, r [fcm2/fcm28]	VB forhold	silika + cem [kg/m³]
bestilt	5,0 ± 1,5%	220 ±30mm	23,0	2286,6		0,38	475,5
målt	4,8	210	21,3	2360	0,49		

Prøve ID [dato, serie]	masse [g]	korr. volum [cm³]	densitet [kg/m³]	alder [døgn]	trykkfastleik [MPa]	fcm [Mpa]	prøveavvik [%] [OK;N.G]
9/3 8a	2359,6	1005,7	2346,2	1	20,343	20,2	0,6 OK
9/3 8b	2386,6	1009,7	2363,6	1	20,100		-0,6 OK
10/3 8a	2342,1	998,6	2345,3	2	34,878	35,0	-0,5 OK
10/3 8b	2373,4	1002,4	2367,8	2	35,205		0,5 OK
11/3 8a	2366,6	1004,0	2357,2	3	42,078	41,6	1,1 OK
11/3 8b	2365,8	1002,1	2360,9	3	41,197		-1,1 OK
15/3 8a	2354,2	991,2	2375,0	7	53,405	53,2	0,4 OK
15/3 8b	2357,6	994,0	2371,9	7	52,980		-0,4 OK
5/4 8a	2371,3	1001,1	2368,8	28	70,693	71,1	-0,5 OK
5/4 8b	2354,1	1002,4	2348,4	28	71,461		0,5 OK
3/5 8a	2360,5	998,0	2365,2	56	76,074	77,4	-1,8 OK
3/5 8b	2339,9	990,2	2363,0	56	78,786		1,8 OK
Største avvik snitt/ einskildprøve "densitet" [%]:			0,5 10/3 8a,b	Største avvik snitt/ einskildprøve "trykk" [%]:			1,8 3/5 8a,b



Figur V1.8.1: Målt trykkfastleiksutvikling serie 8 (grunnresept 8258)

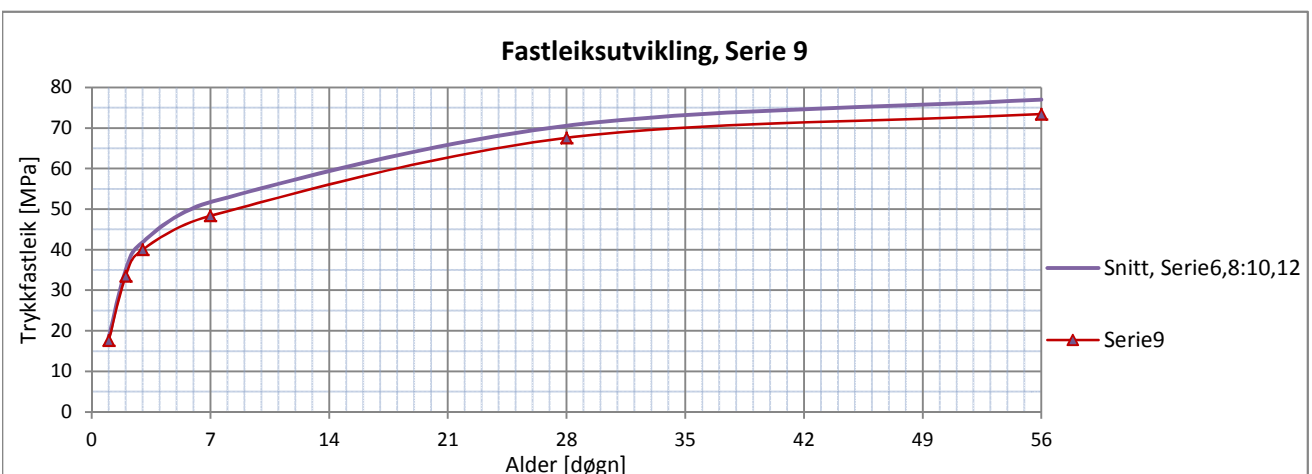
Betong Øst, Kongsvinger

Serie:	9
Blandetidpkt:	8.3.2013 kl. 13:13
Betong:	B45 SV40 (80% Anl.FA + 20% Ind.)
Resept:	8258
Levert til:	VEIDEKKE ENTREPENØR AS, Slomarka
Fylgjeseddel:	27734

måling nr	volum [cm³]	gj. snitt [cm³]
1	0,12	0,13
2	0,10	
3	0,16	

	luftinnhald [%]	synkmål [mm]	temp [°C]	densitet [kg/m³]	raskleik, r [fcm2/fcm28]	VB forhold	silika + cem [kg/m³]
bestilt	5,0 ± 1,5%	220 ±30mm	23,0	2275,1		0,38	466,6
målt	5,5	210	23,1	2340	0,50		
blandeverk							

Prøve ID [dato, serie]	masse [g]	korr. volum [cm³]	densitet [kg/m³]	alder [døgn]	trykkfastleik [MPa]	fcm [Mpa]	prøveavvik [%] [OK;N,G]
9/3 9a	2337,2	1005,4	2324,6	1	17,877	17,6	1,6 OK
9/3 9b	2369,1	1007,0	2352,6	1	17,330		-1,6 OK
10/3 9a	2302,4	990,3	2325,1	2	33,091	33,5	-1,2 OK
10/3 9b	2331,6	993,5	2346,8	2	33,880		1,2 OK
11/3 9a	2342,5	1005,1	2330,7	3	40,990	40,0	2,5 OK
11/3 9b	2344,4	1003,1	2337,3	3	38,981		-2,5 OK
15/3 9a	2334,8	992,4	2352,7	7	47,204	48,4	-2,4 OK
15/3 9b	2351,2	1002,4	2345,6	7	49,504		2,4 OK
5/4 9a	2334,4	996,0	2343,7	28	66,234	67,6	-2,0 OK
5/4 9b	2332,9	997,1	2339,8	28	68,896		2,0 OK
3/5 9a	2344,6	999,2	2346,5	56	72,533	73,4	-1,2 OK
3/5 9b	2320,6	992,9	2337,1	56	74,319		1,2 OK
Største avvik snitt/ einskildprøve "densitet" [%]:			0,6 9/3 9a,b	Største avvik snitt/ einskildprøve "trykk" [%]:			2,5 11/3 9a,b



Figur V1.9.1: Målt trykkfastleiksutvikling serie 9 (grunnresept 8258)

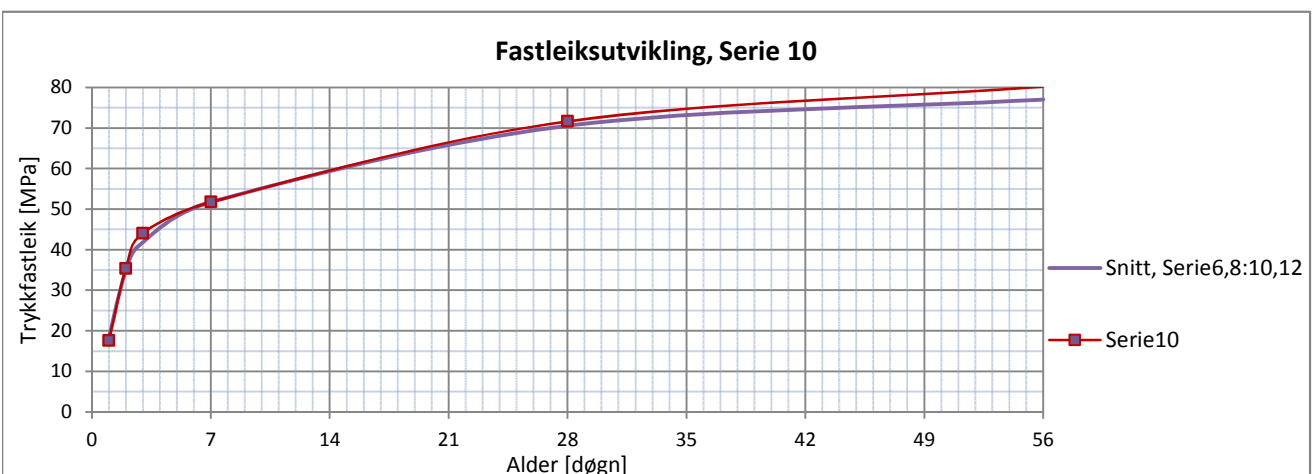
Betong Øst, Kongsvinger

Serie:	10
Blandetidpkt:	8.3.2013 kl. 13:44
Betong:	B45 SV40 (80% Anl.FA + 20% Ind.)
Resept:	8258
Levert til:	VEIDEKKE ENTREPENØR AS, Slomarka
Fylgjeseddel:	27736

måling nr	volum [cm³]	gj. snitt [cm³]
1	0,12	0,13
2	0,10	
3	0,16	

	luftinnhald [%]	synkmål [mm]	temp [°C]	densitet [kg/m³]	raskleik, r [fcm2/fcm28]	VB forhold	silika + cem [kg/m³]
bestilt	5,0 ± 1,5%	220 ±30mm	23,0	2296,0		0,38	466,6
målt	4,8	220	21,2	2360	0,49		
blandeverk							

Prøve ID [dato, serie]	masse [g]	korr. volum [cm³]	densitet [kg/m³]	alder [døgn]	trykkfastleik [MPa]	fcm [Mpa]	prøveavvik [%] [OK;N,G]
9/3 10a	2340,7	995,4	2351,7	1	17,877	17,6	1,6 OK
9/3 10b	2332,9	1000,2	2332,5	1	17,330		-1,6 OK
10/3 10a	2354,3	999,4	2355,8	2	34,930	35,4	-1,2 OK
10/3 10b	2371,3	1002,1	2366,5	2	35,806		1,2 OK
11/3 10a	2380,6	1000,7	2379,0	3	44,291	44,1	0,5 OK
11/3 10b	2370,6	1002,1	2365,8	3	43,859		-0,5 OK
15/3 10a	2345,0	993,1	2361,4	7	53,127	51,7	2,7 OK
15/3 10b	2343,7	994,0	2357,9	7	50,355		-2,7 OK
5/4 10a	2366,8	1000,6	2365,3	28	71,228	71,6	-0,6 OK
5/4 10b	2383,0	1004,4	2372,5	28	72,033		0,6 OK
3/5 10a	2396,1	1003,3	2388,3	56	79,433	80,2	-0,9 OK
3/5 10b	2367,0	1000,2	2366,6	56	80,943		0,9 OK
Største avvik snitt/ einskildprøve "densitet" [%]:			0,5 3/5 10a,b	Største avvik snitt/ einskildprøve "trykk" [%]:			2,7 15/3 10ab



Figur V1.10.1: Målt trykkfastleiksutvikling serie 10 (grunnresept 8258)

Betong Øst, Kongsvinger

Serie:	11	kubikkasse 3
Blandetidpkt:	11.3.2013	kl. 12:56
Betong:	B45 SV40	(AnleggFA)
Resept:	7540	
Levert til:	VEIDEKKE ENTREPENØR AS, Slomarka	
Fylgjeseddel:	27744	

måling nr	volum [cm ³]	gj. snitt [cm ³]
1	0,12	0,13
2	0,10	
3	0,16	

	luftinnhold [%]	synkmål [mm]	temp [°C]	densitet [kg/m ³]	raskleik, r [fcm2/fcm28]	VB forhold	silika + cem [kg/m ³]
bestilt	5,0 ± 1,5%	200 ±30mm	23,0	2319,4		0,38	444,5
målt	5,9	220	23,3	2310			
blandeverk							

Prøve ID [dato, serie]	masse [g]	korrr. volum [cm ³]	densitet [kg/m ³]	alder [døgn]	trykkfastleik [MPa]	gj. snitt [Mpa]	prøveavvik [%] [OK;N.G]
12/3 11a	2310,7	1001,4	2307,5	1	32,998	33,8	-2,3 OK
12/3 11b	2307,9	1001,0	2305,7	1	34,572		2,3 OK
13/3 11a	2330,4	999,8	2330,9	2	49,101	49,2	-0,2 OK
13/3 11b	2303,7	999,0	2305,9	2	49,295		0,2 OK
Største avvik snitt/ einskildprøve "densitet" [%]:			0,5 13/3 11a,b	Største avvik snitt/ einskildprøve "trykk" [%]:			2,3 12/3 11a,b

Prøve nr. [dato, serie]	masse [g]	korrr. volum [cm ³]	densitet [kg/m ³]	alder [døgn]	trykkfastleik [MPa]	gj. snitt [Mpa]	prøveavvik [%] [OK;N.G]
12/3 11a	2292,8	994,0	2306,7	1	34,724	35,1	-1,1 OK
12/3 11b	2308,7	995,3	2319,5	1	35,494		1,1 OK
13/3 11a	2334,1	998,1	2338,6	2	50,933	49,8	2,4 OK
13/3 11b	2314,8	999,7	2315,4	2	48,574		-2,4 OK
14/3 11a	2321,3	1002,4	2315,8	3	53,297	54,6	-2,3 OK
14/3 11b	2317,3	1004,4	2307,1	3	55,835		2,3 OK
8/4 11a	2294,2	995,1	2305,6	28	64,324	64,1	0,4 OK
8/4 11b	2297,5	996,7	2305,2	28	63,847		-0,4 OK
Største avvik snitt/ einskildprøve "densitet" [%]:			0,5 13/3 11a,b	Største avvik snitt/ einskildprøve "trykk" [%]:			2,4 13/3 11a,b

Betong Øst, Kongsvinger

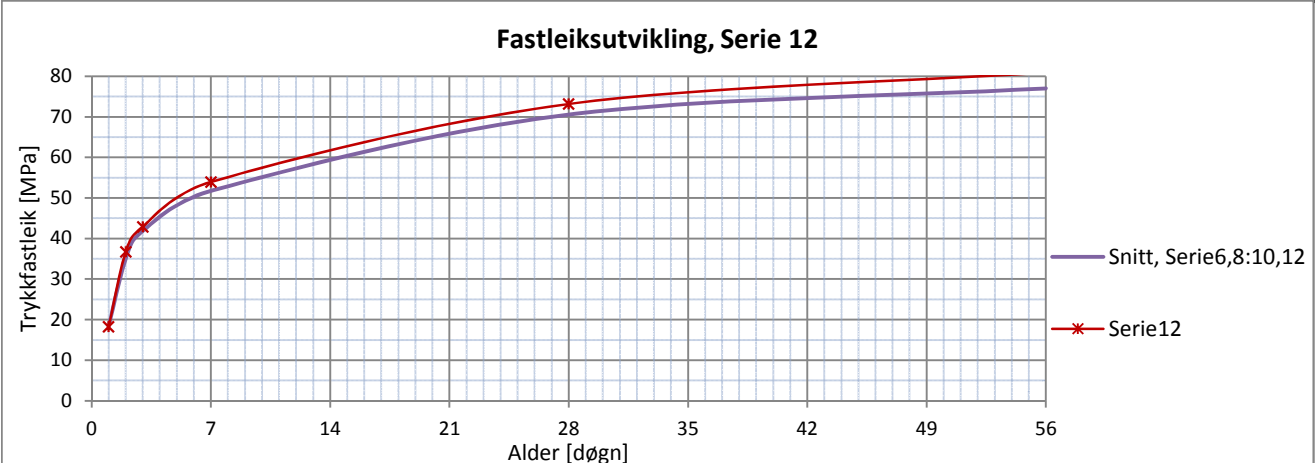
Serie:	12	
Blandetidpkt:	11.3.2013	kl. 0,6056
Betong:	B45 SV40	(80% Anl.FA + 20% Ind.)
Resept:	8258	
Levert til:	VEIDEKKE ENTREPENØR AS, Slomarka	
Fylgjeseddel:	27747	

måling nr	volum [cm³]	gj. snitt [cm³]
1	0,12	0,13
2	0,10	
3	0,16	

	luftinnhold [%]	synkmål [mm]	temp [°C]	densitet [kg/m³]	raskleik, r [fcm2/fcm28]	VB forhold	silika + cem [kg/m³]
bestilt	5,0 ± 1,5%	220 ±30mm	23,0	2291,4		0,38	464,5
målt	6,2	200		2390	0,50		
blandeverk							

Prøve ID [dato, serie]	masse [g]	kor. volum [cm³]	densitet [kg/m³]	alder [døgn]	trykkfastleik [MPa]	fcm [Mpa]	prøveavvik [%] [OK;N,G]
12/3 12a	2381,6	1000,7	2380,0	1	18,417	18,2	1,1 OK
12/3 12b	2419,4	1005,5	2406,2	1	18,001		-1,1 OK
13/3 12a	2389,4	1000,7	2387,8	2	36,517	36,7	-0,6 OK
13/3 12b	2380,4	1000,7	2378,7	2	36,93		0,6 OK
14/3 12a	2372,5	991,6	2392,7	3	43,184	42,9	0,7 OK
14/3 12b	2370,7	992,3	2389,2	3	42,602		-0,7 OK
18/3 12a	2380,7	1001,3	2377,7	7	53,926	53,9	0,0 OK
18/3 12b	2360,8	997,0	2368,0	7	53,953		0,0 OK
8/4 12a	2398,9	1003,2	2391,3	28	74,269	73,2	1,5 OK
8/4 12b	2377,0	992,5	2395,0	28	72,052		-1,5 OK
6/5 12a	2388,7	992,7	2406,4	56	81,374	80,9	0,5 OK
6/5 12b	2395,8	996,9	2403,1	56	80,522		-0,5 OK

Største avvik snitt/ einiskildprøve "densitet" [%]: 0,5 12/3 12a,b Største avvik snitt/ einiskildprøve "trykk" [%]: 1,5 8/4 12a,b



Figur V1.12.1: Målt trykkfastleiksutvikling serie 12 (grunnresept 8258)

Betong Øst, Kongsvinger

Serie:	12	kubikkasse 3
Blandetidpkt:	11.3.2013	kl. 14:32
Betong:	B45 SV40	(80% Anl.FA + 20% Ind.)
Resept:	8258	
Lever til:	VEIDEKKE ENTREPENØR AS, Slomarka	
Fylgjeseddel:	27747	

måling nr	volum [cm ³]	gj. snitt [cm ³]
1	0,12	0,13
2	0,10	
3	0,16	

	luftinnhold [%]	synkmål [mm]	temp [°C]	densitet [kg/m ³]	raskleik, r [fcm2/fcm28]	VB forhold	silika + cem [kg/m ³]
bestilt	5,0 ± 1,5%	220 ±30mm	23,0	2291,4		0,38	464,5
målt	6,2	200	21,8	2350			
blandeverk							

Prøve ID [dato, serie]	masse [g]	korr. volum [cm ³]	densitet [kg/m ³]	alder [døgn]	trykkfastleik [MPa]	fcm [Mpa]	prøveavvik [%]
12/3 12a	2341,2	998,0	2345,9	1	37,631	37,9	-0,7 OK
12/3 12b	2340,5	996,9	2347,7	1	38,15		0,7 OK
13/3 12a	2361,5	1001,1	2359,0	2	53,191	52,7	0,9 OK
13/3 12b	2359,6	1000,1	2359,4	2	52,285		-0,9 OK
Største avvik snitt/ einskildprøve "densitet" [%]:			0,0	Største avvik snitt/ einskildprøve "trykk" [%]:			0,9 13/3 12a,b

Prøve ID [dato, serie]	masse [g]	korr. volum [cm ³]	densitet [kg/m ³]	alder [døgn]	trykkfastleik [MPa]	fcm [Mpa]	prøveavvik [%]
12/3 12a	2348,5	999,1	2350,7	1	38,954	39,4	-1,1 OK
12/3 12b	2350,3	998,4	2354,2	1	39,828		1,1 OK
13/3 12a	2329,3	991,9	2348,2	2	53,928	53,6	0,6 OK
13/3 12b	2325,0	993,4	2340,5	2	53,316		-0,6 OK
14/3 12a	2380,9	1005,6	2367,7	3	57,475	57,5	-0,1 OK
14/3 12b	2353,7	1004,7	2342,7	3	57,536		0,1 OK
8/4 12a	2338,7	997,8	2343,8	28	68,932	68,2	1,1 OK
8/4 12b	2342,4	998,3	2346,3	28	67,458		-1,1 OK
Største avvik snitt/ einskildprøve "densitet" [%]:			0,5 14/3 12a,b	Største avvik snitt/ einskildprøve "trykk" [%]:			1,1 8/4 12a,b

BETONG ØST

Laboratorierapport

Betong Øst Kongsvinger
Utskrivet 11-02-2013 11:00

Føljesedel: 27546
Antal satser: 1

11-02-2013 Kl. 07:25
Lasstorlek: 6,5
Blandad kl: 07:22

(fyrste 2m³)
(Lasstorlek inkl lasskorr: 2,1)

Grundrecept: 7540
Tilläggsrecept: 51
12

B45 SV40 STD 22MM
L-stoff 1:9 0,65%
0,65% SX-N

Kund: 100097
Arbetsplats: 1204183
Bil: 13

VEIDEKKE ENTREPRENØR AS
PR.NR 32-677 SLOMARKA

Silo-namn	Matr	bör	är	%diff	bör %fukt	är %fukt	%abs	Kg/m3	Vatten Kg/m3	Torr Kg/m3
B4	0-4	249,9	135,0	-46,0	4,4	4,4	0,5	64,3	2,8	61,5
B3	12-22	1202,3	1164,0	-3,2	-0,4	-0,4	0,4	554,3	-2,2	556,5
B1	0-8	1591,1	1676,0	5,3	2,4	2,4	0,7	798,1	19,2	778,9
B2	8-16G	523,4	536,0	2,4	-0,6	-0,6	0,6	255,2	-1,5	256,7
Tot.		3566,6	3511,0	-1,6						
S4	SILIK	29,1	29,0	-0,5				13,8	0,0	13,8
S2	ANL FA	942,3	942,0	0,0				448,6	0,0	448,6
TS1	SX-N	7,22	7,15	-1,0	0,0	81,0		3,40	2,8	0,6
TS3	L	6,28	6,29	0,2	0,0	96,0		3,00	2,9	0,1
KV	KALLV	54,8	55,0	0,4				26,2	26,2	0,0
VV	VARMV	268,9	269,0	0,1				128,1	128,1	0,0
VBT		0,38	0,38							
Kons		44,0	32,0							
Spädv liter		4,0	6,0					1,9	2,9	
Blandn.tid sek		60,0	145,0							
Betongtemp C		25,0	13,0							
Blandare		1								
Totalt Kg:		4879,2	4825,4	-1,1				2297,8	181,2	2116,7
Totalt liter:		1998	1978	-0,4				942		
inkl luft:		2103	2083					992		

FERSK BETONG	Bör	Er	HERDET BETONG				
Synkmål i mm:	220,0		Dato	Dögn	Densitet	Fasthet	Sign.
Utbredelse i mm:							
Luftinnhold i %:	5,0	5,6%					
Temperatur C:							
Densitet i kg/m3:							
Sign.		Pröve nr:					

Sidan 1 (1)

BETONG ØST

Laboratorierapport
Betong Øst Kongsvinger
Utskrivet 11-02-2013 10:59

Føljesedel: 27547
Antal satser: 3

11-02-2013 Kl. 07:49
Lasstorlek: 6,5 (Lasstorlek inkl lasskorr: 4,4)
Blandad kl: 07:43

Grundrecept: 7540
Tilläggsrecept: 51
12

B45 SV40 STD 22MM
L-stoff 1:9 0,65%
0,65% SX-N

Kund: 100097
Arbetsplats: 1204183
Bil: 13

VEIDEKKE ENTREPRENØR AS
PR.NR 32-677 SLOMARKA

Silo-namn	Matr	bör	är	%diff	bör %fukt	är %fukt	%abs	Kg/m3	Vatten Kg/m3	Torr Kg/m3
B4	0-4	523,6	416,0	-20,5	4,4	4,4	0,5	94,5	4,2	90,3
B3	12-22	2519,0	2504,0	-0,6	-0,4	-0,4	0,4	569,1	-2,3	571,4
B1	0-8.	3333,7	3396,0	1,9	2,4	2,4	0,7	771,8	18,5	753,3
B2	8-16G	1096,6	1118,0	2,0	-0,6	-0,6	0,6	254,1	-1,5	255,6
Tot.		7472,9	7434,0	-0,5						
S4	SILIK	61,1	61,2	0,2				13,9	0,0	13,9
S2	ANL FA	1974,3	1979,0	0,2				449,8	0,0	449,8
TS1	SX-N	15,14	15,23	0,6	0,0	81,0		3,46	2,8	0,7
TS3	L	13,16	13,20	0,3	0,0	96,0		3,00	2,9	0,1
KV	KALLV	114,8	117,0	2,0				26,6	26,6	0,0
VV	VARMV	563,3	563,0	-0,1				128,0	128,0	0,0
VBT		0,38	0,38							
Kons		35,0	21,3							
Späadv liter		9,0	11,0					2,0	2,5	
Blandn.tid sek		60,0	62,7							
Betongtemp C		25,0	15,7							
Blandare	1									

Totalt Kg:	10217,6	10188,6	-0,3		2315,6	181,7	2133,9
Totalt liter:	4187	4176	-0,1		949		
inkl luft:	4407	4396			999		

FERSK BETONG

Bör

Er

HERDET BETONG

Synkmål i mm:

220,0

700

Dato

Dögn

Densitet

Fasthet

Sign.

Utbredelse i mm:

Luftinnhold i %:

5,0

Temperatur C:

Densitet i kg/m3:

Sign.

Prøve nr:

Sidan 1 (1)

BETONG ØST

Laboratorierapport

Betong Øst Kongsvinger
Utskrivet 11-02-2013 10:59

Føljesedel: 27548
Antal satser: 4

11-02-2013 Kl. 08:32
Lasstorlek: 6,5
Blandad kl: 08:23

Grundrecept: 7540
Tilläggsrecept: 51
12

B45 SV40 STD 22MM
L-stoff 1:9 0,65%
0,65% SX-N

Kund: 100097
Arbetsplats: 1204183
Bil: 14

VEIDEKKE ENTREPRENØR AS
PR.NR 32-677 SLOMARKA

Silo-namn	Matr	bör	är	%diff	bör %fukt	är %fukt	%abs	Kg/m3	Vatten Kg/m3	Torr Kg/m3
B4	0-4	773,4	700,0	-9,5	4,4	4,4	0,5	107,7	4,7	103,0
B3	12-22	3721,3	3740,0	0,5	-0,4	-0,4	0,4	575,4	-2,3	577,7
B1	0-8.	4924,7	4974,0	1,0	2,4	2,4	0,7	765,2	18,4	746,8
B2	8-16G	1620,0	1611,0	-0,6	-0,6	-0,6	0,6	247,8	-1,5	249,3
Tot.		11039,5	11025,0	-0,1						
S4	SILIK	90,2	90,1	-0,1				13,9	0,0	13,9
S2	ANL FA	2916,6	2916,0	0,0				448,6	0,0	448,6
TS1	SX-N	22,36	22,19	-0,8	0,0	81,0		3,41	2,8	0,6
TS3	L	19,44	19,55	0,6	0,0	96,0		3,01	2,9	0,1
KV	KALLV	177,8	184,0	3,5				28,3	28,3	0,0
VV	VARMV	820,9	819,0	-0,2				126,0	126,0	0,0
VBT		0,38	0,38							
Kons		38,0	24,8							
Spädv liter		12,0	10,0					1,8	1,5	
Blandn.tid sek		60,0	101,8							
Betongtemp C		25,0	17,0							
Blandare		1								
Totalt Kg:		15089,8	15078,8	-0,1				2319,8	180,8	2139,0
Totalt liter:		6181	6176	0,0				950		
inkl luft:		6506	6501					1000		

FERSK BETONG

Bör

Er

HERDET BETONG

Synkmål i mm:

220,0

200

Dato

Dögn

Densitet

Fasthet

Sign.

Utbredelse i mm:

Luftinnhold i %:

5,0

Temperatur C:

Densitet i kg/m3:

Sign.

Prøve nr:

Sidan 1 (1)

BETONG ØST

Laboratorierapport
Betong Øst Kongsvinger
Utskrivet 25-02-2013 15:41

Føljesedel: 27631
Antal satser: 3

25-02-2013 Kl. 13:13
Lasstorlek: 6,5
Blandad kl: 13:06

Grundrecept: 7540
Tillägsrecept: 50
12

B45 SV40 STD 22MM
L-stoff 1:9 0,60%
0,65% SX-N

Kund: 100018
Arbetsplats: 1203784
Bil: 222

SKANSKA NORGE AS
GULLI BRU PR.NR: 24 07 23

Silo-namn	Matr	bör	är	%diff	bör %fukt	är %fukt	%abs	Kg/m3	Vatten Kg/m3	Torr Kg/m3
B4	0-4	781,2	1017,0	30,2	3,3	3,3	0,5	156,5	5,2	151,3
B1	0-8.	5026,8	4986,0	-0,8	2,3	2,3	0,7	767,1	17,6	749,5
B2	8-16G	1655,2	1667,0	0,7	-0,6	-0,6	0,6	256,5	-1,5	258,0
B3	16-22G	3641,7	3616,0	-0,7	-0,6	-0,6	0,6	556,3	-3,3	559,6
Tot.		11105,0	11286,0	1,6						
S4	SILIK	86,6	86,5	-0,1				13,3	0,0	13,3
S2	ANL FA	2800,3	2808,0	0,3				432,0	0,0	432,0
TS1	SX-N	21,58	21,77	0,9	0,0	81,0		3,35	2,7	0,6
TS3	L	17,29	17,18	-0,6	0,0	96,0		2,64	2,5	0,1
KV	KALLV	165,0	169,0	2,4				26,0	26,0	0,0
VV	VARMV	810,4	805,0	-0,7				123,8	123,8	0,0
VBT		0,38	0,38							
Kons		55,0	29,7							
Spädv liter		12,0	10,0					1,8	1,5	
Blandn.tid sek		60,0	77,3							
Betongtemp C		25,0	25,0							
Blandare		1								
Totalt Kg:		15010,2	15193,5	1,2				2337,5	174,5	2162,9
Totalt liter:		6186	6258	0,5				963		
inkl luft:		6511	6583					1013		

FERSK BETONG	Bör	Er	HERDET BETONG	Dato	Dögn	Densitet	Fasthet	Sign.
Synkmål i mm:	200,0							
Utbredelse i mm:								
Luftinnhold i %:	5,0							
Temperatur C:								
Densitet i kg/m3:								
Sign.	Pröve nr:							

Sidan 1 (1)

BETONG ØST

Laboratorierapport
Betong Øst Kongsvinger
Utskrivet 25-02-2013 15:40

Føljesedel: 27634
Antal satser: 3

25-02-2013 Kl. 14:03
Lasstorlek: 6,5
Blandad kl: 13:56

Grundrecept: 7540
Tillägsrecept: 50
12

B45 SV40 STD 22MM
L-stoff 1:9 0,60%
0,65% SX-N

Kund: 100018
Arbetsplats: 1203784
Bil: 219

SKANSKA NORGE AS
GULLI BRU PR.NR: 24 07 23

Silo-namn	Matr	bör	är	%diff	bör %fukt	är %fukt	%abs	Kg/m3	Vatten Kg/m3	Torr Kg/m3
B4	0-4	781,2	517,0	-33,8	3,3	3,3	0,5	79,5	2,6	76,9
B1	0-8	5026,8	5266,0	4,8	2,3	2,3	0,7	810,2	18,6	791,6
B2	8-16G	1655,2	1656,0	0,0	-0,6	-0,6	0,6	254,8	-1,5	256,3
B3	16-22G	3641,7	3669,0	0,7	-0,6	-0,6	0,6	564,5	-3,4	567,9
Tot.		11105,0	11108,0	0,0						
S4	SILIK	86,6	86,7	0,1				13,3	0,0	13,3
S2	ANL FA	2800,3	2799,0	0,0				430,6	0,0	430,6
TS1	SX-N	21,58	21,71	0,6	0,0	81,0		3,34	2,7	0,6
TS3	L	17,29	17,30	0,1	0,0	96,0		2,66	2,6	0,1
KV	KALLV	211,7	214,0	1,1				32,9	32,9	0,0
VV	VARMV	762,7	761,0	-0,2				117,1	117,1	0,0
VBT		0,38	0,38							
Kons		55,0	31,3							
Spädv liter		12,0	13,0					1,8	2,0	
Blandn.tid sek		60,0	77,0							
Betongtemp C		25,0	24,3							
Blandare		1								
Totalt Kg:		15009,2	15009,7	0,0				2309,2	173,6	2135,6
Totalt liter:		6185	6184	0,0				951		
inkl luft:		6510	6509					1001		

FERSK BETONG	Bör	Er	HERDET BETONG				
Synkmål i mm:	200,0		Dato	Dögn	Densitet	Fasthet	Sign.
Utbredelse i mm:							
Luftinnhold i %:	5,0						
Temperatur C:							
Densitet i kg/m3:							
Sign.	Pröve nr:						

Sidan 1 (1)

BETONG ØST

Laboratorierapport
Betong Øst Kongsvinger
Utskrivet 28-02-2013 14:37

Føljesedel: 27678
Antal satser: 3

28-02-2013 Kl. 14:11
Lasstorlek: 5,5 (Lasstorlek inkl lasskorr: 5,7)
Blandad kl: 14:03

Grundrecept: 7540
Tilläggsrecept: 51
12

B45 SV40 STD 22MM
L-stoff 1:9 0,65%
0,65% SX-N

Kund: 100097
Arbetsplats: 1204183
Bil: 32

VEIDEKKE ENTREPRENØR AS
PR.NR 32-677 SLOMARKA

Silo-namn	Matr	bör	är	%diff	bör %fukt	är %fukt	%abs	Kg/m3	Vatten Kg/m3	Torr Kg/m3
B4	0-4	687,9	661,0	-3,9	3,7	3,7	0,5	116,0	4,3	111,7
B1	0-8.	4440,0	4413,0	-0,6	3,0	3,0	0,7	774,2	23,2	751,0
B2	8-16G	1451,5	1397,0	-3,8	-0,6	-0,6	0,6	245,1	-1,5	246,6
B3	16-22G	3193,5	3242,0	1,5	-0,6	-0,6	0,6	568,8	-3,4	572,2
Tot.		9772,9	9713,0	-0,6						
S4	SILIK	75,9	75,9	0,0				13,3	0,0	13,3
S1	ANL FA	2455,7	2454,0	-0,1				430,5	0,0	430,5
TS1	SX-N	18,92	18,94	0,1	0,0	81,0		3,32	2,7	0,6
TS3	L	16,42	16,48	0,4	0,0	96,0		2,89	2,8	0,1
KV	KALLV	158,8	159,0	0,1				27,9	27,9	0,0
VV	VARMV	662,7	661,0	-0,3				116,0	116,0	0,0
VBT		0,38	0,38							
Kons		52,0	27,0							
Spädv liter		12,0	9,0					2,1	1,6	
Blandn.tid sek		60,0	99,7							
Betongtemp C		25,0	25,7							
Blandare	1									
Totalt Kg:		13165,4	13103,3	-0,5				2298,8	173,6	2125,2
Totalt liter:		5428	5399	-0,2				947		
inkl luft:		5713	5684					997		

FERSK BETONG	Bör	Er	HERDET BETONG				
Synkmål i mm:	200,0		Dato	Dögn	Densitet	Fasthet	Sign.
Utbredelse i mm:							
Luftinnhold i %:	5,0						
Temperatur C:							
Densitet i kg/m3:							
Sign.		Pröve nr:					

Sidan 1 (1)

BETONG ØST

Laboratorierapport
Betong Øst Kongsvinger
Utskrivet 01-03-2013 11:26

Føljesedel: 27680
Antal satser: 1

01-03-2013 Kl. 10:51
Lasstorlek: 2,0
Blandad kl: 10:48

Grundrecept: 8258
Tilläggsrecept: 48
12

B45 SV40 STD 22MM MOD 20% IND Veidekke
L-stoff 1:9 0,50%
0,65% SX-N

Kund: 100097
Arbetsplats: 1204183
Bil: 14

VEIDEKKE ENTREPRENØR AS
PR.NR 32-677 SLOMARKA

Silo-namn	Matr	bör	är	%diff	bör %fukt	är %fukt	%abs	Kg/m3	Vatten Kg/m3	Torr Kg/m3
B4	0-4	171,8	176,0	2,5	3,7	3,7	0,5	88,0	3,3	84,7
B1	0-8.	1621,1	1624,0	0,2	3,0	3,0	0,7	812,0	24,4	787,6
B2	8-16G	507,5	498,0	-1,9	-0,6	-0,6	0,6	249,0	-1,5	250,5
B3	16-22G	1116,4	1106,0	-0,9	-0,6	-0,6	0,6	553,0	-3,3	556,3
Tot.		3416,8	3404,0	-0,4						
S3	IND	179,7	186,0	3,5				93,0	0,0	93,0
S4	SILIK	26,9	26,9	-0,1				13,5	0,0	13,5
S1	ANL FA	691,9	681,0	-1,6				340,5	0,0	340,5
TS1	SX-N	7,00	7,17	2,4	0,0	81,0		3,59	2,9	0,7
TS3	L	4,48	4,25	-5,1	0,0	96,0		2,13	2,0	0,1
KV	KALLV	90,2	92,0	2,0				46,0	46,0	0,0
VV	VARMV	202,9	198,0	-2,4				99,0	99,0	0,0
VBT		0,38	0,38							
Kons		54,0	29,0							
Spädv liter		4,0	4,0					2,0	2,0	
Blandn.tid sek		60,0	125,0							
Betongtemp C		22,0	24,0							
Blandare		1								
Totalt Kg:		4623,9	4603,3	-0,4				2301,7	174,8	2126,9
Totalt liter:		1904	1894	-0,2				947		
inkl luft:		2004	1994					997		

FERSK BETONG	Bör	Er	HERDET BETONG				
Synkmål i mm:	200,0	150	Dato	Dögn	Densitet	Fasthet	Sign.
Utbredelse i mm:							
Luftinnhold i %:	5,0	luft b.p = 5,1					
Temperatur C:							
Densitet i kg/m3:							

Sidan 1 (1)

BETONG ØST

Laborierapport

Betong Øst Kongsvinger
Utskrivet 04-03-2013 07:35

Føljesedel: 27682
Antal satser: 1

04-03-2013 Kl. 07:32
Lasstorlek: 2,0 (Lasstorlek inkl lasskorr: 2,1)
Blandad kl: 07:29

Grundrecept: 8258
Tilläggsrecept: 48
12

B45 SV40 STD 22MM MOD 20% IND Veidekke
L-stoff 1:9 0,50%
0,65% SX-N

Kund: 100097
Arbetsplats: 1204183
Bil: 6

VEIDEKKE ENTREPRENØR AS
PR.NR 32-677 SLOMARKA

Silo-namn	Matr	bör	är	%diff	bör %fukt	är %fukt	%abs	Kg/m3	Vatten Kg/m3	Torr Kg/m3
B4	0-4	178,4	226,0	26,7	3,7	3,7	0,5	107,6	4,0	103,6
B1	0-8.	1683,6	1641,0	-2,5	3,0	3,0	0,7	781,4	23,4	758,0
B2	8-16G	527,0	546,0	3,6	-0,6	-0,6	0,6	260,0	-1,6	261,6
B3	16-22G	1159,5	1123,0	-3,1	-0,6	-0,6	0,6	534,8	-3,2	538,0
Tot.		3548,5	3536,0	-0,4						
S3	IND	192,8	190,0	-1,4				90,5	0,0	90,5
S4	SILIK	28,9	29,0	0,3				13,8	0,0	13,8
S2	ANL FA	742,2	745,0	0,4				354,8	0,0	354,8
TS1	SX-N	7,50	7,62	1,6	0,0	81,0		3,63	2,9	0,7
TS3	L	4,81	4,72	-1,9	0,0	96,0		2,25	2,1	0,1
KV	KALLV	106,8	109,0	2,0				51,9	51,9	0,0
VV	VARMV	208,8	207,0	-0,9				98,6	98,6	0,0
VBT		0,38	0,38							
Kons		49,0	30,0							
Spädv liter		4,0	3,0					1,9	1,4	
Blandn.tid sek		60,0	172,0							
Betongtemp C		22,0	22,0							
Blandare		1								
Totalt Kg:		4844,3	4831,3	-0,3				2300,6	179,5	2121,1
Totalt liter:		1999	1994	-0,1				950		
inkl luft:		2104	2099					1000		

FERSK BETONG	Bör	Er	HERDET BETONG				
Synkmål i mm:	210,0		Dato	Dögn	Densitet	Fasthet	Sign.
Utbredelse i mm:							
Luftinnhold i %:	5,0						
Temperatur C:							
Densitet i kg/m3:							

Sidan 1 (1)

BETONG ØST

Laboratorierapport
Betong Øst Kongsvinger
Utskrivet 08-03-2013 12:12

Føljesedel: 27731
Antal satser: 1

08-03-2013 Kl. 12:12
Lasstorlek: 2,0
Blandad kl: 12:10

Grundrecept: 8258
Tillägsrecept: 48
12

B45 SV40 STD 22MM MOD 20% IND Veidekke
L-stoff 1:9 0,50%
0,65% SX-N

Kund: 100097
Arbetsplats: 1204183
Bil: 32

VEIDEKKE ENTREPRENØR AS
PR.NR 32-677 SLOMARKA

Silo-namn	Matr	bör	är	%diff	bör %fukt	är %fukt	%abs	Kg/m3	Vatten Kg/m3	Torr Kg/m3
B4	0-4	166,6	144,0	-13,5	2,8	2,8	0,5	72,0	2,0	70,0
B1	0-8.	1572,0	1551,0	-1,3	2,1	2,1	0,7	775,5	16,3	759,2
B2	8-16G	496,7	549,0	10,5	-0,6	-0,6	0,6	274,5	-1,6	276,1
B3	16-22G	1092,6	1056,0	-3,4	-0,6	-0,6	0,6	528,0	-3,2	531,2
Tot.		3327,9	3300,0	-0,8						
S3	IND	187,1	192,0	2,6				96,0	0,0	96,0
S4	SILIK	28,1	28,0	-0,2				14,0	0,0	14,0
S1	ANL FA	720,3	713,0	-1,0				356,5	0,0	356,5
TS1	SX-N	7,26	7,31	0,7	0,0	81,0		3,66	3,0	0,7
TS3	L	4,66	4,90	5,2	0,0	96,0		2,45	2,4	0,1
KV	KALLV	114,7	101,0	-12,0				50,5	50,5	0,0
VV	VARMV	209,5	223,0	6,5				111,5	111,5	0,0
VBT		0,38	0,38							
Kons		43,0	28,0							
Spädv liter		4,0	4,0					2,0	2,0	
Blandn.tid sek		60,0	63,0							
Betongtemp C		23,0	18,0							
Blandare		1								
Totalt Kg:		4603,4	4573,2	-0,7				2286,6	182,9	2103,7
Totalt liter:		1904	1892	-0,3				946		
inkl luft:		2004	1992					996		

FERSK BETONG

Bör

Er

HERDET BETONG

Synkmål i mm: 220,0

Dato Dögn Densitet Fasthet Sign.

Utbredelse i mm:

Luftinnhold i %: 5,0

Temperatur C:

Densitet i kg/m3:

Sidan 1 (1)

BETONG ØST

Laboratorierapport
Betong Øst Kongsvinger
Utskrivet 08-03-2013 14:06

Føljesedel: 27734
Antal satser: 1

08-03-2013 Kl. 13:15
Lasstorlek: 2,0
Blandad kl: 13:13

Grundrecept: 8258
Tillägsrecept: 48
12

B45 SV40 STD 22MM MOD 20% IND Veidekke
L-stoff 1:9 0,50%
0,65% SX-N

Kund: 100097
Arbetsplats: 1204183
Bil: 6

VEIDEKKE ENTREPRENØR AS
PR.NR 32-677 SLOMARKA

Silo-namn	Matr	bör	är	%diff	bör %fukt	är %fukt	%abs	Kg/m3	Vatten Kg/m3	Torr Kg/m3
B4	0-4	166,6	49,0	-70,6	2,8	2,8	0,5	24,5	0,7	23,8
B1	0-8.	1572,0	1620,0	3,1	2,1	2,1	0,7	810,0	17,0	793,0
B2	8-16G	496,7	535,0	7,7	-0,6	-0,6	0,6	267,5	-1,6	269,1
B3	16-22G	1092,6	1074,0	-1,7	-0,6	-0,6	0,6	537,0	-3,2	540,2
Tot.		3327,9	3278,0	-1,5						
S3	IND	187,1	185,0	-1,1				92,5	0,0	92,5
S4	SILIK	28,1	28,2	0,5				14,1	0,0	14,1
S1	ANL FA	720,3	720,0	0,0				360,0	0,0	360,0
TS1	SX-N	7,26	7,43	2,3	0,0	81,0		3,72	3,0	0,7
TS3	L	4,66	4,52	-3,0	0,0	96,0		2,26	2,2	0,1
KV	KALLV	114,7	100,0	-12,8				50,0	50,0	0,0
VV	VARMV	209,5	226,0	7,9				113,0	113,0	0,0
VBT		0,38	0,38							
Kons		43,0	25,0							
Spädv liter		4,0	1,0					2,0	0,5	
Blandn.tid sek		60,0	91,0							
Betongtemp C		23,0	22,0							
Blandare		1								
Totalt Kg:		4603,4	4550,2	-1,2				2275,1	181,6	2093,5
Totalt liter:		1904	1881	-0,5				941		
inkl luft:		2004	1981					991		

FERSK BETONG	Bör	Er	HERDET BETONG	Dato	Dögn	Densitet	Fasthet	Sign.
Synkmål i mm:	220,0							
Utbredelse i mm:								
Luftinnhold i %:	5,0							
Temperatur C:								
Densitet i kg/m3:								

Sidan 1 (1)

BETONG ØST

Laboratorierapport
Betong Øst Kongsvinger
Utskrivet 08-03-2013 14:06

Føljesedel: 27736
Antal satser: 1

08-03-2013 Kl. 13:45
Lasstorlek: 2,0
Blandad kl: 13:44

Grundrecept: 8258
Tillägsrecept: 48
12

B45 SV40 STD 22MM MOD 20% IND Veidekke
L-stoff 1:9 0,50%
0,65% SX-N

Kund: 100097
Arbetsplats: 1204183
Bil: 32

VEIDEKKE ENTREPRENØR AS
PR.NR 32-677 SLOMARKA

<u>Silo-</u> <u>namn</u>	<u>Matr</u>	<u>bör</u>	<u>är</u>	<u>%diff</u>	<u>bör</u> <u>%fukt</u>	<u>är</u> <u>%fukt</u>	<u>%abs</u>	<u>Kg/m3</u>	<u>Vatten</u> <u>Kg/m3</u>	<u>Torr</u> <u>Kg/m3</u>
B4	0-4	166,6	53,0	-68,2	2,8	2,8	0,5	26,5	0,7	25,8
B1	0-8	1572,0	1676,0	6,6	2,1	2,1	0,7	838,0	17,6	820,4
B2	8-16G	496,7	479,0	-3,6	-0,6	-0,6	0,6	239,5	-1,4	240,9
B3	16-22G	1092,6	1112,0	1,8	-0,6	-0,6	0,6	556,0	-3,3	559,3
Tot.		3327,9	3320,0	-0,2						
S3	IND	187,1	183,0	-2,2				91,5	0,0	91,5
S4	SILIK	28,1	28,1	0,1				14,1	0,0	14,1
S1	ANL FA	720,3	722,0	0,2				361,0	0,0	361,0
TS1	SX-N	7,26	7,27	0,1	0,0	81,0		3,64	2,9	0,7
TS3	L	4,66	4,72	1,3	0,0	96,0		2,36	2,3	0,1
KV	KALLV	114,7	101,0	-12,0				50,5	50,5	0,0
VV	VARMV	209,5	224,0	6,9				112,0	112,0	0,0
VBT		0,38	0,38							
Kons		43,0	29,0							
Spädv liter		4,0	2,0					2,0	1,0	
Blandn.tid sek		60,0	62,0							
Betongtemp C		23,0	21,0							
Blandare		1								

Totalt Kg:	4603,4	4592,1	-0,2		2296,0	182,3	2113,7
Totalt liter:	1904	1898	-0,1		949		
inkl luft:	2004	1998			999		

FERSK BETONG

Bör

Er

HERDET BETONG

Synkmål i mm: 220,0

Dato Dögn Densitet Fasthet Sign.

Utbredelse i mm:

Luftinnhold i %: 5,0

Temperatur C:

Densitet i kg/m3:

Sidan 1 (1)

BETONG ØST

Laboratorierapport

Betong Øst Kongsvinger
Utskrivet 11-03-2013 13:10

Føljesedel: 27744
Antal satser: 4

11-03-2013 Kl. 13:08

Lasstorlek: 7,3 (Lasstorlek inkl lasskorr: 7,4)
Blandad kl: 12:56

Grundrecept: 7540
Tilläggsrecept: 51
12

B45 SV40 STD 22MM
L-stoff 1:9 0,65%
0,65% SX-N

Kund: 100097
Arbetsplats: 1204183
Bil: 32

VEIDEKKE ENTREPRENØR AS
PR.NR 32-677 SLOMARKA

Silo-namn	Matr	bör	är	%diff	bör %fukt	är %fukt	%abs	Kg/m3	Vatten Kg/m3	Torr Kg/m3
B4	0-4	886,6	1016,0	14,6	3,0	3,0	0,5	137,3	4,1	133,2
B1	0-8.	5722,9	5674,0	-0,9	2,3	2,3	0,7	766,8	17,6	749,2
B2	8-16G	1884,4	1871,0	-0,7	-0,6	-0,6	0,6	252,8	-1,5	254,3
B3	16-22G	4145,9	4150,0	0,1	-0,6	-0,6	0,6	560,8	-3,4	564,2
Tot.		12639,8	12711,0	0,6						
S4	SILIK	98,6	98,5	-0,1				13,3	0,0	13,3
S1	ANL FA	3188,1	3191,0	0,1				431,2	0,0	431,2
TS1	SX-N	24,57	24,91	1,4	0,0	81,0		3,37	2,8	0,6
TS3	L	21,31	21,13	-0,9	0,0	96,0		2,86	2,8	0,1
KV	KALLV	307,8	295,0	-4,2				39,9	39,9	0,0
VV	VARMV	803,9	821,0	2,1				110,9	110,9	0,0
VBT		0,38	0,38							
Kons		51,0	24,5							
Spädv liter		16,0	11,0					2,2	1,5	
Blandn.tid sek		50,0	95,5							
Betongtemp C		23,0	22,5							
Blandare		1								

Totalt Kg:	17088,1	17163,5	0,4	2319,4	174,7	2144,7
Totalt liter:	7045	7074	0,2	956		
inkl luft:	7415	7444		1006		

FERSK BETONG	Bör	Er	HERDET BETONG				
Synkmål i mm:	200,0		Dato	Dögn	Densitet	Fasthet	Sign.
Utbredelse i mm:							
Luftinnhold i %:	5,0						
Temperatur C:							
Densitet i kg/m3:							
Sign.		Pröve nr:					

Sidan 1 (1)

BETONG ØST

Laboratorierapport
Betong Øst Kongsvinger
Utskrivet 11-03-2013 16:07

Føljesedel: 27747
Antal satser: 1

11-03-2013 Kl. 14:32
Lasstorlek: 2,0
Blandad kl: 14:30

Grundrecept: 8258
Tilläggsrecept: 48
12

B45 SV40 STD 22MM MOD 20% IND Veidekke
L-stoff 1:9 0,50%
0,65% SX-N

Kund: 100097
Arbetsplats: 1204183
Bil: 32

VEIDEKKE ENTREPRENØR AS
PR.NR 32-677 SLOMARKA

<u>Silo-namn</u>	<u>Matr</u>	<u>bör</u>	<u>är</u>	<u>%diff</u>	<u>bör %fukt</u>	<u>är %fukt</u>	<u>%abs</u>	<u>Kg/m3</u>	<u>Vatten Kg/m3</u>	<u>Torr Kg/m3</u>
B4	0-4	166,9	37,0	-77,8	3,0	3,0	0,5	18,5	0,6	17,9
B1	0-8.	1575,2	1696,0	7,7	2,3	2,3	0,7	848,0	19,5	828,5
B2	8-16G	496,7	494,0	-0,5	-0,6	-0,6	0,6	247,0	-1,5	248,5
B3	16-22G	1092,6	1092,0	-0,1	-0,6	-0,6	0,6	546,0	-3,3	549,3
Tot.		3331,4	3319,0	-0,4						
S3	IND	187,1	185,0	-1,1				92,5	0,0	92,5
S4	SILIK	28,1	27,9	-0,6				14,0	0,0	14,0
S2	ANL FA	720,3	716,0	-0,6				358,0	0,0	358,0
TS1	SX-N	7,26	7,30	0,6	0,0	81,0		3,65	3,0	0,7
TS3	L	4,66	4,66	0,0	0,0	96,0		2,33	2,2	0,1
KV	KALLV	108,5	99,0	-8,8				49,5	49,5	0,0
VV	VARMV	212,1	221,0	4,2				110,5	110,5	0,0
VBT		0,38	0,38							
Kons		43,0	27,0							
Späadv liter		4,0	3,0					2,0	1,5	
Blandn.tid sek		60,0	75,0							
Betongtemp C		23,0	22,0							
Blandare	1									
Totalt Kg:		4603,4	4582,9	-0,4				2291,4	182,0	2109,4
Totalt liter:		1904	1894	-0,2				947		
inkl luft:		2004	1994					997		

FERSK BETONG	Bör	Er	HERDET BETONG				
Synkmål i mm:	220,0		Dato	Dögn	Densitet	Fasthet	Sign.
Utbredelse i mm:							
Luftinnhold i %:	5,0						
Temperatur C:							
Densitet i kg/m3:							

Sidan 1 (1)

BETONG ØST

Recept Detaljerat

Betong Øst Kongsvinger
Utskrivet 25-02-2013 12:51

Grundrecept: 8258
Version: 0

B45 SV40 STD 22MM MOD 20% IND Veidekke

Sättmått: 180 mm
VBT: 0,39
Konsistens: 68
Blandn. tid: 60
Stenandel: 48 %

Justering tillåten mellan 120 och 240 mm.

Skapad: 15-02-2013 Stefan
Ändrad: 15-02-2013 Stefan
Använd: ?
Kontr.: 15-02-2013

<u>Benämning</u>	<u>Kortnamn</u>	<u>Kg/m3</u>	<u>Procent</u>	<u>Effektfaktor</u>
Silika Fesil	SILIK	12,70	3,00	2
Industri-sement Norcem	IND	84,64	20,00	1
Anlegg FA Norcem	ANL FA	325,87	77,00	1
Kallvatten	KALLV	170,00	100,00	
Mapeair25	L	2,12	0,50	0
16 - 22 mm Grasmo	16-22G	572,04	33,00	
8 - 16 mm Grasmo	8-16G	260,03	15,00	
0 - 8 mm Grasmo	0-8.	805,74	47,00	
0 - 4 mm Gropa	0-4	84,77	5,00	

Total vikt: 2317,91

BETONG ØST

Recept Detaljerat

Betong Øst Kongsvinger
Utskrivet 25-02-2013 12:53

Grundrecept: 7540
Version: 0

B45 SV40 STD 22MM

Sättmått: 180 mm
VBT: 0,38
Konsistens: 68
Blandn. tid: 60
Stenandel: 48 %

Justering tillåten mellan 120 och 240 mm.

Skapad: 08-02-2005 Lars
Ändrad: 25-02-2013 Sondre
Använd: 25-02-2013
Kontr.: 25-02-2013

<u>Benämning</u>	<u>Kortnamn</u>	<u>Kg/m3</u>	<u>Procent</u>	<u>Effektfaktor</u>
Silika Fesil	SILIK	12,80	3,00	2
Anlegg FA Norcem	ANL FA	413,87	97,00	1
Kallvatten	KALLV	167,00	100,00	
Mapeair25	L	2,56	0,60	0
16 - 22 mm Grasmo	16-22G	572,42	33,00	
8 - 16 mm Grasmo	8-16G	260,20	15,00	
0 - 8 mm Grasmo	0-8.	771,98	45,00	
0 - 4 mm Gropa	0-4	118,74	7,00	

Total vikt: 2319,57

BETONG ØST

Tilleggsresept detaljerat
 Betong Øst Kongsvinger
 Utskrivet 25-02-2013 12:53

Tilleggsresept: 12
Version: 22

0,65% SX-N

Korrigeringar:	+/-	Faktor
Tot bindemedel:	0,00	1,00
Stenandel:	0,00	1,00
Vatten:	0,00	1,00
Spädvatten:	0,00	
Slamvatten:	0,00	0,00
VBT:	0,00	
Luft:	0,00	
Konsistens:	0,00	
Blandningstid:	0,00	

Skapad: 07-05-2012 Sondre
 Ändrad: 07-05-2012 Sondre

Blandningssekvens:

Familj:

Grundvärde:		kg	%	Eff.faktor
SX-N	Dynamon SX-N	0,00	0,65	0,00

Materialkorrigeringar: kg %

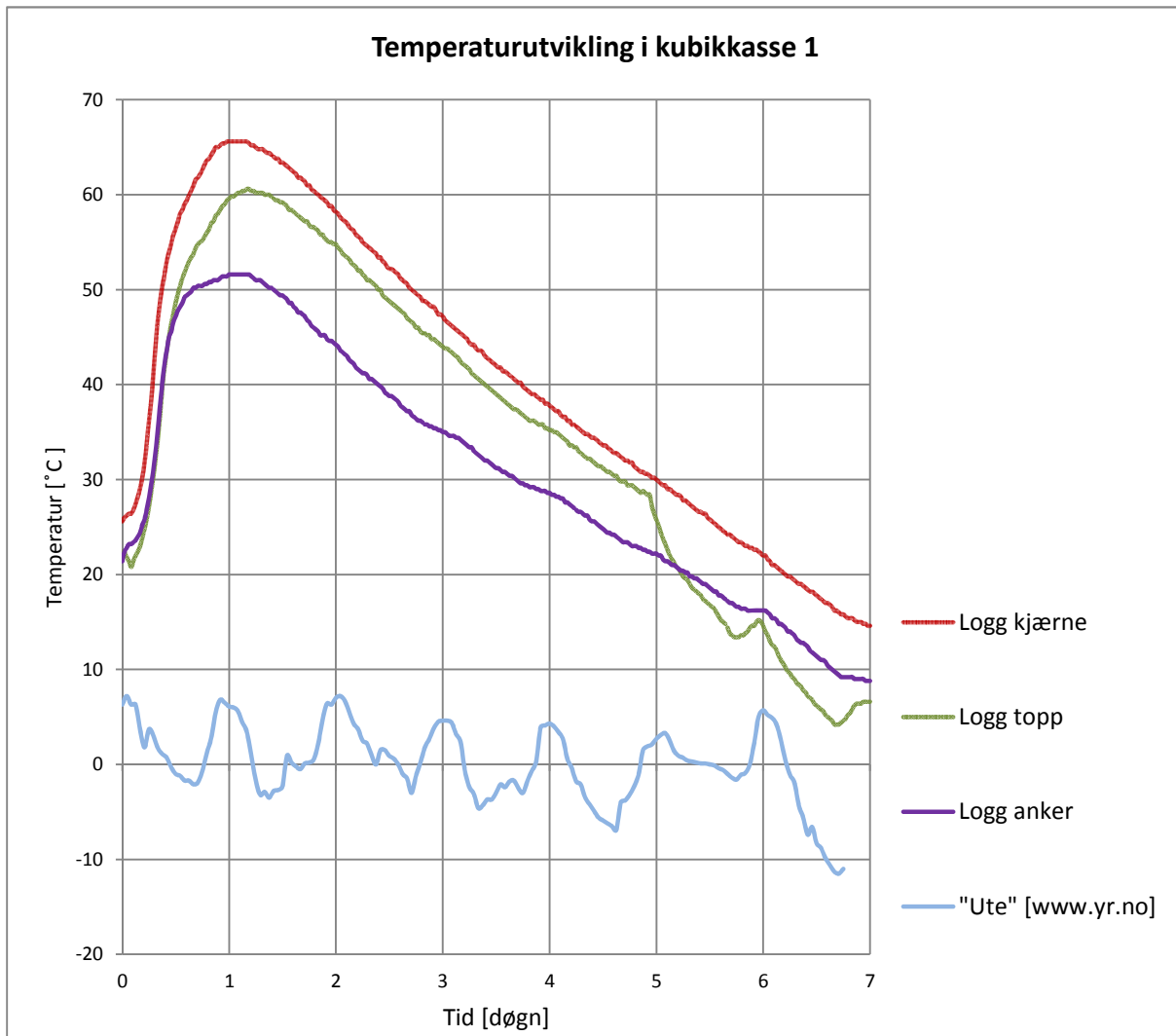
Tabell V4.1: Kubikkasse1			data frå temperaturlogg			vêrdata [www.yr.no]	
tid			temperatur [°C]			temperatur	vind
[dato, kl]	[timar]	[dagar]	anker	topp	kjærne	[°C]	[m/s]
28.02.13 14:00	0	0,00	21,4	22,4	25,6	6,3	2,2
28.02.13 14:30	0,5	0,02	22,4	22,4	26,0		
28.02.13 15:00	1	0,04	22,8	21,8	26,2	7,2	2,6
28.02.13 15:30	1,5	0,06	23,2	21,4	26,4		
28.02.13 16:00	2	0,08	23,2	20,8	26,4	6,3	2,1
28.02.13 16:30	2,5	0,10	23,4	21,4	26,8		
28.02.13 17:00	3	0,13	23,6	22,0	27,4	6,3	0,6
28.02.13 17:30	3,5	0,15	24,0	22,4	28,2		
28.02.13 18:00	4	0,17	24,4	23,0	29,0	3,7	1,2
28.02.13 18:30	4,5	0,19	25,2	23,8	30,2		
28.02.13 19:00	5	0,21	25,8	24,8	31,8	1,8	0,9
28.02.13 19:30	5,5	0,23	26,8	25,8	33,8		
28.02.13 20:00	6	0,25	28,0	27,2	36,0	3,7	4,1
28.02.13 20:30	6,5	0,27	29,4	28,6	38,4		
28.02.13 21:00	7	0,29	31,2	30,4	41,2	3	2,1
28.02.13 21:30	7,5	0,31	33,0	32,2	44,2		
28.02.13 22:00	8	0,33	35,2	34,2	46,8	1,7	2,4
28.02.13 22:30	8,5	0,35	37,8	36,8	48,8		
28.02.13 23:00	9	0,38	40,2	39,6	50,4	1,1	2,1
28.02.13 23:30	9,5	0,40	42,2	41,8	51,6		
01.03.13 0:00	10	0,42	43,6	43,6	53,0	0,7	1,9
01.03.13 0:30	10,5	0,44	45,0	45,0	54,0		
01.03.13 1:00	11	0,46	45,6	46,4	54,8	-0,3	1
01.03.13 1:30	11,5	0,48	46,6	47,6	55,8		
01.03.13 2:00	12	0,50	47,2	48,6	56,4	-1,0	1,3
01.03.13 2:30	12,5	0,52	47,8	49,6	57,2		
01.03.13 3:00	13	0,54	48,2	50,4	58,0	-1,2	1,4
01.03.13 3:30	13,5	0,56	48,6	51,2	58,4		
01.03.13 4:00	14	0,58	49,2	51,8	59,0	-1,7	2,1
01.03.13 4:30	14,5	0,60	49,4	52,4	59,4		
01.03.13 5:00	15	0,63	49,6	53,0	60,0	-1,7	1,6
01.03.13 5:30	15,5	0,65	49,8	53,4	60,4		
01.03.13 6:00	16	0,67	50,2	53,8	61,0	-2,1	1,2
01.03.13 6:30	16,5	0,69	50,2	54,4	61,6		
01.03.13 7:00	17	0,71	50,4	54,8	61,8	-1,9	1,7
01.03.13 7:30	17,5	0,73	50,4	55,0	62,2		
01.03.13 8:00	18	0,75	50,4	55,2	62,6	-0,7	2,2
01.03.13 8:30	18,5	0,77	50,6	55,6	63,2		
01.03.13 9:00	19	0,79	50,6	56,0	63,6	1,2	2,4
01.03.13 9:30	19,5	0,81	50,8	56,4	63,8		
01.03.13 10:00	20	0,83	50,8	57,0	64,2	2,8	2,2
01.03.13 10:30	20,5	0,85	51,0	57,2	64,6		
01.03.13 11:00	21	0,88	51,0	57,8	65,0	5,5	4,1
01.03.13 11:30	21,5	0,90	51,0	58,0	65,0		
01.03.13 12:00	22	0,92	51,2	58,4	65,2	6,8	2
01.03.13 12:30	22,5	0,94	51,4	58,8	65,4		
01.03.13 13:00	23	0,96	51,4	59,0	65,4	6,5	4,4
01.03.13 13:30	23,5	0,98	51,4	59,4	65,6		
01.03.13 14:00	24	1,00	51,6	59,6	65,6	6,1	3,5
01.03.13 14:30	24,5	1,02	51,6	59,8	65,6		
01.03.13 15:00	25	1,04	51,6	59,8	65,6	6	2,7
01.03.13 15:30	25,5	1,06	51,6	60,0	65,6		
01.03.13 16:00	26	1,08	51,6	60,2	65,6	5,6	2,6
01.03.13 16:30	26,5	1,10	51,6	60,2	65,6		
01.03.13 17:00	27	1,13	51,6	60,4	65,6	4,4	1,9
01.03.13 17:30	27,5	1,15	51,6	60,4	65,6		
01.03.13 18:00	28	1,17	51,6	60,6	65,6	3,4	1,5
01.03.13 18:30	28,5	1,19	51,6	60,6	65,4		
01.03.13 19:00	29	1,21	51,4	60,4	65,2	0,9	0,5
01.03.13 19:30	29,5	1,23	51,2	60,4	65,2		
01.03.13 20:00	30	1,25	51,0	60,2	65,0	-1,7	0,6
01.03.13 20:30	30,5	1,27	51,0	60,2	64,8		
01.03.13 21:00	31	1,29	51,0	60,2	64,8	-3,2	0,5
01.03.13 21:30	31,5	1,31	50,8	60,2	64,8		
01.03.13 22:00	32	1,33	50,6	60,0	64,6	-2,9	0,3
01.03.13 22:30	32,5	1,35	50,4	60,0	64,4		
01.03.13 23:00	33	1,38	50,2	60,0	64,4	-3,5	0,2
01.03.13 23:30	33,5	1,40	50,2	59,8	64,2		

Tabell V4.1: Kubikkasse1			data frå temperaturlogg			vêrdata [www.yr.no]	
tid			temperatur [°C]			temperatur	vind
[dato, kl]	[timar]	[dagar]	anker	topp	kjærne	[°C]	[m/s]
02.03.13 0:00	34	1,42	50,0	59,6	64,0	-2,8	0,6
02.03.13 0:30	34,5	1,44	49,8	59,4	63,8		
02.03.13 1:00	35	1,46	49,6	59,4	63,8	-2,7	0,4
02.03.13 1:30	35,5	1,48	49,4	59,2	63,4		
02.03.13 2:00	36	1,50	49,4	59,2	63,4	-2,3	2,9
02.03.13 2:30	36,5	1,52	49,2	59,0	63,2		
02.03.13 3:00	37	1,54	49,0	58,8	63,0	0,9	2,5
02.03.13 3:30	37,5	1,56	48,6	58,4	62,8		
02.03.13 4:00	38	1,58	48,6	58,4	62,6	0,2	1,3
02.03.13 4:30	38,5	1,60	48,2	58,2	62,4		
02.03.13 5:00	39	1,63	48,0	58,0	62,2	-0,2	2,4
02.03.13 5:30	39,5	1,65	47,6	57,8	61,8		
02.03.13 6:00	40	1,67	47,6	57,6	61,8	-0,5	0,8
02.03.13 6:30	40,5	1,69	47,4	57,4	61,6		
02.03.13 7:00	41	1,71	47,2	57,2	61,4	0,1	1,6
02.03.13 7:30	41,5	1,73	46,8	57,2	61,0		
02.03.13 8:00	42	1,75	46,6	56,8	61,0	0,2	1,9
02.03.13 8:30	42,5	1,77	46,2	56,6	60,6		
02.03.13 9:00	43	1,79	46,0	56,6	60,4	0,5	3,6
02.03.13 9:30	43,5	1,81	45,8	56,4	60,2		
02.03.13 10:00	44	1,83	45,6	56,2	60,0	2,1	3,6
02.03.13 10:30	44,5	1,85	45,2	55,8	59,8		
02.03.13 11:00	45	1,88	45,2	55,8	59,6	4,7	6,1
02.03.13 11:30	45,5	1,90	45,2	55,4	59,4		
02.03.13 12:00	46	1,92	44,8	55,2	59,2	6,4	4,7
02.03.13 12:30	46,5	1,94	44,6	55,0	58,8		
02.03.13 13:00	47	1,96	44,6	55,0	58,8	6,3	4,1
02.03.13 13:30	47,5	1,98	44,4	54,8	58,4		
02.03.13 14:00	48	2,00	44,2	54,8	58,2	7,0	4,7
02.03.13 14:30	48,5	2,02	44,0	54,4	58,0		
02.03.13 15:00	49	2,04	43,6	54,2	57,6	7,2	5,3
02.03.13 15:30	49,5	2,06	43,4	53,8	57,4		
02.03.13 16:00	50	2,08	43,2	53,6	57,2	6,7	4,4
02.03.13 16:30	50,5	2,10	43,0	53,4	57,0		
02.03.13 17:00	51	2,13	42,6	53,2	56,6	5,5	4,5
02.03.13 17:30	51,5	2,15	42,4	52,8	56,4		
02.03.13 18:00	52	2,17	42,2	52,6	56,2	4,3	4
02.03.13 18:30	52,5	2,19	41,8	52,4	55,8		
02.03.13 19:00	53	2,21	41,6	52,0	55,6	3,7	3
02.03.13 19:30	53,5	2,23	41,4	52,0	55,4		
02.03.13 20:00	54	2,25	41,2	51,6	55,0	2,5	2,9
02.03.13 20:30	54,5	2,27	41,2	51,4	54,8		
02.03.13 21:00	55	2,29	41,0	51,0	54,6	2,2	0,9
02.03.13 21:30	55,5	2,31	40,6	51,0	54,4		
02.03.13 22:00	56	2,33	40,6	50,8	54,2	1,0	0,7
02.03.13 22:30	56,5	2,35	40,4	50,6	54,0		
02.03.13 23:00	57	2,38	40,2	50,4	53,8	0	1,6
02.03.13 23:30	57,5	2,40	40,0	50,0	53,4		
03.03.13 0:00	58	2,42	39,8	50,0	53,4	1,5	4,5
03.03.13 0:30	58,5	2,44	39,6	49,4	53,0		
03.03.13 1:00	59	2,46	39,2	49,2	52,8	1,5	2,4
03.03.13 1:30	59,5	2,48	39,0	49,0	52,4		
03.03.13 2:00	60	2,50	38,8	48,8	52,2	0,9	2,3
03.03.13 2:30	60,5	2,52	38,8	48,6	52,2		
03.03.13 3:00	61	2,54	38,6	48,4	52,0	0,6	2,4
03.03.13 3:30	61,5	2,56	38,4	48,2	51,8		
03.03.13 4:00	62	2,58	38,2	48,0	51,6	0,0	1,9
03.03.13 4:30	62,5	2,60	37,8	47,8	51,2		
03.03.13 5:00	63	2,63	37,6	47,6	51,0	-1	1,6
03.03.13 5:30	63,5	2,65	37,4	47,4	50,8		
03.03.13 6:00	64	2,67	37,2	47,0	50,6	-1,5	1
03.03.13 6:30	64,5	2,69	37,2	46,8	50,2		
03.03.13 7:00	65	2,71	36,8	46,6	50,0	-3	1,1
03.03.13 7:30	65,5	2,73	36,6	46,4	49,8		
03.03.13 8:00	66	2,75	36,4	46,0	49,6	-1,2	1,4
03.03.13 8:30	66,5	2,77	36,2	46,0	49,4		
03.03.13 9:00	67	2,79	36,2	45,6	49,2	0,2	2
03.03.13 9:30	67,5	2,81	36,0	45,4	48,8		

Tabell V4.1: Kubikkasse1			data frå temperaturlogg			vêrdata [www.yr.no]	
tid			temperatur [°C]			temperatur	vind
[dato, kl]	[timar]	[dagar]	anker	topp	kjærne	[°C]	[m/s]
03.03.13 10:00	68	2,83	35,8	45,4	48,8	1,8	2,1
03.03.13 10:30	68,5	2,85	35,8	45,2	48,6		
03.03.13 11:00	69	2,88	35,6	45,2	48,4	2,7	2,8
03.03.13 11:30	69,5	2,90	35,6	44,8	48,2		
03.03.13 12:00	70	2,92	35,4	44,8	48,2	3,8	2,8
03.03.13 12:30	70,5	2,94	35,4	44,6	47,8		
03.03.13 13:00	71	2,96	35,2	44,4	47,4	4,5	2,7
03.03.13 13:30	71,5	2,98	35,2	44,2	47,4		
03.03.13 14:00	72	3,00	35,0	44,0	47,2	4,6	2
03.03.13 14:30	72,5	3,02	35,0	43,8	46,8		
03.03.13 15:00	73	3,04	34,8	43,8	46,6	4,6	1,3
03.03.13 15:30	73,5	3,06	34,6	43,6	46,4		
03.03.13 16:00	74	3,08	34,6	43,4	46,2	4,4	0,6
03.03.13 16:30	74,5	3,10	34,6	43,2	46,0		
03.03.13 17:00	75	3,13	34,4	43,0	45,8	3,2	0,7
03.03.13 17:30	75,5	3,15	34,4	42,8	45,6		
03.03.13 18:00	76	3,17	34,2	42,4	45,4	2,4	0,3
03.03.13 18:30	76,5	3,19	34,0	42,2	45,2		
03.03.13 19:00	77	3,21	33,8	42,0	45,0	-0,7	0,9
03.03.13 19:30	77,5	3,23	33,6	41,8	44,8		
03.03.13 20:00	78	3,25	33,4	41,6	44,4	-2,4	0,3
03.03.13 20:30	78,5	3,27	33,4	41,2	44,2		
03.03.13 21:00	79	3,29	33,0	41,0	44,2	-3,1	0,6
03.03.13 21:30	79,5	3,31	32,8	40,8	43,8		
03.03.13 22:00	80	3,33	32,6	40,6	43,6	-4,6	0,6
03.03.13 22:30	80,5	3,35	32,4	40,4	43,6		
03.03.13 23:00	81	3,38	32,2	40,2	43,4	-4,3	0,6
03.03.13 23:30	81,5	3,40	32,0	40,0	43,0		
04.03.13 0:00	82	3,42	32,0	39,8	42,8	-3,7	1
04.03.13 0:30	82,5	3,44	31,8	39,6	42,6		
04.03.13 1:00	83	3,46	31,6	39,4	42,4	-3,7	1,7
04.03.13 1:30	83,5	3,48	31,4	39,2	42,2		
04.03.13 2:00	84	3,50	31,2	39,0	42,0	-3,0	1,8
04.03.13 2:30	84,5	3,52	31,2	38,8	41,8		
04.03.13 3:00	85	3,54	31,0	38,6	41,8	-2,1	1
04.03.13 3:30	85,5	3,56	30,8	38,4	41,4		
04.03.13 4:00	86	3,58	30,8	38,2	41,4	-2,4	1,1
04.03.13 4:30	86,5	3,60	30,6	38,0	41,2		
04.03.13 5:00	87	3,63	30,4	37,8	41,0	-1,8	0,3
04.03.13 5:30	87,5	3,65	30,4	37,6	40,8		
04.03.13 6:00	88	3,67	30,2	37,4	40,6	-1,7	0,6
04.03.13 6:30	88,5	3,69	30,0	37,4	40,4		
04.03.13 7:00	89	3,71	29,8	37,2	40,2	-2,5	0,2
04.03.13 7:30	89,5	3,73	29,6	37,0	40,2		
04.03.13 8:00	90	3,75	29,6	36,8	39,8	-3,0	0,2
04.03.13 8:30	90,5	3,77	29,4	36,6	39,6		
04.03.13 9:00	91	3,79	29,4	36,4	39,4	-1,8	0,8
04.03.13 9:30	91,5	3,81	29,2	36,2	39,2		
04.03.13 10:00	92	3,83	29,2	36,2	39,0	-0,7	0,4
04.03.13 10:30	92,5	3,85	29,2	36,2	39,0		
04.03.13 11:00	93	3,88	29,0	36,0	38,8	0,3	0,7
04.03.13 11:30	93,5	3,90	29,0	35,8	38,6		
04.03.13 12:00	94	3,92	28,8	35,8	38,4	3,9	0,9
04.03.13 12:30	94,5	3,94	28,8	35,8	38,4		
04.03.13 13:00	95	3,96	28,8	35,4	38,0	4,1	0,4
04.03.13 13:30	95,5	3,98	28,6	35,4	38,0		
04.03.13 14:00	96	4,00	28,6	35,2	37,8	4,3	0,2
04.03.13 14:30	96,5	4,02	28,4	35,2	37,6		
04.03.13 15:00	97	4,04	28,4	35,0	37,4	4	0,4
04.03.13 15:30	97,5	4,06	28,2	35,0	37,2		
04.03.13 16:00	98	4,08	28,2	34,8	37,2	3,4	0,5
04.03.13 16:30	98,5	4,10	28,0	34,6	36,8		
04.03.13 17:00	99	4,13	28,0	34,4	36,6	2,7	0,6
04.03.13 17:30	99,5	4,15	27,6	34,2	36,6		
04.03.13 18:00	100	4,17	27,6	34,0	36,2	0,6	0,5
04.03.13 18:30	100,5	4,19	27,4	33,6	36,2		
04.03.13 19:00	101	4,21	27,2	33,6	35,8	-0,4	0,5
04.03.13 19:30	101,5	4,23	27,0	33,4	35,8		

Tabell V4.1: Kubikkasse1			data frå temperaturlogg			vêrdata [www.yr.no]	
tid			temperatur [°C]			temperatur	vind
[dato, kl]	[timar]	[dagar]	anker	topp	kjærne	[°C]	[m/s]
04.03.13 20:00	102	4,25	26,8	33,4	35,6	-1,8	0,4
04.03.13 20:30	102,5	4,27	26,6	33,0	35,4		
04.03.13 21:00	103	4,29	26,6	32,8	35,2	-2,1	0,4
04.03.13 21:30	103,5	4,31	26,4	32,6	35,0		
04.03.13 22:00	104	4,33	26,2	32,4	34,8	-3,5	0,5
04.03.13 22:30	104,5	4,35	26,2	32,2	34,8		
04.03.13 23:00	105	4,38	25,8	32,2	34,6	-4,2	0,3
04.03.13 23:30	105,5	4,40	25,6	32,0	34,4		
05.03.13 0:00	106	4,42	25,6	31,8	34,4	-4,9	0,5
05.03.13 0:30	106,5	4,44	25,4	31,6	34,2		
05.03.13 1:00	107	4,46	25,2	31,4	34,0	-5,6	0,4
05.03.13 1:30	107,5	4,48	25,0	31,4	33,8		
05.03.13 2:00	108	4,50	24,8	31,2	33,6	-5,9	0,2
05.03.13 2:30	108,5	4,52	24,6	31,0	33,6		
05.03.13 3:00	109	4,54	24,4	30,8	33,4	-6,2	0,5
05.03.13 3:30	109,5	4,56	24,4	30,8	33,2		
05.03.13 4:00	110	4,58	24,2	30,6	33,0	-6,5	1,3
05.03.13 4:30	110,5	4,60	24,2	30,4	32,8		
05.03.13 5:00	111	4,63	24,0	30,4	32,8	-6,9	2,1
05.03.13 5:30	111,5	4,65	23,8	30,0	32,6		
05.03.13 6:00	112	4,67	23,6	29,8	32,4	-4,0	2,1
05.03.13 6:30	112,5	4,69	23,4	29,8	32,2		
05.03.13 7:00	113	4,71	23,4	29,8	32,0	-3,8	1,5
05.03.13 7:30	113,5	4,73	23,4	29,4	32,0		
05.03.13 8:00	114	4,75	23,2	29,4	31,8	-3,2	1,7
05.03.13 8:30	114,5	4,77	23,0	29,4	31,8		
05.03.13 9:00	115	4,79	23,0	29,2	31,4	-2,3	2
05.03.13 9:30	115,5	4,81	23,0	29,0	31,2		
05.03.13 10:00	116	4,83	22,8	28,8	31,0	-1,1	4,6
05.03.13 10:30	116,5	4,85	22,8	28,6	30,8		
05.03.13 11:00	117	4,88	22,6	28,8	30,8	1,5	3,7
05.03.13 11:30	117,5	4,90	22,6	28,6	30,6		
05.03.13 12:00	118	4,92	22,4	28,4	30,6	1,9	3,3
05.03.13 12:30	118,5	4,94	22,4	28,4	30,4		
05.03.13 13:00	119	4,96	22,2	27,2	30,2	2,1	2,1
05.03.13 13:30	119,5	4,98	22,2	26,4	30,2		
05.03.13 14:00	120	5,00	22,2	25,8	30,0	2,7	1,5
05.03.13 14:30	120,5	5,02	22,0	25,2	29,8		
05.03.13 15:00	121	5,04	22,0	24,4	29,6	3,1	2,9
05.03.13 15:30	121,5	5,06	21,6	23,8	29,4		
05.03.13 16:00	122	5,08	21,4	23,2	29,4	3,3	3,2
05.03.13 16:30	122,5	5,10	21,4	22,6	29,0		
05.03.13 17:00	123	5,13	21,2	22,0	29,0	2,5	2,6
05.03.13 17:30	123,5	5,15	21,0	21,6	28,8		
05.03.13 18:00	124	5,17	21,0	21,2	28,6	1,4	0,9
05.03.13 18:30	124,5	5,19	20,8	20,8	28,4		
05.03.13 19:00	125	5,21	20,6	20,6	28,4	0,9	1,1
05.03.13 19:30	125,5	5,23	20,4	20,2	28,2		
05.03.13 20:00	126	5,25	20,4	19,8	27,8	0,7	1,1
05.03.13 20:30	126,5	5,27	20,2	19,6	27,8		
05.03.13 21:00	127	5,29	20,2	19,4	27,6	0,4	1,4
05.03.13 21:30	127,5	5,31	19,8	19,0	27,4		
05.03.13 22:00	128	5,33	19,8	18,6	27,2	0,3	1,1
05.03.13 22:30	128,5	5,35	19,6	18,4	27,0		
05.03.13 23:00	129	5,38	19,6	18,2	26,8	0,2	1,1
05.03.13 23:30	129,5	5,40	19,4	18,0	26,6		
06.03.13 0:00	130	5,42	19,2	17,8	26,6	0,1	1,2
06.03.13 0:30	130,5	5,44	19,0	17,4	26,4		
06.03.13 1:00	131	5,46	19,0	17,2	26,4	0,1	1,3
06.03.13 1:30	131,5	5,48	18,8	17,0	26,0		
06.03.13 2:00	132	5,50	18,6	16,8	25,8	0,0	1
06.03.13 2:30	132,5	5,52	18,4	16,6	25,6		
06.03.13 3:00	133	5,54	18,2	16,4	25,4	-0,1	1
06.03.13 3:30	133,5	5,56	18,2	16,0	25,2		
06.03.13 4:00	134	5,58	17,8	15,6	25,0	-0,4	1,4
06.03.13 4:30	134,5	5,60	17,8	15,2	24,8		
06.03.13 5:00	135	5,63	17,6	15,0	24,6	-0,6	1,7
06.03.13 5:30	135,5	5,65	17,4	14,8	24,4		

Tabell V4.1: Kubikkasse1			data frå temperaturlogg			vêrdata [www.yr.no]	
tid			temperatur [°C]			temperatur	vind
[dato, kl]	[timar]	[dagar]	anker	topp	kjærne	[°C]	[m/s]
06.03.13 6:00	136	5,67	17,2	14,4	24,2	-1,0	2
06.03.13 6:30	136,5	5,69	17,0	13,8	24,2		
06.03.13 7:00	137	5,71	17,0	13,6	24,0	-1,4	1,1
06.03.13 7:30	137,5	5,73	16,8	13,4	23,8		
06.03.13 8:00	138	5,75	16,6	13,4	23,6	-1,6	2,7
06.03.13 8:30	138,5	5,77	16,6	13,4	23,4		
06.03.13 9:00	139	5,79	16,4	13,6	23,4	-1,1	3,6
06.03.13 9:30	139,5	5,81	16,4	13,6	23,2		
06.03.13 10:00	140	5,83	16,4	13,8	23,0	-0,9	1,9
06.03.13 10:30	140,5	5,85	16,2	14,0	23,0		
06.03.13 11:00	141	5,88	16,2	14,4	22,8	0	3,6
06.03.13 11:30	141,5	5,90	16,2	14,6	22,8		
06.03.13 12:00	142	5,92	16,2	14,6	22,6	2,3	3,7
06.03.13 12:30	142,5	5,94	16,2	15,0	22,6		
06.03.13 13:00	143	5,96	16,2	15,2	22,4	5,1	3,8
06.03.13 13:30	143,5	5,98	16,2	15,0	22,2		
06.03.13 14:00	144	6,00	16,2	14,6	22,0	5,7	3,2
06.03.13 14:30	144,5	6,02	16,2	14,0	22,0		
06.03.13 15:00	145	6,04	16,0	13,6	21,6	5,2	3,2
06.03.13 15:30	145,5	6,06	15,8	13,0	21,4		
06.03.13 16:00	146	6,08	15,4	12,6	21,0	4,9	2
06.03.13 16:30	146,5	6,10	15,4	12,4	21,0		
06.03.13 17:00	147	6,13	15,2	12,0	20,8	4,2	0,6
06.03.13 17:30	147,5	6,15	14,8	11,4	20,6		
06.03.13 18:00	148	6,17	14,8	11,0	20,4	2,5	1,4
06.03.13 18:30	148,5	6,19	14,6	10,6	20,2		
06.03.13 19:00	149	6,21	14,4	10,2	20,0	0,4	1,3
06.03.13 19:30	149,5	6,23	14,0	9,8	19,8		
06.03.13 20:00	150	6,25	14,0	9,6	19,8	-1,1	0,4
06.03.13 20:30	150,5	6,27	13,8	9,2	19,6		
06.03.13 21:00	151	6,29	13,6	9,0	19,4	-1,9	0,7
06.03.13 21:30	151,5	6,31	13,2	8,6	19,2		
06.03.13 22:00	152	6,33	13,0	8,4	19,0	-4,3	0,9
06.03.13 22:30	152,5	6,35	12,8	8,2	19,0		
06.03.13 23:00	153	6,38	12,8	7,8	18,8	-5,6	0,8
06.03.13 23:30	153,5	6,40	12,6	7,6	18,6		
07.03.13 0:00	154	6,42	12,4	7,2	18,4	-7,4	0,3
07.03.13 0:30	154,5	6,44	12,0	7,0	18,2		
07.03.13 1:00	155	6,46	11,8	6,8	18,2	-6,6	0,3
07.03.13 1:30	155,5	6,48	11,6	6,4	18,0		
07.03.13 2:00	156	6,50	11,4	6,2	17,8	-8,3	0,4
07.03.13 2:30	156,5	6,52	11,2	6,0	17,6		
07.03.13 3:00	157	6,54	11,0	5,8	17,4	-8,8	0,4
07.03.13 3:30	157,5	6,56	11,0	5,6	17,2		
07.03.13 4:00	158	6,58	10,8	5,2	17,0	-9,9	0,4
07.03.13 4:30	158,5	6,60	10,4	5,0	17,0		
07.03.13 5:00	159	6,63	10,2	4,8	16,8	-10,6	0,4
07.03.13 5:30	159,5	6,65	10,0	4,6	16,6		
07.03.13 6:00	160	6,67	9,8	4,2	16,2	-11,3	0,2
07.03.13 6:30	160,5	6,69	9,6	4,2	16,2		
07.03.13 7:00	161	6,71	9,4	4,2	16,0	-11,5	0,8
07.03.13 7:30	161,5	6,73	9,2	4,4	15,8		
07.03.13 8:00	162	6,75	9,2	4,6	15,8	-11,0	0,9
07.03.13 8:30	162,5	6,77	9,2	4,8	15,6		
07.03.13 9:00	163	6,79	9,2	5,2	15,4	-9,4	1,7
07.03.13 9:30	163,5	6,81	9,2	5,4	15,4		
07.03.13 10:00	164	6,83	9,2	5,8	15,4	-7,8	1,3
07.03.13 10:30	164,5	6,85	9,0	6,2	15,2		
07.03.13 11:00	165	6,88	9,0	6,4	15,0	-6	1,4
07.03.13 11:30	165,5	6,90	9,0	6,4	15,0		
07.03.13 12:00	166	6,92	9,0	6,4	15,0	-4,4	0,7
07.03.13 12:30	166,5	6,94	9,0	6,6	14,8		
07.03.13 13:00	167	6,96	8,8	6,6	14,8	-3,3	1
07.03.13 13:30	167,5	6,98	8,8	6,6	14,6		
07.03.13 14:00	168	7,00	8,8	6,6	14,6	-3,0	0,5



Figur V4.1: Temperaturlogg frå kubikkasse 1

Tabell V4.1: Veirdata for simulering av herdeforløp kubikkasse 1			
periode	Tid	Snitt temp.	Snitt vind
[dato, klokkeslett]	[timar]	[°C]	[m/s]
28/2, 14:00 - 28/2, 20:00	0 - 6	5,0	2,0
28/2, 21:00 - 01/3, 08:00	7 - 18	-0,3	1,8
01/3, 09:00 - 01/3, 20:00	19 - 30	4,0	2,4
01/3, 21:00 - 02/3, 08:00	31 - 42	-1,4	1,3
02/3, 09:00 - 02/3, 20:00	43 - 54	4,7	4,2
02/3, 21:00 - 03/3, 08:00	55 - 66	0,1	1,8
03/3, 09:00 - 03/3, 20:00	67 - 78	2,4	1,5
03/3, 21:00 - 04/3, 08:00	79 - 90	-3,0	0,8
04/3, 09:00 - 04/3, 20:00	91 - 102	1,6	0,5
04/3, 20:00 - 05/3, 08:00	103 - 114	-4,7	1,0
05/3, 09:00 - 05/3, 20:00	115 - 126	1,4	2,4
05/3, 21:00 - 06/3, 08:00	127 - 138	-0,3	1,4
06/3, 09:00 - 06/3, 20:00	139 - 150	2,3	2,4
06/3, 21:00 - 07/3, 08:00	151 - 162	-8,1	0,5
07/3, 09:00 - 07/3, 14:00	163 - 168	-5,7	1,1
Gjennomsnitt heile perioden:		-0,1	1,7

Maksimumtemperatur [°C]: (kjærnetemperatur)	65,6 (etter 23,5 t)
Største temperaturskilnad i tverrsnittet [°C]: (mellom anker- og kjærnetemperatur)	14,6 (etter 44,5 t)

Tabell V5.1Kubikkasse 2:			data frå temperaturlogg			vêrdata [www.yr.no]	
tid			temperatur [°C]			temperatur	vind
[dato, kl]	[timar]	[dagar]	anker	topp	kjærne	[°C]	[m/s]
01.03.13 11:00	0	0,00	4,6	4,8	5,4	5,5	4,1
01.03.13 11:30	0,5	0,02	19,4	21,4	24,8		
01.03.13 12:00	1	0,04	20,8	22,8	25,2	6,8	2
01.03.13 12:30	1,5	0,06	21,6	23,4	25,6		
01.03.13 13:00	2	0,08	22,2	23,8	25,8	6,5	4,4
01.03.13 13:30	2,5	0,10	22,4	24,0	26,0		
01.03.13 14:00	3	0,13	22,8	23,6	26,4	6,1	3,5
01.03.13 14:30	3,5	0,15	23,0	23,6	26,6		
01.03.13 15:00	4	0,17	23,2	23,6	27,2	6,0	2,7
01.03.13 15:30	4,5	0,19	23,8	24,0	28,2		
01.03.13 16:00	5	0,21	24,2	24,6	29,4	5,6	2,6
01.03.13 16:30	5,5	0,23	25,0	25,2	30,8		
01.03.13 17:00	6	0,25	26,0	26,4	32,6	4,4	1,9
01.03.13 17:30	6,5	0,27	27,2	27,8	34,8		
01.03.13 18:00	7	0,29	28,6	29,4	37,2	3,4	1,5
01.03.13 18:30	7,5	0,31	30,2	31,2	40,2		
01.03.13 19:00	8	0,33	32,0	33,4	44,0	0,9	0,5
01.03.13 19:30	8,5	0,35	34,4	36,2	46,8		
01.03.13 20:00	9	0,38	37,0	39,2	48,8	-1,7	0,6
01.03.13 20:30	9,5	0,40	40,0	41,8	50,6		
01.03.13 21:00	10	0,42	42,2	43,8	52,2	-3,2	0,5
01.03.13 21:30	10,5	0,44	44,0	45,4	53,6		
01.03.13 22:00	11	0,46	45,2	47,0	54,8	-2,9	0,3
01.03.13 22:30	11,5	0,48	46,4	48,6	56,0		
01.03.13 23:00	12	0,50	47,2	50,0	57,0	-3,5	0,2
01.03.13 23:30	12,5	0,52	48,2	51,2	57,8		
02.03.13 0:00	13	0,54	48,8	52,2	58,6	-2,8	0,6
02.03.13 0:30	13,5	0,56	49,4	53,2	59,2		
02.03.13 1:00	14	0,58	49,8	54,0	59,8	-2,7	0,4
02.03.13 1:30	14,5	0,60	50,2	54,6	60,4		
02.03.13 2:00	15	0,63	50,6	55,4	61,0	-2,3	2,9
02.03.13 2:30	15,5	0,65	50,8	56,2	61,4		
02.03.13 3:00	16	0,67	51,0	56,6	62,0	0,9	2,5
02.03.13 3:30	16,5	0,69	51,2	57,2	62,4		
02.03.13 4:00	17	0,71	51,4	57,8	62,8	0,2	1,3
02.03.13 4:30	17,5	0,73	51,4	58,0	63,2		
02.03.13 5:00	18	0,75	51,4	58,6	63,6	-0,2	2,4
02.03.13 5:30	18,5	0,77	51,4	59,0	64,0		
02.03.13 6:00	19	0,79	51,6	59,4	64,2	-0,5	0,8
02.03.13 6:30	19,5	0,81	51,6	59,6	64,4		
02.03.13 7:00	20	0,83	51,6	60,0	64,8	0,1	1,6
02.03.13 7:30	20,5	0,85	51,6	60,2	65,0		
02.03.13 8:00	21	0,88	51,6	60,6	65,0	0,2	1,9
02.03.13 8:30	21,5	0,90	51,6	60,6	65,2		
02.03.13 9:00	22	0,92	51,6	60,8	65,4	0,5	3,6
02.03.13 9:30	22,5	0,94	51,4	61,0	65,4		
02.03.13 10:00	23	0,96	51,4	61,0	65,6	2,1	3,6
02.03.13 10:30	23,5	0,98	51,4	61,2	65,6		
02.03.13 11:00	24	1,00	51,2	61,2	65,6	4,7	6,1
02.03.13 11:30	24,5	1,02	51,2	61,4	65,6		
02.03.13 12:00	25	1,04	51,2	61,6	65,8	6,4	4,7
02.03.13 12:30	25,5	1,06	51,0	61,4	65,6		
02.03.13 13:00	26	1,08	51,0	61,4	65,6	6,3	4,1
02.03.13 13:30	26,5	1,10	51,0	61,4	65,6		
02.03.13 14:00	27	1,13	50,8	61,4	65,6	7	4,7
02.03.13 14:30	27,5	1,15	50,8	61,4	65,6		
02.03.13 15:00	28	1,17	50,6	61,4	65,4	7,2	5,3
02.03.13 15:30	28,5	1,19	50,2	61,2	65,2		
02.03.13 16:00	29	1,21	50,4	61,6	65,4	6,7	4,4
02.03.13 16:30	29,5	1,23	50,0	61,4	65,2		
02.03.13 17:00	30	1,25	49,8	61,2	65,0	5,5	4,5
02.03.13 17:30	30,5	1,27	49,6	61,0	64,8		
02.03.13 18:00	31	1,29	49,4	60,6	64,6	4,3	4
02.03.13 18:30	31,5	1,31	49,0	60,4	64,4		
02.03.13 19:00	32	1,33	49,0	60,2	64,2	3,7	3
02.03.13 19:30	32,5	1,35	48,8	60,0	64,0		
02.03.13 20:00	33	1,38	48,6	60,0	63,8	2,5	2,9
02.03.13 20:30	33,5	1,40	48,4	59,6	63,8		

Tabell V5.1Kubikkasse 2:			data frå temperaturlogg			vêrdata [www.yr.no]	
tid			temperatur [°C]			temperatur	vind
[dato, kl]	[timar]	[dagar]	anker	topp	kjærne	[°C]	[m/s]
02.03.13 21:00	34	1,42	48,0	59,4	63,6	2,2	0,9
02.03.13 21:30	34,5	1,44	47,8	59,2	63,2		
02.03.13 22:00	35	1,46	47,6	59,0	63,0	1	0,7
02.03.13 22:30	35,5	1,48	47,2	58,6	62,8		
02.03.13 23:00	36	1,50	47,0	58,4	62,4	0,0	1,6
02.03.13 23:30	36,5	1,52	46,8	58,2	62,4		
03.03.13 0:00	37	1,54	46,6	57,8	62,0	1,5	4,5
03.03.13 0:30	37,5	1,56	46,4	57,6	61,8		
03.03.13 1:00	38	1,58	46,0	57,4	61,6	1,5	2,4
03.03.13 1:30	38,5	1,60	45,8	57,0	61,4		
03.03.13 2:00	39	1,63	45,4	56,8	61,2	0,9	2,3
03.03.13 2:30	39,5	1,65	45,2	56,6	61,0		
03.03.13 3:00	40	1,67	45,0	56,4	60,6	0,6	2,4
03.03.13 3:30	40,5	1,69	44,8	56,0	60,4		
03.03.13 4:00	41	1,71	44,4	55,8	60,2	0	1,9
03.03.13 4:30	41,5	1,73	44,2	55,6	60,0		
03.03.13 5:00	42	1,75	44,0	55,2	59,6	-1,0	1,6
03.03.13 5:30	42,5	1,77	43,6	55,0	59,4		
03.03.13 6:00	43	1,79	43,4	54,6	59,2	-1,5	1
03.03.13 6:30	43,5	1,81	43,2	54,4	58,8		
03.03.13 7:00	44	1,83	43,0	54,2	58,6	-3,0	1,1
03.03.13 7:30	44,5	1,85	42,6	53,8	58,4		
03.03.13 8:00	45	1,88	42,2	53,4	58,0	-1,2	1,4
03.03.13 8:30	45,5	1,90	42,0	53,2	57,8		
03.03.13 9:00	46	1,92	42,0	53,2	57,6	0,2	2
03.03.13 9:30	46,5	1,94	41,8	52,8	57,4		
03.03.13 10:00	47	1,96	41,4	52,6	57,2	1,8	2,1
03.03.13 10:30	47,5	1,98	41,4	52,4	57,0		
03.03.13 11:00	48	2,00	41,2	52,2	56,8	2,7	2,8
03.03.13 11:30	48,5	2,02	41,0	52,0	56,4		
03.03.13 12:00	49	2,04	41,0	51,8	56,2	3,8	2,8
03.03.13 12:30	49,5	2,06	40,8	51,6	56,0		
03.03.13 13:00	50	2,08	40,6	51,4	55,6	4,5	2,7
03.03.13 13:30	50,5	2,10	40,4	51,2	55,4		
03.03.13 14:00	51	2,13	40,4	51,0	55,2	4,6	2
03.03.13 14:30	51,5	2,15	40,2	50,6	55,0		
03.03.13 15:00	52	2,17	40,0	50,6	54,8	4,6	1,3
03.03.13 15:30	52,5	2,19	39,8	50,2	54,6		
03.03.13 16:00	53	2,21	39,8	50,2	54,2	4,4	0,6
03.03.13 16:30	53,5	2,23	39,6	50,0	54,0		
03.03.13 17:00	54	2,25	39,6	49,8	53,8	3,2	0,7
03.03.13 17:30	54,5	2,27	39,2	49,4	53,4		
03.03.13 18:00	55	2,29	39,0	49,0	53,2	2,4	0,3
03.03.13 18:30	55,5	2,31	38,8	48,6	52,8		
03.03.13 19:00	56	2,33	38,4	48,2	52,6	-0,7	0,9
03.03.13 19:30	56,5	2,35	38,2	48,0	52,2		
03.03.13 20:00	57	2,38	37,8	47,6	52,0	-2,4	0,3
03.03.13 20:30	57,5	2,40	37,8	47,4	51,8		
03.03.13 21:00	58	2,42	37,4	47,0	51,4	-3,1	0,6
03.03.13 21:30	58,5	2,44	37,0	46,6	51,2		
03.03.13 22:00	59	2,46	36,8	46,4	51,0	-4,6	0,6
03.03.13 22:30	59,5	2,48	36,6	46,0	50,6		
03.03.13 23:00	60	2,50	36,4	45,8	50,4	-4,3	0,6
03.03.13 23:30	60,5	2,52	36,2	45,4	50,2		
04.03.13 0:00	61	2,54	36,0	45,0	50,0	-3,7	1
04.03.13 0:30	61,5	2,56	35,8	44,8	49,8		
04.03.13 1:00	62	2,58	35,4	44,4	49,6	-3,7	1,7
04.03.13 1:30	62,5	2,60	35,2	44,2	49,4		
04.03.13 2:00	63	2,63	35,0	44,0	49,0	-3	1,8
04.03.13 2:30	63,5	2,65	34,8	43,6	48,8		
04.03.13 3:00	64	2,67	34,6	43,4	48,6	-2,1	1
04.03.13 3:30	64,5	2,69	34,4	43,0	48,4		
04.03.13 4:00	65	2,71	34,0	42,8	48,0	-2,4	1,1
04.03.13 4:30	65,5	2,73	34,0	42,4	47,8		
04.03.13 5:00	66	2,75	33,6	42,2	47,4	-1,8	0,3
04.03.13 5:30	66,5	2,77	33,4	41,8	47,2		
04.03.13 6:00	67	2,79	33,4	41,6	47,0	-1,7	0,6
04.03.13 6:30	67,5	2,81	33,2	41,4	46,8		

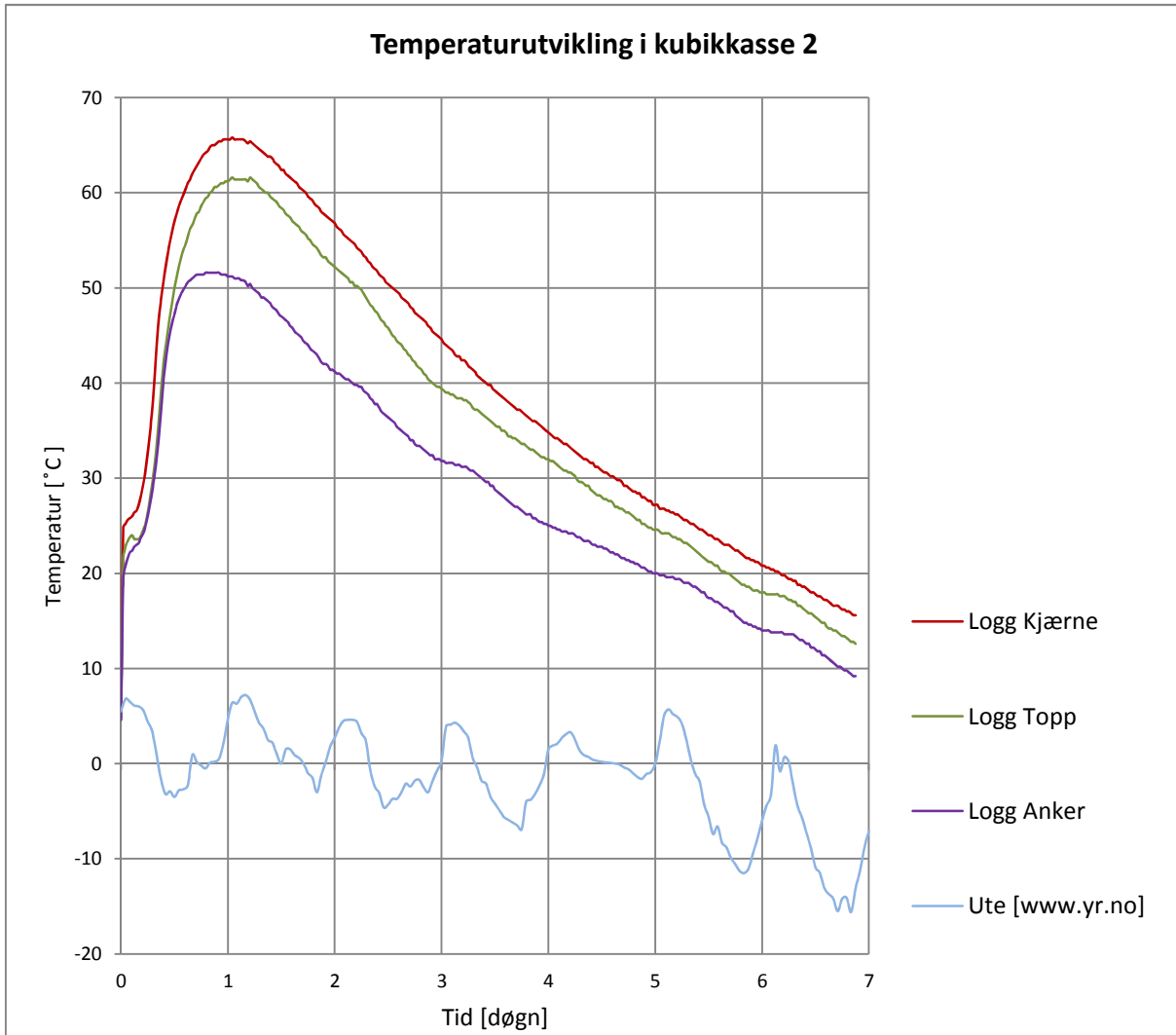
Tabell V5.1Kubikkasse 2:			data frå temperaturlogg			vêrdata [www.yr.no]	
tid			temperatur [°C]			temperatur	vind
[dato, kl]	[timar]	[dagar]	anker	topp	kjærne	[°C]	[m/s]
04.03.13 7:00	68	2,83	33,0	41,0	46,6	-2,5	0,2
04.03.13 7:30	68,5	2,85	32,8	40,8	46,4		
04.03.13 8:00	69	2,88	32,6	40,4	46,0	-3	0,2
04.03.13 8:30	69,5	2,90	32,4	40,2	45,8		
04.03.13 9:00	70	2,92	32,4	40,0	45,4	-1,8	0,8
04.03.13 9:30	70,5	2,94	32,0	39,8	45,2		
04.03.13 10:00	71	2,96	32,0	39,6	45,0	-0,7	0,4
04.03.13 10:30	71,5	2,98	32,0	39,6	44,8		
04.03.13 11:00	72	3,00	31,8	39,4	44,6	0,3	0,7
04.03.13 11:30	72,5	3,02	31,8	39,2	44,2		
04.03.13 12:00	73	3,04	31,6	39,0	44,0	3,9	0,9
04.03.13 12:30	73,5	3,06	31,6	39,0	43,8		
04.03.13 13:00	74	3,08	31,6	38,8	43,6	4,1	0,4
04.03.13 13:30	74,5	3,10	31,6	38,8	43,4		
04.03.13 14:00	75	3,13	31,4	38,6	43,0	4,3	0,2
04.03.13 14:30	75,5	3,15	31,4	38,4	42,8		
04.03.13 15:00	76	3,17	31,4	38,4	42,8	4,0	0,4
04.03.13 15:30	76,5	3,19	31,2	38,4	42,4		
04.03.13 16:00	77	3,21	31,2	38,2	42,4	3,4	0,5
04.03.13 16:30	77,5	3,23	31,2	38,2	42,2		
04.03.13 17:00	78	3,25	31,0	38,0	41,8	2,7	0,6
04.03.13 17:30	78,5	3,27	30,8	37,8	41,6		
04.03.13 18:00	79	3,29	30,8	37,4	41,4	0,6	0,5
04.03.13 18:30	79,5	3,31	30,6	37,2	41,2		
04.03.13 19:00	80	3,33	30,4	37,2	40,8	-0,4	0,5
04.03.13 19:30	80,5	3,35	30,2	37,0	40,6		
04.03.13 20:00	81	3,38	30,0	36,8	40,4	-1,8	0,4
04.03.13 20:30	81,5	3,40	29,8	36,6	40,2		
04.03.13 21:00	82	3,42	29,6	36,4	40,0	-2,1	0,4
04.03.13 21:30	82,5	3,44	29,6	36,2	39,8		
04.03.13 22:00	83	3,46	29,2	36,0	39,8	-3,5	0,5
04.03.13 22:30	83,5	3,48	29,2	35,8	39,4		
04.03.13 23:00	84	3,50	28,8	35,6	39,2	-4,2	0,3
04.03.13 23:30	84,5	3,52	28,6	35,4	39,0		
05.03.13 0:00	85	3,54	28,4	35,4	38,8	-4,9	0,5
05.03.13 0:30	85,5	3,56	28,2	35,0	38,6		
05.03.13 1:00	86	3,58	28,0	35,0	38,4	-5,6	0,4
05.03.13 1:30	86,5	3,60	27,8	34,8	38,2		
05.03.13 2:00	87	3,63	27,6	34,4	38,0	-5,9	0,2
05.03.13 2:30	87,5	3,65	27,4	34,4	37,8		
05.03.13 3:00	88	3,67	27,2	34,2	37,6	-6,2	0,5
05.03.13 3:30	88,5	3,69	27,0	34,2	37,4		
05.03.13 4:00	89	3,71	27,0	34,0	37,2	-6,5	1,3
05.03.13 4:30	89,5	3,73	26,8	33,8	37,2		
05.03.13 5:00	90	3,75	26,6	33,6	37,0	-6,9	2,1
05.03.13 5:30	90,5	3,77	26,4	33,6	36,8		
05.03.13 6:00	91	3,79	26,2	33,4	36,6	-4	2,1
05.03.13 6:30	91,5	3,81	26,2	33,2	36,4		
05.03.13 7:00	92	3,83	26,2	33,0	36,2	-3,8	1,5
05.03.13 7:30	92,5	3,85	25,8	33,0	36,0		
05.03.13 8:00	93	3,88	25,8	32,8	36,0	-3,2	1,7
05.03.13 8:30	93,5	3,90	25,6	32,6	35,8		
05.03.13 9:00	94	3,92	25,4	32,4	35,6	-2,3	2
05.03.13 9:30	94,5	3,94	25,4	32,2	35,4		
05.03.13 10:00	95	3,96	25,2	32,2	35,2	-1,1	4,6
05.03.13 10:30	95,5	3,98	25,2	32,0	35,0		
05.03.13 11:00	96	4,00	25,0	32,0	34,8	1,5	3,7
05.03.13 11:30	96,5	4,02	25,0	31,8	34,6		
05.03.13 12:00	97	4,04	24,8	31,8	34,4	1,9	3,3
05.03.13 12:30	97,5	4,06	24,8	31,6	34,2		
05.03.13 13:00	98	4,08	24,6	31,4	34,2	2,1	2,1
05.03.13 13:30	98,5	4,10	24,6	31,2	34,0		
05.03.13 14:00	99	4,13	24,4	31,0	33,8	2,7	1,5
05.03.13 14:30	99,5	4,15	24,4	30,8	33,6		
05.03.13 15:00	100	4,17	24,4	30,8	33,6	3,1	2,9
05.03.13 15:30	100,5	4,19	24,2	30,6	33,4		
05.03.13 16:00	101	4,21	24,2	30,6	33,2	3,3	3,2
05.03.13 16:30	101,5	4,23	24,2	30,4	33,0		

Vedlegg 5: temperaturlogg og værdata; kubikkasse 2

Tabell V5.1Kubikkasse 2:			data frå temperaturlogg			vêrdata [www.yr.no]	
tid			temperatur [°C]			temperatur	vind
[dato, kl]	[timar]	[dagar]	anker	topp	kjærne	[°C]	[m/s]
05.03.13 17:00	102	4,25	24,0	30,2	32,8	2,5	2,6
05.03.13 17:30	102,5	4,27	23,8	29,8	32,6		
05.03.13 18:00	103	4,29	23,8	29,6	32,4	1,4	0,9
05.03.13 18:30	103,5	4,31	23,6	29,6	32,2		
05.03.13 19:00	104	4,33	23,4	29,4	32,0	0,9	1,1
05.03.13 19:30	104,5	4,35	23,4	29,2	32,0		
05.03.13 20:00	105	4,38	23,4	29,2	31,8	0,7	1,1
05.03.13 20:30	105,5	4,40	23,2	28,8	31,6		
05.03.13 21:00	106	4,42	23,0	28,6	31,6	0,4	1,4
05.03.13 21:30	106,5	4,44	23,0	28,4	31,2		
05.03.13 22:00	107	4,46	22,8	28,2	31,2	0,3	1,1
05.03.13 22:30	107,5	4,48	22,8	28,2	31,0		
05.03.13 23:00	108	4,50	22,8	28,0	30,8	0,2	1,1
05.03.13 23:30	108,5	4,52	22,6	27,8	30,6		
06.03.13 0:00	109	4,54	22,6	27,8	30,6	0,1	1,2
06.03.13 0:30	109,5	4,56	22,4	27,6	30,4		
06.03.13 1:00	110	4,58	22,2	27,6	30,2	0,1	1,3
06.03.13 1:30	110,5	4,60	22,2	27,4	30,2		
06.03.13 2:00	111	4,63	22,0	27,0	30,0	0	1
06.03.13 2:30	111,5	4,65	22,0	27,0	29,8		
06.03.13 3:00	112	4,67	21,8	26,8	29,8	-0,1	1
06.03.13 3:30	112,5	4,69	21,6	26,8	29,6		
06.03.13 4:00	113	4,71	21,6	26,6	29,2	-0,4	1,4
06.03.13 4:30	113,5	4,73	21,4	26,4	29,2		
06.03.13 5:00	114	4,75	21,4	26,4	29,0	-0,6	1,7
06.03.13 5:30	114,5	4,77	21,2	26,2	28,8		
06.03.13 6:00	115	4,79	21,2	26,0	28,6	-1	2
06.03.13 6:30	115,5	4,81	21,0	25,8	28,6		
06.03.13 7:00	116	4,83	21,0	25,6	28,4	-1,4	1,1
06.03.13 7:30	116,5	4,85	20,8	25,6	28,4		
06.03.13 8:00	117	4,88	20,6	25,2	28,0	-1,6	2,7
06.03.13 8:30	117,5	4,90	20,6	25,2	28,0		
06.03.13 9:00	118	4,92	20,4	25,0	27,8	-1,1	3,6
06.03.13 9:30	118,5	4,94	20,2	24,8	27,6		
06.03.13 10:00	119	4,96	20,2	24,8	27,6	-0,9	1,9
06.03.13 10:30	119,5	4,98	20,0	24,6	27,2		
06.03.13 11:00	120	5,00	20,0	24,6	27,2	0,0	3,6
06.03.13 11:30	120,5	5,02	20,0	24,6	27,2		
06.03.13 12:00	121	5,04	19,8	24,4	26,8	2,3	3,7
06.03.13 12:30	121,5	5,06	19,8	24,2	26,8		
06.03.13 13:00	122	5,08	19,8	24,2	26,8	5,1	3,8
06.03.13 13:30	122,5	5,10	19,6	24,2	26,6		
06.03.13 14:00	123	5,13	19,6	24,2	26,6	5,7	3,2
06.03.13 14:30	123,5	5,15	19,6	24,0	26,4		
06.03.13 15:00	124	5,17	19,6	23,8	26,4	5,2	3,2
06.03.13 15:30	124,5	5,19	19,4	23,8	26,2		
06.03.13 16:00	125	5,21	19,4	23,6	26,2	4,9	2
06.03.13 16:30	125,5	5,23	19,4	23,6	26,0		
06.03.13 17:00	126	5,25	19,2	23,4	25,8	4,2	0,6
06.03.13 17:30	126,5	5,27	19,0	23,2	25,6		
06.03.13 18:00	127	5,29	19,0	23,2	25,6	2,5	1,4
06.03.13 18:30	127,5	5,31	19,0	23,0	25,4		
06.03.13 19:00	128	5,33	18,8	22,8	25,2	0,4	1,3
06.03.13 19:30	128,5	5,35	18,6	22,6	25,2		
06.03.13 20:00	129	5,38	18,6	22,4	25,0	-1,1	0,4
06.03.13 20:30	129,5	5,40	18,4	22,2	24,8		
06.03.13 21:00	130	5,42	18,2	22,0	24,6	-1,9	0,7
06.03.13 21:30	130,5	5,44	18,0	21,8	24,6		
06.03.13 22:00	131	5,46	18,0	21,6	24,4	-4,3	0,9
06.03.13 22:30	131,5	5,48	17,6	21,4	24,2		
06.03.13 23:00	132	5,50	17,4	21,2	24,0	-5,6	0,8
06.03.13 23:30	132,5	5,52	17,4	21,2	24,0		
07.03.13 0:00	133	5,54	17,2	21,0	23,8	-7,4	0,3
07.03.13 0:30	133,5	5,56	17,0	20,8	23,6		
07.03.13 1:00	134	5,58	17,0	20,8	23,6	-6,6	0,3
07.03.13 1:30	134,5	5,60	16,8	20,4	23,4		
07.03.13 2:00	135	5,63	16,6	20,2	23,2	-8,3	0,4
07.03.13 2:30	135,5	5,65	16,4	20,2	23,0		

Vedlegg 5: temperaturlogg og værdata; kubikkasse 2

Tabell V5.1Kubikkasse 2:			data frå temperaturlogg			vêrdata [www.yr.no]	
tid			temperatur [°C]			temperatur	vind
[dato, kl]	[timar]	[dagar]	anker	topp	kjærne	[°C]	[m/s]
07.03.13 3:00	136	5,67	16,4	20,0	23,0	-8,8	0,4
07.03.13 3:30	136,5	5,69	16,2	20,0	23,0		
07.03.13 4:00	137	5,71	16,0	19,8	22,8	-9,9	0,4
07.03.13 4:30	137,5	5,73	16,0	19,6	22,6		
07.03.13 5:00	138	5,75	15,6	19,4	22,4	-10,6	0,4
07.03.13 5:30	138,5	5,77	15,4	19,2	22,4		
07.03.13 6:00	139	5,79	15,2	19,0	22,2	-11,3	0,2
07.03.13 6:30	139,5	5,81	15,0	18,8	22,0		
07.03.13 7:00	140	5,83	14,8	18,8	21,8	-11,5	0,8
07.03.13 7:30	140,5	5,85	14,8	18,6	21,6		
07.03.13 8:00	141	5,88	14,6	18,6	21,6	-11	0,9
07.03.13 8:30	141,5	5,90	14,6	18,4	21,4		
07.03.13 9:00	142	5,92	14,4	18,2	21,4	-9,4	1,7
07.03.13 9:30	142,5	5,94	14,4	18,2	21,2		
07.03.13 10:00	143	5,96	14,2	18,2	21,2	-7,8	1,3
07.03.13 10:30	143,5	5,98	14,2	18,0	21,0		
07.03.13 11:00	144	6,00	14,0	18,0	20,8	-6,0	1,4
07.03.13 11:30	144,5	6,02	14,0	18,0	20,8		
07.03.13 12:00	145	6,04	14,0	17,8	20,6	-4,4	0,7
07.03.13 12:30	145,5	6,06	14,0	17,8	20,6		
07.03.13 13:00	146	6,08	13,8	17,8	20,4	-3,3	1
07.03.13 13:30	146,5	6,10	13,8	17,8	20,4		
07.03.13 14:00	147	6,13	13,8	17,8	20,2	1,9	0,5
07.03.13 14:30	147,5	6,15	13,8	17,8	20,2		
07.03.13 15:00	148	6,17	13,8	17,6	20,0	-0,8	1,3
07.03.13 15:30	148,5	6,19	13,8	17,6	19,8		
07.03.13 16:00	149	6,21	13,6	17,6	19,8	0,7	0,6
07.03.13 16:30	149,5	6,23	13,6	17,4	19,6		
07.03.13 17:00	150	6,25	13,6	17,2	19,4	0,2	0,7
07.03.13 17:30	150,5	6,27	13,6	17,2	19,4		
07.03.13 18:00	151	6,29	13,6	17,0	19,2	-2,3	0,6
07.03.13 18:30	151,5	6,31	13,4	17,0	19,2		
07.03.13 19:00	152	6,33	13,2	16,6	18,8	-4,5	0,6
07.03.13 19:30	152,5	6,35	13,0	16,6	18,8		
07.03.13 20:00	153	6,38	13,0	16,4	18,6	-5,7	0,6
07.03.13 20:30	153,5	6,40	12,8	16,2	18,6		
07.03.13 21:00	154	6,42	12,6	16,0	18,4	-7,3	0,5
07.03.13 21:30	154,5	6,44	12,6	15,8	18,2		
07.03.13 22:00	155	6,46	12,2	15,8	18,0	-8,9	0,6
07.03.13 22:30	155,5	6,48	12,2	15,6	18,0		
07.03.13 23:00	156	6,50	12,0	15,4	17,8	-10,9	0,4
07.03.13 23:30	156,5	6,52	11,8	15,2	17,6		
08.03.13 0:00	157	6,54	11,8	15,0	17,6	-11,5	0,6
08.03.13 0:30	157,5	6,56	11,4	14,8	17,4		
08.03.13 1:00	158	6,58	11,4	14,8	17,2	-13,1	1,2
08.03.13 1:30	158,5	6,60	11,2	14,4	17,2		
08.03.13 2:00	159	6,63	11,0	14,2	17,0	-13,7	0,9
08.03.13 2:30	159,5	6,65	10,8	14,2	16,8		
08.03.13 3:00	160	6,67	10,6	14,0	16,6	-14,2	1,3
08.03.13 3:30	160,5	6,69	10,4	14,0	16,6		
08.03.13 4:00	161	6,71	10,2	13,8	16,6	-15,5	1,5
08.03.13 4:30	161,5	6,73	10,2	13,6	16,4		
08.03.13 5:00	162	6,75	10,0	13,4	16,2	-14,2	1,2
08.03.13 5:30	162,5	6,77	9,8	13,4	16,2		
08.03.13 6:00	163	6,79	9,8	13,2	16,0	-14,1	1,1
08.03.13 6:30	163,5	6,81	9,6	13,0	16,0		
08.03.13 7:00	164	6,83	9,4	12,8	15,8	-15,6	1,6
08.03.13 7:30	164,5	6,85	9,2	12,8	15,6		
08.03.13 8:00	165	6,88	9,2	12,6	15,6	-13,1	1,7
08.03.13 8:30	165,5	6,90	-	-	-		
08.03.13 9:00	166	6,92	-	-	-	-11,3	1,9
08.03.13 9:30	166,5	6,94	-	-	-		
08.03.13 10:00	167	6,96	-	-	-	-8,8	1,5
08.03.13 10:30	167,5	6,98	-	-	-		
08.03.13 11:00	168	7,00	-	-	-	-7,1	1,8



Figur V5.1: Temperaturutvikling kubikkasse 2.

Tabell V5.2: Veirdata for simulering av herdeforløp kubikkasse 2			
periode	Tid	Snitt temp.	Snitt vind
[dato, klokkeslett]	[timar]	[°C]	[m/s]
01/3, 11:00 - 01/3, 20:00	0 - 9	4,4	2,4
01/2, 21:00 - 02/3, 08:00	10 - 21	-1,4	1,3
02/3, 09:00 - 02/3, 20:00	22 - 33	4,7	4,2
02/3, 21:00 - 03/3, 08:00	34 - 45	0,1	1,8
03/3, 09:00 - 03/3, 20:00	46 - 57	2,4	1,5
03/3, 21:00 - 04/3, 08:00	58 - 69	-3,0	0,8
04/3, 09:00 - 04/3, 20:00	70 - 81	1,6	0,5
04/3, 21:00 - 05/3, 08:00	82 - 93	-4,7	1,0
05/3, 09:00 - 05/3, 20:00	94 - 105	1,4	2,4
05/3, 20:00 - 06/3, 08:00	106 - 117	-0,3	1,4
06/3, 09:00 - 06/3, 20:00	118 - 129	2,3	2,4
06/3, 21:00 - 07/3, 08:00	130 - 141	-8,1	0,5
07/3, 09:00 - 07/3, 20:00	142 - 153	-3,5	0,9
07/3, 21:00 - 08/3, 08:00	154 - 165	-12,7	1,1
08/3, 09:00 - 08/3, 11:00	166 - 168	-9,1	1,7
Gjennomsnitt heile perioden:		-1,7	1,6

Maksimumtemperatur [°C]: (kjærnetemperatur)	65,8 (etter 25 t)
Største temperaturskilnad i tverrsnittet [°C]: (mellom anker- og kjærnetemperatur)	15,8 (etter 41 t)

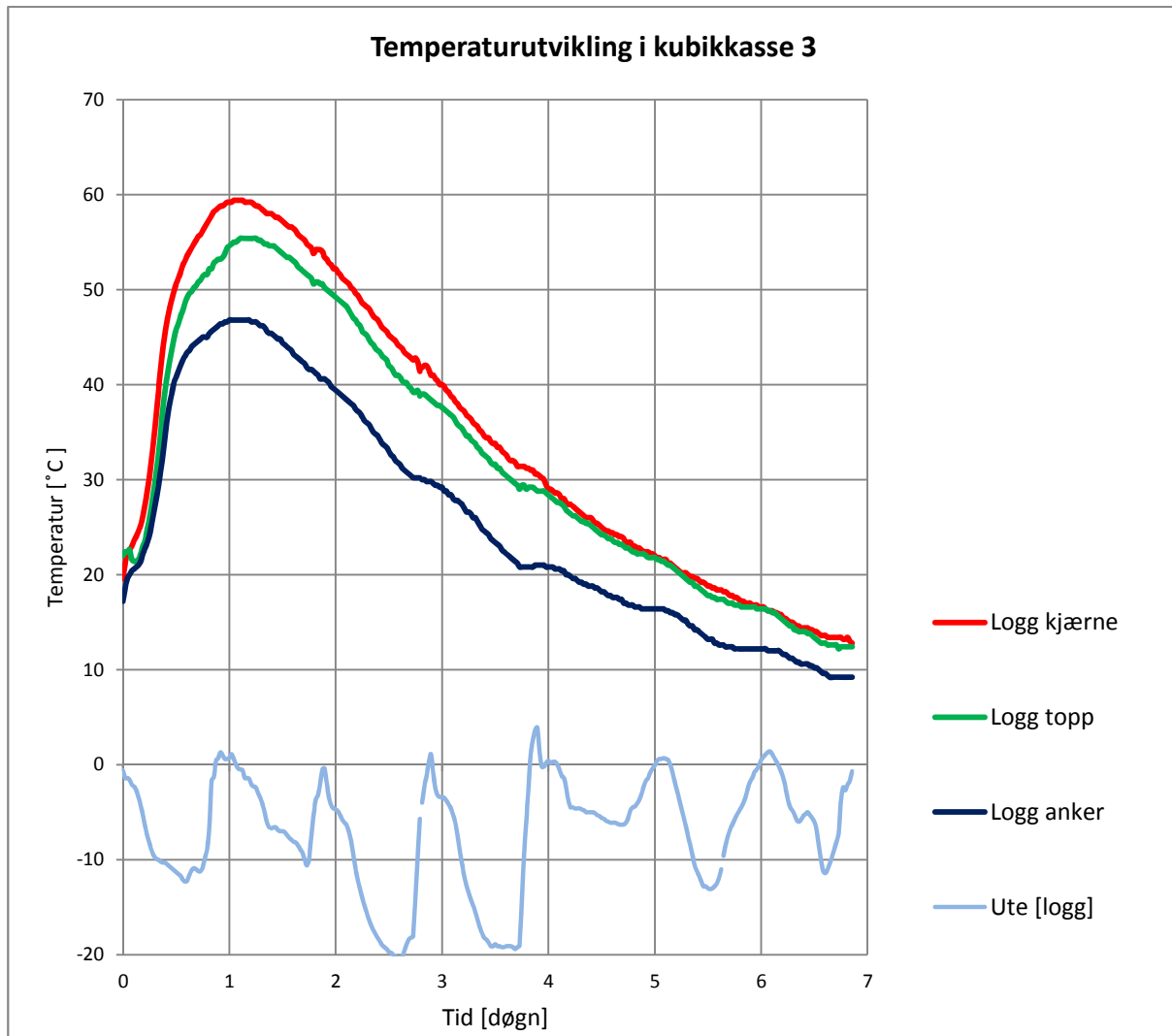
Tabell V6.1: Kubikkasse 3			data frå temperaturlogg				vêrdata
tid			temperatur [°C]				vind (yr.no)
[dato, kl]	[timar]	[dagar]	anker	topp	kjærne	ute	[m/s]
11.03.13 13:30	0	0,00	17,2	22,0	19,6	-0,6	0,4
11.03.13 14:00	0,5	0,02	18,6	22,4	21,2	-1,4	0,9
11.03.13 14:30	1	0,04	19,6	22,4	22,2	-1,4	
11.03.13 15:00	1,5	0,06	20,0	22,6	22,6	-1,6	1
11.03.13 15:30	2	0,08	20,4	21,6	23,0	-2,1	
11.03.13 16:00	2,5	0,10	20,6	21,4	23,6	-2,3	1,3
11.03.13 16:30	3	0,13	20,8	21,4	24,0	-2,7	
11.03.13 17:00	3,5	0,15	21,0	21,6	24,6	-3,4	1,5
11.03.13 17:30	4	0,17	21,4	22,2	25,2	-4,3	
11.03.13 18:00	4,5	0,19	22,2	23,0	26,2	-5,3	1,2
11.03.13 18:30	5	0,21	22,8	23,6	27,4	-6,5	
11.03.13 19:00	5,5	0,23	23,4	24,8	28,8	-7,5	0,8
11.03.13 19:30	6	0,25	24,2	26,0	30,4	-8,3	
11.03.13 20:00	6,5	0,27	25,4	27,4	32,4	-9,1	1
11.03.13 20:30	7	0,29	26,6	29,0	34,4	-9,6	
11.03.13 21:00	7,5	0,31	28,0	30,6	36,8	-9,9	0,2
11.03.13 21:30	8	0,33	29,2	32,6	39,2	-10,0	
11.03.13 22:00	8,5	0,35	31,0	35,0	41,8	-10,2	0,5
11.03.13 22:30	9	0,38	32,8	37,4	43,8	-10,3	
11.03.13 23:00	9,5	0,40	34,6	39,4	45,4	-10,3	0,3
11.03.13 23:30	10	0,42	36,4	41,0	46,8	-10,5	
12.03.13 0:00	10,5	0,44	38,0	42,4	48,0	-10,7	0,5
12.03.13 0:30	11	0,46	39,0	43,6	49,0	-10,9	
12.03.13 1:00	11,5	0,48	40,2	44,8	49,8	-11,1	0,4
12.03.13 1:30	12	0,50	40,8	45,8	50,6	-11,3	
12.03.13 2:00	12,5	0,52	41,4	46,4	51,2	-11,5	0,4
12.03.13 2:30	13	0,54	42,0	47,2	51,8	-11,7	
12.03.13 3:00	13,5	0,56	42,6	47,8	52,6	-12,1	0,3
12.03.13 3:30	14	0,58	43,0	48,6	53,0	-12,3	
12.03.13 4:00	14,5	0,60	43,4	49,2	53,6	-12,2	0,6
12.03.13 4:30	15	0,63	43,6	49,6	54,0	-11,6	
12.03.13 5:00	15,5	0,65	44,0	49,8	54,4	-11,1	0,7
12.03.13 5:30	16	0,67	44,2	50,2	54,8	-10,9	
12.03.13 6:00	16,5	0,69	44,4	50,4	55,2	-11	1,2
12.03.13 6:30	17	0,71	44,6	50,8	55,6	-11,2	
12.03.13 7:00	17,5	0,73	44,8	51,0	55,8	-11,2	0,6
12.03.13 7:30	18	0,75	45,0	51,4	56,2	-10,8	
12.03.13 8:00	18,5	0,77	45,0	51,6	56,6	-9,8	0,4
12.03.13 8:30	19	0,79	45,0	51,6	57,0	-8,9	
12.03.13 9:00	19,5	0,81	45,4	52,2	57,4	-6,4	0,6
12.03.13 9:30	20	0,83	45,6	52,2	57,8	-1,7	
12.03.13 10:00	20,5	0,85	45,8	52,8	58,2	-1,3	0,3
12.03.13 10:30	21	0,88	46,0	53,0	58,4	0,4	
12.03.13 11:00	21,5	0,90	46,2	53,2	58,6	0,7	0,7
12.03.13 11:30	22	0,92	46,4	53,2	58,8	1,3	
12.03.13 12:00	22,5	0,94	46,4	53,4	58,8	1	2,5
12.03.13 12:30	23	0,96	46,6	53,8	59,0	0,6	
12.03.13 13:00	23,5	0,98	46,6	54,4	59,2	0,6	2,1
12.03.13 13:30	24	1,00	46,8	54,6	59,2	0,7	
12.03.13 14:00	24,5	1,02	46,8	54,8	59,2	1,1	2,3
12.03.13 14:30	25	1,04	46,8	55,0	59,4	0,6	
12.03.13 15:00	25,5	1,06	46,8	55,0	59,4	0,0	2,8
12.03.13 15:30	26	1,08	46,8	55,2	59,4	-0,4	
12.03.13 16:00	26,5	1,10	46,8	55,4	59,4	-0,5	1,7
12.03.13 16:30	27	1,13	46,8	55,4	59,4	-0,6	
12.03.13 17:00	27,5	1,15	46,8	55,4	59,2	-1,4	0,7
12.03.13 17:30	28	1,17	46,8	55,4	59,2	-1,4	
12.03.13 18:00	28,5	1,19	46,8	55,4	59,2	-1,5	0,7
12.03.13 18:30	29	1,21	46,6	55,4	59,2	-2,1	
12.03.13 19:00	29,5	1,23	46,6	55,4	59,0	-2,3	2,5
12.03.13 19:30	30	1,25	46,6	55,4	58,8	-2,4	
12.03.13 20:00	30,5	1,27	46,4	55,2	58,8	-3	0,8
12.03.13 20:30	31	1,29	46,2	55,2	58,6	-3,5	
12.03.13 21:00	31,5	1,31	46,2	55,0	58,4	-4,2	0,8
12.03.13 21:30	32	1,33	46,0	54,8	58,2	-5,1	
12.03.13 22:00	32,5	1,35	45,6	54,8	58,0	-6,1	1,8
12.03.13 22:30	33	1,38	45,4	54,6	58,0	-6,6	

Tabell V6.1: Kubikkasse 3			data frå temperaturlogg				værdata
tid			temperatur [°C]				vind (yr.no)
[dato, kl]	[timar]	[dagar]	anker	topp	kjærne	ute	[m/s]
12.03.13 23:00	33,5	1,40	45,4	54,6	58,0	-6,7	2
12.03.13 23:30	34	1,42	45,2	54,6	57,8	-6,6	
13.03.13 0:00	34,5	1,44	45,0	54,4	57,6	-6,6	1,3
13.03.13 0:30	35	1,46	44,8	54,2	57,6	-6,9	
13.03.13 1:00	35,5	1,48	44,8	54,0	57,4	-7,0	1,4
13.03.13 1:30	36	1,50	44,4	53,8	57,2	-7,0	
13.03.13 2:00	36,5	1,52	44,2	53,6	57,0	-7,1	2,4
13.03.13 2:30	37	1,54	44,0	53,4	56,8	-7,4	
13.03.13 3:00	37,5	1,56	43,8	53,2	56,6	-7,7	3
13.03.13 3:30	38	1,58	43,6	53,2	56,6	-7,9	
13.03.13 4:00	38,5	1,60	43,2	53,0	56,4	-8,1	3,1
13.03.13 4:30	39	1,63	43,0	52,8	56,2	-8,2	
13.03.13 5:00	39,5	1,65	42,8	52,4	55,8	-8,5	2,4
13.03.13 5:30	40	1,67	42,6	52,2	55,6	-8,9	
13.03.13 6:00	40,5	1,69	42,4	52,0	55,4	-9,3	1,4
13.03.13 6:30	41	1,71	42,2	51,8	55,2	-10	
13.03.13 7:00	41,5	1,73	41,8	51,6	54,8	-10,6	1,3
13.03.13 7:30	42	1,75	41,6	51,4	54,6	-9,9	
13.03.13 8:00	42,5	1,77	41,6	51,2	54,4	-7,5	1,5
13.03.13 8:30	43	1,79	41,4	50,6	53,8	-5,4	
13.03.13 9:00	43,5	1,81	41,2	50,8	54,2	-3,7	1,5
13.03.13 9:30	44	1,83	41,0	50,8	54,2	-3,2	
13.03.13 10:00	44,5	1,85	40,6	50,6	54,2	-2	1,8
13.03.13 10:30	45	1,88	40,6	50,6	54,0	-0,5	
13.03.13 11:00	45,5	1,90	40,6	50,2	53,4	-0,4	2,4
13.03.13 11:30	46	1,92	40,4	50,0	53,2	-2,0	
13.03.13 12:00	46,5	1,94	40,2	49,8	52,8	-3,5	2,7
13.03.13 12:30	47	1,96	39,8	49,6	52,6	-4,3	
13.03.13 13:00	47,5	1,98	39,6	49,4	52,2	-4,6	1,8
13.03.13 13:30	48	2,00	39,4	49,2	52,2	-4,7	
13.03.13 14:00	48,5	2,02	39,2	49,0	51,8	-4,9	2,4
13.03.13 14:30	49	2,04	39,0	48,8	51,6	-5,3	
13.03.13 15:00	49,5	2,06	38,8	48,6	51,2	-5,8	1,7
13.03.13 15:30	50	2,08	38,6	48,4	51,0	-6,1	
13.03.13 16:00	50,5	2,10	38,4	48,2	50,8	-6,4	1,9
13.03.13 16:30	51	2,13	38,2	47,8	50,6	-7,1	
13.03.13 17:00	51,5	2,15	38,0	47,4	50,2	-8,1	1,9
13.03.13 17:30	52	2,17	37,8	47,0	50,0	-9,5	
13.03.13 18:00	52,5	2,19	37,4	46,8	49,6	-11	0,9
13.03.13 18:30	53	2,21	37,2	46,4	49,4	-12,1	
13.03.13 19:00	53,5	2,23	37,0	46,2	49,0	-13,2	1,1
13.03.13 19:30	54	2,25	36,6	45,6	48,6	-14,0	
13.03.13 20:00	54,5	2,27	36,2	45,4	48,4	-14,8	0,8
13.03.13 20:30	55	2,29	36,0	45,2	48,2	-15,6	
13.03.13 21:00	55,5	2,31	35,8	44,8	48,0	-16,3	0,7
13.03.13 21:30	56	2,33	35,4	44,4	47,6	-16,9	
13.03.13 22:00	56,5	2,35	35,0	44,2	47,2	-17,4	0,3
13.03.13 22:30	57	2,38	34,8	43,8	47,0	-17,9	
13.03.13 23:00	57,5	2,40	34,6	43,6	46,8	-18,2	0,5
13.03.13 23:30	58	2,42	34,2	43,4	46,4	-18,6	
14.03.13 0:00	58,5	2,44	33,8	43,0	46,0	-19	0,6
14.03.13 0:30	59	2,46	33,6	42,8	45,8	-19,2	
14.03.13 1:00	59,5	2,48	33,4	42,6	45,6	-19,4	0,6
14.03.13 1:30	60	2,50	33,0	42,0	45,2	-19,7	
14.03.13 2:00	60,5	2,52	32,6	41,8	45,0	-19,8	0,5
14.03.13 2:30	61	2,54	32,4	41,4	44,8	-20	
14.03.13 3:00	61,5	2,56	32,0	41,0	44,6	-20,2	1,4
14.03.13 3:30	62	2,58	31,8	41,0	44,2	-20,3	
14.03.13 4:00	62,5	2,60	31,6	40,8	44,0	-20,4	1,3
14.03.13 4:30	63	2,63	31,2	40,4	43,8	-20,2	
14.03.13 5:00	63,5	2,65	31,0	40,2	43,4	-19,6	0,6
14.03.13 5:30	64	2,67	30,8	40,2	43,2	-18,9	
14.03.13 6:00	64,5	2,69	30,6	39,8	43,0	-18,4	0,6
14.03.13 6:30	65	2,71	30,4	39,6	42,8	-18,2	
14.03.13 7:00	65,5	2,73	30,2	39,2	42,6	-18,0	0,6
14.03.13 7:30	66	2,75	30,2	39,2	42,8	-13,8	
14.03.13 8:00	66,5	2,77	30,2	39,4	42,4	-9,7	0,8
14.03.13 8:30	67	2,79	30,2	38,8	41,4	-5,7	

Tabell V6.1: Kubikkasse 3			data frå temperaturlogg				vêrdata
tid			temperatur [°C]				vind (yr.no)
[dato, kl]	[timar]	[dagar]	anker	topp	kjærne	ute	[m/s]
14.03.13 9:00	67,5	2,81	30,0	39,0	41,8	-4,0	1
14.03.13 9:30	68	2,83	30,0	39,0	42,0	-2,3	
14.03.13 10:00	68,5	2,85	29,8	38,8	42,0	-1,2	1,5
14.03.13 10:30	69	2,88	29,8	38,6	41,6	0,2	
14.03.13 11:00	69,5	2,90	29,8	38,4	41,0	1,1	0,7
14.03.13 11:30	70	2,92	29,6	38,2	41,0	-0,9	
14.03.13 12:00	70,5	2,94	29,4	38,0	40,6	-2,5	2
14.03.13 12:30	71	2,96	29,4	37,8	40,4	-3,2	
14.03.13 13:00	71,5	2,98	29,2	37,8	40,0	-3,4	2
14.03.13 13:30	72	3,00	29,2	37,6	40,0	-3,4	
14.03.13 14:00	72,5	3,02	28,8	37,4	39,8	-3,5	2,2
14.03.13 14:30	73	3,04	28,8	37,2	39,4	-3,8	
14.03.13 15:00	73,5	3,06	28,4	37,0	39,2	-4,2	1,5
14.03.13 15:30	74	3,08	28,4	36,8	38,8	-4,6	
14.03.13 16:00	74,5	3,10	28,0	36,6	38,6	-5,3	0,9
14.03.13 16:30	75	3,13	27,8	36,2	38,2	-6,1	
14.03.13 17:00	75,5	3,15	27,8	35,8	38,0	-7,5	0,4
14.03.13 17:30	76	3,17	27,6	35,6	37,6	-9,0	
14.03.13 18:00	76,5	3,19	27,4	35,4	37,4	-10,4	0,9
14.03.13 18:30	77	3,21	27,0	35,0	37,2	-11,7	
14.03.13 19:00	77,5	3,23	26,6	34,6	36,8	-12,7	1,5
14.03.13 19:30	78	3,25	26,6	34,6	36,6	-13,5	
14.03.13 20:00	78,5	3,27	26,4	34,2	36,4	-14,2	0,5
14.03.13 20:30	79	3,29	26,0	34,0	36,0	-14,8	
14.03.13 21:00	79,5	3,31	26,0	33,8	35,8	-15,5	0,3
14.03.13 21:30	80	3,33	25,6	33,4	35,6	-16,3	
14.03.13 22:00	80,5	3,35	25,2	33,2	35,2	-17,1	0,8
14.03.13 22:30	81	3,38	24,8	32,8	35,0	-17,7	
14.03.13 23:00	81,5	3,40	24,6	32,6	34,6	-18,2	0,4
14.03.13 23:30	82	3,42	24,4	32,4	34,4	-18,4	
15.03.13 0:00	82,5	3,44	24,2	32,2	34,4	-18,7	0,7
15.03.13 0:30	83	3,46	23,8	31,8	34,0	-19,1	
15.03.13 1:00	83,5	3,48	23,6	31,6	33,8	-19,1	1,1
15.03.13 1:30	84	3,50	23,4	31,6	33,8	-18,9	
15.03.13 2:00	84,5	3,52	23,2	31,2	33,4	-19,1	1,2
15.03.13 2:30	85	3,54	23,0	31,2	33,4	-19,1	
15.03.13 3:00	85,5	3,56	22,6	30,8	33,0	-19,2	1,4
15.03.13 3:30	86	3,58	22,4	30,6	32,8	-19,2	
15.03.13 4:00	86,5	3,60	22,2	30,4	32,6	-19,1	1,2
15.03.13 4:30	87	3,63	22,0	30,2	32,2	-19,1	
15.03.13 5:00	87,5	3,65	21,8	30,0	32,0	-19,1	0,8
15.03.13 5:30	88	3,67	21,6	29,8	32,0	-19,2	
15.03.13 6:00	88,5	3,69	21,4	29,6	31,8	-19,4	0,3
15.03.13 6:30	89	3,71	21,2	29,4	31,4	-19,2	
15.03.13 7:00	89,5	3,73	20,8	29,0	31,4	-19,0	0,4
15.03.13 7:30	90	3,75	20,8	29,4	31,4	-14,1	
15.03.13 8:00	90,5	3,77	20,8	29,4	31,4	-9,5	1,3
15.03.13 8:30	91	3,79	20,8	29,0	31,2	-6	
15.03.13 9:00	91,5	3,81	20,8	29,2	31,2	-2,4	1,2
15.03.13 9:30	92	3,83	20,8	29,2	31,0	1,1	
15.03.13 10:00	92,5	3,85	20,8	29,2	31,0	2,6	2,2
15.03.13 10:30	93	3,88	21,0	29,0	30,6	3,7	
15.03.13 11:00	93,5	3,90	21,0	28,8	30,6	3,9	1,5
15.03.13 11:30	94	3,92	21,0	28,8	30,4	1,4	
15.03.13 12:00	94,5	3,94	21,0	28,8	30,2	-0,2	1,6
15.03.13 12:30	95	3,96	21,0	28,8	30,0	-0,2	
15.03.13 13:00	95,5	3,98	20,8	28,6	29,4	0,2	2
15.03.13 13:30	96	4,00	20,8	28,4	29,0	0,4	
15.03.13 14:00	96,5	4,02	20,8	28,2	29,0	0,2	2,5
15.03.13 14:30	97	4,04	20,8	28,0	28,8	0,3	
15.03.13 15:00	97,5	4,06	20,6	27,8	28,6	0,3	2,7
15.03.13 15:30	98	4,08	20,6	27,6	28,6	0,0	
15.03.13 16:00	98,5	4,10	20,6	27,6	28,4	-0,5	1,3
15.03.13 16:30	99	4,13	20,4	27,4	28,0	-1,2	
15.03.13 17:00	99,5	4,15	20,4	27,2	28,0	-1,4	0,9
15.03.13 17:30	100	4,17	20,0	26,8	27,6	-2,4	
15.03.13 18:00	100,5	4,19	20,0	26,6	27,4	-3,8	1,8
15.03.13 18:30	101	4,21	19,8	26,4	27,4	-4,5	

Tabell V6.1: Kubikkasse 3			data frå temperaturlogg				værdata
tid			temperatur [°C]				vind (yr.no)
[dato, kl]	[timar]	[dagar]	anker	topp	kjærne	ute	[m/s]
15.03.13 19:00	101,5	4,23	19,6	26,2	27,2	-4,5	1,4
15.03.13 19:30	102	4,25	19,6	26,2	27,0	-4,6	
15.03.13 20:00	102,5	4,27	19,4	26,0	26,8	-4,6	1,7
15.03.13 20:30	103	4,29	19,2	25,8	26,6	-4,6	
15.03.13 21:00	103,5	4,31	19,2	25,6	26,4	-4,7	2,2
15.03.13 21:30	104	4,33	19,0	25,6	26,2	-4,8	
15.03.13 22:00	104,5	4,35	19,0	25,4	26,0	-5	1,7
15.03.13 22:30	105	4,38	18,8	25,4	26,0	-5	
15.03.13 23:00	105,5	4,40	18,8	25,2	26,0	-5,0	0,6
15.03.13 23:30	106	4,42	18,8	25,0	25,8	-5,0	
16.03.13 0:00	106,5	4,44	18,6	24,8	25,4	-5,1	0,7
16.03.13 0:30	107	4,46	18,6	24,6	25,4	-5,3	
16.03.13 1:00	107,5	4,48	18,4	24,4	25,2	-5,4	1
16.03.13 1:30	108	4,50	18,2	24,2	25,0	-5,6	
16.03.13 2:00	108,5	4,52	18,2	24,2	24,8	-5,7	1,4
16.03.13 2:30	109	4,54	18,0	24,0	24,6	-5,9	
16.03.13 3:00	109,5	4,56	17,8	23,8	24,6	-6,0	2
16.03.13 3:30	110	4,58	17,8	23,8	24,4	-6,1	
16.03.13 4:00	110,5	4,60	17,6	23,6	24,4	-6,1	1,9
16.03.13 4:30	111	4,63	17,6	23,4	24,2	-6,1	
16.03.13 5:00	111,5	4,65	17,6	23,4	24,2	-6,2	0,9
16.03.13 5:30	112	4,67	17,4	23,2	24,0	-6,3	
16.03.13 6:00	112,5	4,69	17,4	23,2	24,0	-6,3	2,3
16.03.13 6:30	113	4,71	17,0	23,0	23,8	-6,3	
16.03.13 7:00	113,5	4,73	17,0	22,8	23,4	-6,1	1,1
16.03.13 7:30	114	4,75	16,8	22,8	23,4	-5,6	
16.03.13 8:00	114,5	4,77	16,8	22,6	23,4	-4,8	2,1
16.03.13 8:30	115	4,79	16,8	22,4	23,0	-4,5	
16.03.13 9:00	115,5	4,81	16,6	22,4	23,0	-4,4	1,9
16.03.13 9:30	116	4,83	16,6	22,2	22,8	-4,1	
16.03.13 10:00	116,5	4,85	16,6	22,2	22,8	-3,7	1,7
16.03.13 10:30	117	4,88	16,4	22,2	22,6	-3,1	
16.03.13 11:00	117,5	4,90	16,4	22,2	22,4	-2,3	2,8
16.03.13 11:30	118	4,92	16,4	22,0	22,4	-1,7	
16.03.13 12:00	118,5	4,94	16,4	21,8	22,4	-1,4	2,5
16.03.13 12:30	119	4,96	16,4	21,8	22,2	-0,8	
16.03.13 13:00	119,5	4,98	16,4	21,8	22,2	-0,4	3,1
16.03.13 13:30	120	5,00	16,4	21,8	22,0	-0,1	
16.03.13 14:00	120,5	5,02	16,4	21,6	21,8	0,4	2,9
16.03.13 14:30	121	5,04	16,4	21,6	21,8	0,6	
16.03.13 15:00	121,5	5,06	16,4	21,4	21,6	0,6	2,8
16.03.13 15:30	122	5,08	16,4	21,4	21,6	0,7	
16.03.13 16:00	122,5	5,10	16,2	21,2	21,6	0,6	1,8
16.03.13 16:30	123	5,13	16,2	21,0	21,2	0,5	
16.03.13 17:00	123,5	5,15	16,0	21,0	21,2	0,0	0,5
16.03.13 17:30	124	5,17	16,0	20,8	21,0	-0,8	
16.03.13 18:00	124,5	5,19	15,8	20,6	20,8	-1,8	2,6
16.03.13 18:30	125	5,21	15,8	20,4	20,6	-2,7	
16.03.13 19:00	125,5	5,23	15,6	20,2	20,4	-3,6	2,1
16.03.13 19:30	126	5,25	15,4	20,0	20,2	-4,6	
16.03.13 20:00	126,5	5,27	15,2	19,8	20,2	-5,5	2,1
16.03.13 20:30	127	5,29	15,2	19,6	20,2	-6,4	
16.03.13 21:00	127,5	5,31	14,8	19,4	20,0	-7,5	2,4
16.03.13 21:30	128	5,33	14,6	19,2	19,8	-8,5	
16.03.13 22:00	128,5	5,35	14,6	19,2	19,8	-9,5	1,1
16.03.13 22:30	129	5,38	14,2	18,8	19,6	-10,6	
16.03.13 23:00	129,5	5,40	14,2	18,8	19,6	-11,2	0,6
16.03.13 23:30	130	5,42	14,0	18,6	19,4	-11,7	
17.03.13 0:00	130,5	5,44	13,8	18,4	19,2	-12,3	0,6
17.03.13 0:30	131	5,46	13,6	18,2	19,2	-12,8	
17.03.13 1:00	131,5	5,48	13,4	18,0	19,0	-12,8	1
17.03.13 1:30	132	5,50	13,2	17,8	18,8	-13,0	
17.03.13 2:00	132,5	5,52	13,2	17,8	18,8	-13,1	0,9
17.03.13 2:30	133	5,54	13,2	17,6	18,6	-13	
17.03.13 3:00	133,5	5,56	12,8	17,6	18,6	-12,8	2,3
17.03.13 3:30	134	5,58	12,8	17,4	18,4	-12,5	
17.03.13 4:00	134,5	5,60	12,6	17,4	18,4	-11,9	0,8
17.03.13 4:30	135	5,63	12,6	17,4	18,4	-11	

Tabell V6.1: Kubikkasse 3			data frå temperaturlogg				værdata
tid			temperatur [°C]				vind (yr.no)
[dato, kl]	[timar]	[dagar]	anker	topp	kjærne	ute	[m/s]
17.03.13 5:00	135,5	5,65	12,6	17,4	18,2	-9,6	0,9
17.03.13 5:30	136	5,67	12,4	17,2	18,2	-8,4	
17.03.13 6:00	136,5	5,69	12,4	17,0	18,0	-7,5	1,4
17.03.13 6:30	137	5,71	12,4	17,0	17,8	-6,8	
17.03.13 7:00	137,5	5,73	12,4	17,0	17,8	-6,3	1,7
17.03.13 7:30	138	5,75	12,2	16,8	17,6	-5,8	
17.03.13 8:00	138,5	5,77	12,2	16,8	17,6	-5,3	1,4
17.03.13 8:30	139	5,79	12,2	16,8	17,4	-4,9	
17.03.13 9:00	139,5	5,81	12,2	16,6	17,2	-4,5	1,9
17.03.13 9:30	140	5,83	12,2	16,6	17,2	-4,0	
17.03.13 10:00	140,5	5,85	12,2	16,6	17,0	-3,4	1,5
17.03.13 10:30	141	5,88	12,2	16,6	17,0	-2,5	
17.03.13 11:00	141,5	5,90	12,2	16,6	17,0	-1,8	1,6
17.03.13 11:30	142	5,92	12,2	16,6	16,8	-1,4	
17.03.13 12:00	142,5	5,94	12,2	16,6	16,8	-0,8	1,4
17.03.13 12:30	143	5,96	12,2	16,4	16,8	-0,5	
17.03.13 13:00	143,5	5,98	12,2	16,4	16,6	-0,1	1,1
17.03.13 13:30	144	6,00	12,2	16,4	16,6	0,5	
17.03.13 14:00	144,5	6,02	12,2	16,4	16,6	0,8	1,7
17.03.13 14:30	145	6,04	12,2	16,4	16,4	1,1	
17.03.13 15:00	145,5	6,06	12,0	16,2	16,2	1,3	2,8
17.03.13 15:30	146	6,08	12,0	16,2	16,2	1,4	
17.03.13 16:00	146,5	6,10	12,0	16,0	16,2	1,1	2,2
17.03.13 16:30	147	6,13	12,0	16,0	16,0	0,7	
17.03.13 17:00	147,5	6,15	12,0	15,8	16,0	0,3	2,5
17.03.13 17:30	148	6,17	12,0	15,6	15,8	-0,2	
17.03.13 18:00	148,5	6,19	11,8	15,4	15,8	-0,7	2,6
17.03.13 18:30	149	6,21	11,6	15,2	15,4	-1,4	
17.03.13 19:00	149,5	6,23	11,6	15,0	15,4	-2,4	2,3
17.03.13 19:30	150	6,25	11,4	14,8	15,2	-3,6	
17.03.13 20:00	150,5	6,27	11,2	14,6	15,0	-4,4	1,8
17.03.13 20:30	151	6,29	11,2	14,6	15,0	-4,8	
17.03.13 21:00	151,5	6,31	11,0	14,2	14,8	-5,2	1
17.03.13 21:30	152	6,33	10,8	14,2	14,6	-5,8	
17.03.13 22:00	152,5	6,35	10,8	14,0	14,6	-6	1,9
17.03.13 22:30	153	6,38	10,6	14,0	14,4	-5,8	
17.03.13 23:00	153,5	6,40	10,6	14,0	14,4	-5,4	1,6
17.03.13 23:30	154	6,42	10,6	14,0	14,4	-5,2	
18.03.13 0:00	154,5	6,44	10,6	13,8	14,4	-5	2,1
18.03.13 0:30	155	6,46	10,4	13,8	14,2	-5,3	
18.03.13 1:00	155,5	6,48	10,4	13,6	14,2	-5,6	2,6
18.03.13 1:30	156	6,50	10,2	13,4	14,0	-6,0	
18.03.13 2:00	156,5	6,52	10,2	13,2	14,0	-6,8	2,2
18.03.13 2:30	157	6,54	10,0	13,0	13,8	-8,5	
18.03.13 3:00	157,5	6,56	9,8	12,8	13,6	-10,0	2
18.03.13 3:30	158	6,58	9,6	12,8	13,6	-11,2	
18.03.13 4:00	158,5	6,60	9,6	12,8	13,6	-11,4	2,1
18.03.13 4:30	159	6,63	9,4	12,6	13,4	-11	
18.03.13 5:00	159,5	6,65	9,2	12,6	13,4	-10,4	1,5
18.03.13 5:30	160	6,67	9,2	12,6	13,4	-9,7	
18.03.13 6:00	160,5	6,69	9,2	12,6	13,4	-8,9	1,1
18.03.13 6:30	161	6,71	9,2	12,6	13,4	-8,1	
18.03.13 7:00	161,5	6,73	9,2	12,2	13,4	-7,2	1
18.03.13 7:30	162	6,75	9,2	12,4	13,4	-3,8	
18.03.13 8:00	162,5	6,77	9,2	12,4	13,2	-2,4	0,5
18.03.13 8:30	163	6,79	9,2	12,4	13,2	-2,7	
18.03.13 9:00	163,5	6,81	9,2	12,4	13,4	-2,1	1,5
18.03.13 9:30	164	6,83	9,2	12,4	13,0	-1,7	
18.03.13 10:00	164,5	6,85	9,2	12,4	12,8	-0,7	1,2
18.03.13 10:30	165	6,88	-	-	-	-	
18.03.13 11:00	165,5	6,90	-	-	-	-	2,7
18.03.13 11:30	166	6,92	-	-	-	-	
18.03.13 12:00	166,5	6,94	-	-	-	-	3,3
18.03.13 12:30	167	6,96	-	-	-	-	
18.03.13 13:00	167,5	6,98	-	-	-	-	3,2
19.03.13 13:00	168	7,00	-	-	-	-	



Figur V6.1: Temperaturutvikling i kubikkasse 3.

Tabell V6.2: Veirdata for simulering av herdeforløp kubikkasse 3			
periode	Tid	Snitt temp.	Snitt vind
[dato, klokkeslett]	[timar]	[°C]	[m/s]
11/3, 13:30 - 11/3, 20:00	0 - 7,5	-4,4	1,1
11/2, 21:00 - 12/3, 08:00	8 - 19,5	-10,9	0,5
12/3, 09:00 - 12/3, 20:00	20 - 31,5	-0,9	1,5
12/3, 21:00 - 13/3, 08:00	32 - 43,5	-7,5	1,9
13/3, 09:00 - 13/3, 20:00	44 - 55,5	-6,8	1,7
13/3, 21:00 - 14/3, 08:00	56 - 67,5	-17,7	0,7
14/3, 09:00 - 14/3, 20:00	68 - 79,5	-5,9	1,3
14/3, 21:00 - 15/3, 08:00	80 - 91,5	-17,5	0,8
15/3, 09:00 - 15/3, 20:00	92 - 103,5	-0,9	1,7
15/3, 20:00 - 16/3, 08:00	104 - 115,5	-5,5	1,5
16/3, 09:00 - 16/3, 20:00	116 - 127,5	-1,8	2,2
16/3, 21:00 - 17/3, 08:00	128 - 139,5	-10,0	1,3
17/3, 09:00 - 17/3, 20:00	140 - 151,5	-1,2	2,0
17/3, 21:00 - 18/3, 08:00	152 - 163,5	-7,0	1,6
18/3, 09:00 - 18/3, 14:00	164 - 168	-1,5	1,4
Gjennomsnitt heile perioden:		-6,6	1,4

Maksimumtemperatur [°C]: (kjærnetemperatur)	59,4 (etter 25 t)
Største temperaturskilnad i tverrsnittet [°C]: (mellom anker- og kjærnetemperatur)	13,6 (etter 44,5 t)

C:Kubikkasse1.pdf

Report

Contents

1 Geometry & Time	2
1.1 Description	2
1.1.1 Blocks	2
1.1.2 Computation time	2
2 Heat Properties	3
2.1 Description	3
2.1.3 Block type list	3
2.1.4 Block connection list	3
2.1.5 Boundary type list	3
2.1.6 Boundary connection list	4
2.1.7 Inner point type list	4
2.1.8 Simulation of filling process for young concrete	4
3 Plane-Surface Analysis	6
3.1 Description	6
3.1.9 Stress case	6
3.1.10 Block data list	6
3.1.11 Block type list	7
4 Heat Computation Results	8
4.1 Temperaturutvikling	8
4.2 Fargekart	9
4.3 Modenheit	10
4.3.10 Modenheitstabell	11
5 Plane-Surface Computation Results	12
5.1 Trykkfastleik	12

1 Geometry & Time

1.1 Description

1.1.1 Blocks

Block 1: (0.000;1.000) - (0.000;0.000) - (1.000;0.000) - (1.000;1.000)

1.1.2 Computation time

Total time length: 672 (h)

2 Heat Properties

2.1 Description

2.1.3 Block type list

AnleggFA: Young concrete

Start temperature:

Constant: 23.6

Material definition: 2_Semi low-heat concrete, 20% FA (str)

Source

Smeplass, Bjøntegaard, Kompen and Haram, 2010

Smeplass/Skanska, 2010

Bjøntegaard, 2011

Description

C = Anleggsement FA = 388.9 kg/m³

SF = Elkem Microsilika = 11.0 kg/m³

C_tot = C + SF = 399.5 kg/m³

w_free = 162.3 kg/m³

w_free/B = 0.406

Original material parameters

Density: 2335 (kg/m³), Heat cap. 1000 (J/(kg·K))

Heat cond. 3.7 (W/m²K)

C 399.9 (kg/m³), QInfinite 350000 (J/kg), t1 11.16 (h), Kappa1 1.53 (-)

te0 0 (h), BetaDlni 1 (-), Alni 32000 (J/mol), Blni 500 (J/mol K)

BetaDSet 1 (-), ASet 32000 (J/mol), BSet 500 (J/mol K), BetaD 1 (-), A 32000 (J/mol),

B 500 (J/mol K) s 0.211 (-), tlni 8 (h), tFin 11 (h), nSet 2 (-)

Fset 0.53 (MPa), ncc28d 0.1 (-)

Fcc28 50.7 (MPa)

Following material parameters are changed by the user

Density: 2298.8 (kg/m³)

C 443.8 (kg/m³)

Fcc28 64.1 (MPa)

2.1.4 Block connection list

Block 1: AnleggFA

2.1.5 Boundary type list

Botn

Temperature

Piece-wise linear (time (h);temp. (°C))

(0;5) (7;-0.3) (19;4) (31;-1.4) (43;4.7) (55;0.1) (67;2.4) (79;-3) (91;1.6) (103;-4.7) (115;1.4) (127;-0.3)
(139;2.3) (151;-8.1) (163;-5.7)

Wind velocity

Piece-wise constant (time (h);velocity (m/s))

(0;2) (7;1.8) (19;2.4) (31;1.3) (43;4.2) (55;1.8) (67;1.5) (79;0.8) (91;0.5) (103;1) (115;2.4) (127;1.4)
(139;2.4) (151;0.5) (163;1.1)

Heat transfer coefficient

Constant 0.667989 (W/m²K)

Expanded polyethylene 0.05 (m)

Wood/Plywood 0.015 (m)

Free surface
 Supplied heat
 Constant 0 (W/m²)

Ankerside
 Temperature
 Piece-wise linear (time (h);temp. (°C))
 (0;5) (7;-0.3) (19;4) (31;-1.4) (43;4.7) (55;0.1) (67;2.4) (79;-3) (91;1.6) (103;-4.7) (115;1.4) (127;-0.3)
 (139;2.3) (151;-8.1) (163;-5.7)

Wind velocity
 Piece-wise constant (time (h);velocity (m/s))
 (0;2) (7;1.8) (19;2.4) (31;1.3) (43;4.2) (55;1.8) (67;1.5) (79;0.8) (91;0.5) (103;1) (115;2.4) (127;1.4)
 (139;2.4) (151;0.5) (163;1.1)

Heat transfer coefficient
 Piece-wise constant (time(h);htc (W/m²K))
 (0;5.02381)
 Wood/ Plywood 0.015 (m)
 Mineral wool 0.005 (m)
 Free surface
 (120;5.02381)
 Wood/ Plywood 0.015 (m)
 Mineral wool 0.005 (m)
 Free surface

Supplied heat
 Constant 0 (W/m²)

Topp
 Temperature
 Piece-wise linear (time (h);temp. (°C))
 (0;5) (7;-0.3) (19;4) (31;-1.4) (43;4.7) (55;0.1) (67;2.4) (79;-3) (91;1.6) (103;-4.7) (115;1.4) (127;-0.3)
 (139;2.3) (151;-8.1) (163;-5.7)

Wind velocity
 Piece-wise constant (time (h);velocity (m/s))
 (0;2) (7;1.8) (19;2.4) (31;1.3) (43;4.2) (55;1.8) (67;1.5) (79;0.8) (91;0.5) (103;1) (115;2.4) (127;1.4)
 (139;2.4) (151;0.5) (163;1.1)

Heat transfer coefficient
 Piece-wise constant (time(h);htc (W/m²K))
 (0;2.16221)
 Celluar plastic 0,00025 (m)
 Mineral wool 0.0025 (m)
 Free surface
 (120;10.116)
 Wood/ Plywood 0.015 (m)
 Free surface

Supplied heat
 Constant 0 (W/m²)

Side
 Temperature
 Piece-wise linear (time (h);temp. (°C))
 (0;5) (7;-0.3) (19;4) (31;-1.4) (43;4.7) (55;0.1) (67;2.4) (79;-3) (91;1.6) (103;-4.7) (115;1.4) (127;-0.3)
 (139;2.3) (151;-8.1) (163;-5.7)

Wind velocity
 Piece-wise constant (time (h);velocity (m/s))
 (0;2) (7;1.8) (19;2.4) (31;1.3) (43;4.2) (55;1.8) (67;1.5) (79;0.8) (91;0.5) (103;1) (115;2.4) (127;1.4)
 (139;2.4) (151;0.5) (163;1.1)

Heat transfer coefficient
 Constant 0.667989 (W/m²K)
 Expanded polyethylene 0.05 (m)
 Wood/Plywood 0.015 (m)
 Free surface

Supplied heat

Constant 0 (W/m²)
Moving Boundary : Moving Boundary
Temperature
Constant 15 (°C)
Supplied heat
Constant 0 (W/m²)

2.1.6 Boundary connection list

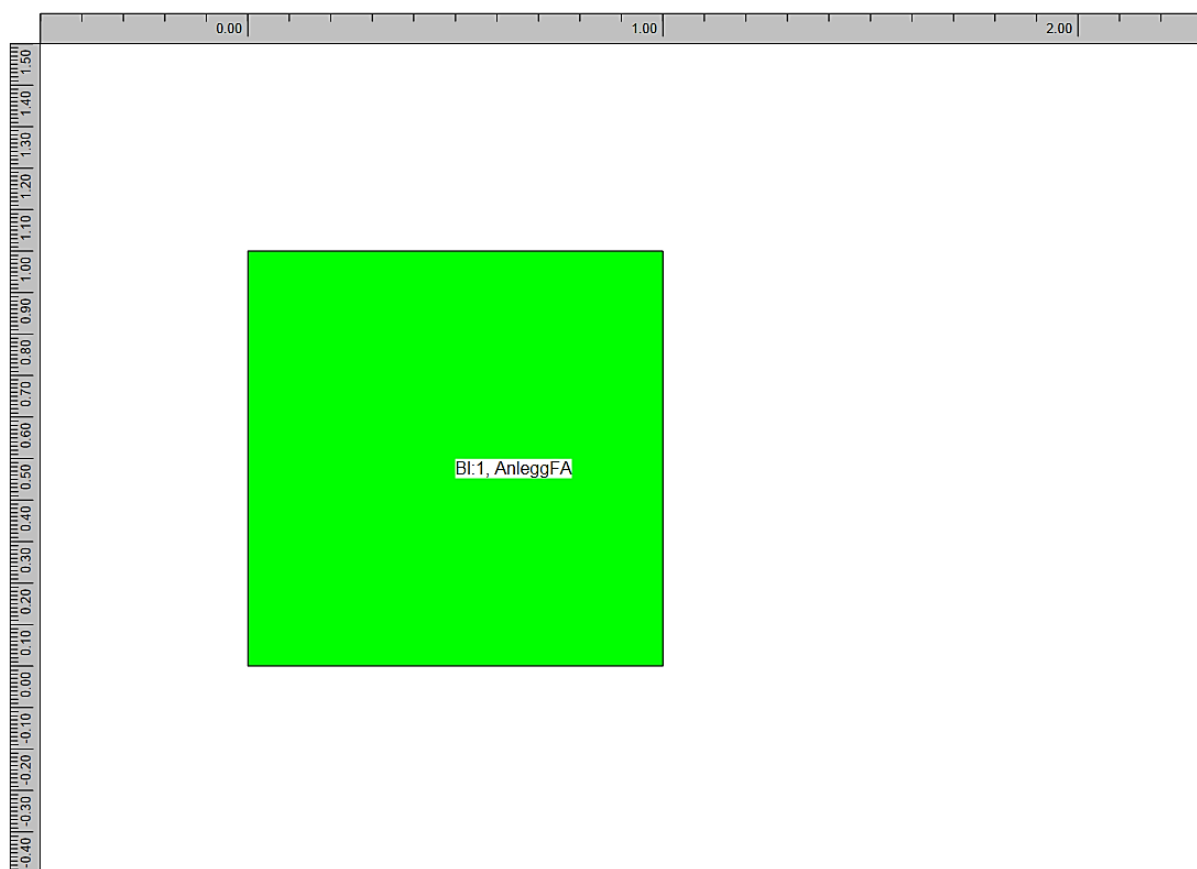
Boundary segment 1: Side
Boundary segment 2: Botn
Boundary segment 3: Ankerside
Boundary segment 4: Topp

2.1.7 Inner point type list

2.1.8 Simulation of filling process for young concrete

Surface position as a piece-wise linear func. of time (time(h);y-coord.(m))
(0;0),

3 Plane-Surface Analysis



3.1 Description

3.1.9 Stress case

Default time stepping

Translation

Full restraint (1.000)

Rotation around X-axis

Full restraint (1.000)

Rotation around Y-axis

Full restraint (1.000)

3.1.10 Block data list

Block 1: AnleggFA

3.1.11 Block type list

AnleggFA: Young concrete

Material definition: 2_Semi low-heat concrete, 20% FA (str)

Source

Smepllass, Bjøntegaard, Kompen and Haram, 2010

Smepllass/Skanska, 2010

Bjøntegaard, 2011

Description

C = Anleggsement FA = 388.9 kg/m³

SF = Elkem Microsilika = 11.0 kg/m³

C_tot = C + SF = 399.5 kg/m³

w_free = 162.3 kg/m³

w_free/B = 0.406

Original material parameters

AlfaTemp 7.3e-06 (1/K), Fcc28d 50.7 (MPa), Fct28d 3.13 (MPa), nct 0.722 (-)

RelaxTime1 0 (d), TimeZero 0 (d)

Relax: Age 0.457 (d), Units (GPa) 0.0108198 0.0108198 0.0108198 0.0108198 0.0108198 0.0108198 0.0108198 0.0108198

Relax: Age 0.558 (d), Units (GPa) 1.08079 0.646699 3.50734 0.702962 0.598226 0.862013 1.52732 0.210012

Relax: Age 0.725 (d), Units (GPa) 1.54085 1.24579 3.43669 1.16572 1.47398 1.77174 3.30166 0.436687

Relax: Age 1.149 (d), Units (GPa) 1.8293 1.7461 3.44167 1.59862 2.26491 2.59253 4.90266 0.638151

Relax: Age 1.821 (d), Units (GPa) 1.91564 1.97623 3.44697 1.91781 2.765 3.12021 5.92492 0.762471

Relax: Age 2.886 (d), Units (GPa) 1.91921 2.08173 3.41775 2.21384 3.14369 3.5292 6.70881 0.851085

Relax: Age 4.573 (d), Units (GPa) 1.87788 2.11711 3.34602 2.51095 3.46158 3.87446 7.36438 0.897393

Relax: Age 7.248 (d), Units (GPa) 1.80885 2.1104 3.23046 2.81639 3.74624 4.1786 7.93707 0.899774

Relax: Age 11.488 (d), Units (GPa) 1.72219 2.07783 3.07401 3.13027 4.01544 4.45418 8.45242 0.852708

Relax: Age 18.207 (d), Units (GPa) 1.62362 2.03131 2.8786 3.44783 4.31417 4.73452 8.97556 0.647132

Relax: Age 28.856 (d), Units (GPa) 1.53078 1.93404 2.78674 3.37815 4.15685 4.5112 8.52881 2.52999

Relax: Age 45.733 (d), Units (GPa) 1.41609 1.80885 2.63603 3.2666 4.02604 4.30346 8.10673 3.98601

Relax: Age 72.482 (d), Units (GPa) 1.30833 1.68832 2.4866 3.14542 3.90941 4.11606 7.70715 5.36705

Relax: Age 114.877 (d), Units (GPa) 1.20749 1.57255 2.34 3.01472 3.80088 3.95052 7.32911 6.67732

Relax: Age 182.068 (d), Units (GPa) 1.11346 1.46186 2.1975 2.87644 3.6942 3.80738 6.97281 7.92052

Relax: Age 288.558 (d), Units (GPa) 1.02593 1.35659 2.05955 2.73319 3.58373 3.68544 6.63913 9.10031

Relax: Age 457.333 (d), Units (GPa) 0.944459 1.25683 1.92636 2.58788 3.46547 3.58135 6.32968 10.2199

Relax: Age 724.824 (d), Units (GPa) 0.868829 1.1628 1.79825 2.443 3.3378 3.49014 6.04642 11.2826

Relax: Age 1148.77 (d), Units (GPa) 0.798609 1.07462 1.67534 2.3004 3.20082 3.40542 5.79108 12.2918

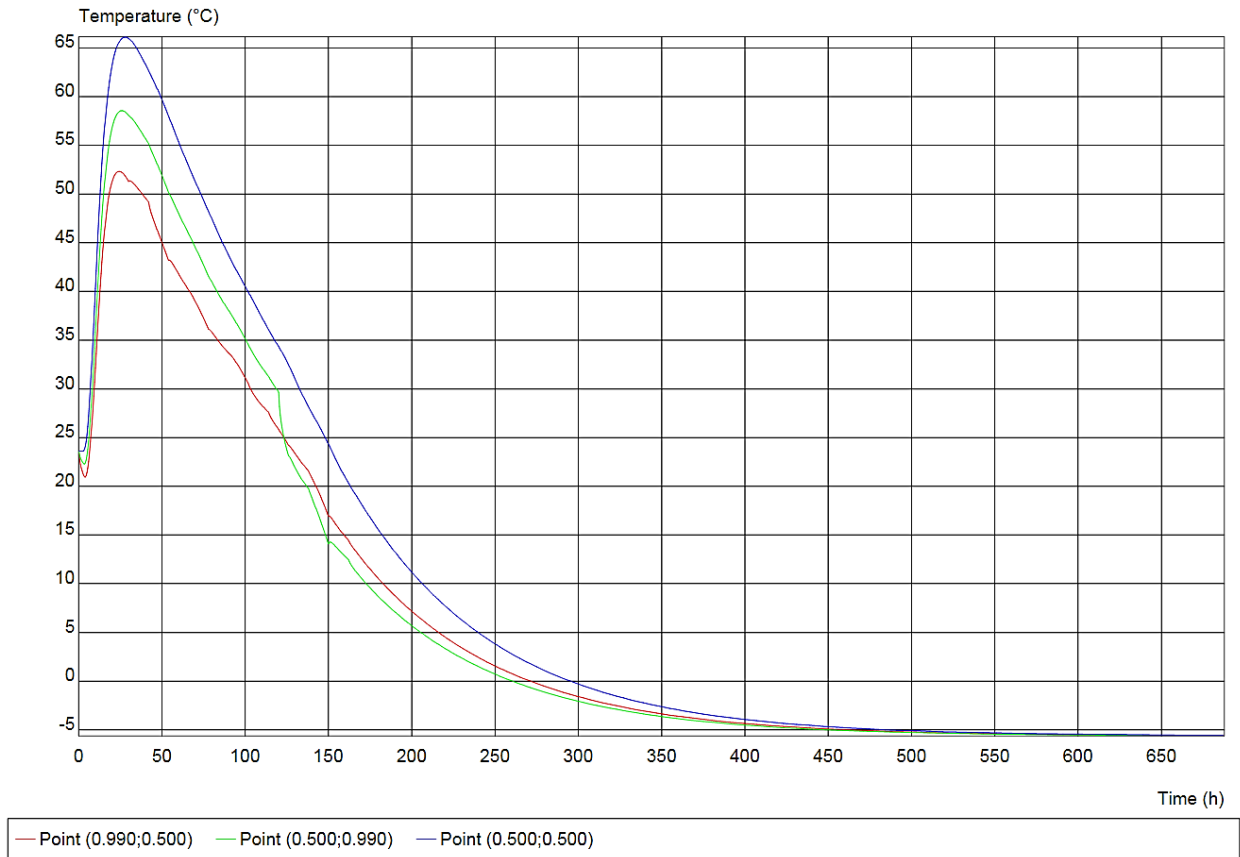
Relax: Age 1820.68 (d), Units (GPa) 0.733473 0.991958 1.55794 2.16114 3.05627 3.32103 5.56397 13.2514

Following material parameters are changed by the user

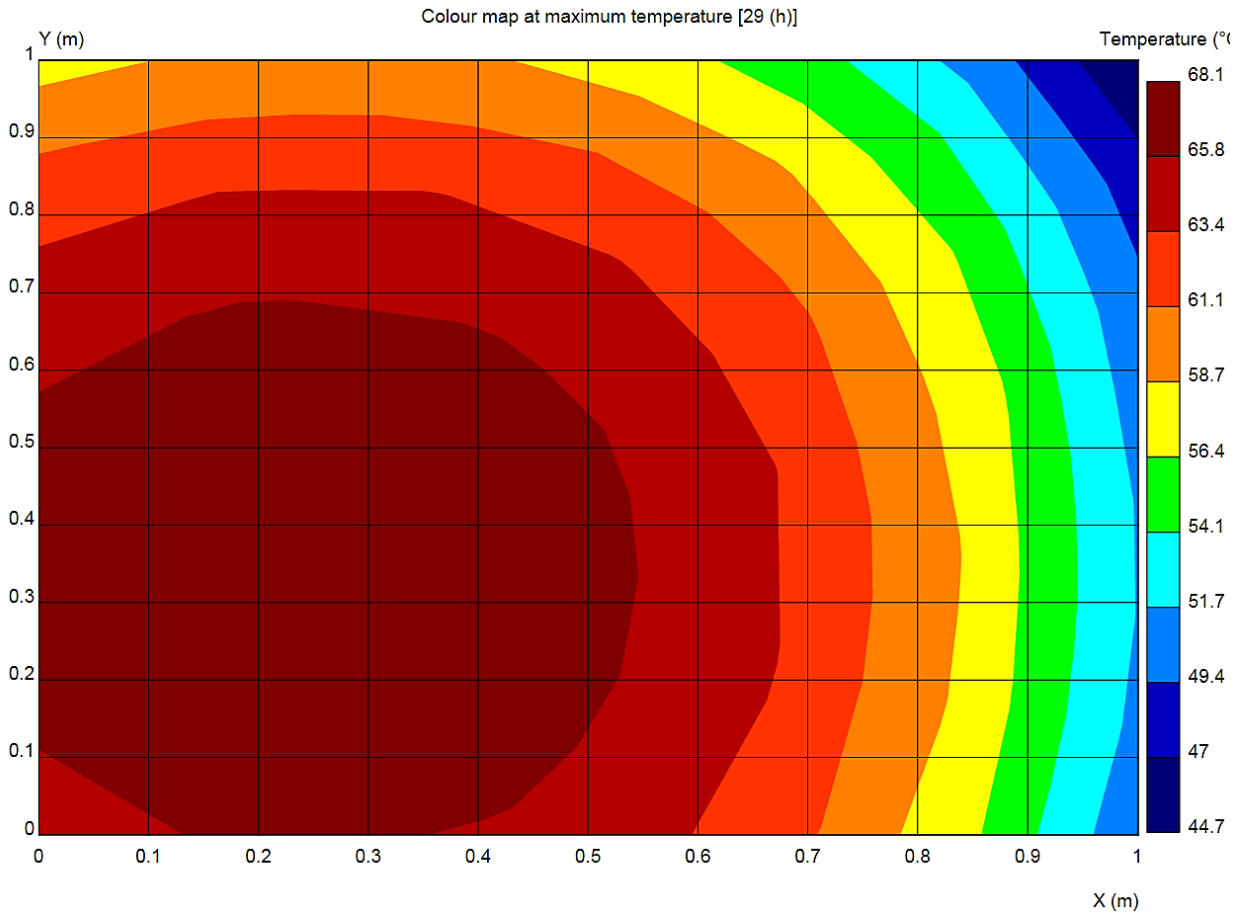
Fcc28d 64.1 (MPa)

4 Heat Computation Results

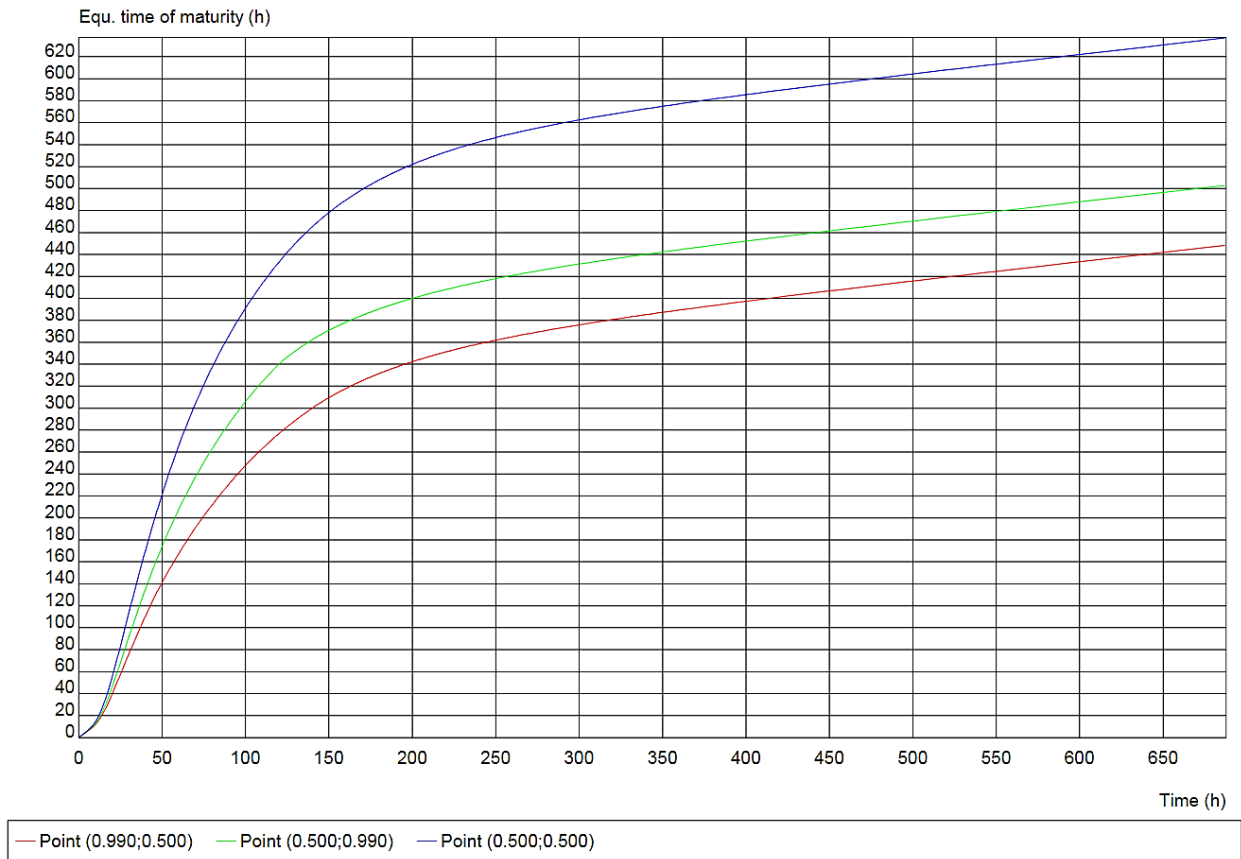
4.1 Temperaturutvikling



4.2 Fargekart



4.3 Modenheit

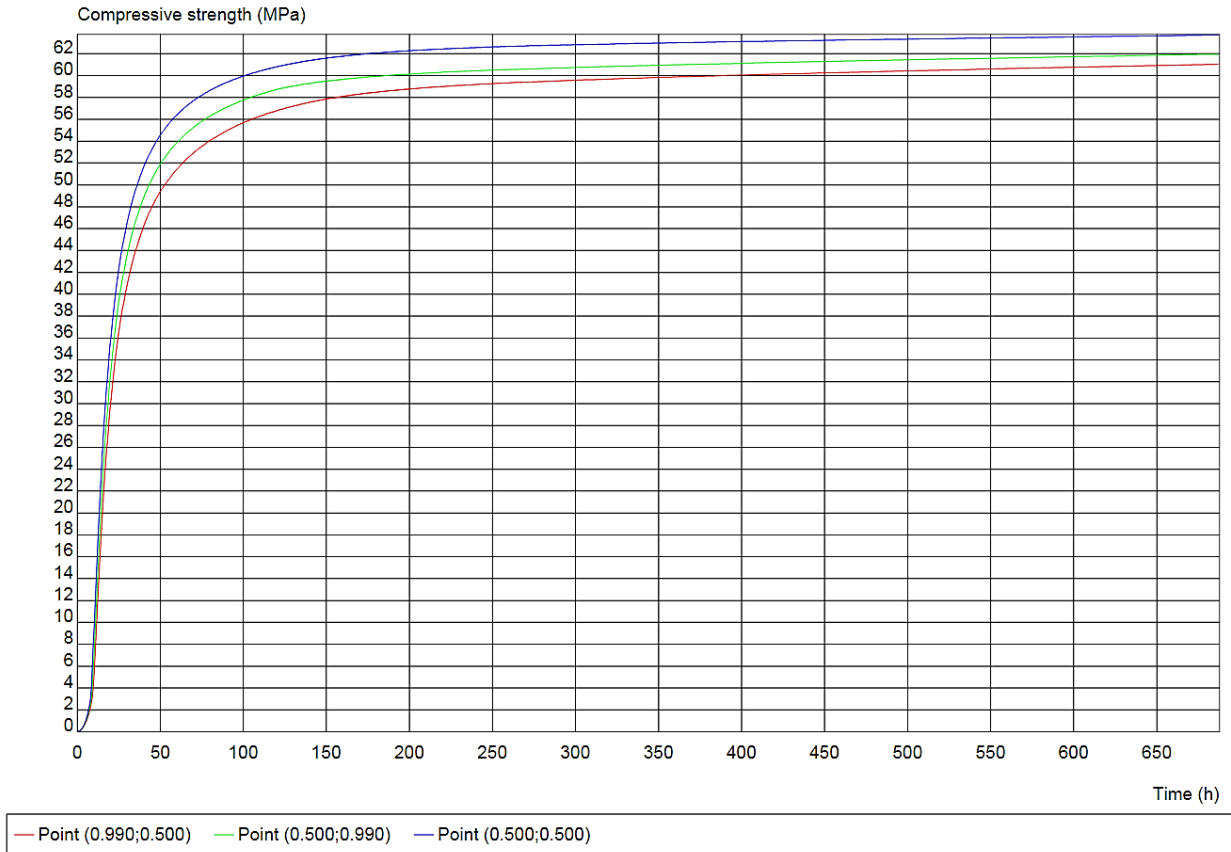


4.3.10 Modenheit, tabell

X-axis: Time (h)	Y-axis: Equ. time of maturity (h)		
	Point (0.990;0.500)	Point (0.500;0.990)	Point (0.500;0.500)
0	0	0	0
1	1.1286	1.1463	1.1727
2	2.1985	2.2607	2.3462
3	3.2310	3.3544	3.5201
4	4.2369	4.4368	4.7017
5	5.2357	5.5316	5.9198
6	6.2551	6.6733	7.2175
7	7.3293	7.9019	8.6417
8	8.4933	9.2582	10.2392
9	9.7765	10.7802	12.0547
10	11.2071	12.5037	14.1287
11	12.8108	14.4596	16.4946
12	14.6088	16.6711	19.1757
13	16.6156	19.1514	22.1832
14	18.8378	21.9027	25.5161
15	21.2735	24.9168	29.1628
16	23.9129	28.1775	33.1031
17	26.7403	31.6629	37.3116
18	29.7359	35.3481	41.7596
19	32.8553	39.1979	46.4173
20	36.0613	43.1803	51.2555
21	39.3379	47.2716	56.2459
22	42.6661	51.4486	61.3612
23	46.0281	55.6899	66.5758
24	49.4084	59.9765	71.8662
48	120.0180	155.5449	191.4222
72	166.6238	219.9585	273.0331
96	199.2238	262.5523	325.6382
120	224.7594	293.8261	362.3182
144	243.4057	312.2263	388.1260
168	256.8881	324.9642	405.7959
192	267.8295	335.4956	418.9826
216	277.1048	344.4945	429.6463
240	285.6020	352.7991	439.0666
264	293.0259	360.0979	447.0714
288	299.4072	366.3981	453.8181
312	306.0516	372.9789	460.7417
336	312.4660	379.3471	467.3514
360	318.7209	385.5679	473.7449
384	324.8648	391.6860	479.9888
408	330.9310	397.7322	486.1284
432	336.9422	403.7275	492.1945
456	342.9143	409.6867	498.2086
480	348.8586	415.6201	504.1855
504	354.7829	421.5351	510.1360
528	360.6927	427.4367	516.0673
552	366.5921	433.3287	521.9848
576	372.4838	439.2136	527.8923
600	380.3308	447.0524	535.7578
624	384.2515	450.9692	539.6870
648	392.0888	458.7991	547.5399
672	396.0057	462.7125	551.4641

5 Plane-Surface Computation Results

5.1 Trykkfastleik



C:Kubikkasse3.pdf

Report

Contents

1 Geometry & Time	2
1.1 Description	2
1.1.1 Blocks	2
1.1.2 Computation time	2
2 Heat Properties	3
2.1 Description	3
2.1.3 Block type list	3
2.1.4 Block connection list	3
2.1.5 Boundary type list	3
2.1.6 Boundary connection list	4
2.1.7 Inner point type list	4
2.1.8 Simulation of filling process for young concrete	4
3 Plane-Surface Analysis	6
3.1 Description	6
3.1.9 Stress case	6
3.1.10 Block data list	6
3.1.11 Block type list	7
4 Heat Computation Results	8
4.1 Temperaturutvikling	8
4.2 Fargekart	9
4.3 Modenheit	10
4.3.10 Modningstabell	11
5 Plane-Surface Computation Results	12
5.1 Trykkfastleik	12

1 Geometry & Time

1.1 Description

1.1.1 Blocks

Block 1: (0.000;0.800) - (0.000;0.000) - (0.800;0.000) - (1.000;0.800)

1.1.2 Computation time

Total time length: 678 (h)

2 Heat Properties

2.1 Description

2.1.3 Block type list

AnleggFA: Young concrete

Start temperature:

Constant: 23.3

Material definition: 2_Semi low-heat concrete, 20% FA (str)

Source

Smeplass, Bjøntegaard, Kompen and Haram, 2010

Smeplass/Skanska, 2010

Bjøntegaard, 2011

Description

C = Anleggsement FA = 388.9 kg/m³

SF = Elkem Microsilika = 11.0 kg/m³

C_tot = C + SF = 399.5 kg/m³

w_free = 162.3 kg/m³

w_free/B = 0.406

Original material parameters

Density: 2335 (kg/m³), Heat cap. 1000 (J/(kg·K))

Heat cond. 3.7 (W/m²K)

C 399.9 (kg/m³), QInfinite 350000 (J/kg), t1 11.16 (h), Kappa1 1.53 (-)

te0 0 (h), BetaDlni 1 (-), Alni 32000 (J/mol), Blni 500 (J/mol K)

BetaDSet 1 (-), ASet 32000 (J/mol), BSet 500 (J/mol K), BetaD 1 (-), A 32000 (J/mol),

B 500 (J/mol K) s 0.211 (-), tlni 8 (h), tFin 11 (h), nSet 2 (-)

Fset 0.53 (MPa), ncc28d 0.1 (-)

Fcc28 50.7 (MPa)

Following material parameters are changed by the user

Density: 2319.4 (kg/m³)

C 444.5 (kg/m³)

Fcc28 64.1 (MPa)

2.1.4 Block connection list

Block 1: AnleggFA

2.1.5 Boundary type list

Side

Temperature

Piece-wise linear (time (h);temp. (°C))

(0;-4.4) (8;-10.9) (20;-0.9) (32;-7.5) (44;-6.8) (56;-17.7) (68;-5.9) (80;-17.5) (92;-0.9) (104;-5.5)
(116;-1.8) (128;-10.0) (134;-1.2) (152;-7.0) (164;-1.5)

Wind velocity

Piece-wise constant (time (h);velocity (m/s))

(0;1.1) (8;0.5) (20;1.5) (32;1.9) (44;1.7) (56;0.7) (68;1.3) (80;0.8) (92;1.7) (104;1.5) (116;2.2) (128;1.3)
(140;2.0) (152;1.6) (164;1.4)

Heat transfer coefficient

Constant 0.667989 (W/m²K)

Expanded polyethylene 0.05 (m)

Wood/Plywood 0.015 (m)

C:Kubikkasse3.CPR

2013.05.02 17.41.00

Free surface
 Supplied heat
 Constant 0 (W/m²)

Ankerside
 Temperature
 Piece-wise linear (time (h);temp. (°C))
 (0;-4.4) (8;-10.9) (20;-0.9) (32;-7.5) (44;-6.8) (56;-17.7) (68;-5.9) (80;-17.5) (92;-0.9) (104;-5.5)
 (116;-1.8) (128;-10.0) (134;-1.2) (152;-7.0) (164;-1.5)

Wind velocity
 Piece-wise constant (time (h);velocity (m/s))
 (0;1.1) (8;0.5) (20;1.5) (32;1.9) (44;1.7) (56;0.7) (68;1.3) (80;0.8) (92;1.7) (104;1.5) (116;2.2) (128;1.3)
 (140;2.0) (152;1.6) (164;1.4)

Heat transfer coefficient
 Constant (0;5.02381) (W/m²K)
 Wood/ Plywood 0.015 (m)
 Mineral wool 0.005 (m)
 Free surface

Supplied heat
 Constant 0 (W/m²)

Topp
 Temperature
 Piece-wise linear (time (h);temp. (°C))
 (0;-4.4) (8;-10.9) (20;-0.9) (32;-7.5) (44;-6.8) (56;-17.7) (68;-5.9) (80;-17.5) (92;-0.9) (104;-5.5)
 (116;-1.8) (128;-10.0) (134;-1.2) (152;-7.0) (164;-1.5)

Wind velocity
 Piece-wise constant (time (h);velocity (m/s))
 (0;1.1) (8;0.5) (20;1.5) (32;1.9) (44;1.7) (56;0.7) (68;1.3) (80;0.8) (92;1.7) (104;1.5) (116;2.2) (128;1.3)
 (140;2.0) (152;1.6) (164;1.4)

Heat transfer coefficient
 Constant (0;2.16221) (W/m²K)
 Celluar plastic 0,00025 (m)
 Mineral wool 0.0025 (m)
 Free surface

Supplied heat
 Constant 0 (W/m²)

Botn
 Temperature
 Piece-wise linear (time (h);temp. (°C))
 (0;-4.4) (8;-10.9) (20;-0.9) (32;-7.5) (44;-6.8) (56;-17.7) (68;-5.9) (80;-17.5) (92;-0.9) (104;-5.5)
 (116;-1.8) (128;-10.0) (134;-1.2) (152;-7.0) (164;-1.5)

Wind velocity
 Piece-wise constant (time (h);velocity (m/s))
 (0;1.1) (8;0.5) (20;1.5) (32;1.9) (44;1.7) (56;0.7) (68;1.3) (80;0.8) (92;1.7) (104;1.5) (116;2.2) (128;1.3)
 (140;2.0) (152;1.6) (164;1.4)

Heat transfer coefficient
 Constant 0.667989 (W/m²K)
 Expanded polyethylene 0.05 (m)
 Wood/Plywood 0.015 (m)
 Free surface

Supplied heat
 Constant 0 (W/m²)

Moving Boundary : Moving Boundary
 Temperature
 Constant 15 (°C)
 Supplied heat
 Constant 0 (W/m²)

2.1.6 Boundary connection list

Boundary segment 1: Side

Boundary segment 2: Botn

Boundary segment 3: Ankerside

Boundary segment 4: Topp

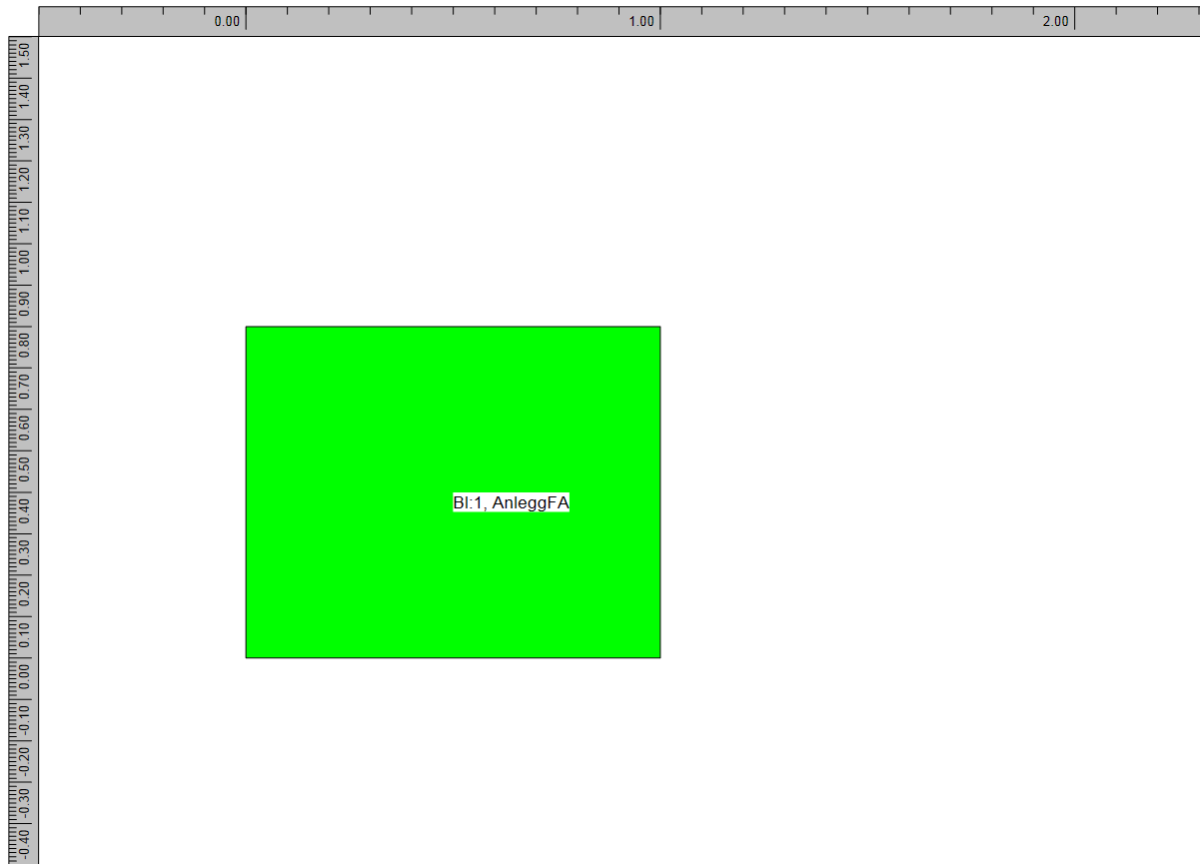
2.1.7 Inner point type list

2.1.8 Simulation of filling process for young concrete

Surface position as a piece-wise linear func. of time (time(h);y-coord.(m))

(0;0),

3 Plane-Surface Analysis



3.1 Description

3.1.9 Stress case

Default time stepping

Translation

Full restraint (1.000)

Rotation around X-axis

Full restraint (1.000)

Rotation around Y-axis

Full restraint (1.000)

3.1.10 Block data list

Block 1: AnleggFA

3.1.11 Block type list

AnleggFA: Young concrete

Material definition: 2_Semi low-heat concrete, 20% FA (str)

Source

Smeplass, Bjøntegaard, Kompen and Haram, 2010

Smeplass/Skanska, 2010

Bjøntegaard, 2011

Description

C = Anleggsement FA = 388.9 kg/m³

SF = Elkem Microsilika = 11.0 kg/m³

C_tot = C + SF = 399.5 kg/m³

w_free = 162.3 kg/m³

w_free/B = 0.406

Original material parameters

AlfaTemp 7.3e-06 (1/K), Fcc28d 50.7 (MPa), Fct28d 3.13 (MPa), nct 0.722 (-)

RelaxTime1 0 (d), TimeZero 0 (d)

Relax: Age 0.457 (d), Units (GPa) 0.0108198 0.0108198 0.0108198 0.0108198 0.0108198 0.0108198 0.0108198 0.0108198

Relax: Age 0.558 (d), Units (GPa) 1.08079 0.646699 3.50734 0.702962 0.598226 0.862013 1.52732 0.210012

Relax: Age 0.725 (d), Units (GPa) 1.54085 1.24579 3.43669 1.16572 1.47398 1.77174 3.30166 0.436687

Relax: Age 1.149 (d), Units (GPa) 1.8293 1.7461 3.44167 1.59862 2.26491 2.59253 4.90266 0.638151

Relax: Age 1.821 (d), Units (GPa) 1.91564 1.97623 3.44697 1.91781 2.765 3.12021 5.92492 0.762471

Relax: Age 2.886 (d), Units (GPa) 1.91921 2.08173 3.41775 2.21384 3.14369 3.5292 6.70881 0.851085

Relax: Age 4.573 (d), Units (GPa) 1.87788 2.11711 3.34602 2.51095 3.46158 3.87446 7.36438 0.897393

Relax: Age 7.248 (d), Units (GPa) 1.80885 2.1104 3.23046 2.81639 3.74624 4.1786 7.93707 0.899774

Relax: Age 11.488 (d), Units (GPa) 1.72219 2.07783 3.07401 3.13027 4.01544 4.45418 8.45242 0.852708

Relax: Age 18.207 (d), Units (GPa) 1.62362 2.03131 2.8786 3.44783 4.31417 4.73452 8.97556 0.647132

Relax: Age 28.856 (d), Units (GPa) 1.53078 1.93404 2.78674 3.37815 4.15685 4.5112 8.52881 2.52999

Relax: Age 45.733 (d), Units (GPa) 1.41609 1.80885 2.63603 3.2666 4.02604 4.30346 8.10673 3.98601

Relax: Age 72.482 (d), Units (GPa) 1.30833 1.68832 2.4866 3.14542 3.90941 4.11606 7.70715 5.36705

Relax: Age 114.877 (d), Units (GPa) 1.20749 1.57255 2.34 3.01472 3.80088 3.95052 7.32911 6.67732

Relax: Age 182.068 (d), Units (GPa) 1.11346 1.46186 2.1975 2.87644 3.6942 3.80738 6.97281 7.92052

Relax: Age 288.558 (d), Units (GPa) 1.02593 1.35659 2.05955 2.73319 3.58373 3.68544 6.63913 9.10031

Relax: Age 457.333 (d), Units (GPa) 0.944459 1.25683 1.92636 2.58788 3.46547 3.58135 6.32968 10.2199

Relax: Age 724.824 (d), Units (GPa) 0.868829 1.1628 1.79825 2.443 3.3378 3.49014 6.04642 11.2826

Relax: Age 1148.77 (d), Units (GPa) 0.798609 1.07462 1.67534 2.3004 3.20082 3.40542 5.79108 12.2918

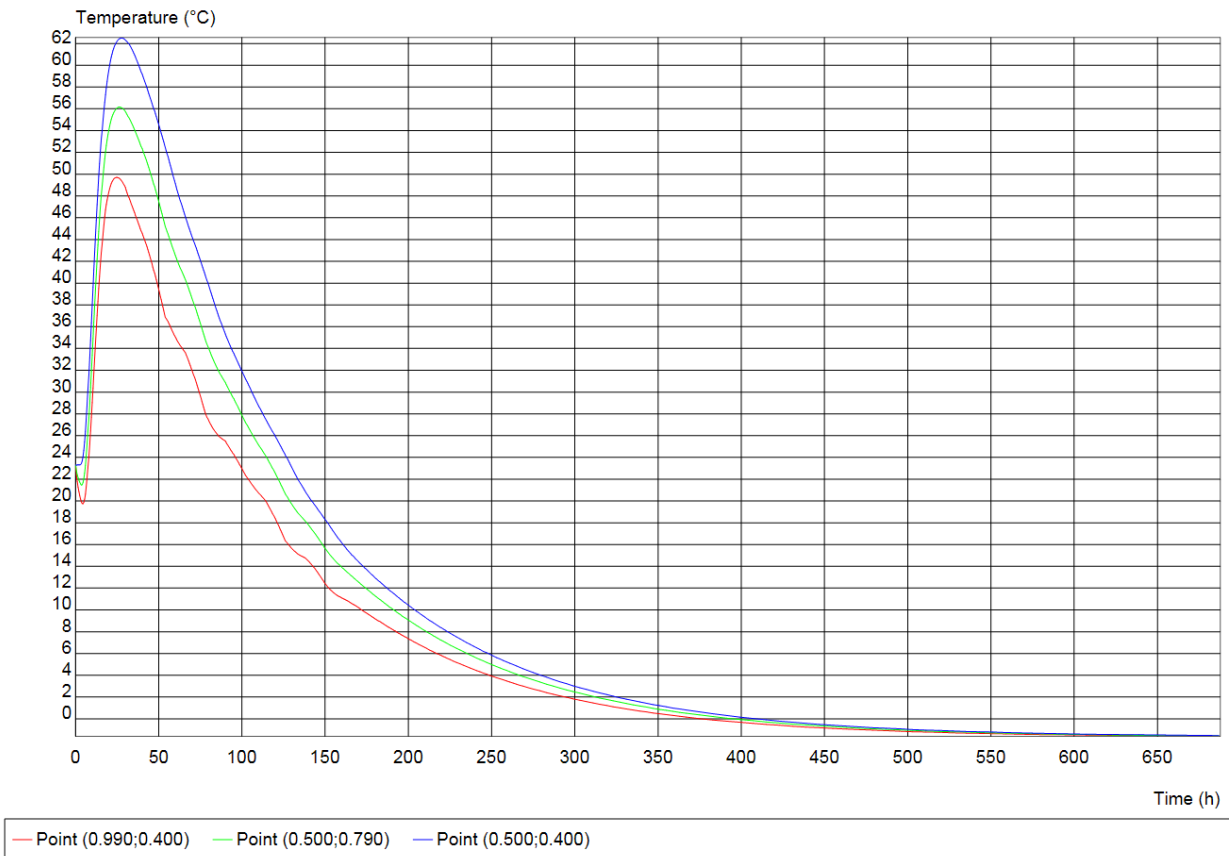
Relax: Age 1820.68 (d), Units (GPa) 0.733473 0.991958 1.55794 2.16114 3.05627 3.32103 5.56397 13.2514

Following material parameters are changed by the user

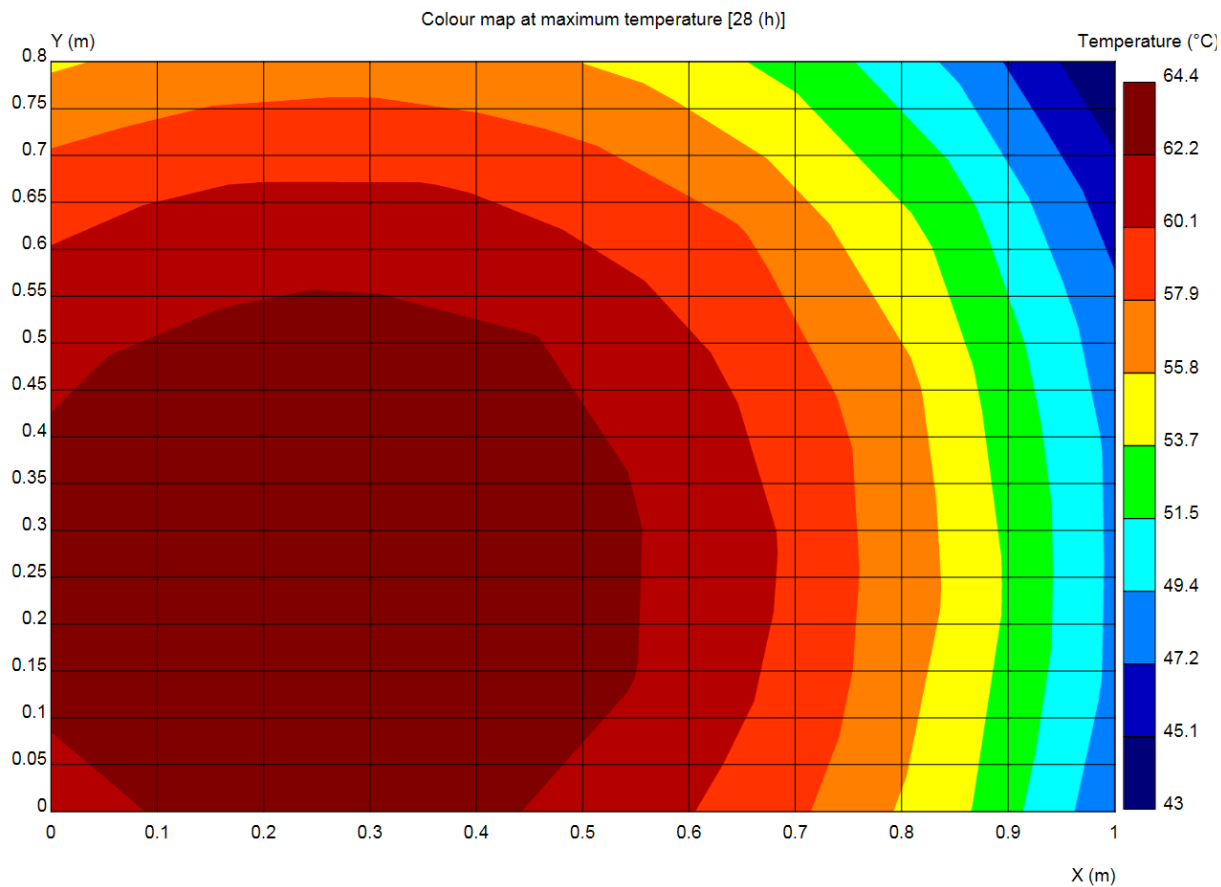
Fcc28d 64.1 (MPa)

4 Heat Computation Results

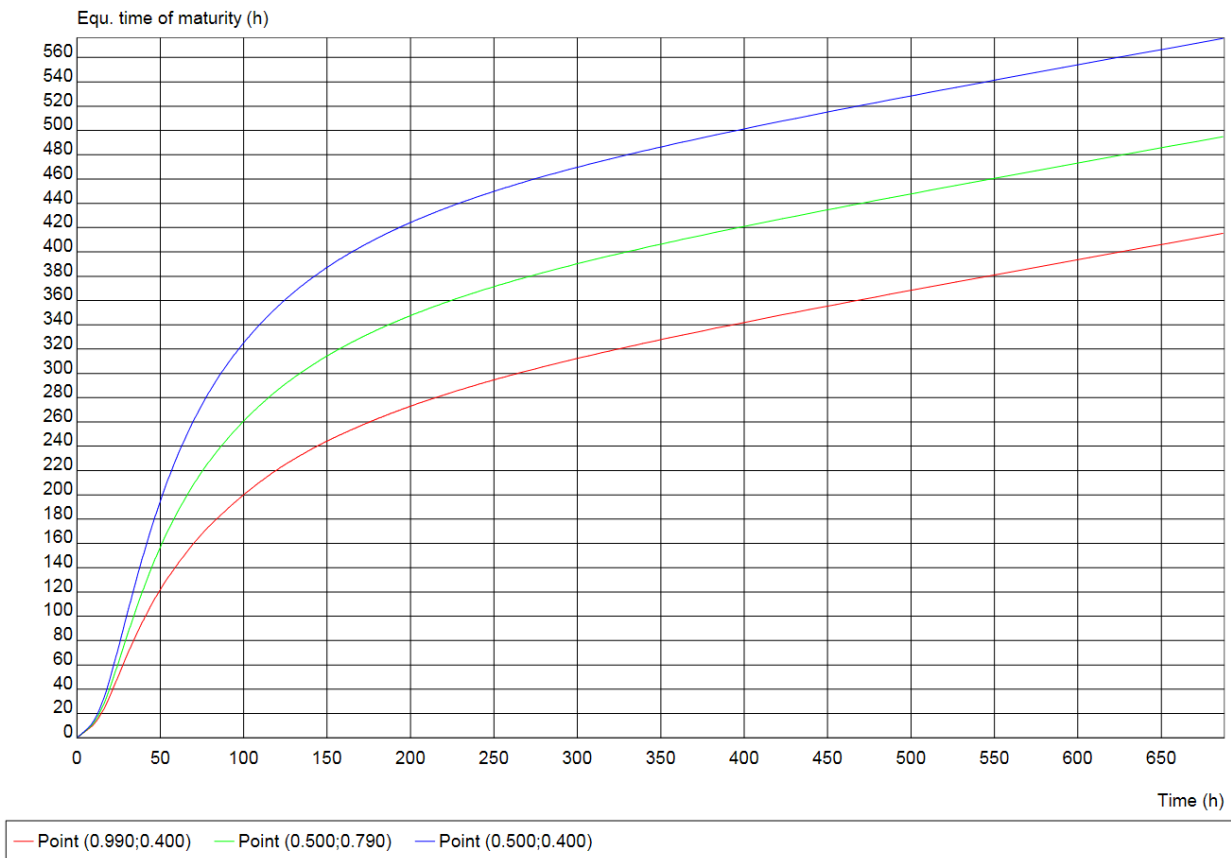
4.1 Temperaturutvikling



4.2 Fargekart



4.3 Modenheit

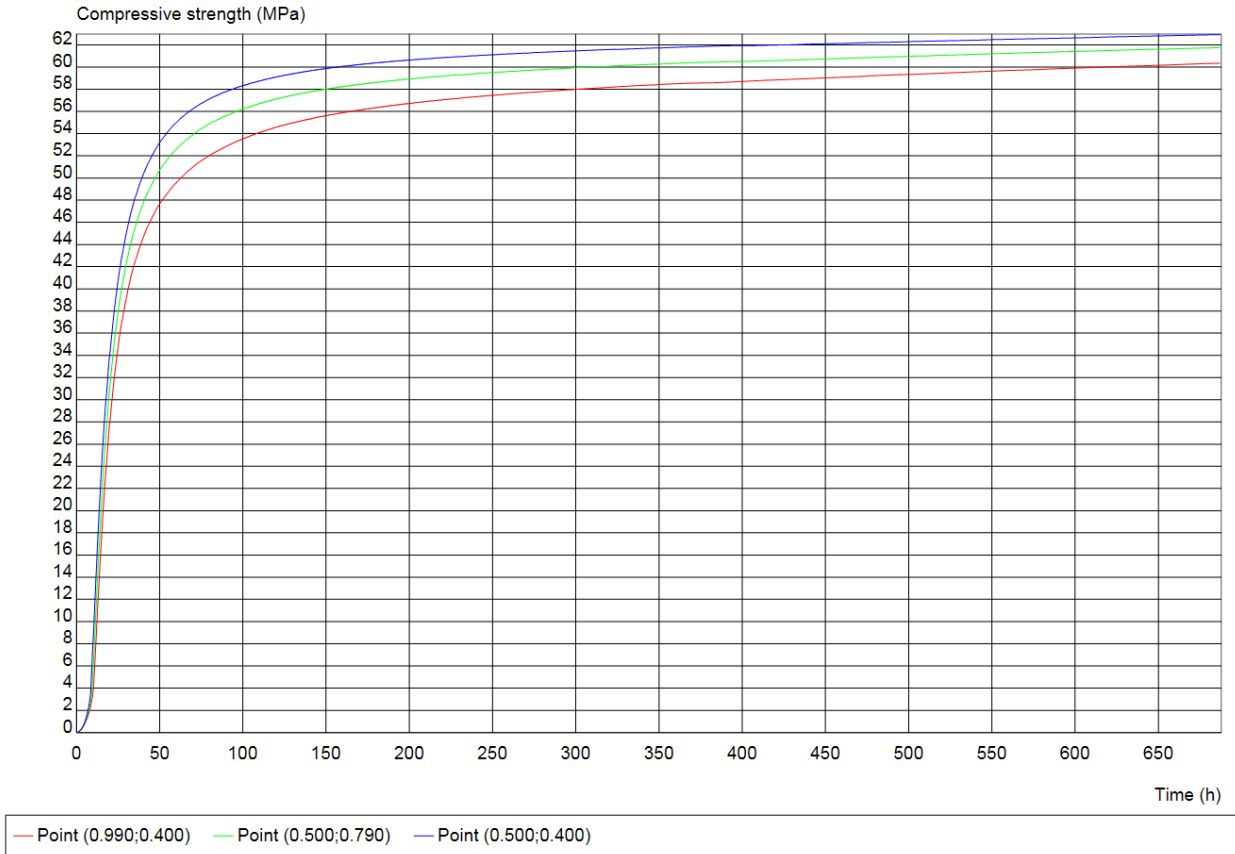


4.3.10 Modenheit, tabell

X-axis: Time (h)	Y-axis: Equ. time of maturity (h)		
	Point (0.990;0.500)	Point (0.500;0.990)	Point (0.500;0.500)
0	0	0	0
1	1.1286	1.1463	1.1727
2	2.1985	2.2607	2.3462
3	3.2310	3.3544	3.5201
4	4.2369	4.4368	4.7017
5	5.2357	5.5316	5.9198
6	6.2551	6.6733	7.2175
7	7.3293	7.9019	8.6417
8	8.4933	9.2582	10.2392
9	9.7765	10.7802	12.0547
10	11.2071	12.5037	14.1287
11	12.8108	14.4596	16.4946
12	14.6088	16.6711	19.1757
13	16.6156	19.1514	22.1832
14	18.8378	21.9027	25.5161
15	21.2735	24.9168	29.1628
16	23.9129	28.1775	33.1031
17	26.7403	31.6629	37.3116
18	29.7359	35.3481	41.7596
19	32.8553	39.1979	46.4173
20	36.0613	43.1803	51.2555
21	39.3379	47.2716	56.2459
22	42.6661	51.4486	61.3612
23	46.0281	55.6899	66.5758
24	49.4084	59.9765	71.8662
48	120.0180	155.5449	191.4222
72	166.6238	219.9585	273.0331
96	199.2238	262.5523	325.6382
120	224.7594	293.8261	362.3182
144	243.4057	312.2263	388.1260
168	256.8881	324.9642	405.7959
192	267.8295	335.4956	418.9826
216	277.1048	344.4945	429.6463
240	285.6020	352.7991	439.0666
264	293.0259	360.0979	447.0714
288	299.4072	366.3981	453.8181
312	306.0516	372.9789	460.7417
336	312.4660	379.3471	467.3514
360	318.7209	385.5679	473.7449
384	324.8648	391.6860	479.9888
408	330.9310	397.7322	486.1284
432	336.9422	403.7275	492.1945
456	342.9143	409.6867	498.2086
480	348.8586	415.6201	504.1855
504	354.7829	421.5351	510.1360
528	360.6927	427.4367	516.0673
552	366.5921	433.3287	521.9848
576	372.4838	439.2136	527.8923
600	380.3308	447.0524	535.7578
624	384.2515	450.9692	539.6870
648	392.0888	458.7991	547.5399
672	396.0057	462.7125	551.4641

5 Plane-Surface Computation Results

5.1 Trykkfastleik



C:Vassbad.pdf

Report

Contents

1 Geometry & Time	2
1.1 Description	2
1.1.1 Blocks	2
1.1.2 Computation time	2
2 Heat Properties	3
2.1 Description	3
2.1.1 Block type list	3
2.1.2 Block connection list	3
2.1.3 Boundary type list	3
2.1.4 Boundary connection list	4
2.1.5 Inner point type list	4
2.1.6 Simulation of filling process for young concrete	4
3 Plane-Surface Analysis	5
3.1 Description	5
3.1.1 Stress case	5
3.1.2 Block data list	5
3.1.3 Block type list	5
4 Heat Computation Results	6
4.1 Temperaturutvikling	6
5 Plane-Surface Computation Results	7
5.1 Trykkfastleik	7

1 Geometry & Time

1.1 Description

1.1.1 Blocks

Block 1: (0.000;1.000) - (0.000;0.000) - (1.000;0.000) - (1.000;1.000)

1.1.2 Computation time

Total time length: 672 (h)

2 Heat Properties

2.1 Description

2.1.1 Block type list

AnleggFA: Young concrete

Start temperature:

Constant: 22.0

Material definition: 2_Semi low-heat concrete, 20% FA (str)

Source

Smeplass, Bjøntegaard, Kompen and Haram, 2010

Smeplass/Skanska, 2010

Bjøntegaard, 2011

Description

C = Anleggsement FA = 388.9 kg/m³

SF = Elkem Microsilika = 11.0 kg/m³

C_{tot} = C + SF = 399.5 kg/m³

w_{free} = 162.3 kg/m³

w_{free}/B = 0.406

Original material parameters

Density: 2335 (kg/m³), Heat cap. 1000 (J/(kg·K))

Heat cond. 3.7 (W/m²K)

C 399.9 (kg/m³), QInfinite 350000 (J/kg), t1 11.16 (h), Kappa1 1.53 (-)

te0 0 (h), BetaDlni 1 (-), Alni 32000 (J/mol), Blni 500 (J/mol K)

BetaDSet 1 (-), ASet 32000 (J/mol), BSet 500 (J/mol K), BetaD 1 (-), A 32000 (J/mol),

B 500 (J/mol K) s 0.211 (-), tlni 8 (h), tFin 11 (h), nSet 2 (-)

Fset 0.53 (MPa), ncc28d 0.1 (-)

Fcc28 50.7 (MPa)

Following material parameters are changed by the user

Density: 2316.2 (kg/m³)

C 452.8 (kg/m³)

Fcc28 64.1 (MPa)

2.1.2 Block connection list

Block 1: AnleggFA

2.1.3 Boundary type list

Botn

Temperature

Constant 20 (°C)

Heat transfer coefficient

Constant 30 (W/m²K)

Supplied heat

Constant 0 (W/m²)

Ankerside

Temperature

Piece-wise linear (time (h);temp. (°C))

(0;5) (7;-0.3) (19;4) (31;-1.4) (43;4.7) (55;0.1) (67;2.4) (79;-3) (91;1.6) (103;-4.7) (115;1.4) (127;-0.3)
(139;2.3) (151;-8.1) (163;-5.7)

Wind velocity

Piece-wise constant (time (h);velocity (m/s))

(0;2) (7;1.8) (19;2.4) (31;1.3) (43;4.2) (55;1.8) (67;1.5) (79;0.8) (91;0.5) (103;1) (115;2.4) (127;1.4)
(139;2.4) (151;0.5) (163;1.1)

Heat transfer coefficient

Piece-wise constant (time(h);htc (W/m²K))

(0;5.02381)

Wood/ Plywood 0.015 (m)

Mineral wool 0.005 (m)

Free surface

(120;5.02381)

Wood/ Plywood 0.015 (m)

Mineral wool 0.005 (m)

Free surface

Supplied heat

Constant 0 (W/m²)

Moving Boundary : Moving Boundary

Temperature

Constant 15 (°C)

Supplied heat

Constant 0 (W/m²)**2.1.4 Boundary connection list**

Boundary segment 1: Side

Boundary segment 2: Botn

Boundary segment 3: Ankerside

Boundary segment 4: Topp

2.1.5 Inner point type list**2.1.6 Simulation of filling process for young concrete**

Surface position as a piece-wise linear func. of time (time(h);y-coord.(m))

(0;0),

3 Plane-Surface Analysis

3.1 Description

3.1.1 Stress case

Default time stepping

Translation

Full restraint (1.000)

Rotation around X-axis

Full restraint (1.000)

Rotation around Y-axis

Full restraint (1.000)

3.1.2 Block data list

Block 1: AnleggFA

3.1.3 Block type list

AnleggFA: Young concrete

Material definition: 2_Semi low-heat concrete, 20% FA (str)

Source

Smeplass, Bjøntegaard, Kompen and Haram, 2010

Smeplass/Skanska, 2010

Bjøntegaard, 2011

Description

C = Anleggsement FA = 388.9 kg/m³

SF = Elkem Microsilika = 11.0 kg/m³

C_tot = C + SF = 399.5 kg/m³

w_free = 162.3 kg/m³

w_free/B = 0.406

Original material parameters

AlfaTemp 7.3e-06 (1/K), Fcc28d 50.7 (MPa), Fct28d 3.13 (MPa), nct 0.722 (-)

RelaxTime1 0 (d), TimeZero 0 (d)

Relax: Age 0.457 (d), Units (GPa) 0.0108198 0.0108198 0.0108198 0.0108198 0.0108198 0.0108198

0.0108198 0.0108198

Relax: Age 0.558 (d), Units (GPa) 1.08079 0.646699 3.50734 0.702962 0.598226 0.862013 1.52732 0.210012

Relax: Age 0.725 (d), Units (GPa) 1.54085 1.24579 3.43669 1.16572 1.47398 1.77174 3.30166 0.436687

Relax: Age 1.149 (d), Units (GPa) 1.8293 1.7461 3.44167 1.59862 2.26491 2.59253 4.90266 0.638151

Relax: Age 1.821 (d), Units (GPa) 1.91564 1.97623 3.44697 1.91781 2.765 3.12021 5.92492 0.762471

Relax: Age 2.886 (d), Units (GPa) 1.91921 2.08173 3.41775 2.21384 3.14369 3.5292 6.70881 0.851085

Relax: Age 4.573 (d), Units (GPa) 1.87788 2.11711 3.34602 2.51095 3.46158 3.87446 7.36438 0.897393

Relax: Age 7.248 (d), Units (GPa) 1.80885 2.1104 3.23046 2.81639 3.74624 4.1786 7.93707 0.899774

Relax: Age 11.488 (d), Units (GPa) 1.72219 2.07783 3.07401 3.13027 4.01544 4.45418 8.45242 0.852708

Relax: Age 18.207 (d), Units (GPa) 1.62362 2.03131 2.8786 3.44783 4.31417 4.73452 8.97556 0.647132

Relax: Age 28.856 (d), Units (GPa) 1.53078 1.93404 2.78674 3.37815 4.15685 4.5112 8.52881 2.52999

Relax: Age 45.733 (d), Units (GPa) 1.41609 1.80885 2.63603 3.2666 4.02604 4.30346 8.10673 3.98601

Relax: Age 72.482 (d), Units (GPa) 1.30833 1.68832 2.4866 3.14542 3.90941 4.11606 7.70715 5.36705

Relax: Age 114.877 (d), Units (GPa) 1.20749 1.57255 2.34 3.01472 3.80088 3.95052 7.32911 6.67732

Relax: Age 182.068 (d), Units (GPa) 1.11346 1.46186 2.1975 2.87644 3.6942 3.80738 6.97281 7.92052

Relax: Age 288.558 (d), Units (GPa) 1.02593 1.35659 2.05955 2.73319 3.58373 3.68544 6.63913 9.10031

Relax: Age 457.333 (d), Units (GPa) 0.944459 1.25683 1.92636 2.58788 3.46547 3.58135 6.32968 10.2199

Relax: Age 724.824 (d), Units (GPa) 0.868829 1.1628 1.79825 2.443 3.3378 3.49014 6.04642 11.2826

Relax: Age 1148.77 (d), Units (GPa) 0.798609 1.07462 1.67534 2.3004 3.20082 3.40542 5.79108 12.2918

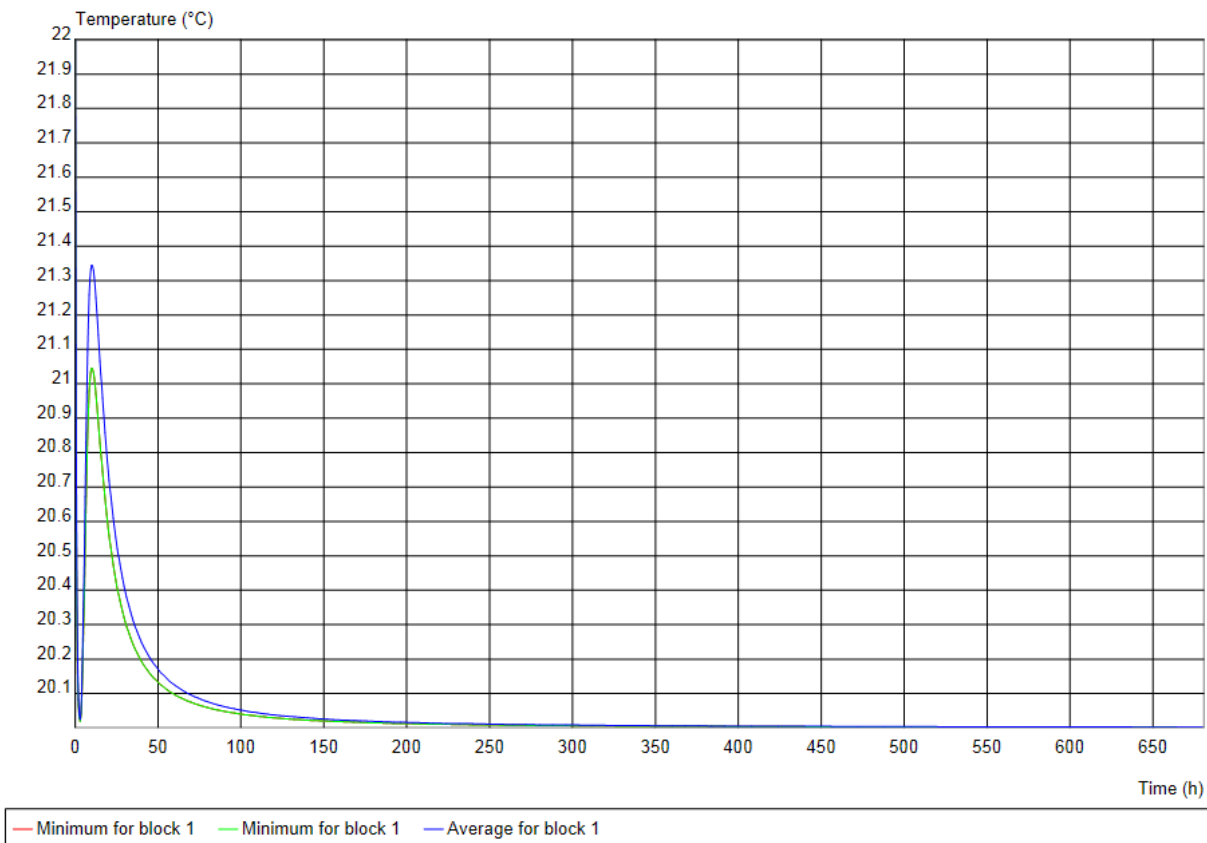
Relax: Age 1820.68 (d), Units (GPa) 0.733473 0.991958 1.55794 2.16114 3.05627 3.32103 5.56397 13.2514

Following material parameters are changed by the user

Fcc28d 64.1 (MPa)

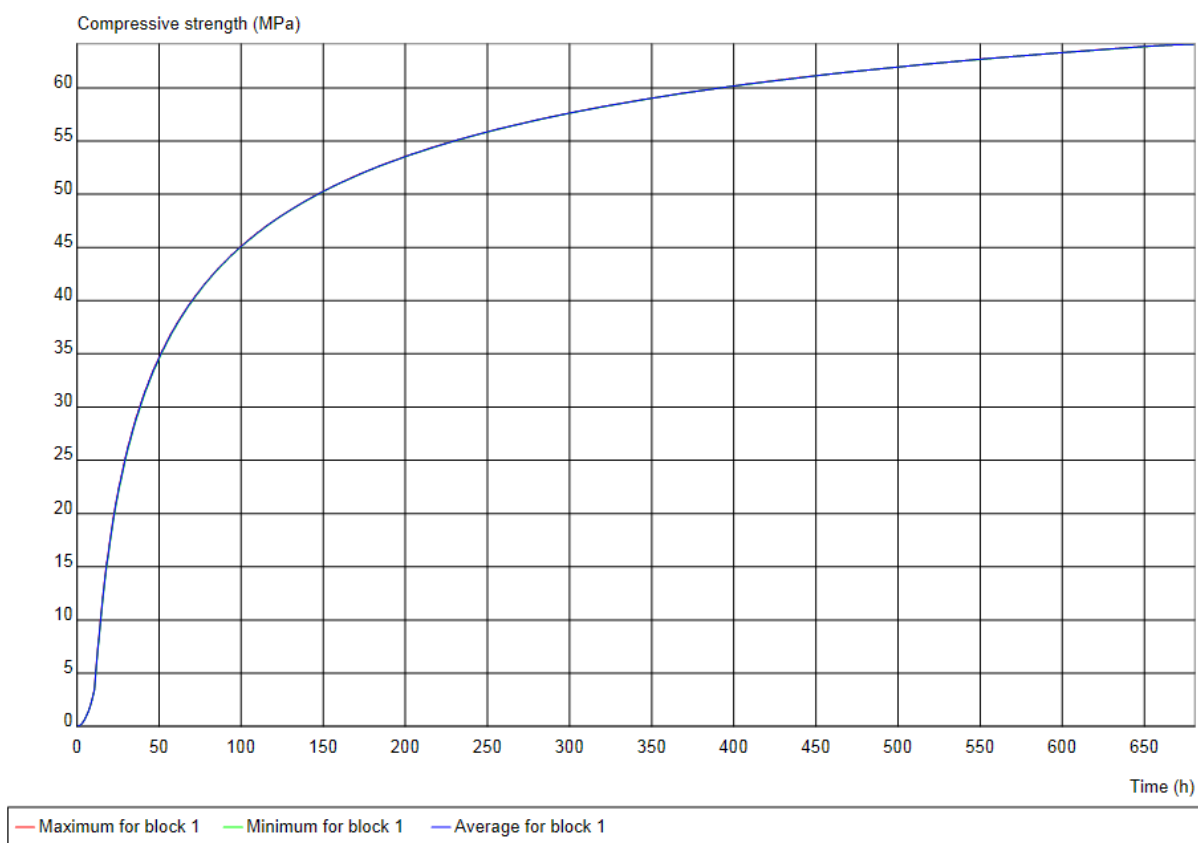
4 Heat Computation Results

4.1 Temperaturutvikling



Plane-Surface Computation Results

5.1 Trykkfastleik



HETT97 AnleggFA kubikkasse 1

Rapport

Simulering av temperatur- og fasthetsutvikling med sement fra Norcem

Laget av : Jørund Magnus Aklestad

Filnavn : F:\master1\HETT97\HETT97 AnleggFA Kubikkasse 1.HCS

Dato : 3/7/2013

Hett97 1.05N er et program som simulerer betongens herdeforløp basert på de forutsetningene som legges inn i hvert enkelt tilfelle. Brukeren er selv ansvarlig for tolking/bruk av resultatene som fremkommer gjennom simulering.

Hett97 er utviklet av JEJMS Concrete AB i samarbeid med Cementa AB, NCC AB, Svenska Fabriksbetongsföreningen, Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond og Luleå Tekniska Universitet. Norcem AS har rettighetene til Hett97 i Norge.

Innholdsfortegnelse

1 Inndata	2
1.1 Konstruksjon	2
1.2 Betong	2
1.3 Grunnleggende	2
1.4 Utside	2
1.5 Ekstra oppvarming	2
2 Kurvedigram - Temperatur	3
3 Kurvedigram - Ekvivalent modenhetsalder	4
4 Kurvedigram - Trykkfasthet	5
5 Liste - Tidsvarierende verdier	6

1 Inndata

1.1 Konstruksjon

Søyle, rektangulær

1.2 Betong

Betongresept
Betongtemperatur (°C)

ANL FA B45-SV40 ret. tilsv. 0,7% P, 443 kg/m³, 64.0 MPa
23 °C

1.3 Grunnleggende

Bredde i X-retn.(m) 1.00 m
Breidd i Y-retn. (m) 1.00 m
Simuleringstid (h) 7 d

1.4 Utside

Lufttemperatur (tidsbasert)

0 h	5 °C
7 h	0 °C
19 h	4 °C
31 h	-1 °C
43 h	5 °C
55 h	0 °C
67 h	2 °C
79 h	-3 °C
91 h	2 °C
103 h	-5 °C
115 h	1 °C
127 h	0 °C
139 h	2 °C
151 h	-8 °C
163 h	-6 °C

Øking av lufttemp. (°C)

0 °C

Vindstyrke (tidsbasert)

0 h	Svak vind (2 m/s)
7 h	Svak vind (2 m/s)
19 h	Svak vind (2 m/s)
31 h	Flau vind (1 m/s)
42 h	Lett bris (5 m/s)
55 h	Svak vind (2 m/s)
67 h	Svak vind (2 m/s)
79 h	Flau vind (1 m/s)
91 h	Stille
103 h	Flau vind (1 m/s)
115 h	Svak vind (2 m/s)
127 h	Flau vind (1 m/s)
139 h	Svak vind (2 m/s)
151 h	Stille
163 h	Flau vind (1 m/s)

Forskaling

Finèr 15mm, isolert

Rivingstid (h)

168 h

Isolering etter riving

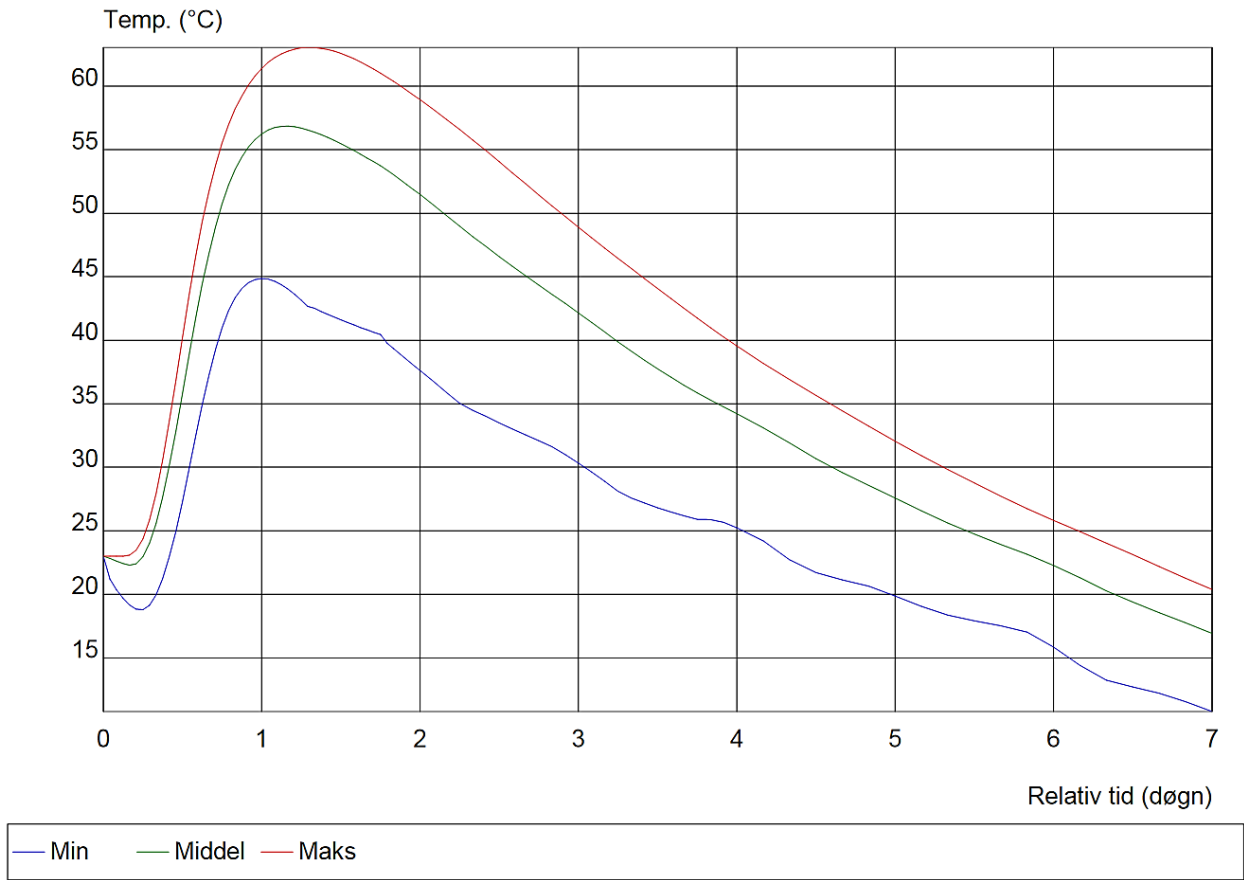
672 h

1.5 Ekstra oppvarming

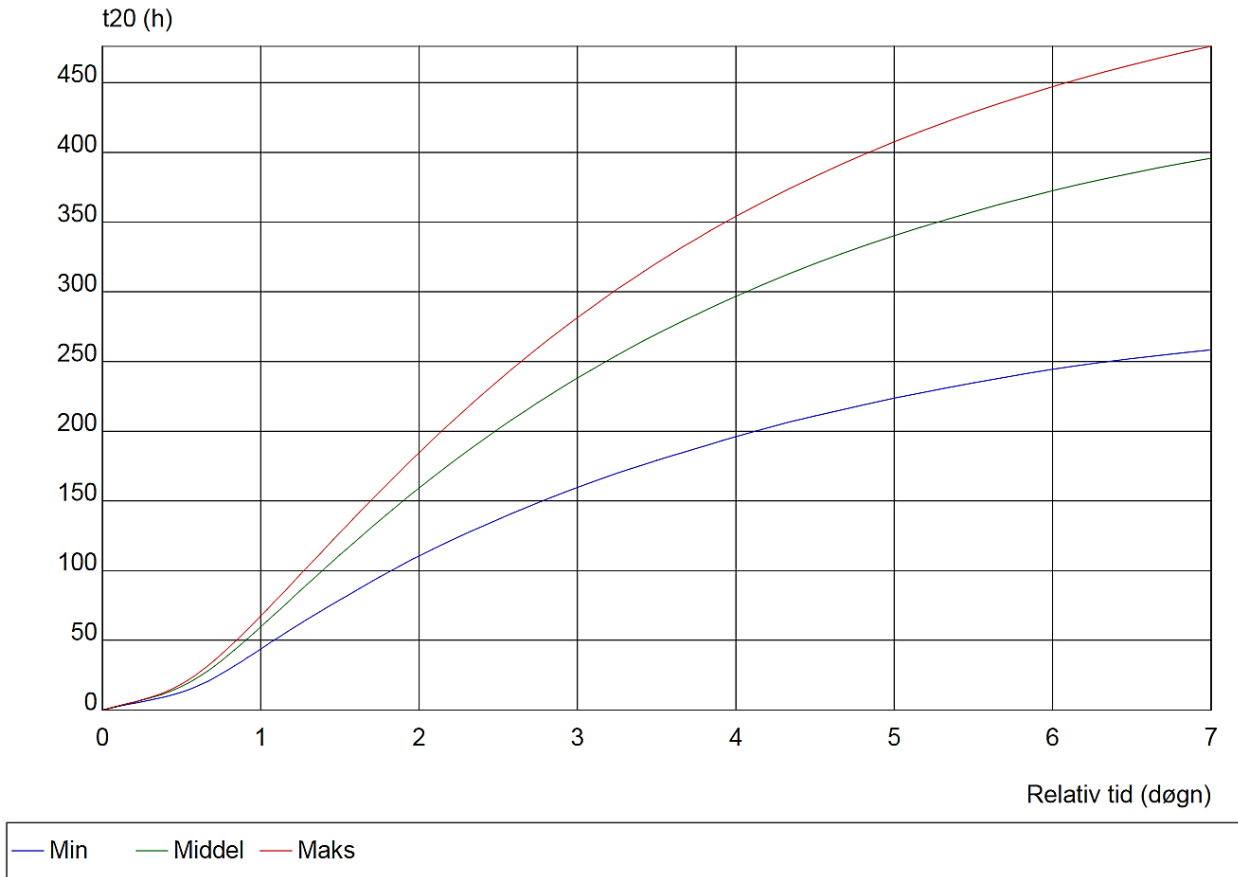
Varmekabel - plasing (m;m)

Ikke benyttet/plasert i simuleringen

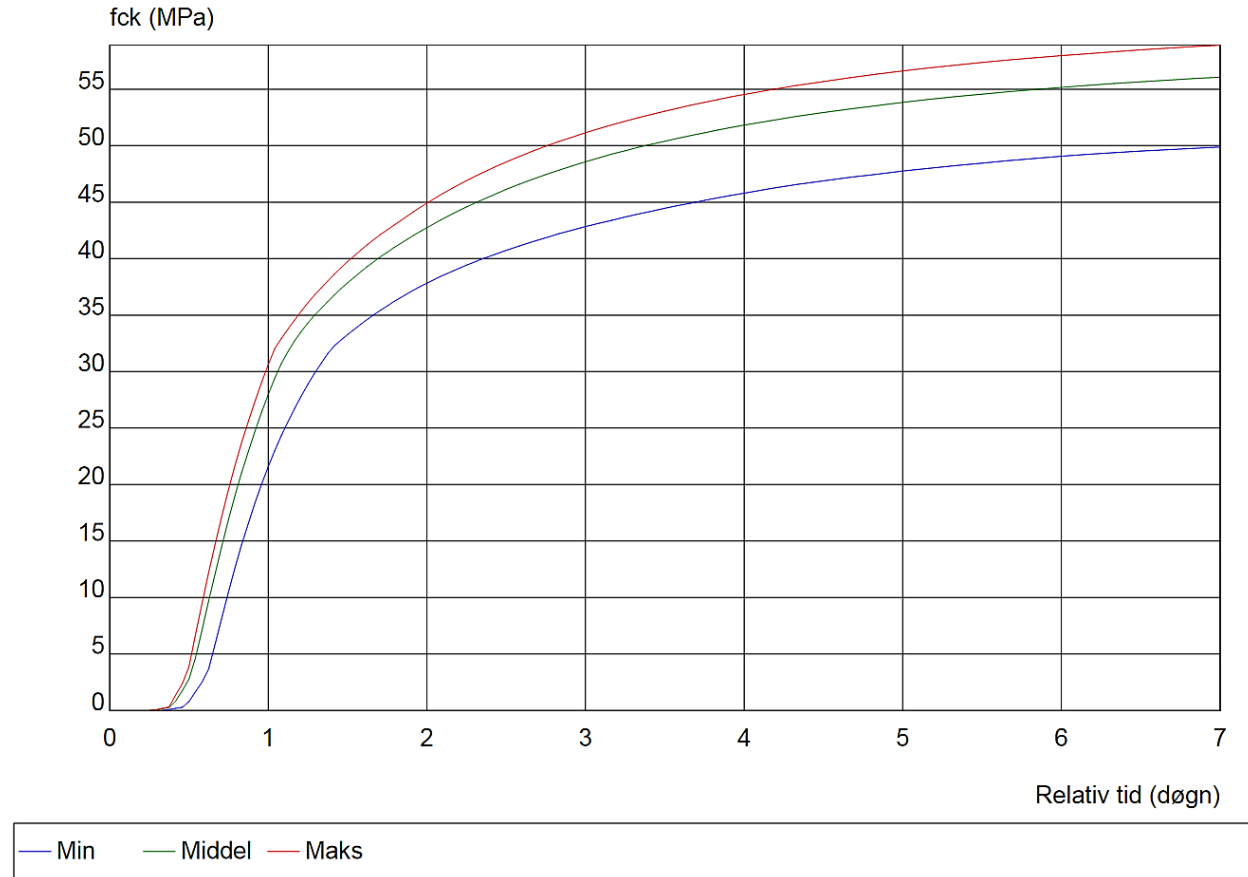
2 Kurvediagram - Temperatur



3 Kurvediagram - Ekvivalent modenhetsalder



4 Kurvediagram - Trykkfasthet



5 Liste - Tidsvarierende verdier

	T min (°C)	T middel (°C)	T maks (°C)	te min (h)	te middel (h)	te maks (h)	fck min (MPa)	fck middel (MPa)	fck maks (MPa)
0 (h)	23.0	23.0	23.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4 (h)	19.2	22.3	23.1	4.1	4.7	4.8	0.0	0.0	0.0
8 (h)	19.9	25.6	27.9	7.9	9.7	10.2	0.0	0.1	0.2
12 (h)	27.3	35.8	40.2	12.8	16.9	18.6	0.8	2.8	3.9
16 (h)	37.2	46.8	51.7	20.7	28.1	31.8	6.0	12.2	14.8
20 (h)	43.4	53.5	58.2	31.6	42.9	48.6	14.7	21.1	23.7
24 (h)	44.9	56.2	61.4	43.8	59.6	67.4	21.6	28.0	30.6
28 (h)	44.0	56.9	62.8	56.1	76.9	87.1	26.8	32.7	34.6
32 (h)	42.5	56.4	63.0	67.8	94.3	107.2	30.7	35.6	37.4
36 (h)	41.6	55.5	62.6	79.1	111.3	127.2	33.3	37.9	39.7
40 (h)	40.8	54.3	61.6	90.0	127.8	146.9	35.0	39.7	41.7
44 (h)	39.3	53.0	60.4	100.6	143.9	166.0	36.5	41.3	43.4
48 (h)	37.6	51.5	58.9	110.5	159.3	184.6	37.8	42.7	44.9
52 (h)	35.9	49.8	57.4	119.8	174.1	202.5	38.9	44.0	46.3
56 (h)	34.5	48.1	55.8	128.5	188.1	219.8	39.9	45.1	47.5
60 (h)	33.5	46.6	54.0	136.8	201.5	236.3	40.7	46.1	48.6
64 (h)	32.5	45.1	52.3	144.8	214.3	252.1	41.5	47.0	49.5
68 (h)	31.6	43.6	50.6	152.4	226.5	267.1	42.2	47.8	50.4
72 (h)	30.3	42.2	48.9	159.7	238.2	281.5	42.8	48.6	51.1
76 (h)	28.9	40.6	47.3	166.6	249.2	295.2	43.4	49.2	51.8
80 (h)	27.6	39.1	45.6	172.9	259.7	308.2	43.9	49.9	52.5
84 (h)	26.8	37.7	44.1	179.0	269.7	320.5	44.5	50.4	53.1
88 (h)	26.2	36.5	42.5	184.8	279.1	332.3	44.9	50.9	53.6
92 (h)	25.9	35.3	41.0	190.5	288.1	343.4	45.4	51.4	54.1
96 (h)	25.2	34.2	39.5	196.1	296.7	354.0	45.8	51.8	54.5
100 (h)	24.2	33.1	38.2	201.4	304.9	364.1	46.2	52.2	54.9
104 (h)	22.7	31.9	36.9	206.4	312.8	373.7	46.6	52.6	55.3
108 (h)	21.7	30.7	35.7	211.0	320.2	382.8	46.9	52.9	55.7
112 (h)	21.1	29.6	34.4	215.3	327.2	391.5	47.2	53.3	56.0
116 (h)	20.6	28.6	33.2	219.6	333.9	399.7	47.5	53.6	56.3
120 (h)	19.9	27.6	32.0	223.7	340.2	407.6	47.7	53.8	56.6
124 (h)	19.0	26.6	30.9	227.5	346.3	415.0	48.0	54.1	56.9
128 (h)	18.4	25.6	29.8	231.1	352.0	422.1	48.2	54.3	57.1
132 (h)	17.9	24.7	28.8	234.7	357.5	428.8	48.5	54.6	57.4
136 (h)	17.5	23.9	27.7	238.1	362.7	435.2	48.7	54.8	57.6
140 (h)	17.0	23.1	26.7	241.4	367.7	441.3	48.9	55.0	57.8
144 (h)	15.9	22.3	25.8	244.5	372.5	447.1	49.1	55.2	58.0
148 (h)	14.4	21.3	24.9	247.3	377.0	452.6	49.2	55.3	58.2
152 (h)	13.2	20.3	24.0	249.8	381.2	457.8	49.4	55.5	58.3
156 (h)	12.7	19.4	23.1	252.1	385.1	462.8	49.5	55.7	58.5
160 (h)	12.2	18.6	22.2	254.3	388.9	467.5	49.6	55.8	58.6
164 (h)	11.5	17.8	21.3	256.4	392.4	472.0	49.8	55.9	58.8
168 (h)	10.8	16.9	20.4	9.6	258.4	395.8	476.2	56.1	58.9

HETT97 AnleggFA kubikkasse 2

Rapport

Simulering av temperatur- og fasthetsutvikling med sement fra Norcem

Laget av : Jørund Magnus Aklestad

Filnavn : F:\master1\HETT97\HETT97 AnleggFA Kubikkasse2.HCS

Dato : 3/7/2013

Hett97 1.05N er et program som simulerer betongens herdeforløp basert på de forutsetningene som legges inn i hvert enkelt tilfelle. Brukeren er selv ansvarlig for tolking/bruk av resultatene som fremkommer gjennom simulering.

Hett97 er utviklet av JEJMS Concrete AB i samarbeid med Cementa AB, NCC AB, Svenska Fabriksbetongsföreningen, Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond og Luleå Tekniska Universitet. Norcem AS har rettighetene til Hett97 i Norge.

Innholdsfortegnelse

1 Inndata	2
1.1 Konstruksjon	2
1.2 Betong	2
1.3 Grunnleggende	2
1.4 Utside	2
1.5 Ekstra oppvarming	2
2 Kurvediagram - Temperatur	3
3 Kurvediagram - Ekvivalent modenhetsalder	4
4 Kurvediagram - Trykkfasthet	5
5 Liste - Tidsvarierende verdier	6

1 Inndata

1.1 Konstruksjon

Søyle, rektangulær

1.2 Betong

Betongresept

ANL FA B45-SV40 ret. tilsv. 0,7% P, 447 kg/m³, 64.0 MPa

Betongtemperatur (°C)

23 °C

1.3 Grunnleggende

Bredde i X-retn.(m)

1.00 m

Breidd i Y-retn. (m)

1.00 m

Simuleringstid (h)

7 d

1.4 Utside

Lufttemperatur (tidsbasert)

0 h	4 °C
10 h	-1 °C
22 h	5 °C
34 h	0 °C
46 h	2 °C
58 h	-3 °C
70 h	2 °C
82 h	2 °C
94 h	1 °C
106 h	0 °C
118 h	2 °C
130 h	-8 °C
142 h	-4 °C
154 h	-13 °C
166 h	-9 °C

Øking av lufttemp. (°C)

0 °C

Vindstyrke (tidsbasert)

0 h	Svak vind (2 m/s)
10 h	Flau vind (1 m/s)
22 h	Lett bris (5 m/s)
34 h	Svak vind (2 m/s)
46 h	Svak vind (2 m/s)
58 h	Flau vind (1 m/s)
70 h	Stille
82 h	Flau vind (1 m/s)
94 h	Svak vind (2 m/s)
106 h	Flau vind (1 m/s)
118 h	Svak vind (2 m/s)
130 h	Stille
142 h	Flau vind (1 m/s)
154 h	Flau vind (1 m/s)
166 h	Svak vind (2 m/s)

Forskaling

Finèr 15mm, isolert

Rivingstid (h)

168 h

Isolering etter riving

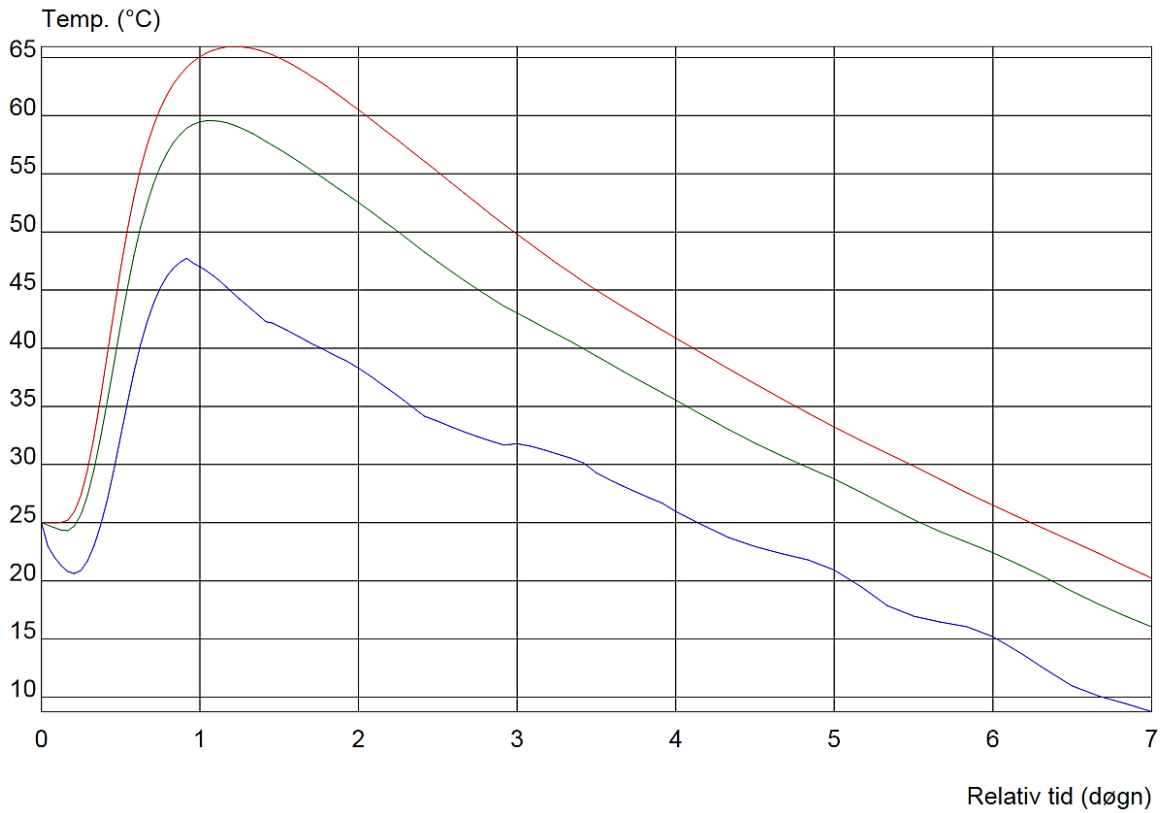
672 h

1.5 Ekstra oppvarming

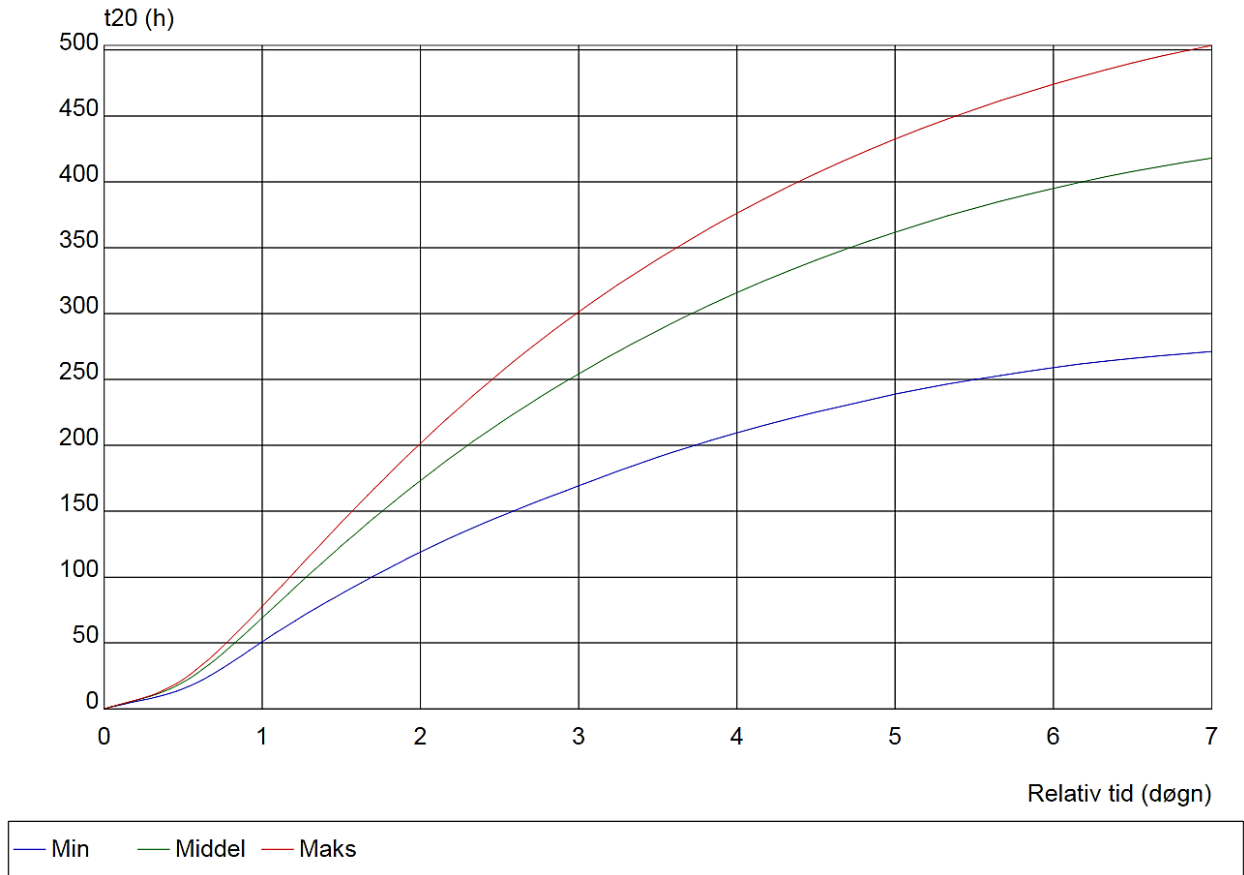
Varmekabel - plasering (m;m)

Ikke benyttet/plassert i simuleringen

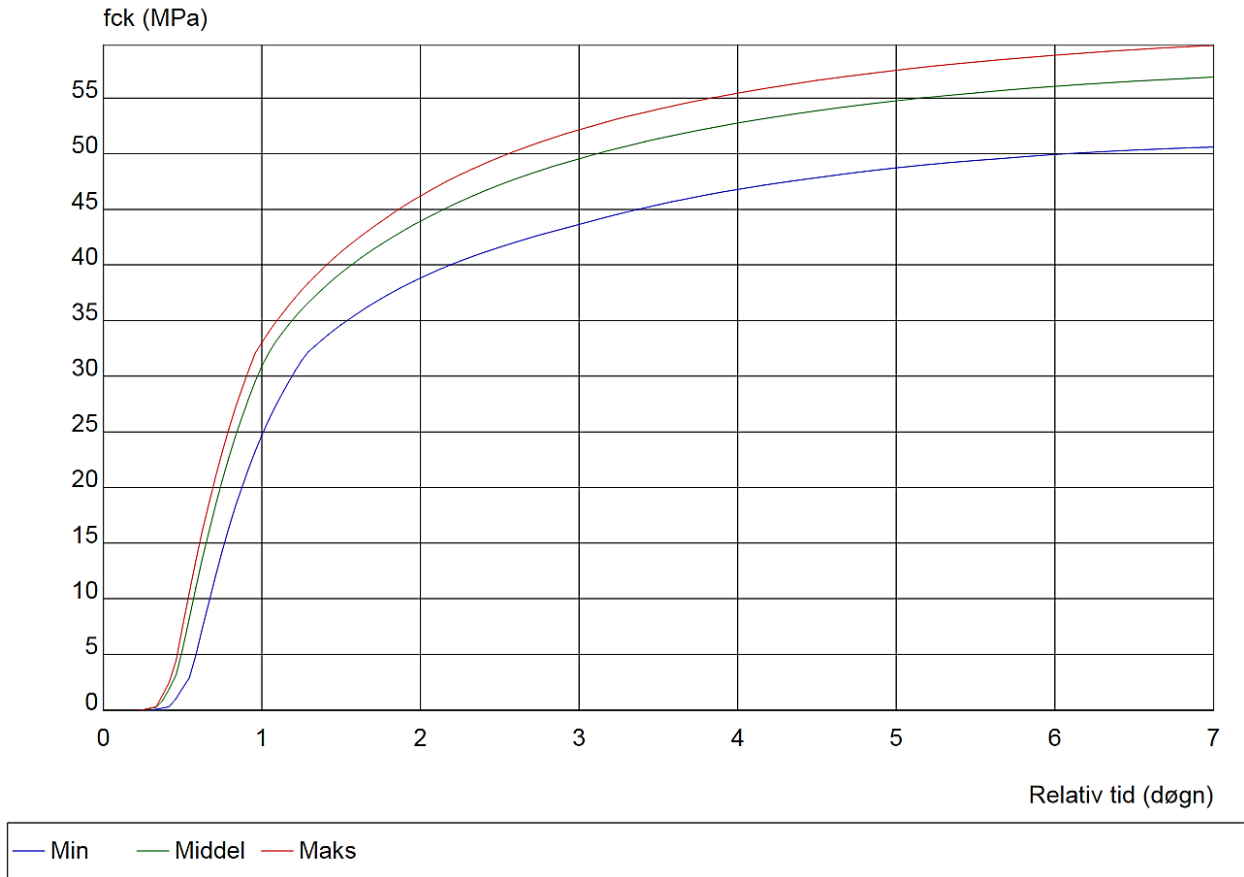
2 Kurvediagram - Temperatur



3 Kurvediagram - Ekvivalent modenhetsalder



4 Kurvediagram - Trykkfasthet



5 Liste - Tidsvarierende verdier

	T min (°C)	T middel (°C)	T maks (°C)	te min (h)	te middel (h)	te maks (h)	fck min (MPa)	fck middel (MPa)	fck maks (MPa)
0 (h)	25	25	25	0	0	0	0	0	0
4 (h)	20.8	24.3	25.2	4.6	5.3	5.4	0	0	0
8 (h)	23	29.6	32.4	8.9	11.1	11.8	0.1	0.3	0.3
12 (h)	32.4	42	46.9	15.2	20.2	22.3	2	5.5	7.5
16 (h)	42.3	52.5	57.5	24.9	33.9	38.1	9.8	16.1	18.7
20 (h)	46.9	57.7	62.7	37.4	50.7	57.1	18.3	24.6	27.1
24 (h)	47	59.5	65.1	50.8	69	77.7	24.7	30.9	33
28 (h)	45.3	59.4	65.9	63.7	87.6	98.9	29.4	34.6	36.3
32 (h)	43.3	58.4	65.8	75.9	105.9	120.3	32.7	37.2	39
36 (h)	41.9	57.1	65	87.3	123.7	141.5	34.6	39.3	41.2
40 (h)	40.7	55.7	63.7	98.3	140.9	162.1	36.2	41.1	43
44 (h)	39.5	54.1	62.2	108.8	157.4	182.2	37.6	42.6	44.7
48 (h)	38.3	52.5	60.5	118.9	173.3	201.5	38.8	43.9	46.2
52 (h)	36.7	50.9	58.7	128.5	188.5	220.1	39.9	45.1	47.5
56 (h)	35	49.1	57	137.5	203	237.9	40.8	46.2	48.7
60 (h)	33.7	47.4	55.2	145.9	216.8	254.9	41.6	47.2	49.7
64 (h)	32.8	45.8	53.3	153.9	229.9	271.1	42.3	48.1	50.6
68 (h)	32	44.3	51.5	161.7	242.4	286.6	43	48.8	51.4
72 (h)	31.8	43	49.8	169.3	254.3	301.3	43.6	49.5	52.2
76 (h)	31.3	41.8	48.1	176.7	265.8	315.3	44.3	50.2	52.8
80 (h)	30.6	40.6	46.5	184	276.7	328.7	44.9	50.8	53.4
84 (h)	29.3	39.3	45	191	287.2	341.4	45.4	51.3	54
88 (h)	28.1	38	43.6	197.5	297.3	353.5	45.9	51.8	54.5
92 (h)	27.1	36.8	42.2	203.7	306.8	365.1	46.4	52.3	55
96 (h)	26	35.5	40.9	209.6	315.9	376.2	46.8	52.7	55.4
100 (h)	24.8	34.3	39.6	215.1	324.6	386.8	47.2	53.1	55.8
104 (h)	23.7	33	38.3	220.3	332.8	396.9	47.5	53.5	56.2
108 (h)	23	31.8	37	225.2	340.6	406.5	47.8	53.9	56.6
112 (h)	22.3	30.8	35.7	229.9	348	415.6	48.2	54.2	56.9
116 (h)	21.8	29.7	34.4	234.4	355.1	424.3	48.4	54.5	57.2
120 (h)	20.9	28.8	33.2	238.8	361.8	432.6	48.7	54.7	57.5
124 (h)	19.5	27.6	32.1	242.9	368.2	440.4	49	55	57.8
128 (h)	17.9	26.4	31	246.5	374.3	447.9	49.2	55.2	58
132 (h)	17	25.3	29.9	249.8	379.9	455	49.4	55.5	58.2
136 (h)	16.5	24.3	28.7	253	385.3	461.7	49.6	55.7	58.5
140 (h)	16.1	23.3	27.6	256.1	390.3	468.1	49.7	55.9	58.7
144 (h)	15.2	22.4	26.5	259	395.1	474.1	49.9	56	58.8
148 (h)	13.9	21.4	25.5	261.7	399.7	479.8	50.1	56.2	59
152 (h)	12.4	20.3	24.4	264	403.9	485.2	50.2	56.4	59.2
156 (h)	11	19.1	23.4	266.1	407.8	490.2	50.3	56.5	59.3
160 (h)	10.1	18	22.4	267.9	411.5	495	50.4	56.6	59.5
164 (h)	9.5	17	21.3	269.6	414.9	499.5	50.5	56.8	59.6
168 (h)	8.8	16.1	20.2	271.2	418	503.7	50.6	56.9	59.7

HETT97 AnleggFA kubikkasse 3

Rapport

Simulering av temperatur- og fasthetsutvikling med sement fra Norcem

Laget av : Jørund Magnus Aklestad

Filnavn : F:\master1\HETT97\HETT97 AnleggFA Kubikkasse3.HCS

Dato : 3/7/2013

Hett97 1.05N er et program som simulerer betongens herdeforløp basert på de forutsetningene som legges inn i hvert enkelt tilfelle. Brukeren er selv ansvarlig for tolking/bruk av resultatene som fremkommer gjennom simulering.

Hett97 er utviklet av JEJMS Concrete AB i samarbeid med Cementa AB, NCC AB, Svenska Fabriksbetongsföreningen, Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond og Luleå Tekniska Universitet. Norcem AS har rettighetene til Hett97 i Norge.

Innholdsfortegnelse

1 Inndata	2
1.1 Konstruksjon	2
1.2 Betong	2
1.3 Grunnleggende	2
1.4 Utside	2
1.5 Ekstra oppvarming	2
2 Kurvedigram - Temperatur	3
3 Kurvedigram - Ekvivalent modenhetsalder	4
4 Kurvedigram - Trykkfasthet	5
5 Liste - Tidsvarierende verdier	6

1 Inndata

1.1 Konstruksjon

Søyle, rektangulær

1.2 Betong

Betongresept

ANL FA B45-SV40 ret. tilsv. 0,7% P, 444 kg/m³, 64.0

MPa

Betongtemperatur (°C)

23 °C

1.3 Grunnleggende

Bredde i X-retn.(m)

1.00 m

Breidd i Y-retn. (m)

1.00 m

Simuleringstid (h)

7 d

1.4 Utside

Lufttemperatur (tidsbasert)

0 h	-4 °C
8 h	-11 °C
20 h	-1 °C
32 h	-8 °C
44 h	-7 °C
56 h	-18 °C
68 h	-6 °C
80 h	-18 °C
92 h	-1 °C
104 h	-5 °C
116 h	-2 °C
128 h	-10 °C
140 h	-1 °C
152 h	-7 °C
164 h	-2 °C

Øking av lufttemp. (°C)

0 °C

Vindstyrke (tidsbasert)

0 h	Flau vind (1 m/s)
8 h	Stille
20 h	Svak vind (2 m/s)
32 h	Svak vind (2 m/s)
44 h	Svak vind (2 m/s)
56 h	Flau vind (1 m/s)
68 h	Flau vind (1 m/s)
80 h	Flau vind (1 m/s)
92 h	Svak vind (2 m/s)
104 h	Svak vind (2 m/s)
116 h	Svak vind (2 m/s)
128 h	Flau vind (1 m/s)
140 h	Svak vind (2 m/s)
152 h	Svak vind (2 m/s)
164 h	Flau vind (1 m/s)

Forskaling

Finèr 15mm, isolert

Rivingstid (h)

168 h

Isolering etter riving

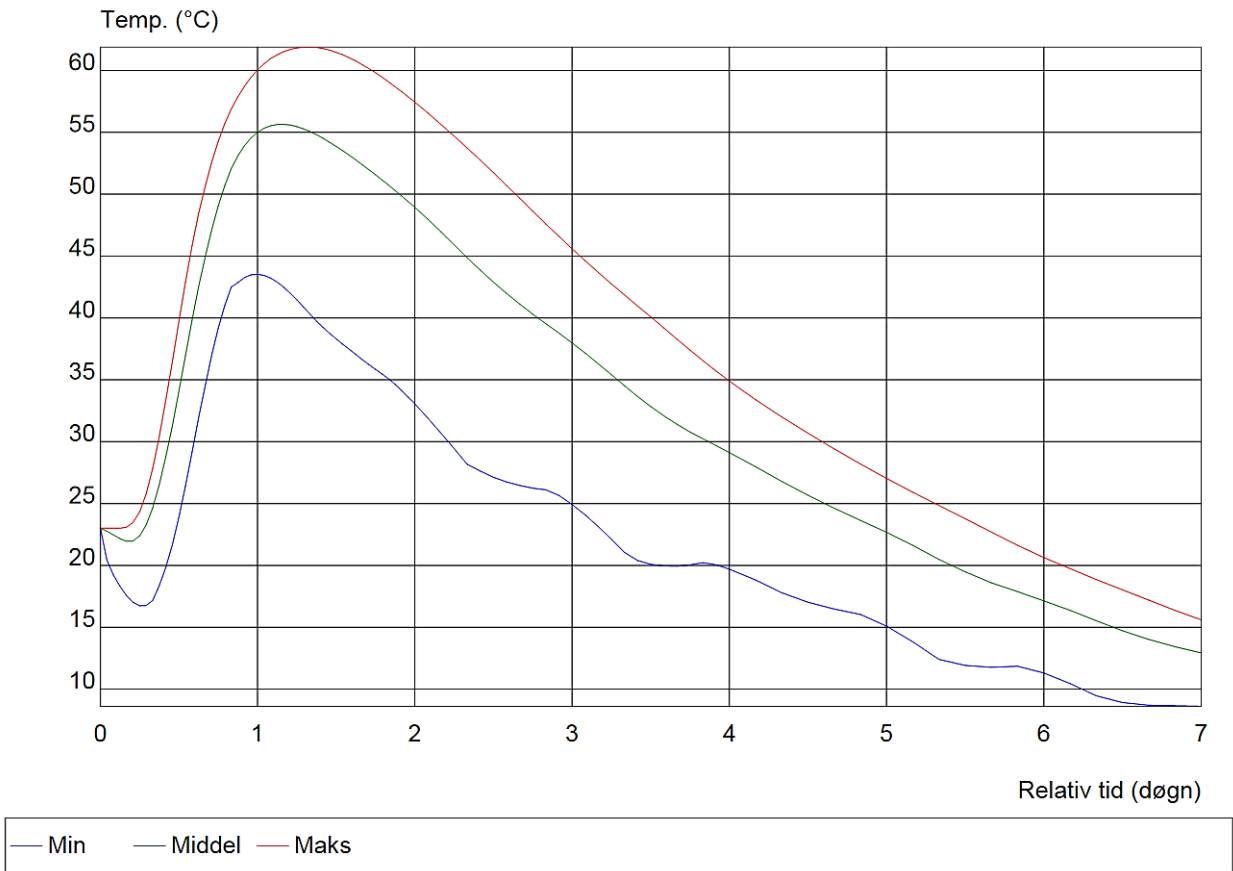
Nei

1.5 Ekstra oppvarming

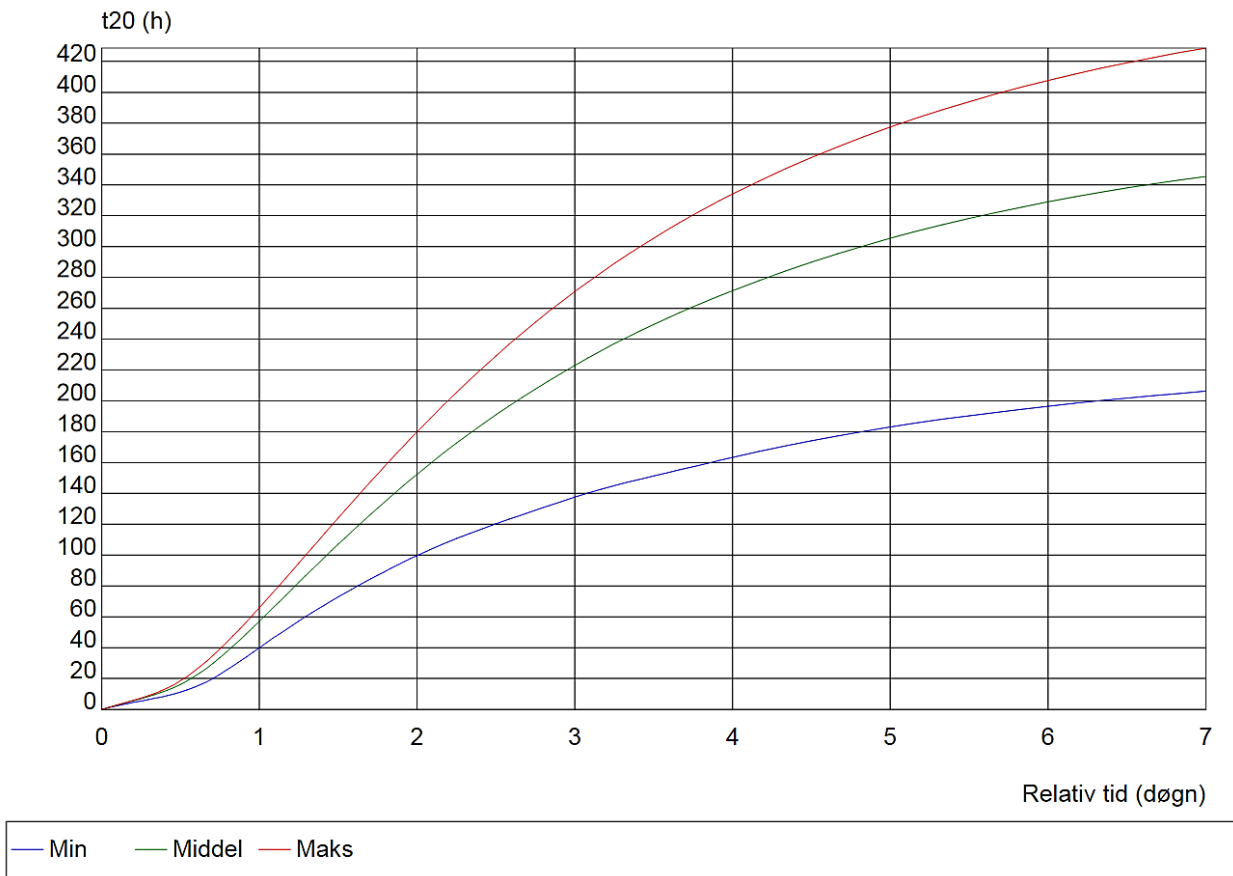
Varmekabel - plasing (m;m)

Ikke benyttet/plasert i simuleringen

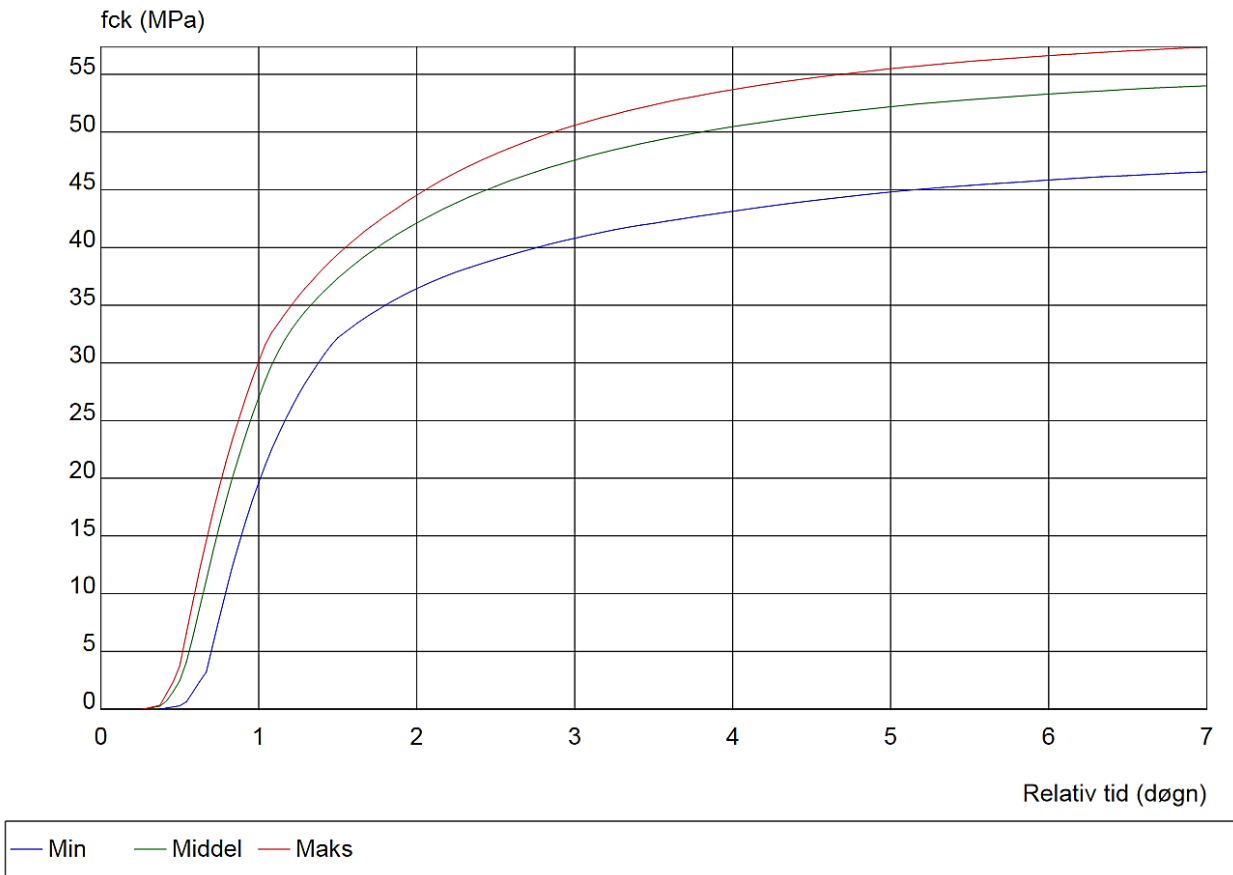
2 Kurvediagram - Temperatur



3 Kurvediagram - Ekvivalent modenhetsalder



4 Kurvediagram - Trykkfasthet




5 Liste - Tidsvarierende verdier

	T min (°C)	T middel (°C)	T maks (°C)	te min (h)	te middel (h)	te maks (h)	fck min (MPa)	fck middel (MPa)	fck maks (MPa)
0 (h)	23	23	23	0	0	0	0	0	0
4 (h)	17.6	22	23.1	3.8	4.7	4.8	0	0	0
8 (h)	17.2	24.7	27.8	7.1	9.4	10.2	0	0.1	0.2
12 (h)	23.9	34.1	39.8	11.1	16.2	18.5	0.3	2.5	3.8
16 (h)	34.6	45	50.7	18	26.8	31.4	3.2	11.2	14.6
20 (h)	42.5	52.1	56.9	28.2	40.9	47.7	12.3	20	23.3
24 (h)	43.5	55	60.1	39.9	57	65.9	19.6	27	30.1
28 (h)	42.5	55.6	61.5	51.6	73.9	85	25	32	34.3
32 (h)	40.3	55.1	61.9	62.7	90.6	104.6	29.1	35.1	37.1
36 (h)	38.3	53.9	61.5	72.9	107	124.1	32.2	37.3	39.4
40 (h)	36.6	52.4	60.5	82.4	122.8	143.3	33.8	39.2	41.4
44 (h)	35.1	50.7	59.1	91.4	138	161.9	35.2	40.8	43
48 (h)	33.1	48.9	57.4	99.7	152.4	179.9	36.4	42.1	44.5
52 (h)	30.7	47	55.6	107.3	166.1	197.1	37.4	43.3	45.9
56 (h)	28.2	44.9	53.7	114.1	178.9	213.5	38.3	44.4	47.1
60 (h)	27.1	42.9	51.7	120.3	191	229.1	39	45.3	48.1
64 (h)	26.5	41.1	49.7	126.2	202.3	243.9	39.6	46.1	49
68 (h)	26.1	39.5	47.6	132	212.9	257.8	40.2	46.9	49.8
72 (h)	24.9	38	45.6	137.6	223	270.8	40.8	47.6	50.6
76 (h)	23.1	36.3	43.7	142.7	232.5	283.1	41.3	48.2	51.2
80 (h)	21.1	34.5	41.9	147.2	241.3	294.7	41.7	48.7	51.8
84 (h)	20.1	32.8	40.1	151.3	249.6	305.5	42.1	49.2	52.4
88 (h)	19.9	31.4	38.3	155.3	257.3	315.7	42.5	49.7	52.8
92 (h)	20.2	30.2	36.5	159.3	264.5	325.2	42.8	50.1	53.3
96 (h)	19.7	29.1	34.9	163.3	271.4	334.1	43.1	50.5	53.7
100 (h)	18.8	28	33.4	167.1	277.9	342.5	43.5	50.8	54
104 (h)	17.8	26.8	32	170.7	284.1	350.3	43.8	51.1	54.4
108 (h)	17	25.7	30.7	174	289.9	357.7	44	51.4	54.7
112 (h)	16.5	24.6	29.4	177.2	295.3	364.7	44.3	51.7	55
116 (h)	16	23.6	28.2	180.3	300.5	371.3	44.6	52	55.2
120 (h)	15.1	22.7	27	183.2	305.4	377.5	44.8	52.2	55.5
124 (h)	13.8	21.6	25.9	185.8	310	383.3	45	52.4	55.7
128 (h)	12.4	20.5	24.8	188.2	314.3	388.8	45.2	52.6	55.9
132 (h)	11.9	19.5	23.8	190.3	318.3	394	45.4	52.8	56.1
136 (h)	11.8	18.6	22.7	192.4	322.1	398.9	45.5	53	56.3
140 (h)	11.8	17.9	21.6	194.5	325.6	403.5	45.7	53.1	56.5
144 (h)	11.3	17.1	20.6	196.6	329	407.8	45.8	53.3	56.6
148 (h)	10.5	16.4	19.7	198.5	332.2	411.8	46	53.4	56.8
152 (h)	9.5	15.5	18.9	200.2	335.2	415.6	46.1	53.6	56.9
156 (h)	8.9	14.7	18	201.8	338	419.2	46.2	53.7	57
160 (h)	8.7	14	17.2	203.3	340.6	422.6	46.3	53.8	57.1
164 (h)	8.7	13.4	16.4	204.8	343.1	425.8	46.4	53.9	57.3
168 (h)	8.6	12.9	15.6	206.3	345.5	428.8	46.6	54	57.4

Tabell V13.1: Betongprøver E16 Slomarka - Fulu

Prosj nr 32677

Dato	Konstruksjon	Prøve nr.	Følgeseddelnr.	Luftinnhold(%)	Temp. °C	Antall dager	Vekt (g)	Fasthet(mPa)
24.10.2012	Strøm kulvert, bunnplate	1	35722	4,60 %	10°	28	2395	61,7
06.11.2012	Strøm kulvert, vegger & tak	2	35844	6,30 %	18°	28	2313	55,8
14.11.2012	Strøm kulvert, vinger & kantdragere	3	35928	4,90 %	10°	28	2360	56,6
26.11.2012	Fulusaga bru, bunnplate fund. akse 1	5	36049	4,00 %	18°	28	2480	69,9
28.11.2012	Strøm kulvert, avlastingsplater	6	36089	5,10 %	20°	28	2330	64,3
14.11.2012	Strøm kulvert, vinger & kantdragere	7	35928	4,90 %	10°	56	2390	65,9
06.12.2012	Fulusaga Landkar akse 1	8	36128	4,60 %	25°	28	2410	60,8
07.12.2012	Slomarka bru, fundamenter akse 2,3,4	9	36139	3,70 %	25°	28	2390	63,4
11.12.2012	Slomarka bru, fundament akse 1	10	36165	6,00 %	25°	28	2390	60,6
14.12.2012	Fulusaga bru, bunnplate fund. Akse 3	11	36171	5,00 %	25°	28	2430	61,95
19.12.2012	Fulusaga bru, utstøp foringsrør akse 2	12	36189	4,60 %	22°	28	2380	65,25
06.11.2012	Strøm kulvert, vegger & tak	13	35844	6,30 %	18°	56	2330	62,2
24.10.2012	Strøm kulvert, bunnplate	14	35722	4,6	10°	56	2390	69,9
28.11.2012	Strøm kulvert, avlastingsplater	15	36089	5,1	20°	56	2307	65,6
26.11.2012	Fulusaga bru, fund akse 1	16	36049	4	18°	56	2489	72
06.12.2012	Fulusaga bru, landkar akse 1	17	36128	4,6	25°	56	2419	64,3
07.12.2012	Slomarka bru, fund akse 2, 3, 4	18	36139	3,7	25°	56	2400	74,1
11.12.2012	Slomarka bru, fund akse 1	19	36165	6	25°	56	2417	65,5
09.01.2013	Slomarka bru, søyler akse 2, 4	20	36334	4,1	20°	28	2421	68,7
17.12.2012	Fulusaga bru, fundament akse 3	21	36171	5	25°	56	2420	65,97
19.12.2012	Fulusaga bru, utstøp foringsrør akse 2	22	36189	4,6	22°	56	2380	73,74
17.01.2013	Viltkulvert pel 9100, dekke	23	36366	4,6	25°	28	2480	65,95
29.01.2013	Slomarka bru, søyler akse 1 og 3	24	36397	4,7	25°	28	2367	59,1
09.01.2013	Slomarka bru, søyler akse 2 og 4	25	36334	4,1	20°	56	2407	79,9
17.01.2013	Viltkulvert pel 9100, dekke	26	36336	4,6	25°	56	2510	77,7
15.02.2013	Fulusaga bru, søyler akse 2 og 3	27	36464	6,5	25°	28	2340	66,75
18.02.2013	VA-kulvert Slomarka, dekke del 1	28	36481	3,6	15°	28	2405	65
22.02.2013	Kjølset bru, fund akse 2	29	36516	4,7	25°	28	2384	62,07
28.02.2013	Kjølset bru, fund akse 1	30	36640	5,3	25°	28	2404	67,95
29.01.2013	Slomarka bru, søyler akse 1 og 3	31	36397	4,7	25°	56	2352	62,8
06.03.2013	VA-kulvert Slomarka, vegg del 1	32	36619	4,5	25°	28	2371	58,75
08.03.2013	VA-kulvert vegg 2, plate 3	33	36631	4,9	23°	28	2330	58,25
11.03.2013	VA-kulvert vegg nr 3	34	36694	4,4	24°	28	2370	64,5

	28-døgns fastleik, snitt av 20 målingar:	62,9 MPa
	56-døgns fastleik, snitt av 13 målingar:	69,2 MPa
	Høgste målte luftinnhald (byggeplass):	6,5 %
	Lågaste målte luftinnhald (byggeplass):	3,6 %
Gjennomsnittleg luftinnhald:		4,7 %
Gjennomsnitteleg masse, prøveterning:		2398,2 g
Estimert densitet:		2400 kg/m ³

Vedlegg 14: Resultat frå trykkfastleiksprøving frå Betong Øst, Kongsvinger

Fabrik: **Betong Øst Kongsvinger**
 Familj: **SVV**

Period: **2012-01-01 - 2012-12-31**

Referansbetong: 7540

Vilkor 1

Metod 1 $f_{cm} \geq f_{ck} + 5,00$ → 63,64 ≥ 60,00 OK!

σ 0,00
 σ_{15} 3,94
 σ_{35} 4,88

53 Prov i utvärderingsperioden

Vilkor 1	Överensstämmelse bekräftad
Vilkor 2	Överensstämmelse bekräftad
Vilkor 3	Överensstämmelse bekräftad

<u>Namn</u>	<u>Benämning</u>	<u>Bör värde</u>	<u>Ref. btg</u>	<u>Stdav</u>	<u>Antal prov</u>	<u>fcm</u>	<u>Villk. 3</u>	<u>Upp. fyllt</u>
7544	7544	60,0		5,0	7	63,4 >= fck + 3	58,0	Ja
7543	7543	59,0		3,9	5	66,9 >= fck + 2	57,5	Ja
7540	7540	60,0	X	4,9	41	63,2 >= fck + 3	58,0	Ja

<u>Datum</u>	<u>Kub</u>	<u>Namn</u>	<u>fcm</u>	<u>Pröv-res.</u>	<u>Bör värde</u>	<u>Diff mot bör</u>	<u>Overf. värde</u>	<u>Villk. 2</u>	<u>Upp. fyllt</u>
2012-04-11	9b9c	7540		62,6	60,0	2,6	62,6	50,0	Ja
2012-04-18	10b10c	7540		65,6	60,0	5,6	65,6	50,0	Ja
2012-04-19	11b11a	7540	63,47 S3: 1,81	62,3	60,0	2,3	62,3	50,0	Ja
2012-04-25	14b14c	7540		67,7	60,0	7,7	67,7	50,0	Ja
2012-05-04	17b17a	7540		68,0	60,0	8,0	68,0	50,0	Ja
2012-05-07	18b18a	7540	65,02 S3: 4,87	59,4	60,0	-0,6	59,4	50,0	Ja
2012-05-07	20b20a	7540		75,4	60,0	15,4	75,4	50,0	Ja
2012-05-11	22a22b	7540		63,4	60,0	3,4	63,4	50,0	Ja
2012-05-15	23a23b	7540	70,17 S3: 3,72	71,7	60,0	11,7	71,7	50,0	Ja
2012-05-15	24b24a	7540		70,7	60,0	10,7	70,7	50,0	Ja
2012-05-15	25b25c	7540		68,9	60,0	8,9	68,9	50,0	Ja
2012-05-23	28b28a	7540	67,72 S3: 3,72	63,6	60,0	3,6	63,6	50,0	Ja
2012-05-23	31a31b	7540		64,1	60,0	4,1	64,1	50,0	Ja
2012-05-31	34b34c	7540		57,3	60,0	-2,7	57,3	50,0	Ja
2012-06-05	36b36c	7540	62,73 S3: 4,96	66,9	60,0	6,9	66,9	50,0	Ja
2012-06-12	40b40c	7540		57,9	60,0	-2,1	57,9	50,0	Ja
2012-06-12	41a41b	7540		58,5	60,0	-1,5	58,5	50,0	Ja
2012-06-12	42a42b	7540	60,10 S3: 3,39	64,0	60,0	4,0	64,0	50,0	Ja
2012-06-12	43a43b	7540		60,6	60,0	0,6	60,6	50,0	Ja
2012-06-27	49b49a	7543		65,8	59,0	6,8	65,8	50,0	Ja
2012-07-04	51b51a	7540	62,92 S3: 3,92	61,5	60,0	1,5	61,5	50,0	Ja
2012-07-04	52b52a	7540		64,3	60,0	4,3	64,3	50,0	Ja
2012-07-04	53b53a	7540		71,7	60,0	11,7	71,7	50,0	Ja
2012-07-26	58b58a	7544	65,08 S3: 6,11	59,4	60,0	-0,6	59,4	50,0	Ja
2012-08-07	60b60c	7540		58,6	60,0	-1,4	58,6	50,0	Ja
2012-08-15	64b64a	7543		71,1	59,0	12,1	71,1	50,0	Ja
2012-08-15	65b65c	7543	67,22 S3: 8,06	70,0	59,0	11,0	70,0	50,0	Ja
2012-08-21	68b68c	7540		66,3	60,0	6,3	66,3	50,0	Ja
2012-08-21	69b69a	7540		66,8	60,0	6,8	66,8	50,0	Ja
2012-08-27	70b70a	7540	63,93 S3: 4,50	58,8	60,0	-1,2	58,8	50,0	Ja
2012-08-29	72b72a	7543		66,6	59,0	7,6	66,6	50,0	Ja
2012-08-30	75b75a	7540		63,5	60,0	3,5	63,5	50,0	Ja

Vedlegg 14: Resultat frå trykkfastleiksprøving frå Betong Øst, Kongsvinger

<u>Datum</u>	<u>Kub</u>	<u>Namn</u>	<u>fcm</u>	<u>Pröv- res.</u>	<u>Bör värde</u>	<u>Diff mot bör</u>	<u>Överf. värde</u>	<u>Villk. 2</u>	<u>Upp. fylt</u>
2012-09-10	79b79a	7540	63,97 S3: 3,91	60,9	60,0	0,9	60,9	50,0	Ja
2012-09-10	80b80c	7540		61,7	60,0	1,7	61,7	50,0	Ja
2012-09-10	81b81a	7544		70,1	60,0	10,1	70,1	50,0	Ja
2012-09-10	82b82a	7540	66,83 S3: 4,54	68,8	60,0	8,8	68,8	50,0	Ja
2012-09-10	83b83a	7540		68,6	60,0	8,6	68,6	50,0	Ja
2012-09-11	84b84a	7540		63,1	60,0	3,1	63,1	50,0	Ja
2012-09-13	87b87a	7540	64,95 S3: 3,16	63,2	60,0	3,2	63,2	50,0	Ja
2012-10-02	97b97c	7540		63,4	60,0	3,4	63,4	50,0	Ja
2012-10-02	98b98c	7540		57,0	60,0	-3,0	57,0	50,0	Ja
2012-10-05	101b101a	7540	59,63 S3: 3,32	58,6	60,0	-1,4	58,6	50,0	Ja
2012-10-10	102b102a	7540		63,9	60,0	3,9	63,9	50,0	Ja
2012-10-17	105b105a	7540		59,7	60,0	-0,3	59,7	50,0	Ja
2012-10-19	108b108a	7540	62,08 S3: 2,18	62,8	60,0	2,8	62,8	50,0	Ja
2012-10-30	111b111a	7540		52,5	60,0	-7,5	52,5	50,0	Ja
2012-11-06	116b116a	7543		61,3	59,0	2,3	61,3	50,0	Ja
2012-11-14	121b121a	7540	56,17 S3: 5,88	53,8	60,0	-6,2	53,8	50,0	Ja
2012-11-22	127b127a	7540		57,3	60,0	-2,7	57,3	50,0	Ja
2012-11-26	128b128c	7540		60,3	60,0	0,3	60,3	50,0	Ja
2012-12-03	131b131a	7544	60,45 S3:3,25	63,8	60,0	3,8	63,8	50,0	Ja
2012-12-14	133b133a	7540		59,4	60,0	-0,6	59,4	50,0	Ja
2012-12-20	135b135a	7544		66,4	60,0	6,4	66,4	50,0	Ja

Vedlegg 14: Resultat frå trykkfastleiksprøving frå Betong Øst, Kongsvinger

Fabrik: Betong Øst Kongsvinger
Familj: SVV

Referansbetong: 7540

Period: 2013-01-01 - 2013-12-31

Vilkor 1

Metod 1 $f_{cm} \geq f_{ck} + 5,00$ → 64,44 ≥ 60,00 OK!

σ 0,00
 σ_{15} 5,57
 σ_{35} 5,02


Överlappende 16 Prov i utvärderingsperioden

Vilkor 1	Överensstämmelse bekräftad
Vilkor 2	Överensstämmelse bekräftad
Vilkor 3	Överensstämmelse bekräftad

<u>Namn</u>	<u>Benämning</u>	<u>Bör värde</u>	<u>Ref. btg</u>	<u>Stdav</u>	<u>Antal prov</u>	<u>fcm</u>	<u>Vilk. 3</u>	<u>Upp. fyllt</u>
7540	7540	60,0	X	5,6	15	64,5 >= fck + 3	58,0	Ja
7544	7544	60,0			1			


<u>Datum</u>	<u>Kub</u>	<u>Namn</u>	<u>fcm</u>	<u>Pröv- res.</u>	<u>Bör värde</u>	<u>Diff mot bör</u>	<u>Överf. värde</u>	<u>Vilk. 2</u>	<u>Upp. fyllt</u>
2013-01-09	13002b13002a	7540		61,8	60,0	1,8	61,8	50,0	Ja
2013-01-28	13004b13004c	7540		58,7	60,0	-1,3	58,7	50,0	Ja
2013-01-28	13005b13005a	7540	59,80 S:3 1,73	58,9	60,0	-1,1	58,9	50,0	Ja
2013-02-05	13006b13006a	7544		63,3	60,0	3,3	63,3	50,0	Ja
2013-02-06	13007b13007c	7540		60,1	60,0	0,1	60,1	50,0	Ja
2013-02-07	13008b13008c	7540	61,20 S:3 1,82	60,3	60,0	0,3	60,3	50,0	Ja
2013-02-07	13009b13009c	7540		60,4	60,0	0,4	60,4	50,0	Ja
2013-02-18	13010b13010a	7540		59,2	60,0	-0,8	59,2	50,0	Ja
2013-02-18	13011b13011a	7540	59,30 S3: 1,03	58,4	60,0	-1,6	58,4	50,0	Ja
2013-02-25	13012b13012c	7540		69,6	60,0	9,6	69,6	50,0	Ja
2013-02-25	13014a13014b	7540		70,6	60,0	10,6	70,6	50,0	Ja
2013-02-28	13015b13015c	7540	69,60 S3: 0,88	69,0	60,0	9,0	69,0	50,0	Ja
2013-02-28	13016b13016a	7540		70,0	60,0	10,0	70,0	50,0	Ja
2013-03-06	13018b13018a	7540		66,0	60,0	6,0	66,0	50,0	Ja
2013-03-06	13019b13019c	7540	69,78 S3: 3,70	73,4	60,0	13,4	73,4	50,0	Ja
2013-03-06	13020b13020a	7540		72,1	60,0	12,1	72,1	50,0	Ja

Betongprøver

Prosjekt:	Tverlandsbrua	
Betongkvalitet:	B45 -SV30	
Resept:	BV55 FA-IND 1082 Dmax 22/ Dmax 16	


Tabell V15.1 Konstruksjonsdel	Entreprenør						Utrekna raskleik, r [fcm2/fcm28]
	Dato	Luft [%]	fcm 2 [Mpa]	fcm 7 [Mpa]	fcm 28 [Mpa]	fcm 90 [Mpa]	
27. Gurt søylehode A4	17.02.12	2,4	53,6	67	85,9	96,7	0,62
28. Gurt søylehode A4	17.02.12	3,4	45,2	45,1	74,9	92,6	0,60
29. Gurt søylehode A4	17.02.12	2,8	43,5	58,4	68,9	87,6	0,63
36. Steg søylehode A4	13.03.12	2,8	46,9	59,7	80	88,6	0,59
37. Steg søylehode A4	13.03.12	2,7	47,5	65,2	80,3	89,9	0,59
38. Steg søylehode A4	14.03.12	2,8	50,5	69,1	93,8	91,1	0,54
39. Steg søylehode A4	14.03.12	2,3	43,9	65,3	93,5	93	0,47
48. Prøvestøp B55SV30	18.04.12	4,5	44,85	57,1	76,8	80,9	0,58
49. Dekke A4	19.04.12	2	40,3	52,2	72,1	81,4	0,56
51. Dekke A4	19.04.12	2,4	37,3	51,9	77,2	89,7	0,48
53. Dekke A4	19.04.12	3,1	45	55,4	77,6	88	0,58
60. Viadukt Akse 8-7 G/S	02.05.12	4,2	46,7	62,5	81,5	89,4	0,57
61. Viadukt Akse 8-7 G/S	02.05.12	3,2	46	61,6	84,1	92,9	0,55
62. Viadukt Akse 8-7 G/S	02.05.12	2,8	46,1	62,1	69,5	90,2	0,66
63. Viadukt Akse 8-7 G/S	02.05.12	3,8	42,5	60,1	84,5	87,4	0,50
67. Dekke Akse 8-7	23.05.12	2,8	44,1	50,6	83,3	89,1	0,53
68. Dekke Akse 8-7	23.05.12	3,1	42,1	59,7	82,6	88,3	0,51
69. Dekke Akse 8-7	23.05.12	2,6	41,2	40,1	87,6	92,1	0,47
70. FFB A4 Felt 1 4-5 G/S	01.06.12	2,4	53,4	67,9	84,2	87,2	0,63
75. FFB A4 Felt 1 4-5 Dekke	05.06.12	2	49,2	61,9	79,1	89,9	0,62
80. FFB A4 Felt 1 4-3 G/S	20.06.12	4,6	46,3	60	75,9	80,1	0,61
81. FFB A4 Felt 1 4-3 Dekke	22.06.12	3,3	45,9	64,4	81,1	80,8	0,57
87. FFB A4 Felt 2 4-5 G/S	27.06.12	2,4	45,6	57,7	80	80	0,57
89. FFB A4 Felt 2 4-3 G/S	29.06.12	2,2	42,2	61,6	79,4	87,3	0,53
90. FFB A4 Felt2 4-5 Dekke	02.07.12	3,4	45,3	60,7	79,7	79,6	0,57
91. FFB A4 Felt2 4-3 Dekke	03.06.12	2,8	45,5	58,8	74,8	82	0,61
95. FFB A4 Felt3 4-3 G/S	11.07.12	2,6	42,4	56,4	74,4	85,9	0,57
96.FFB A4 Felt3 4-5 G/S	12.07.12	2,4	44,3	61,2	86,5	94,2	0,51
97. FFB A4 Felt3 4-3 Dekke	13.07.12	2,9	43,8	60,3	84,2	93,2	0,52
98. FFB A4 Felt3 4-5 Dekke	14.07.12	2,8	47,1	56,5	82,2	90	0,57
100.FFB A4 Felt4 4-5 G/S	20.07.12	2,8	43,1	56,6	73	87	0,59
101.FFB A4 Felt4 4-3 G/S	21.07.12	3,6	50,2	56,6	78,4	87,5	0,64
102.FFB A4 Felt4 4-5 Dekke	23.07.12	2,8	46,7	52	68,5	88,1	0,68
103.FFB A4 Felt4 4-3 Dekke	23.07.12	3,7	51,2	57,9	77,2	90,6	0,66
104.Viadukt Etp.2 G/S	25.07.12	2,8	40,9	54	71,1	84,4	0,58
105.Viadukt Etp.2 G/S	25.07.12	3	42,9	58,7	82,7	93,2	0,52
106.Viadukt Etp.2 G/S	25.07.12	3,1	40,2	53,3	74,5	87,7	0,54
108.FFB A4 4-3 Felt5 G/S	31.07.12	3,2	46,6	62,3	77,7	93,7	0,60
110.FFB A4 4-5 Felt5 G/S	02.08.12	3,2	44,6	57,4	72	85,2	0,62
111.FFB A4 Felt5 4-3 Dekke	03.08.12	3,8	41,8	58	72	84,6	0,58
112.FFB A4 Felt5 4-5 Dekke	04.08.12	4	43,3	56,5	70,8	89,7	0,61
115.Viadukt dekke etp2 del2	09.08.12	2,8	43,3	56,3	78,9	86,6	0,55
116.Viadukt dekke etp2 del2	10.03.12	3,5	43,7	52,9	73,3	85,9	0,60
117.FFB A4 4-5 G/S etp6	10.08.12	2,8	41,9	52,5	72,8	82,7	0,58
118.FFB A4 4-3 G/S etp6	11.08.12	2,7	45,2	53,3	76,7	83,7	0,59
119.FFB A4 4-5 Dekke etp6	13.08.12	3,1	43,7	54,2	75,6	84,7	0,58
120.FFB A4 4-3 Dekke etp6	14.08.12	3,7	41	53,1	65,2	76,9	0,63
121. Viadukt dekke etp2 del3	16.08.12	4,2	44,1	56,3	76,8	84,4	0,57
122. Viadukt dekke etp2 del3	16.08.12	3,8	40	54,5	74,7	76,3	0,54
124.FFB A4 4-3 G/S etp7	21.08.12	4,6	44,6	52,8	69,8	80,5	0,64
125.FFB A4 4-5 G/S etp7	22.08.12	3,8	41,9	53,7	73,4	77,3	0,57
126.FFB A4 4-3 Dekke etp7	23.08.12	3,9	44,6	53,9	71,6	88,4	0,62
127.FFB A4 4-5 Dekke etp7	24.08.12	2,4	45,3	63	75,5	89,4	0,60
129.FFB A4 4-5 G/S etp 8	29.08.12	2,8	53,4	63,5	82,7	95,5	0,65
130.FFB A4 4-3 G/S etp8	01.09.12	3,8	46	56,1	71,5	75,5	0,64
131.FFB A4 4-5 Dekke etp 8	03.09.12	2,8	46,9	54,8	71	82,2	0,66
132.FFB A4 4-3 Dekke etp 8	03.09.12	3,6	49,6	57,6	76,1	86,2	0,65
133.FFB A4 4-3 G/S etp 9	11.09.12	5	43,2	56,3	70,9	77,8	0,61
134.FFB A4 4-5 G/S etp9	12.09.12	3,8	49,4	56,1	72,9	79,5	0,68
135.FFB A4 4-3 Dekke etp9	13.09.12	4	49,3	63,2	81,1	91,2	0,61
136.FFB A4 4-5 Dekke etp 9	14.09.12	3,7	51	64,6	84,5	87,9	0,60
137. Viadukt G/S etp 3	14.09.12	3,2	50,6	62,2	79,1	92,5	0,64

Betongprøver

Prosjekt:	Tverlandsbrua	
Betongkvalitet:	B45 -SV30	
Resept:	BV55 FA-IND 1082 Dmax 22/ Dmax 16	


Tabell V15.1 Konstruksjonsdel	Entreprenør						Utrekna raskleik, r [fcm2/fcm28]
	Dato	Luft [%]	fcm 2 [Mpa]	fcm 7 [Mpa]	fcm 28 [Mpa]	fcm 90 [Mpa]	
138. Viadukt G/S etp 3	14.09.12	3,6	44	49,8	85,7	88,2	0,51
139. Viadukt G/S etp 3	14.09.12	3,8	43,8	62,1	85,4	94	0,51
140. A2 Søylehode Gurt	17.09.12	3,2	49,2	65,2	84	87,9	0,59
141. A2 Søylehode Gurt	17.09.12	3,8	47,6	63,8	81,4	90	0,58
142. FFB A4 4-5 G/S etp10	20.09.12	3,8	48,2	60,6	75,4	89,7	0,64
143. FFB A4 4-3 G/S etp10	22.03.12	4,2	44,3	59,3	70,6	83,5	0,63
144.FFB A4 4-5 D. etp10	24.09.12	3,8	38,4	49,2	72	79,2	0,53
151. FFB A4 4-3 D. etp10	25.09.12	3,8	42,8	57,6	74,5	83,7	0,57
152. FFB A4 4-3 G/S etp11	03.10.12	3,8	43,2	58,8	82,8	92,6	0,52
153. FFB A4 4-5 G/S etp11	04.10.12	3,2	47	57,6	77	88,3	0,61
154. Viadukt dekke etp 3	04.10.12	3	45,5	60,3	78,8	87,4	0,58
155. Viadukt dekke etp 3	05.10.12	3,2	41,8	59,6	73,2	85,9	0,57
156. FFB A4 4-3 D. etp11	05.10.12	3,6	47	60,7	70,2	85,2	0,67
157. FFB A4 4/5 D. etp11	06.10.12	3,4	40,7	54,8	68,3	74,4	0,60
159. Viadukt D. etp3 del.3	08.10.12	3,6	43,6	55,6	74,6	84,1	0,58
160. Viadukt D. etp3 del.3	08.10.12	3,2	44	63,8	82,5	92,8	0,53
161. Viadukt D. etp3 del.3	08.10.12	3,6	42,3	57,3	80,9	83,8	0,52
162. FFB A4 4-5 G/S etp12	12.10.12	2,7	41,4	55,4	75	82,1	0,55
163. Søylehode A2	16.10.12	3,2	46,4	56,5	78,8	82,4	0,59
164. Søylehode A2	16.10.12	3,4	46,5	61,4	85,5	91,1	0,54
165. Søylehode A2	16.10.12	3,6	40,8	60,3	76,8	81,3	0,53
166. FFB A4 4-3 G/S etp12	17.10.12	2,8	45,6	63	80,4	92,1	0,57
167. FFB A4 4-5 D. etp12	17.10.12	3,2	47,1	62,1	78,1	87,4	0,60
168. FFB A4 4-3 D. etp12	18.10.12	2,7	49,6	63,5	81,6	92,5	0,61
171. FFB A4 4-3 G/S etp13	25.10.12	3,6	43,5	66,1	79	88,5	0,55
172. FFB A4 4-5 G/S etp13	26.10.12	3,2	52,7	62,3	79,4	85,1	0,66
173. FFB A4 4-3 G/S etp13	29.10.12	3,1	50,5	68,3	83,4	89,6	0,61
174. FFB A4 4-5 D. etp13	30.10.12	2,7	50,7	63,9	79,7	93,5	0,64
176. FFB A4 4-5 G/S etp14	05.11.12	3,2	50,6	64,7	67,6	78,4	0,75
177. FFB A4 4-3 G/S etp14	07.11.12	3,8	54,6	66,7	73	92,1	0,75
178. FFB A4 4-3 D. etp14	09.11.12	3,6	47,9	58,9	81,8	89,6	0,59
179. FFB A4 4-5 D. etp14	12.11.12	3,6	48,7	60,8	75,6	84,7	0,64
180. Dekke A2	20.11.12	2,4	50,3	51	79,7	89,9	0,63
181. Dekke A2	20.11.12	2,8	48,3	56,2	74,9	85,9	0,64
182. Gurt søylehode A3	29.11.12	3,7	49,8	55,1	78,6	82,7	0,63
183. Gurt søylehode A3	29.11.12	2,9	53,5	59,9	92	98,5	0,58
184.FFB A4 4-5 G/S etp.15	30.11.12	2,5	45,1	66,4	83,5	87,1	0,54
185. FFB A4 4-5 D. etp.15	06.12.12	2,8	46,3	57,6	62,9	87,9	0,74
189. FFB A2 2-3 G/S etp.1	11.01.13	3,8	55,1	56,9	81	83,1	0,68
190. FFB A2 2-3 D. etp.1	18.01.13	3,1	32,9	36,1	61,3	68,9	0,54
191. FFB A2 2-1 G/S etp.1	25.01.13	3,8	42,2	58,5	74,6	77,7	0,57
192. Dekke A3	28.01.13	3,3	42,1	55,2	71,2	84,3	0,59
193 FFB A2 2-1 D. etp.1	28.01.13	3,4	39,1	51,1	66,7	79,3	0,59
194. Dekke A3	29.01.13	3,6	45,9	59,2	78,1	87,7	0,59
195. FFB A2 2-3 G/S etp.2	04.02.13	2,8	45,3	58,4	71,2	83,6	0,64
196. FFB A2 2-1 G/S etp.2	07.02.13	3,1	53,8	65,9	68,4	96,2	0,79
197. FFB A2 2-3 D. etp.2	08.02.13	2,8	59,8	58,8	96,2	96,2	0,62
198. FFB A2 2-1 D. etp.2	09.02.13	2,8	54,8	69,3	89,4	95,3	0,61
199. FFB A2 2-1 G/S etp.3	15.02.13	2,4	46,2	61,4	72,2	84,6	0,64
200. FFB A2 2-3 G/S etp.3	18.02.13	2,8	49,7	64,7	81,5	87,6	0,61
201. FFB A2 2-1 D. etp.3	18.02.13	3,4	47,2	63,3	80,8	78,4	0,58
202. FFB A2 2-3 D. etp.3	19.02.13	3,2	49,5	65,9	76,6	86,9	0,65
203. FFB A2 2-3 G/S etp.4	26.02.13	3,7	48,9	59,9	80,6	93,4	0,61
204. FFB A2 2-1 G/S etp.4	28.02.13	3,8	47,6	65,2	87,5	89,3	0,54
205. FFB A2 2-3 D. etp.4	01.03.13	2,9	47,9	56,9	86,4	94,8	0,55
206. FFB A2 2-1 D. etp.4	02.03.13	2,9	42,9	58,3	85,1	88,3	0,50
207. FFB A2 2-1 G/S etp.5	07.03.13	2,8	48,1	62,5	83,6	89,1	0,58
208. FFB A2 2-3 G/S etp.5	08.03.13	3,8	47,7	56,8	81,9	85,9	0,58
209. FFB A2 2-1 D. etp.5	11.03.13	2,8	46,7	66,2	88,2	91,4	0,53
210. FFB A2 2-3 D etp.5	11.03.13	3,4	48	59,7	71,2	85	0,67
211. FFB A2 2-3 G/S etp.6	18.03.13	2,7	48,3	62,3	80		0,60
212. FFB A2 2-1 G/S etp.6	19.03.13	3	48,7	61,2	77,4		0,63
213. FFB A2 2-3 D. etp.6	20.03.13	3,1	46,7	59,1	80,1		0,58

Betongprøver

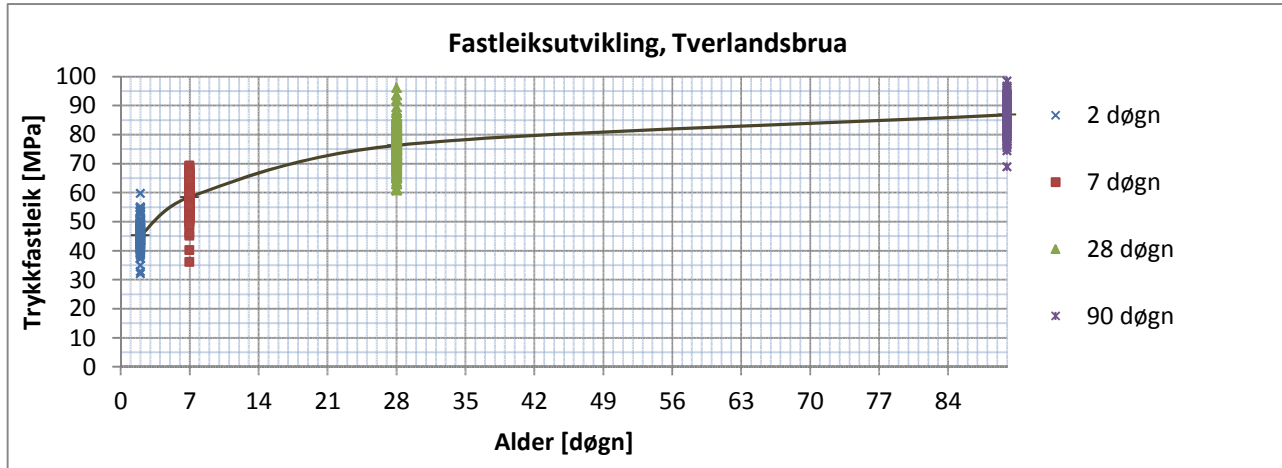
Prosjekt:	Tverlandsbrua	
Betongkvalitet:	B45 -SV30	
Resept:	BV55 FA-IND 1082 Dmax 22/ Dmax 16	

Konstruksjonsdel	Dato	Entreprenør					Utrekna raskleik, r [fcm2/fcm28]
		Luft [%]	fcm 2 [Mpa]	fcm 7 [Mpa]	fcm 28 [Mpa]	fcm 90 [Mpa]	
214. FFB A3 3-2 G/S etp.1	21.03.13	4	49,3	68,3	84,9		0,58
215. FFB A2 2-1 D. etp.6	22.03.13	3,8	46,3	65,5	83,7		0,55
216. FFB A3 3-4 G/S etp.1	24.03.13	3,8	45,9	60,9	78,4		0,59
217. FFB A3 3-2 D. etp.1	25.03.13	3,6	42,2	55,8	65,9		0,64
218. FFB A3 3-4 D. etp.1	25.03.13	4	42,9	57,7	71,1		0,60
219. FFB A2 2-1 G/S etp.7	02.04.13	3,8	44,1	59,6	73,6		0,60
220. FFB A2 2-3 G/S etp.7	02.04.13	3,6	41,2	55,7	73,9		0,56
221. FFB A2 2-1 D. etp.7	03.04.13	3,8	43,5	54,5	71,7		0,61
222. FFB A2 2-3 D. etp.7	03.04.13	3,1	44,7	61,3	61		0,73
223. FFB A 2-3 G/S etp.8	10.04.13	2,9	44,1	56,5	68,2		0,65
224. FFB A3 3-2 G/S etp.2	11.04.13	2,9	37,4	46	63		0,59
225. FFB A2 2-1 G/S etp.8	11.04.13	2,4	43,8	57,9	79,7		0,55
226. FFB A2 3-4 G/S etp.2	11.04.13	3,2	43,7	59,5	80		0,55
227. FFB A2 2-3 D. etp.8	12.04.13	3,8	46,8	55,9	73		0,64
228. FFB A3 3-2 D.etp.2	12.04.13	3,7	47,8	63,5	75,8		0,63
229. FFB A2 2-1 D. etp.8	13.04.13	3,3	32,1	51,1	65,4		0,49
230. FFB A3 3-4 D. etp.2	13.04.13	3,1	42,4	54,1	64,8		0,65
231. FFB A2 2-1 G/S etp.9	18.04.13	3,1	39,3	50,3	67,2		0,58
232. FFB A2 2-3 G/S etp.9	19.04.13	3,4	43,7	56,4	69,1		0,63
233. FFB A2 2-1 D. etp.9	20.04.13	3,6	40,5	51,6	63,7		0,64
234. FFB A2 2-3 D. etp.9	20.04.13	3,8	42,5	55,4	69,2		0,61
235. FFB A3 3-2 G/S etp.3	22.04.13	3,6	39	48,6	60,8		0,64
236. FFB A3 3-4 G/S etp.3	23.04.13	4	41,9	53,6	65,2		0,64
237. FFB A3 3-2 D. etp.3	23.04.13	3,8	42,6	54,1	67,5		0,63
238. FFB A3 3-4 D. etp.3	24.04.13	3,5	43,2	52,8	70		0,62
239. Endeseksjon A1 G/S	25.04.13	3,6	41,4	57,2	67,3		0,62
240. FFB A2 G/S etp.10	26.04.13	3,8	43,4	61,9	79,1		0,55
241. FFB A2 G/S etp.10	26.04.13	3,9	41	57,4	72,7		0,56
242. FFB A2 D. etp.10	27.04.13	2,8	41,5	57	77,4		0,54
243. FFB A2 D. etp.10	27.04.13	3,1	40,4	56,1	76,6		0,53
244. FFB A3 3-4 G/S etp.4	30.04.13	4,2	46,6	55,8	74,1		0,63
245. FFB A3 3-2 G/S etp.4	02.05.13	3,8	43,3	58	75,6		0,57
246. FFB A3 3-4 D. etp.4	02.05.13	4	40,7	52,7	72,6		0,56
247. FFB A3 3-2 D. etp.4	03.05.13	3,8	41,1	56,5	71		0,58
248. FFB A2 2-1 G/S etp.11	06.05.13	5	41	56,6	65,8		0,62
249. FFB A2 2-3 G/S etp.11	06.05.13	3,8	44,9	59,1	72,8		0,62
250. FFB A2 2-1 D. etp.11	07.05.13	3,5	45,9	65,9	75		0,61
251. FFB A2 2-3 D. etp.11	07.05.13	3,7	44,3	60,1	65,5		0,68
252. FFB A3 3-2 G/S etp.5	13.05.13	3,8	46	58,6	76,8		0,60
254. FFB A2 2-3 G/S etp.12	14.05.13	3,5	48,6	61,4	65		0,75
255. FFB A2 2-1 G/S etp.12	15.05.13	3,8	34,9	55,8	75,5		0,46
256. FFB A2 D. etp.12	16.05.13	3,9	45	56,1	72,1		0,62
258. FFB A3 3-4 G/S etp.5	21.05.13	4,8	42,8	57,3			
259. FFB A3 3-4 D. etp.5	21.05.13	3,6	43,6	56,9			
260. FFB A3 3-2 D. etp.5	22.05.13	3,6	37,4	54,1			
261. FFB A2 2-1 G/S etp.13	22.05.13	3,5	44,5	53,5			
263. FFB A2 2-3 G/S etp.13	24.05.13	3,6	41,8	55,5			
264. FFB A2 2-3 D. etp.13	24.05.13	3,8	38,9	54,7			
265. FFB A2 2-1 D. etp.13	24.05.13	3,4	45,5	58,4			
266. Endeseksjon A1 D.	27.05.13	3,8	44,3	61,9			
267. FFB A3 3-4 G/S etp.6	28.05.13	3,7	45,2	57,5			
268. FFB A3 3-2 G/S etp.6	29.05.13	3,4	43,3	57,6			
269. FFB A3 3-4 D. etp.6	30.05.13	3,6	41,9	58,7			
270. FFB A3 3-2 D. etp.6	31.05.13	3,9	45,2	59,7			
271. FFB A2 2-3 G/S etp.14	31.05.13	3,8	45	61,4			
272. FFB A2 2-1 G/S etp.14	01.06.13	3,8	49,2	55,5			
273. FFB A2 2-3 D. etp.14	03.06.13	3,8	47,8	62,8			
274. FFB A2 2-1 D. etp.14	03.06.13	3,2	47,8	67,5			
275. FFB A3 3-2 G/S etp.7	05.06.13	3,7	44	61,8			
276. FFB A3 3-4 G/S etp.7	05.06.13	3,9	47,2	66,8			
277. FFB A3 3-2 D. etp.7	06.06.13	3,5	47,5	64,2			
278. FFB A3 3-4 D. etp.7	07.06.13	3,8	46,8	60,4			

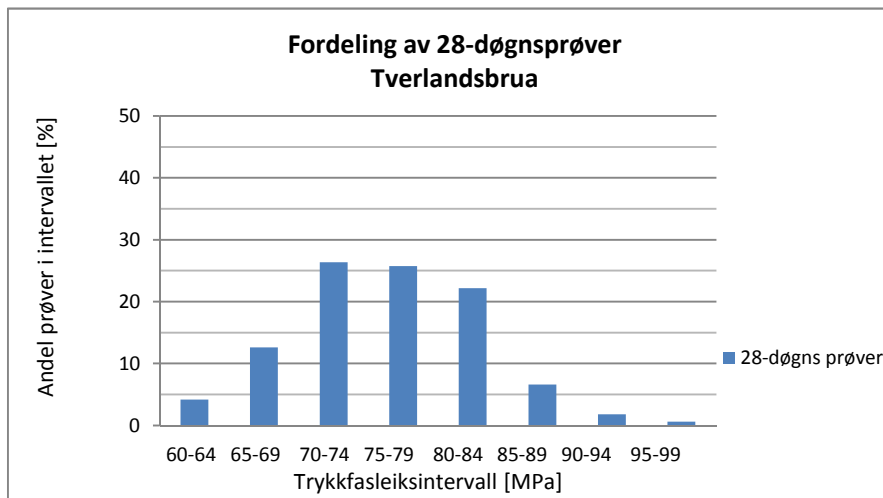
Betongprøver

Prosjekt:	Tverlandsbrua		
Betongkvalitet:	B45 -SV30		
Resept:	BV55 FA-IND 1082	Dmax 22/ Dmax 16	

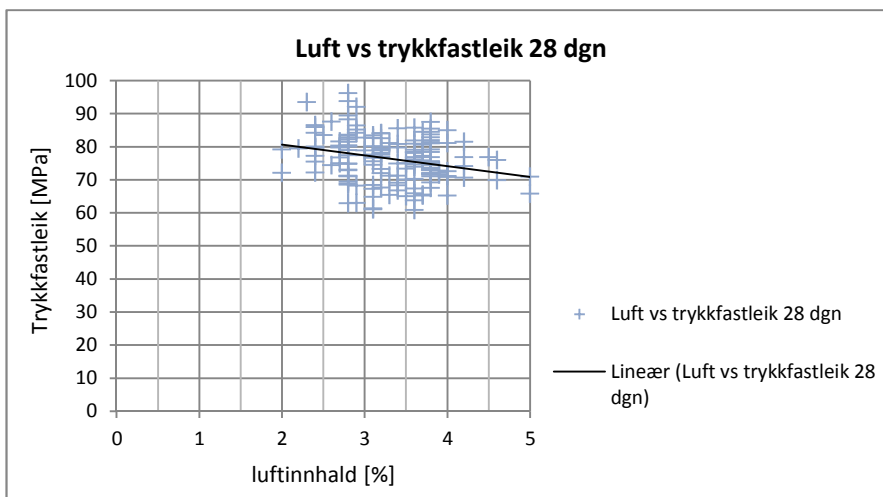
	Entreprenør					raskleik, r [fcm2/fcm28]
	Luft [%]	fcm 2 [Mpa]	fcm 7 [Mpa]	fcm 28 [Mpa]	fcm 90 [Mpa]	
Gjennomsnitt for heile perioden:	3,4	45,2	58,5	76,3	86,9	0,6



Figur V15.1: Trykkfastleiksutvikling for betongen ved Tverlandet bru.



Figur V15.2: Fordeling av trykkfastleiksverdiar, Tverlandet bru.



Figur V15.3: Luftinnhald vs. Trykkfastleik, Tverlandet bru.

Recept opplysninger

Resept : BV55 FA-IND 1082 ~ B55 SV-30 Dmaks 22 Cl 0,10 S4
 Opprettet af : andre Dato : 31-01-2012 10:33:44
 Rettet af : andre Dato : 02-05-2012 07:25:18
 Status : Aktiv Standard : NS-EN 206-1
 Recepttype : Fasthold V/C-forhold Blandervalg : Blander 1
 Konsistenstype : Setmål Familie : 6
 Tilslagsspec. : 536G ~ B55 49/51
 Pulverspec. : 5 Norcem FA/Industri ~ Norcem FA 72,5%/ Norcem Industri 19,5%+
 Vandspec. : 1 ~ Vann
 Kemispec. : LV11 ~ MAPEAIR 25, DYNAMON SX-N
 GrundRct. : 6 ~ B-45,MF40
 VC spec.nr. :
 V/C-Forhold : 0,350 Miljøklasse : SV30
 Ameringstål : Med ameringstål Chloridklasse : CL 0,10
 Kontrollklasse : Udvidet Modenhedsminutter : 90
 Styrkeklasse : B55 Tilstræ. : 73
 Forprøve gruppenr. : MF40 Foræld. : 28
 Klassifikaion : Designet
 Udtag prøve : Nei Dato :
 Provehyppighet : 100,0
 Udtag prøve bemerkninger :
 Eksponeringsklasse : X0, XC1, XC2, XC3, XC4, XF1, XD1, XS1, XA1, XA2, XA4, XF2, XF3, XF4, XD2, XD3, XS2, XS3, XA3,
 : XSA
 Min. cement indhold : 350,00 Kg Max : 600,00 Kg
 Min. filler indhold : Kg Max : Kg
 Prod. pris : Salgs :
 Betontype : Bru/veianlegg
 Synkmålsinterval : -
 Bruk tilstræbt synkmål : Ja : 200
 Sand kvalitet : Sten :
 Anvendelse 1 :
 Anvendelse 2 :
 Ekstra Spesifikationer :
 Certificeringsorgan : KONTROLLRÅDET

Blanderdata

Blandernavn	Blandetid	Tommetid	Deltatid	Blander korr.
1 (Blander 1)	60,00	13,00	0,00	0,00

Vægt forsinkelse

Blander: Blander 1						
Vægt:	Tilslag	Bindem.	Vann	Tilset.1	Tilset.2	Tilset.3
Sek:	0	15	25	53	45	45

Recept Sætmål:

Install:	90	120	150	180	210
VandBehov:	149,00	152,00	165,00	170,00	175,00
Luftindhold %:	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50

Proporsjonering

Setmål : 200 Samlet vannbehov : 173,333
Luft : 3,5 Ækv. cement : 495,238

Materialer	Kilo/m3 VOT	Vandindhold	Kilo/m3	Pris/Kg	Pris/m3
0/ 8 MM Glønnen	829,636	0,00	829,636		
8/16 MM TOMMA	332,202	0,00	332,202		
16/22 MM TOMMA	609,037	0,00	609,037		
Norcem Standard FA	336,688	0,00	336,688		
Norcem Industrisemen	89,876	0,00	89,876		
FESIL MICROSILICA	34,337	0,00	34,337		
VARMT VANN	0,000	100,00	0,000		
KALDT VANN	168,932	100,00	168,932		
DYNAMON SX-N	4,609	80,50	4,609		
MAPEAIR 25	1,152	60,00	1,152		
	2406,470		2406,470		

Proportioneringsfejl: Silika dosering overskredet ved CEM II/A-V : 8,05% (Krav 3,00-5,00)

Nordland betong Bodø

Langstranda
8003 Bodø
Tel.: 755 00404
Fax.: 755 00420

W.: www.nordlandbetong.no @.: bodo@nordlandbetong.no

Resept

Resept opplysninger

Resept : BV55S FA-IND 1082 ~ B55 SV-30 Dmaks 16 Cl 0,10 S4
 Opprettet af : andre Dato : 09-02-2012 08:50:11
 Rettet af : torgeir Dato : 02-05-2012 09:24:35
 Status : Aktiv Standard : NS-EN 206-1
 Recepttype : Fasthold V/C-forhold Blandervalg : Blander 1
 Konsistenstype : Setmål Familie : 6
 Tilslagsspec. : 537S-Glømmen ~ B55
 Pulverspec. : 5 Norcem FA/Industri ~ Norcem FA 72,5%/ Norcem Industri 19,5%+
 Vandspec. : 1 ~ Vann
 Kemispec. : LV11 ~ MAPEAIR 25, DYNAMON SX-N
 GrundRct. : 6 ~ B-45,MF40
 VC spec.nr. :
 V/C-Forhold : 0,345 Miljøklasse : SV30
 Ameringstål : Med ameringstål Chloridklasse : CL 0,10
 Kontrollklasse : Udvidet Modenhedsminutter : 90
 Styrkeklasse : B55 Tilstræ. : 73
 Forprøve gruppenr. : MF40 Foræld. : 28
 Klassifikaion : Designet
 Udtag prøve : Nei Dato :
 Provehyppighet : 100,0
 Udtag prøve bemerkninger :
 Eksponeringsklasse : X0, XC1, XC2, XC3, XC4, XF1, XD1, XS1, XA1, XA2, XA4, XF2, XF3, XF4, XD2, XD3, XS2, XS3, XA3,
 : XSA
 Min. cement indhold : 350,00 Kg Max : 600,00 Kg
 Min. filler indhold : Kg Max : Kg
 Prod. pris : Salgs :
 Betontype : Bru/veianlegg
 Synkmålsinterval : -
 Bruk tilstræbt synkmål : Ja : 200
 Sand kvalitet : Sten :
 Anvendelse 1 :
 Anvendelse 2 :
 Ekstra Spesifikationer :
 Certificeringsorgan : KONTROLLRÅDET

Blanderdata

Blandernavn	Blandetid	Tommetid	Deltatid	Blander korr.
1 (Blander 1)	60,00	13,00	0,00	0,00

Vægt forsinkelse

Blander: Blander 1						
Vægt:	Tilslag	Bindem.	Vann	Tilset.1	Tilset.2	Tilset.3
Sek:	0	15	25	53	45	45

Resept Sætmål:

Install:	90	120	150	180	210
VandBehov:	149,00	152,00	160,00	170,00	175,00
Luftindhold %:	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50

Proporsjonering

Setmål : 200 Samlet vannbehov : 173,333
Luft : 3,5 Ækv. cement : 502,415

Materialer	Kilo/m3 VOT	Vandindhold	Kilo/m3	Pris/Kg	Pris/m3
0/ 8 MM Glommen	815,303	0,00	815,303		
8/16 MM TOMMA	949,994	0,00	949,994		
Norcem Standard FA	341,568	0,00	341,568		
Norcem Industrisemen	91,178	0,00	91,178		
FESIL MICROSILICA	34,835	0,00	34,835		
VARMT VANN	0,000	100,00	0,000		
KALDT VANN	168,868	100,00	168,868		
DYNAMON SX-N	4,676	80,50	4,676		
MAPEAIR 25	1,169	60,00	1,169		
	2407,590		2407,590		

Proportioneringsfejl: Silika dosering overskredet ved CEM II/A-V : 8,05% (Krav 3,00-5,00)

Tabell V17.1: Resept for B55 M40 SV30 Norcem Steandard FA og Industrisement																				
dato	ID	temp	Industri	std.FA	silika	% Ind	%silika 0/8 Vikaj/8 Glørr	SP kg	8/16	16/22	vann	V/C tal	luft	Synk	fc _m 2d	fc _m 7d	fc _m 14 d	fc _m 28d	Retard	
21.12.11	4434	25		449,3	16,3		3,6	802	sxn 4,4	354	632	168,2	0,349	2,1	200	39,35	-	-	77,55	80,40
16.1.12	4448	25		449,3	16,3		3,6	802	sxn 5,1	354	632	168,2	0,349	2,2	200	51,80	-	-	89,10	95,40
16.1.12	4449	27		449,3	16,3		3,6	802	rmx 5,1	354	633	166,7	0,346	1,7	230	45,65	-	-	77,55	90,55
18.1.12	4454	18		449,3	16,3		3,6	802	sxn 5,1	354	633	169,1	0,351	2,3	220	40,65	54,60	-	72,00	84,70
19.1.12	4456	24		449,3	16,3		3,6	802	sxn 5,1	353	633	168,2	0,349	2	180	49,57	66,70	-	78,25	89,05
20.1.12	4457	21		449,3	16,3		3,6	803	rmc 7,5	354	633	164,3	0,341	2,2	200	49,69	65,30	-	80,15	85,85
30.1.12	4473	21		451	22,2		4,9	792	sxn 5,2	349	624	173,9	0,351	2	200	48,50	57,80	70,55	75,45	88,50
30.1.12	4474	17		451	22,2		4,9	792	sxn 5,2	349	624	173,4	0,35	2,4	200	44,90	56,30	65,65	72,05	81,65
31.1.12	4475	16		451	22		4,9	792	sxn 5,2	349	624	163,8	0,331	2,8	190	41,30	52,60	60,20	66,80	77,60
31.1.12	4476	20		451	22		4,9	792	sxn 5,2	486	486	173,3	0,35	2,4	210	45,05	59,25	64,10	77,85	84,10
31.1.12	4477	20		447	31,6		7,1	787	sxn 5,2	484	484	173,5	0,34	2,7	210	41,05	54,10	65,15	74,95	81,50
1.2.12	4479	21	95	344	35	20,0	8,0	790	sxn 5,2	485	485	173,1	0,34	1,6	200	43,60	59,10	72,00	79,15	83,00
2.2.12	4480	19	95	344	35,3	20,0	8,0	790	sxn 5,2	485	485	173,3	0,34	2	150	45,35	64,90	70,50	86,45	86,45
2.2.12	4481	20	95	344	35,2	20,0	8,0	790	sxn 5,2	485	485	173,2	0,34	2,3	180	46,95	61,70	69,50	80,05	83,25
6.2.12	4486	11	95	344	21,3	20,6	4,9	790	sxn 5,2	485	485	163,7	0,34	2,8	210	44,15	57,70	65,65	71,30	80,90
8.2.12	4488	20	95	344	21,3	20,6	4,9	790	sxn 5,2	485	485	163,7	0,34	2,7	200	48,60	63,10	74,85	83,35	-
8.2.12	4489	20	92,3	334	34,3	20,0	8,0	796	sxn 5,0	489	489	173,2	0,35	2,3	210	49,55	68,10	77,00	84,70	-
8.2.12	4490	19	93,5	339	32,7	20,1	7,6	810	sxn 5,1	956		164,2	0,345	3	210	40,10	56,95	64,05	75,60	-
9.2.12	4491	21	93,5	339	21,7	20,6	5,0	810	sxn 5,1	956		164,2	0,345	2,4	220	39,40	55,91	67,35	76,30	-
14.2.12	4496	16	93,5	339	34,8	20,0	8,0	810	sxn 5,1	956		173,2	0,345	2,6	200	33,90	58,75	68,30	76,60	-
14.2.12	4497	21	93,5	339	34,8	20,0	8,0	810	sxn 5,1	956		173,2	0,345	2,7	200	35,45	58,35	70,00	74,70	84,60
20.2.12	4503	18	93,5	339	34,8	20,0	8,0	810	sxn 5,1	956		173,2	0,345	2	190	48,35	61,65	73,10	86,05	92,50
7.3.12	4526	21	92	335	34,3	19,9	8,0	796	5,1	489	489	171,1	0,345	2,9	210	37,60	-	58,40	64,90	77,80
7.3.12	4527	23	93,5	339,2	34,8	20,0	8,0	815	5,1	950		170,8	0,34	2,5	190	46,05	-	71,80	74,50	81,60
28.3.12	4567	19	93,5	339,2	34,8	20,0	8,0	815	4,67	950		172,3	0,343	3,2	200	41,30	50,90	-	76,60	88,50
28.3.12	4568	19	92,2	334	34,3	20,0	8,0	801	4,6	344	627	172,2	0,348	3,2	210	43,75	51,20	-	76,75	89,45



BETONG ØST**Laboratorierapport**

Betong Øst Kongsvinger

Utskrivet 05-07-2013 09:25

Føljesedel: 28541
Antal satser: 313-06-2013 Kl. 05:34
Lasstorlek: 6,5
Blandad kl: 05:28Grundrecept: 7544
Tillägsrecept: 49
11**B45 SV40 STD 16MM RED**
L-stoff 1:9 0,55%
0,25% R + 0,55% SX-NKund: 100097
Arbetsplats: 1204183
Bil: 6**VEIDEKKE ENTREPRENØR AS**
PR.NR 32-677 SLOMARKA

Silo-namn	Matr	bör	är	%diff	bör %fukt	är %fukt	%abs	Kg/m3	Vatten Kg/m3	Torr Kg/m3
B4	0-4	386,5	405,0	4,8	4,2	4,2	0,5	90,0	3,8	86,2
B1	0-8.	4266,4	4213,0	-1,3	2,6	2,6	0,7	936,2	24,3	911,9
B2	8-16G	2990,5	3027,0	1,2	-0,3	-0,3	0,6	672,7	-2,0	674,7
Tot.		7643,3	7645,0	0,0						
S4	SILIK	60,2	60,4	0,4				13,4	0,0	13,4
S1	ANL FA	1945,3	1938,0	-0,4				430,7	0,0	430,7
TS2	R	5,00	5,01	0,3	0,0	80,0		1,11	0,9	0,2
TS1	SX-N	13,55	13,47	-0,6	0,0	81,0		2,99	2,4	0,6
TS3	L	11,03	11,05	0,2	0,0	96,0		2,46	2,4	0,1
KV	KALLV	653,6	652,0	-0,2				144,9	144,9	0,0
VBT		0,39	0,39							
Kons		46,0	24,7							
Spädv liter		9,0	0,0					2,0	0,0	
Blandn.tid sek		60,0	65,3							
Betongtemp C		10,0	20,0							
Blandare		1								

Totalt Kg:	10335,0	10324,9	-0,1	2294,4	176,7	2117,7
Totalt liter:	4278	4265	-0,1	948		
inkl luft:	4503	4490		998		

FERSK BETONG

Bör

Er

HERDET BETONG

Synkmål i mm:

200,0

Dato

Dögn Densitet Fasthet Sign.

Utbredelse i mm:

Luftinnhold i %:

5,0

Temperatur C:

Densitet i kg/m3:

Sidan 1 (1)

V 18/1

Pröve nr: _____

Vedlegg 19: Avvik mellom simulerte og målte verdier av temperatur og trykkfastleik.

Tabell V19.1: Utrekna avvik mellom målt og simulert temperatur								
		Alder		Integrert temperaturkurve			avvik frå logg	
		[døgn]	[timar]	temperaturlogg [døgn°C]	HETT97 [døgn°C]	CTC [døgn°C]	HETT97 [%]	CTC [%]
kubikkasse 1	"anker"	1	24	40,9	30,0	37,1	-26,7	-9,3
		2	48	89,6	71,7	87,3	-20,0	-2,6
		3	72	128,7	105,3	129,3	-18,2	0,5
		4	96	160,2	132,5	164,6	-17,3	2,7
		5	120	185,3	154,7	193,8	-16,5	4,6
		6	144	203,9	172,6	216,8	-15,4	6,3
		7	168	214,6	185,5	232,7	-13,6	8,4
kubikkasse 1	"topp"	1	24	42,9	37,2	41,5	-13,3	-3,3
		2	48	101,4	92,2	99,2	-9,1	-2,2
		3	72	150,4	138,9	148,6	-7,6	-1,2
		4	96	189,6	176,8	189,6	-6,8	0,0
		5	120	220,9	207,6	223,5	-6,0	1,2
		6	144	238,3	232,4	245,3	-2,5	2,9
		7	168	245,2	251,9	258,9	2,7	5,6
kubikkasse 1	"kjærne"	1	24	50,2	40,5	45,3	-19,3	-9,8
		2	48	113,3	102,3	109,6	-9,7	-3,3
		3	72	165,8	156,3	165,2	-5,7	-0,4
		4	96	208,0	200,4	211,4	-3,7	1,6
		5	120	241,7	236,1	249,7	-2,3	3,3
		6	144	267,5	265,0	280,2	-0,9	4,7
		7	168	283,5	288,1	302,5	1,6	6,7
kubikkasse 2	"anker"	1	24	40,2	37,1	-	-7,7	-
		2	48	86,9	80,6	-	-7,2	-
		3	72	123,4	115,4	-	-6,5	-
		4	96	152,2	145,2	-	-4,6	-
		5	120	174,8	168,8	-	-3,4	-
		6	144	192,1	186,6	-	-2,9	-
		7	168	202,8	198,2	-	-2,3	-
kubikkasse 2	"topp"	1	24	44,2	46,1	-	4,3	-
		2	48	102,1	104,8	-	2,6	-
		3	72	147,9	153,4	-	3,7	-
		4	96	183,6	193,4	-	5,3	-
		5	120	211,7	225,9	-	6,7	-
		6	144	233,1	251,7	-	8,0	-
		7	168	246,8	271,2	-	9,9	-
kubikkasse 2	"kjærne"	1	24	49,7	50,0	-	0,6	-
		2	48	111,9	116,7	-	4,3	-
		3	72	162,5	173,1	-	6,5	-
		4	96	201,8	219,1	-	8,6	-
		5	120	232,8	256,7	-	10,3	-
		6	144	256,8	287,0	-	11,8	-
		7	168	272,8	310,8	-	13,9	-
kubikkasse 3	"anker"	1	24	35,8	28,0	33,9	-21,8	-5,3
		2	48	79,8	66,5	78,6	-16,7	-1,5
		3	72	113,3	97,4	112,7	-14,0	-0,5
		4	96	137,2	115,5	138,2	-15,8	0,7
		5	120	155,5	132,8	158,2	-14,6	1,7
		6	144	169,4	145,3	172,7	-14,2	1,9
		7	168	178,4	154,7	181,9	-13,3	2,0
kubikkasse 3	"topp"	1	24	40,3	36,1	38,7	-10,4	-4,0
		2	48	93,5	89,4	91,7	-4,4	-1,9
		3	72	136,2	132,6	134,0	-2,6	-1,6
		4	96	168,2	165,7	166,2	-1,5	-1,2
		5	120	192,8	191,4	191,0	-0,7	-0,9
		6	144	211,2	211,1	209,7	0,0	-0,7
		7	168	223,2	225,9	221,7	1,2	-0,7
kubikkasse 3	"kjærne"	1	24	44,7	39,9	41,8	-10,7	-6,5
		2	48	101,4	100,5	99,6	-0,9	-1,8
		3	72	147,0	152,2	146,8	3,5	-0,1
		4	96	181,1	192,3	182,9	6,2	1,0
		5	120	206,3	223,1	210,5	8,1	2,0
		6	144	225,4	246,8	231,4	9,5	2,7
		7	168	237,8	264,9	245	11,4	3,0

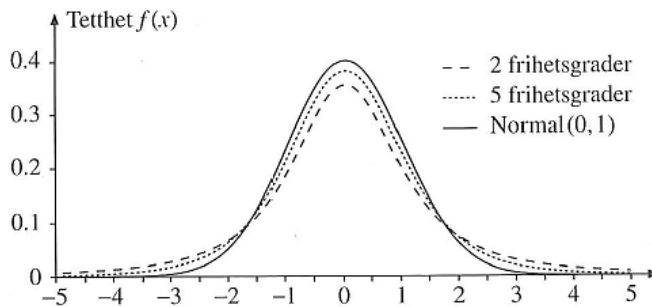
Vedlegg 19: Avvik mellom simulerte og målte verdiar av temperatur og trykkfastleik.

Tabell V19.2: Utrekna avvik mellom målt og simulert trykkfastleik.							
	Alder		Trykkfastleik			Avvik frå målt	
	[døgn]	[timar]	trykktesting [Mpa]	HETT97 [Mpa]	CTC [Mpa]	HETT97 [%]	CTC [%]
	kubikkasse 1 "anker"	1	24	-	21,6	35,7	-
	2	48	-	37,8	48,9	-	-
	3	72	54,3	42,8	53,2	-21,2	-2,1
	4	96	56,3	45,8	55,4	-18,7	-1,7
	5	120	57,5	47,7	56,7	-17,0	-1,4
	6	144	-	49,1	57,6	-	-
	7	168	-	50,0	58,2	-	-
kubikkasse 1 "topp"	1	24	-	28,0	38,5	-	-
	2	48	-	42,7	51,4	-	-
	3	72	55,8	48,6	55,5	-12,9	-0,6
	4	96	57,4	51,8	57,5	-9,8	0,1
	5	120	58,4	53,8	58,6	-7,9	0,4
	6	144	-	55,2	59,3	-	-
	7	168	-	56,1	59,7	-	-
kubikkasse 2 "anker"	1	24	-	31,6	-	-	-
	2	48	50,8	43,5	-	-14,4	-
	3	72	54,7	47,5	-	-13,2	-
	4	96	56,5	50,2	-	-11,2	-
	5	120	-	51,8	-	-	-
	6	144	-	52,8	-	-	-
	7	168	-	53,4	-	-	-
kubikkasse 2 "topp"	1	24	-	36,8	-	-	-
	2	48	53,9	47,8	-	-11,3	-
	3	72	57,4	52,5	-	-8,5	-
	4	96	59,0	55,1	-	-6,5	-
	5	120	-	56,8	-	-	-
	6	144	-	57,9	-	-	-
	7	168	-	58,7	-	-	-
kubikkasse 3 serie 11 "anker"	1	24	33,8	19,6	33,4	-42,0	-1,3
	2	48	49,2	36,4	46,8	-26,0	-4,8
	3	72	-	40,8	51,0	-	-
	4	96	-	43,1	53,1	-	-
	5	120	-	44,8	54,5	-	-
	6	144	-	45,8	55,4	-	-
	7	168	-	46,6	56,1	-	-
kubikkasse 3 serie 11 "topp"	1	24	35,1	27,0	37,0	-23,1	5,5
	2	48	49,8	42,1	50,4	-15,5	1,1
	3	72	54,6	47,6	54,4	-12,8	-0,4
	4	96	-	50,5	56,3	-	-
	5	120	-	52,2	57,4	-	-
	6	144	-	53,3	58,2	-	-
	7	168	-	54,0	59,7	-	-
kubikkasse 3 serie 12 "anker"	1	24	37,9	25,3	-	-33,3	-
	2	48	52,7	39,3	-	-25,5	-
	3	72	-	43,0	-	-	-
	4	96	-	44,9	-	-	-
	5	120	-	46,3	-	-	-
	6	144	-	47,1	-	-	-
	7	168	-	47,8	-	-	-
kubikkasse 3 serie 12 "topp"	1	24	39,4	31,5	-	-20,1	-
	2	48	53,6	44,1	-	-17,7	-
	3	72	57,5	48,6	-	-15,4	-
	4	96	-	51,0	-	-	-
	5	120	-	52,5	-	-	-
	6	144	-	53,4	-	-	-
	7	168	-	53,9	-	-	-

Vedlegg 20: Grunnlag for ikkje-para T-test

Statistisk analyse av data frå små utval.

Ikkje para T-test er basert på «Student t-fordelinga» som var utvikla av matematikaren og kjemikaren William Sealy Gosset for å skildre resultat frå eksperiment med små utval. «Student t-fordelinga» er avhengig av storleiken på datasettet ein undersøker og vil gradvis verte tilnærma lik standardnormalfordeling ved høgare tal på frileiksgrader. Figur V20:1 viser korleis student t-fordelinga ser ut samanlikna med standardnormalfordeling; hovudskilnaden er at «halane» til grafen på kvar side er større og toppunktet lågare.



Figur V20:1: Student t-fordeling samanlikna med standardnormalfordeling (Løvås 2005).

For å nytte ein ikkje-para T-test må ein sette visse føresetnader for grunnlagsmaterialet: måleresultata for gruppene (X, Y) er normalfordelte kring det tilhøyrande gjennomsnittet (μ_1 , μ_2) og med standardavvik (σ_1 , σ_2). Sidan meininga med testen er å undersøke om det er skilnad mellom gjennomsnittsverdiane for dei to gruppene set ein fylgjande hypoteser:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 \quad H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Differansen mellom forventninga til resultatet frå kvar av gruppene kan definerast som $D = \mu_1 - \mu_2$, og for å estimere denne differansen tek ein utgangspunkt i den forventningsrette estimatoren $\hat{D} = \bar{X} - \bar{Y}$. Dersom den observerte absoluttverdien av \hat{D} er stor gjev det grunn til å forkaste H_0 , men for å vite kva som er stort eller lite må ein kjenne variansen til estimatoren. Sidan ein har gått ut i frå at prøveresultata frå kvar gruppe er normalfordelte vil også den forventningsrette estimatoren vere normalfordelt med varians etter likning V20:1 (Løvås 2005).

$$\text{Var}(\hat{D}) = \text{Var}(\bar{X}) + (-1)^2 * \text{Var}(\bar{Y}) = \frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2} \quad (\text{likning V20:1})$$

Der

- $\text{Var}(\bar{X})$ = varians til forventningsrett estimator «gruppe 1»
- σ_1^2 = standardavvik «gruppe 1»
- n_1 = talet på observasjonar «gruppe 1»
- $\text{Var}(\bar{Y})$ = varians til forventningsrett estimator «gruppe 2»
- σ_2^2 = standardavvik «gruppe 2»
- n_2 = talet på observasjonar «gruppe 2»

Sidan ein ikkje kjenner standardavviket til gruppene må vidare utrekningar baserast på estimert standardavvik (S_1 og S_2). Ved små gruppeundersøkingar med under 30 observasjonar må ein gjere ei

Vedlegg 20: Grunnlag for ikkje-para T-test

tilnærming og seie at variansen (σ) er lik mellom gruppene. Dette gjerast ved å rekne ut interpolert varians (S_p^2) etter likning V20:2 (Løvås 2005).

$$S_p^2 = \frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (\text{likning V20:2})$$

Der S_1^2 = varians i «gruppe 1»
 n_1 = talet på observasjonar i «gruppe 1»
 S_2^2 = varians i «gruppe 2»
 n_2 = talet på observasjonar i «gruppe 2»

Den beste tilnærminga for $\text{Var}(\hat{D})$ finn ein ved å erstatte dei ukjende variansane i likning V20:1 med interpolert varians frå likning V20:2, og tek ein kvadratrot av svaret får ein standardfeilen $\text{SE}(\hat{D})$. Dersom H_0 er rett vert T-observatoren t-fordelt med $(n_1 + n_2) - 2$ frileiksgrader etter likning V20:3 (Løvås 2005).

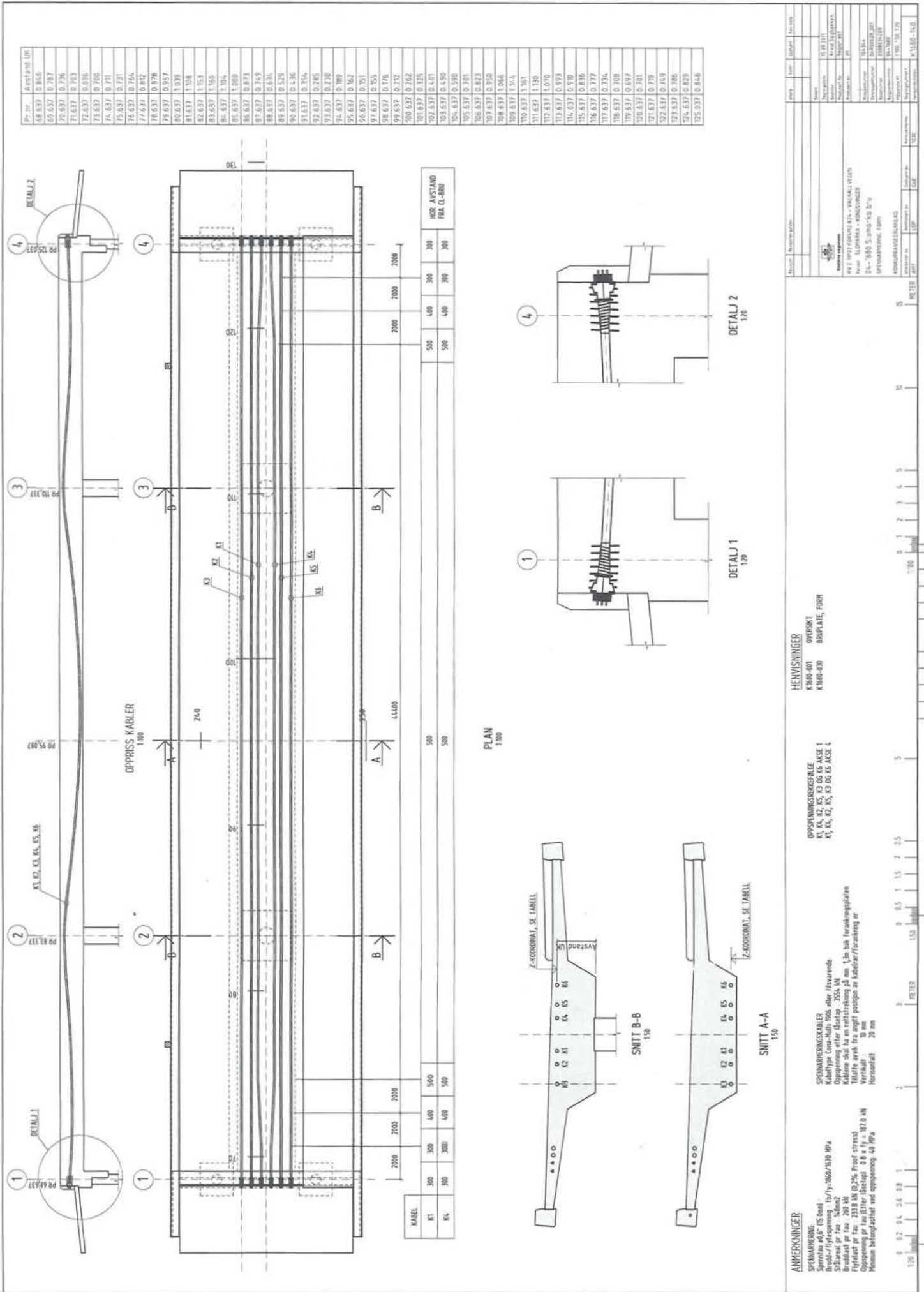
$$T = \frac{\hat{D}}{\text{SE}(\hat{D})} = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (\text{likning V20:3})$$

Der \hat{D} = forventningsrett estimator ($\bar{X} - \bar{Y}$)
 $\text{SE}(\hat{D})$ = standardfeil til \hat{D}
 \bar{X} = gjennomsnitt av målte verdiar «gruppe 1»
 \bar{Y} = gjennomsnitt av målte verdiar «gruppe 2»
 S_p = interpolert standardavvik
 n_1 = talet på observasjonar i «gruppe 1»
 n_2 = talet på observasjonar i «gruppe 2»

Dersom den utrekna T-verdien er større enn den kritisk t-verdi for det aktuelle konfidensintervallet kan ein forkaste nullhypotesen og fastslå at gjennomsnittet for gruppe 2 er høgare enn for gruppe 1. Den kritiske t-verdien vert utrekna etter formelen $\text{TINV}(2*\alpha; \text{frileiksgrad})$ i Microsoft Excel, der α = arealet under student t-fordelingskurva.

Referanse for statistisk analyse av data frå små utval med upara t-test:

Løvås, G. G. (2005). *Statistikk for universiteter og høøgskoler*.



HENVISNINGER

- K168-01 OVERSKILT
- K168-030 BRUKPLATE, FORM

SPANNINGSKABELER

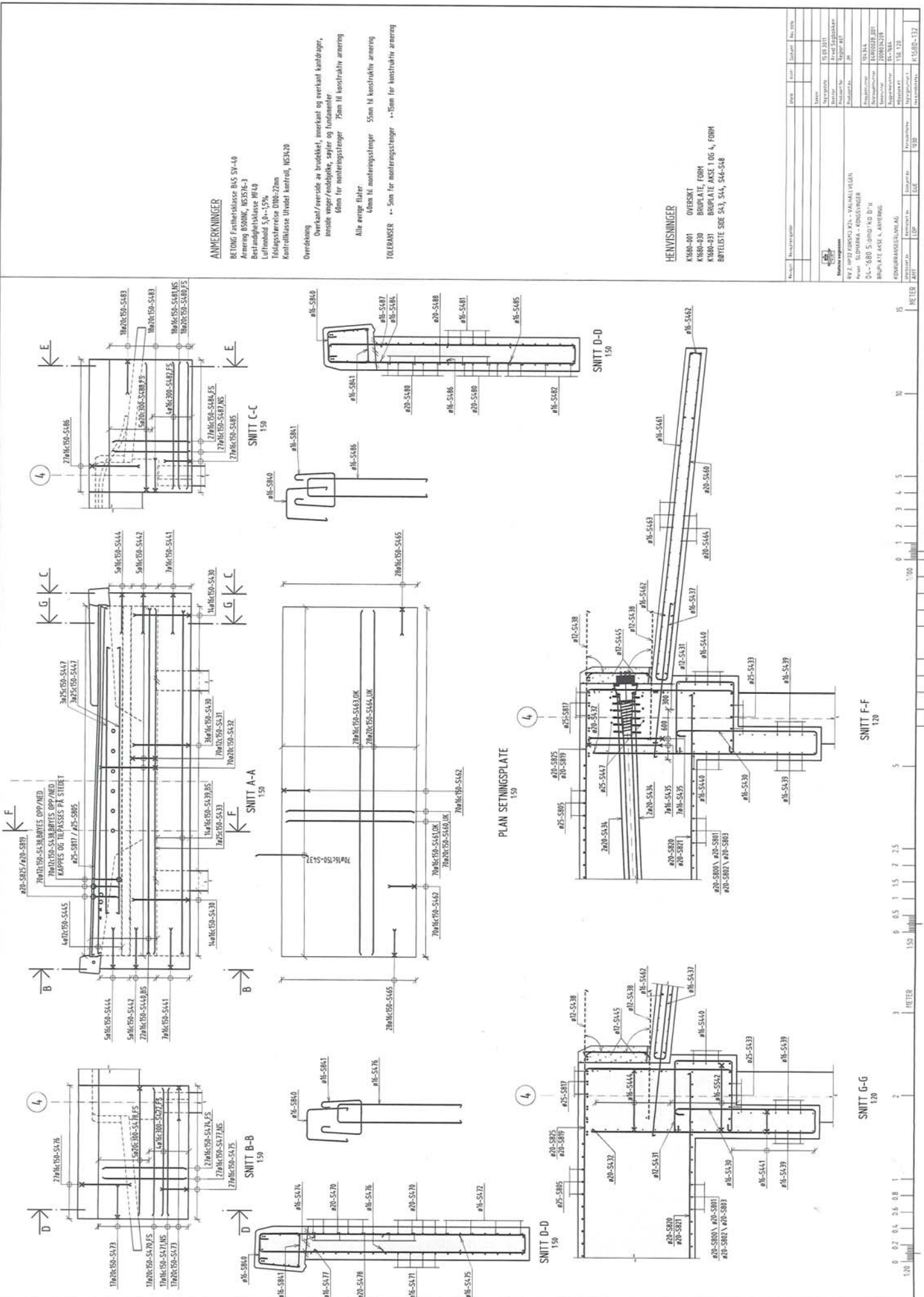
- K1, K4, K5, K3 OG K6 ANSE 1
- K1, K4, K2, K5, K3 OG K6 ANSE 4

SPANNINGSKABELER

- Kabeltype Cona-Multi 1906 eller tilsvarende
- Oppspenning eller lasetop 355%, MN
- Kidlene skal ha en rettlinning på min 1,5m i alle forankringsplaner
- Tilfelle ark fra angitt posisjon av kabler/forankring er
- Horisontal: 20 mm

ANMERKNINGER

- Spenningskabeler
- Spenning 355% IS (Om)
- Spenning 355% IS (Om)
- Brude-/lissetopp 12/12-1860/1670 19/19
- Silberstål pr tau: 3000kg
- Brudestål pr tau: 200 kg
- Plymetall pr tau: 2318 kg (2,2% Proof stress)
- Oppspenning pr tau etter lasetopp: 8 kg pr m² av 310 MN
- Minimum bryestyrke etter oppspenning: 44 kPa



ANMERKNINGER

BETONG Fasthetsklasse B15 SV-10
 Armering B500NC, BS376-3
 Betongdekkelsesklasse MFI 40
 Luftinnhold 5,0-15%
 Tildelingsferanse D000-72mm
 Kontrollklasse Utheldt kontroll, MS3420

Ørredetning

Overkant/overside av trudekkel, merket og merket kantdrager, innside vngir/evigbølge, slyker og lundamenter 75mm til konstruktiv armering 60mm for monteringsstenger 75mm til konstruktiv armering

Allt enlige flater

40mm til monteringsstenger 55mm til konstruktiv armering

TOERANSER

-- 5mm for monteringsstenger ++5mm for konstruktiv armering

HENVISNINGER

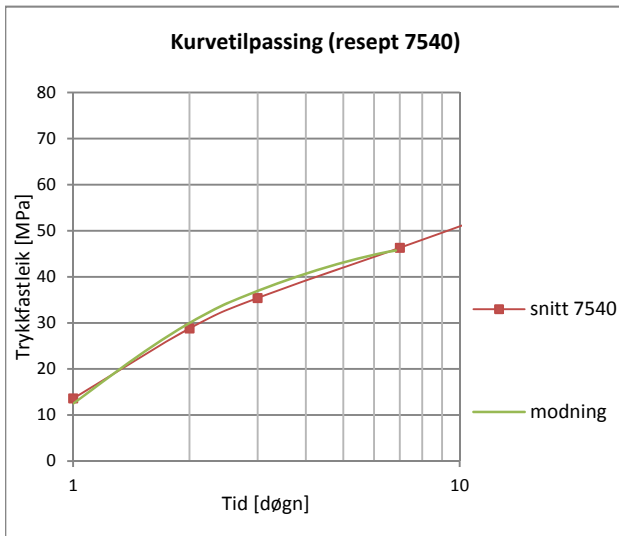
K1680-001 OVERSEKT
 K1680-030 BRUPLATE, FORM
 K1680-031 BRUPLATE, ACSE 1 OG 4, FORM
 BILTEIESTE SIDE 563, 544, 546-548

Rev. No.	Revisjon	Endring	Rev. Dato
01	01	Oppgitt	04.11.1974
02	01	Oppgitt	10.03.1977
03	01	Oppgitt	10.03.1977
04	01	Oppgitt	10.03.1977
05	01	Oppgitt	10.03.1977
06	01	Oppgitt	10.03.1977
07	01	Oppgitt	10.03.1977
08	01	Oppgitt	10.03.1977
09	01	Oppgitt	10.03.1977
10	01	Oppgitt	10.03.1977
11	01	Oppgitt	10.03.1977
12	01	Oppgitt	10.03.1977
13	01	Oppgitt	10.03.1977
14	01	Oppgitt	10.03.1977
15	01	Oppgitt	10.03.1977
16	01	Oppgitt	10.03.1977
17	01	Oppgitt	10.03.1977
18	01	Oppgitt	10.03.1977
19	01	Oppgitt	10.03.1977
20	01	Oppgitt	10.03.1977

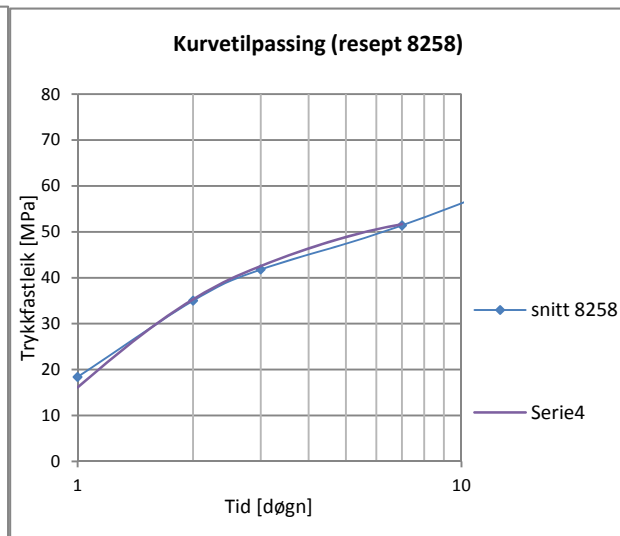
Vedlegg 22: Utrekning av modning Slomarka bru

Tabell V22.1: Utrekning av ekvivalent alder frå temperaturlogg, Slomarka bru								
reell tid		intervall	temperatur	E(T)	H(T)	H(T) *Δt	modning	
[timar]	[dagar]	Δt	"topp"				Σ H(T) * Δt	
		[timar]	[°C]	[kJ/mol]		[timar]	[timar]	[døgn]
0	0,0	0	18,4	34970	0,92	0,00	0,0	0,0
4	0,2	4	18,4	34970	0,92	3,68	3,7	0,2
8	0,3	4	20,8	33500	1,04	4,16	7,8	0,3
12	0,5	4	27,2	33500	1,40	5,60	13,4	0,6
16	0,7	4	40,7	33500	2,52	10,09	23,5	1,0
20	0,8	4	50,4	33500	3,74	14,98	38,5	1,6
24	1,0	4	56,0	33500	4,66	18,62	57,1	2,4
28	1,2	4	61,0	33500	5,62	22,48	79,6	3,3
32	1,3	4	63,2	33500	6,08	24,30	103,9	4,3
36	1,5	4	63,8	33500	6,23	24,91	128,8	5,4
40	1,7	4	63,8	33500	6,22	24,86	153,7	6,4
44	1,8	4	63,2	33500	6,09	24,37	178,1	7,4
48	2,0	4	63,0	33500	6,04	24,17	202,2	8,4
52	2,2	4	62,7	33500	5,97	23,86	226,1	9,4
56	2,3	4	61,4	33500	5,69	22,77	248,9	10,4
60	2,5	4	58,8	33500	5,18	20,72	269,6	11,2
64	2,7	4	56,2	33500	4,70	18,78	288,4	12,0
68	2,8	4	55,4	33500	4,54	18,17	306,5	12,8
72	3,0	4	55,0	33500	4,47	17,89	324,4	13,5
76	3,2	4	54,7	33500	4,43	17,74	342,2	14,3
80	3,3	4	53,6	33500	4,25	17,00	359,2	15,0
84	3,5	4	52,4	33500	4,06	16,23	375,4	15,6
88	3,7	4	51,5	33500	3,92	15,67	391,1	16,3
92	3,8	4	50,7	33500	3,79	15,14	406,2	16,9
96	4,0	4	50,2	33500	3,72	14,86	421,1	17,5
100	4,2	4	49,8	33500	3,66	14,63	435,7	18,2
104	4,3	4	49,8	33500	3,66	14,63	450,3	18,8
108	4,5	4	49,8	33500	3,66	14,63	465,0	19,4
112	4,7	4	46,6	33500	3,22	12,90	477,9	19,9
116	4,8	4	45,9	33500	3,13	12,54	490,4	20,4
120	5,0	4	45,8	33500	3,12	12,49	502,9	21,0
124	5,2	4	45,3	33500	3,06	12,24	515,1	21,5
128	5,3	4	44,5	33500	2,96	11,82	526,9	22,0
132	5,5	4	43,4	33500	2,83	11,31	538,3	22,4
136	5,7	4	42,9	33500	2,77	11,07	549,3	22,9
140	5,8	4	42,3	33500	2,71	10,82	560,1	23,3
144	6,0	4	42,2	33500	2,69	10,77	570,9	23,8
148	6,2	4	40,2	33500	2,48	9,90	580,8	24,2
152	6,3	4	36,1	33500	2,08	8,33	589,1	24,5
156	6,5	4	33,8	33500	1,88	7,54	596,7	24,9
160	6,7	4	33,2	33500	1,83	7,32	604,0	25,2
164	6,8	4	35,1	33500	1,99	7,96	612,0	25,5
168	7,0	4	38,7	33500	2,32	9,29	621,2	25,9

Vedlegg 22: Utrekning av modning Slomarka bru



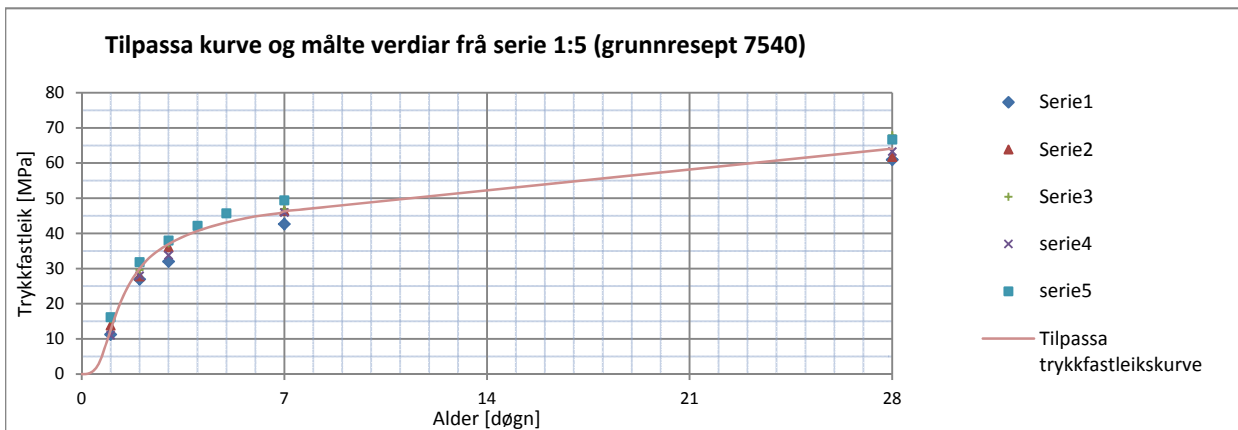
Figur V22.1: Kurvetilpassing til resept 7540, 20°



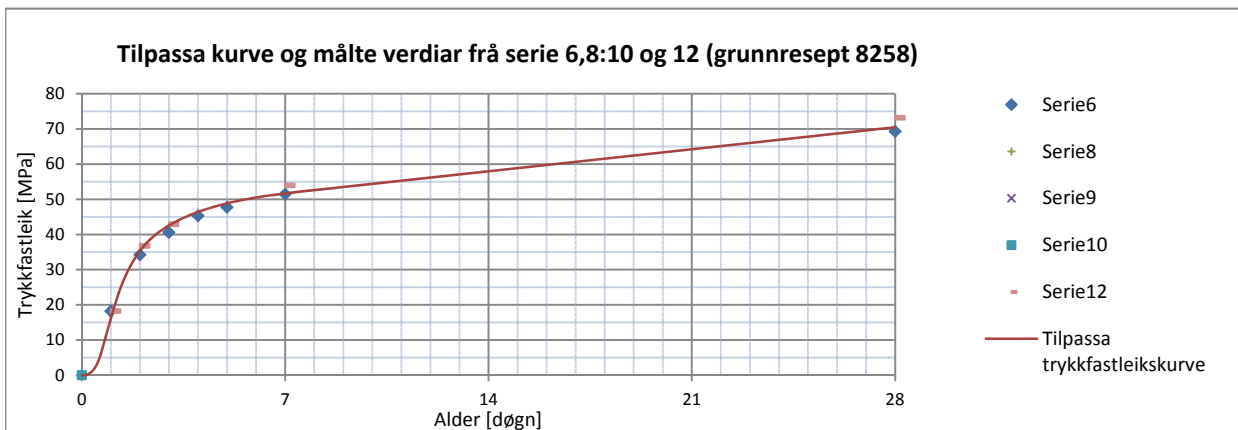
Figur V22.2: Kurvetilpassing til resept 8258, 20°

Kurveparameter:	$\tau_{7540} =$	200	Kurveparameter:	$\tau_{8258} =$	160
	$\alpha_{7540} =$	0,5		$\alpha_{8258} =$	0,5
	$f_{\infty 7540} =$	81		$f_{\infty 8258} =$	85,9

Tilpassa kurve er nytta til 7 døgn's alder, deretter er det gjort lineær interpolering mellom 7 og 28 døgn



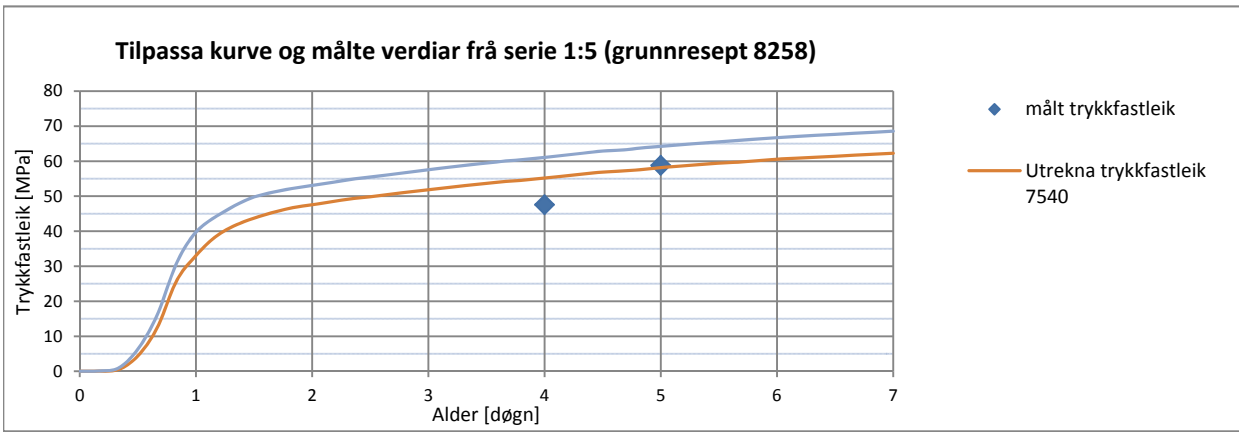
Figur V22.3: Tilpassa og lineært interpolert kurve samanlikna med målte verdiar (grunnersept 7540).



Figur V22.4: Tilpassa og lineært interpolert kurve samanlikna med målte verdiar (grunnresept 8258).

Vedlegg 22: Utrekning av modning Slomarka bru

Tabell V22.2: Modningsutrekning, ekvivalent trykkfastleik, Slomarka bru								
Reell alder		temperatur	modning	trykkfastleik [Mpa]				målt
[timar]	[døgn]	[°C]	[timar]	resept 7540		resept 8258		
				v/ 20°C	konstruksjon	v/ 20°C	konstruksjon	
0	0,0	18,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
4	0,2	18,4	3,7	0,1	0,1	0,1	0,1	
8	0,3	20,8	7,8	0,5	0,5	0,9	0,9	
12	0,5	27,2	13,4	1,7	4,4	2,7	6,3	
16	0,7	40,7	23,5	4,4	12,5	6,3	16,1	
20	0,8	50,4	38,5	8,3	25,9	11,2	31,0	
24	1,0	56,0	57,1	12,5	33,0	16,1	39,7	
28	1,2	61,0	79,6	16,6	38,4	20,8	44,1	
32	1,3	63,2	103,9	20,2	41,6	24,8	47,3	
36	1,5	63,8	128,8	23,3	43,7	28,2	49,8	
40	1,7	63,8	153,7	25,9	45,4	31,0	51,2	
44	1,8	63,2	178,1	28,1	46,7	33,3	52,2	
48	2,0	63,0	202,2	30,0	47,6	35,3	53,0	
52	2,2	62,7	226,1	31,6	48,4	37,0	53,9	
56	2,3	61,4	248,9	33,0	49,3	38,5	54,8	
60	2,5	58,8	269,6	34,2	49,8	39,7	55,4	
64	2,7	56,2	288,4	35,2	50,5	40,8	56,2	
68	2,8	55,4	306,5	36,1	51,2	41,7	56,9	
72	3,0	55,0	324,4	36,9	51,8	42,6	57,5	
76	3,2	54,7	342,2	37,7	52,5	43,3	58,3	
80	3,3	53,6	359,2	38,4	53,1	44,1	58,9	
84	3,5	52,4	375,4	39,0	53,6	44,7	59,5	
88	3,7	51,5	391,1	39,6	54,2	45,3	60,1	
92	3,8	50,7	406,2	40,2	54,6	45,8	60,5	
96	4,0	50,2	421,1	40,7	55,2	46,4	61,1	47,9
100	4,2	49,8	435,7	41,1	55,8	46,9	61,7	
104	4,3	49,8	450,3	41,6	56,3	47,3	62,3	
108	4,5	49,8	465,0	42,0	56,9	47,8	62,9	
112	4,7	46,6	477,9	42,4	57,2	48,1	63,2	
116	4,8	45,9	490,4	42,8	57,6	48,5	63,8	
120	5,0	45,8	502,9	43,1	58,2	48,9	64,2	58,3
124	5,2	45,3	515,1	43,4	58,6	49,2	64,7	
128	5,3	44,5	526,9	43,7	59,0	49,5	65,1	
132	5,5	43,4	538,3	44,0	59,4	49,8	65,6	
136	5,7	42,9	549,3	44,3	59,7	50,1	65,9	
140	5,8	42,3	560,1	44,6	60,1	50,3	66,3	
144	6,0	42,2	570,9	44,8	60,6	50,6	66,8	
148	6,2	40,2	580,8	45,0	60,9	50,8	67,1	
152	6,3	36,1	589,1	45,2	61,1	51,0	67,4	
156	6,5	33,8	596,7	45,4	61,4	51,2	67,7	
160	6,7	33,2	604,0	45,6	61,7	51,3	68,0	
164	6,8	35,1	612,0	45,7	62,0	51,5	68,3	
168	7,0	38,7	621,2	46,3	62,3	51,7	68,6	



Figur V22.4 Samanlikning mellom tilpassa kurver og målte verdier av trykkfastleik Slomarka bru