

RAPPORTNR. 9D4/R19015	PROSJEKTNR. S2.1	GRADERING Åpen
OPPDRA Kantreising av flytende betonggulv	DATO 01.09.2020	OPPDRA 2018-040
	SIDER/ANTALL VEDLEGG 16/15	
	FORFATTER Arne Vatnar (Skanska Norge) <i>Arne Vatnar</i> Tom I. Fredvik (Norcem) <i>Tom I. Fredvik</i> Tor-Magnus Zachariassen (Norcem)	
	GODKJENT Nina Borvik (Skanska Norge) Knut O. Kjellsen (Norcem) <i>Knut O. Kjellsen</i>	
OPPDRA Skanska Norge AS Norcem AS Norsk Betongforening	STIKKORD Kantreising SRA RF	
SAMMENDRA Kantreising er en hyppig utfordring/skade i tynnere flytende betonggulv, spesielt ved bruk av M60 kvalitet. Bruk av M40 kvalitet gjennom noen år har vist seg som en positiv, velfungerende løsning, men slik høyfast kvalitet har andre konsekvenser som må ivaretas; økt minimumsarmering, økt mulighet for plastiske svinnriss, økt miljøbelastning og økt kostnad. Hensikten har vært å se på alternative metoder og/eller materialer som effektivt kan motvirke kantreising, spesielt i typiske M60 gulvbetonger. Innblanding av blant annet SRA (svinnreducerende tilsetningsstoff som reduserer overflatespenningen i porevannet) samt effekten av tildekking er testet i prosjektet. Sistnevnte variant er også beskrevet i NB publikasjon nr. 15 som en effektiv metode for å forhindre kantreising. Gjennom laboratorie-/feltundersøkelser er ulike parameteres effekt på kantreising i tynne flytende betonggulv forsøkt dokumentert. Koblinger mot egenskaper som svinn og RF % er også forsøkt belyst. Forsøksoppsettet ga små utslag i kantreising, kun følgende indikasjoner/trender ble observert; - SRA reduserer kantreising noe - Tett belegget reduserer kantreising - Forventet rangering mellom betongkvalitet og kantreising, der M60 betong gir større kantreising enn M40 betong		

Innhold

SAMMENDRAG	1
1 OPPDRAGSBESKRIVELSE	4
2 METODEBESKRIVELSE.....	5
2.1 Innledning	5
2.2 Testmetoder	5
2.3 Delmaterialer	5
2.3.1 Sement og tilsetningsmaterialer.....	5
2.3.2 Tilslag	5
2.3.3 Tilsetningsstoff	5
2.4 Betongsammensetning.....	5
2.5 Blandeprosedyre.....	6
2.5.1 Betong	6
2.6 Forsøksprogram.....	7
2.7 Forsøksprosedyre	8
3 RESULTATER	11
3.1 Resultater fersk egenskaper og trykkfasthet	11
3.2 Resultater fra måling av temperaturutvikling.....	11
3.3 Resultater herdede egenskaper	12
4 DISKUSJON OG KONKLUSJON.....	15
5 VIDERE ARBEID	16
6 VEDLEGG.....	17
6.1 Betongsammensetninger	17
6.2 Sement.....	23
6.2.1 Norcem Standardsement FA, AI-2018-0003	23
6.2.2 Norcem Anleggsement FA, TF-2018-0004	24

6.3 Tilslag	25
6.3.1 Norstone Årdal, Ytelseserklæring for 0/8 115 og 8/16 160	25
6.3.2 Norstone Årdal 0/8, 500 tonn 115 laboratoriekvalitet produsert april 2018.....	27
6.3.3 Norstone Årdal 8/16, 160 laboratoriekvalitet (vasket), april 2018.....	28
6.4 Tilsetningsstoff	29
6.4.1 Mapei Dynamon SX-23	29
6.5 Herdeplastbelegg	30
6.5.1 Mapecoat Universal	30

1 Oppdragsbeskrivelse

Kantreising er en hyppig utfordring/skade i tynnere flytende betonggulv, spesielt ved bruk av M60 kvalitet. Bruk av M40 kvalitet gjennom noen år har vist seg som en positiv, velfungerende løsning, men slik høyfast kvalitet har andre konsekvenser som må ivaretas;

- Behov for økt minimumsarmering grunnet økt trykkfasthet, typisk B45.
- Økt fare for plastiske svinriss krever enda større fokus på etterbehandling.
- Økt miljøbelastning både fra økt bindemiddelinnhold og større armeringsbehov.
- Tilhørende økte kostnader for både betongkvalitet og ekstra armering.

Hensikten med utviklingsprosjektet er derfor å se på alternative metoder og/eller materialer som effektivt kan motvirke kantreising, spesielt i typiske M60 gulvbetonger. Innblanding av blant annet SRA (svinnreducerende tilsetningsstoff som reduserer overflatespenningen i porevannet) samt effekten av tildekking med riktig belegg er naturlig å se på. Sistnevnte variant er også beskrevet i NB publikasjon nr. 15:2018.

Arbeidet er utført av Norcem FoU og Betongteknologiavdeling, Skanska Teknikk. Norsk Betongforenings Utviklingsfond har støttet prosjektet økonomisk.

Gjennom laboratorie-/feltundersøkelser søkes det å bestemme ulike parameteres effekt på kantreising i tynne flytende betonggulv. For prøveprogram, se punkt 2.6.

2 Metodebeskrivelse

2.1 Innledning

Betongblandinger ble utført i lab Norcem Brevik. Foruten bestemmelser av betongenes egenskaper iht. pkt. 2.2 er det også støpt «gulvstriper» for dokumentasjon av kantroising for samtlige sammensetninger, mer beskrivelse i pkt. 2.7.

2.2 Testmetoder

Bestemmelse av synkmål er utført i henhold til NS-EN 12350-2. Det er tilstrebet å løfte synkkjeglen opp i løpet av 3 sekunder uten sidebevegelser eller vridning overføres til betongen. Synkkakens utbredelse ble målt i henhold til NS-EN 12350-8.

Densitet og luftinnhold av den ferske betongen er målt i henhold til NS-EN 12350-6 og NS-EN 12350-7.

Bestemmelse av avbinding og temperaturutvikling er utført i henhold til Norcem FoU prosedyre. Betongen oppbevares i kasse som er isolert med 100 mm XPS og 15 mm finer på alle flater. Innvendige mål er 250x250x250mm (betongvolum på 15,6 liter). Kassen oppbevares i temperert rom på ca. 20°C.

Bestemmelse av trykkfasthet er utført i henhold til NS-EN 12390-1 til NS-EN 12390-4.

Densitet av herdnet betong er utført i henhold til NS-EN 12390-7.

Svinnpriismer er utført i henhold til SS137215 (og SINTEF Byggforsk prosedyre KS-14-05-04-117)

RF målinger i gulvstriper er utført i henhold til NS 3511.

2.3 Delmaterialer

2.3.1 Sement og tilsetningsmaterialer

Det ble benyttet Norcem Standardsement FA (trans.nr. AI0007-2017), Norcem Anleggesement FA (trans.nr. TF0004-18). Analyserapport for produksjonsbatchene brukt i forsøksprogrammet vises i vedlegg.

Det ble benyttet silika fra Elkem mottatt i laboratoriet i 2015.

2.3.2 Tilslag

Det ble benyttet Norstone Årdal 0/8 115-kurve, produsert for laboratorieformål i april 2018 og Norstone Årdal 8/16 160-kurve, produsert og vasket for laboratorieformål i april 2018. Tilfeldig uttak av ca. 40 kg av 8/16 Steinskogen med LA verdi på 10, er brukt i test med stivt grovt tilslag.

2.3.3 Tilsetningsstoff

Det ble benyttet SP-stoffet Mapei Dynamon SX-23 og Mapecrete SRA-N. Produktdatablad for tilsetningsstoffene vises i vedlegg.

2.4 Betongsammensetning

Fullstendige betongsammensetninger vises i vedlegg 6.1.

2.5 Blandeprosedyre

2.5.1 Betong

Betongen ble blandet i Zyklus ZK 75 HE, med blandebeholder på 100 liter. Det ble benyttet 45 liters blandesatser. Test nr. 2, 3 og 5 iht. tabell side 7 krevde to blandesatser.



Zyklus ZK 75 HE

Blandeprosedyren vises i tabellen.

Blandeprosedyre betong

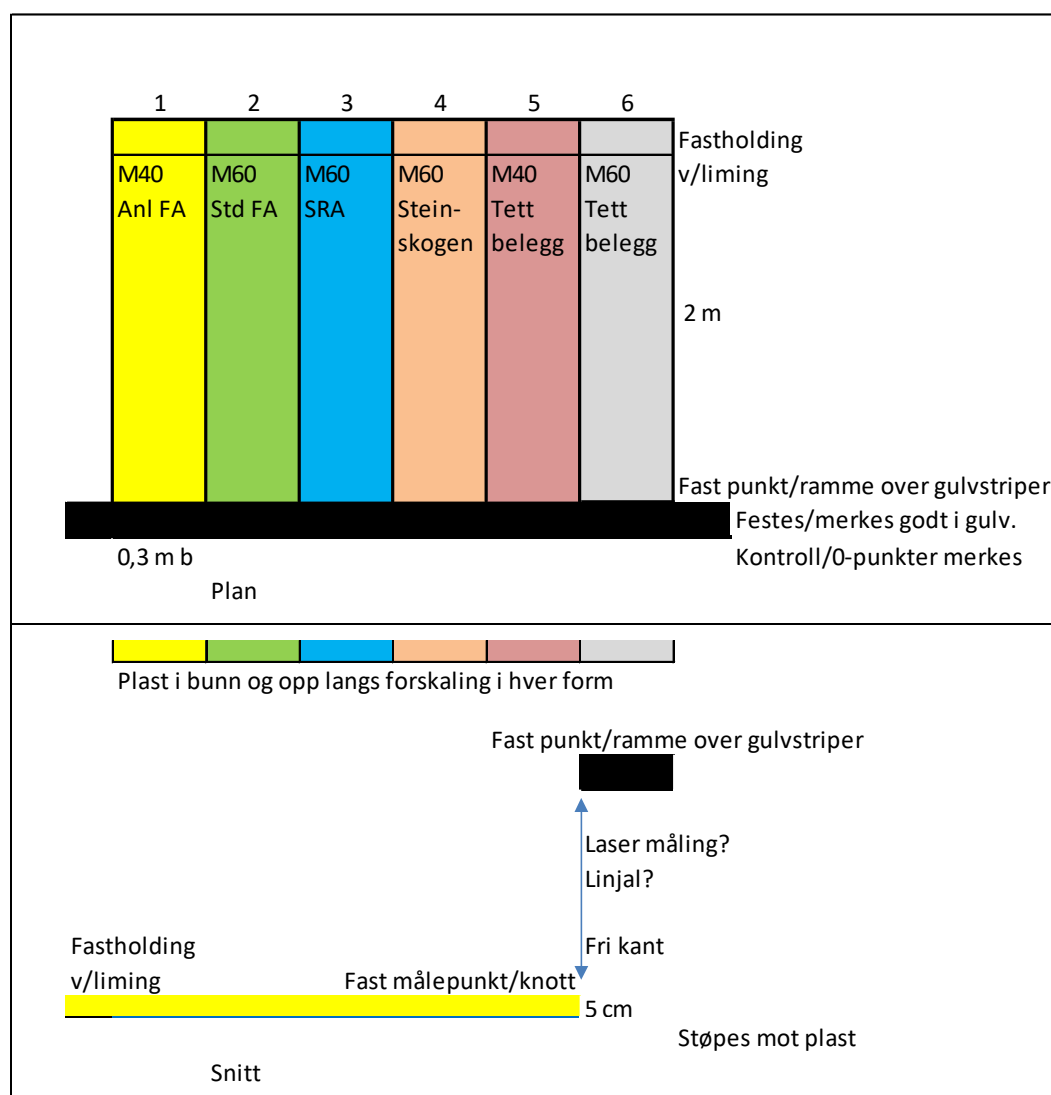
	Total tid (min)	Kommentar
Tilsetning av tørre materialer		
Start blander	0	Blandes tørt i 1 min.
Tilsetning av vann	1	SRA-N blandet med vannet, tilsettes ila 10 sek.
Tilsetning av SP-stoff	2	Tilsettes ila 10 sek.
Stopp blander	3	Hvile i 2 minutter – skrape løst evt. finstoff i overgang bunn/vegg.
Start blander	5	Blandes i 3 min.
Stopp blander	8	

2.6 Forsøksprogram

Følgende betongkvaliteter og hoved delmaterialer er testet.

Blanding nr.	Betongkvalitet	Kortnavn brukt i rapport forøvrig	Hovedvariabel	Hovedvariabelprodukt
1	B45 M40	M40 Anl FA	Referanse	Anlegg FA
2	B30 M60	M60 Std FA	Referanse	Std FA
3	B30 M60	M60 SRA	2 % SRA	Mapecrete SRA-N
4	B30 M60	M60 Steinskogen	Stivt grovt tilslag	Steinskogen
5	B45 M40	M40 Tett belegg	Tett overflatebelegg	Mapecoat Universal
6	B30 M60	M60 Tett belegg	Tett overflatebelegg	Mapecoat Universal

Figur nedenfor angir gulfstripenes dimensjoner og prinsippet for dokumentasjon av kantreiseing.



2.7 Forsøksprosedyre

Etterfølgende tabell viser egenskaper/målinger utført for de ulike betongsammensetninger.

	M40 Anl FA	M60 Std FA	M60 SRA	M60 Steinskogen	M40 Tett belegg	M60 Tett belegg
Fersk temperatur	x	x	x	x	x	x
Synk/Utbredelse	x	x	x	x	x	x
Densitet	x	x	x	x	x	x
Luft	x	x	x	x	x	x
Fasthet 20gr, 1 og 28 dg	x	x	x	x	x	x
Avbinding/Varmeutvikling		x	x			
Svinnprismer til lagring lab		x	x		x	
Svinnprismer til lagring ute		x	x		x	
RF måling gulvstriper (2 cm ned i betongen)	x	x	x	x	x	x
Kantreising	x	x	x	x	x	x

2.7.1 Prosedyre utstøping gulvstriper

Betong til gulvstripene er blandet i henhold til pkt. 2.5 og transportert til utstøpingslokale i 50 liters plastdunker. Betong remikset ved hjelp av drill/visp før utstøping. Gulvstriper festet i en ende ved støping våt-i-våt med Epoxy L mot gammelt betongunderlag samt støpt rundt fastboret skrue. Se bildet på neste side.



Stripenes areal mot underlag forøvrig er skilt med to lag plast. Massen plassert i form, disset ut og avtrekt i toppen. Tilpasset hylse for RF målinger plassert i fersk betong ca. midt på overflate før tildekking av gulvstripenes overflate med plast. Avforming 2 dager etter utstøping og tilhørende liming av øverste plastlag langs stripenes sidekanter (tilstrebe fukttransport kun fra horisontal overflate). Mapecoat Universal ble påført i to runder 9 og 10 dager etter utstøping av striper med hhv M40/M60 Tett belegg (stripene var tildekket med plast frem til dagen før overflatebehandlingen), påføringsmetode i henhold til leverandørens anvisninger.

De seks stripene vises i bildet under, der stripen ytterst til høyre er M40 betongen, mens de to stripene ytterst til venstre er M40 og M60 med tett belegg.



Måler for registrering av RF i luft igangsatt 20.4.2019, dvs. mellom utstøping av stripene 3/4 og 5/6.

Avfukter igangsatt 18.6.2018, dvs. 2 måneder etter utstøping.

2.7.2 Prosedyre måling av kantreising

Målinger av kantreising ble utført ved bruk av laser og/eller målestav + tillaget stålramme, målt som avstanden mellom laser/stålramme og to utvalgte punkter på stripenes frie ende. På grunn av lite utslag i kantreising er også sparkelblad/skje ført under fri ende for å stadfeste forskjeller mellom resepter.

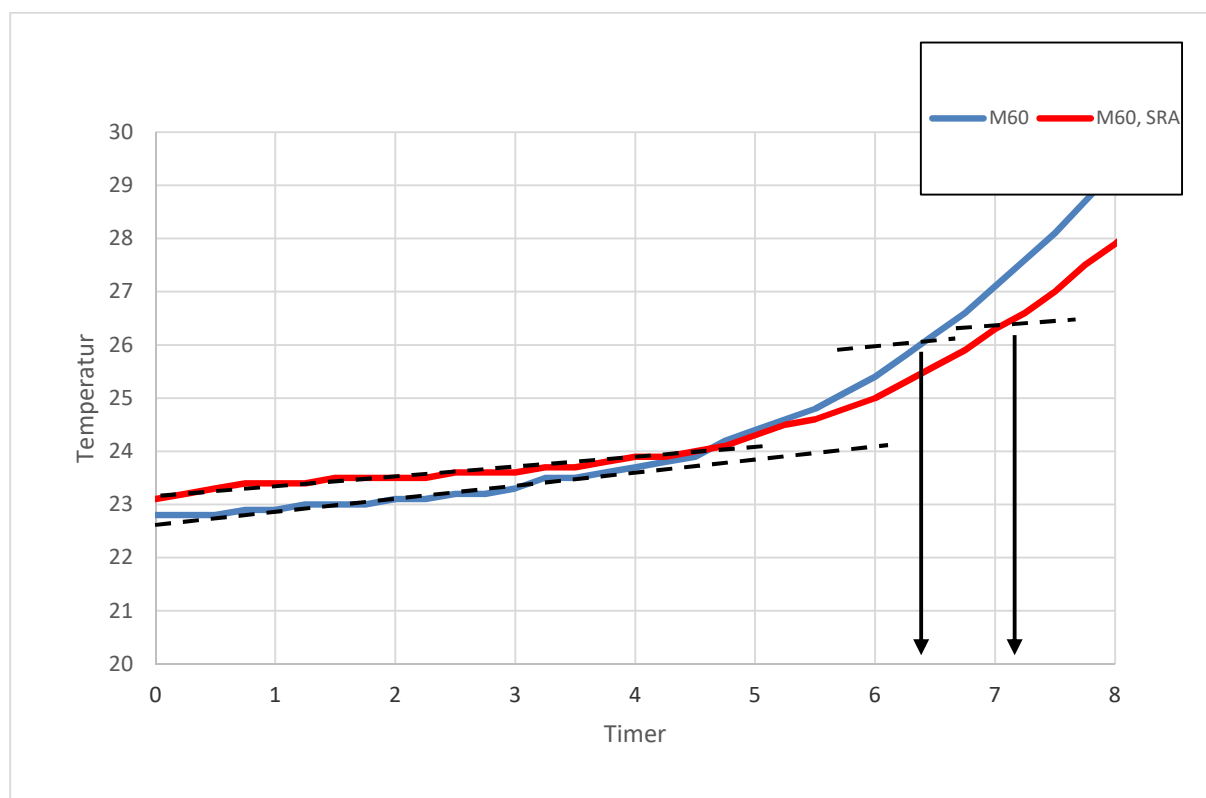
3 Resultater

3.1 Resultater fersk egenskaper og trykkfasthet

	M40 Anl FA	M60 Std FA	M60 SRA	M60 Std FA Steinskogen	M40 Anl FA Tett belegg	M60 Std FA Tett belegg
Fersk temperatur, °C		22,2	22,5			
Synk, mm	220	195	210	240	250	240
Utbredelse, mm	370	345	390	465	620	450
Densitet, kg/m ³	2432	2376	2387	2451	2470	2376
Luft, %	1,4	1,1	1,1	0,7	0,6	0,5
Fasthet 20 °C, 1 dg, MPa	21,8	18,1	12,7	16,7	21,0	15,0
Fasthet 20 °C, 28 dg, MPa	80,8	52,6	49,8	55,8	80,4	53,8

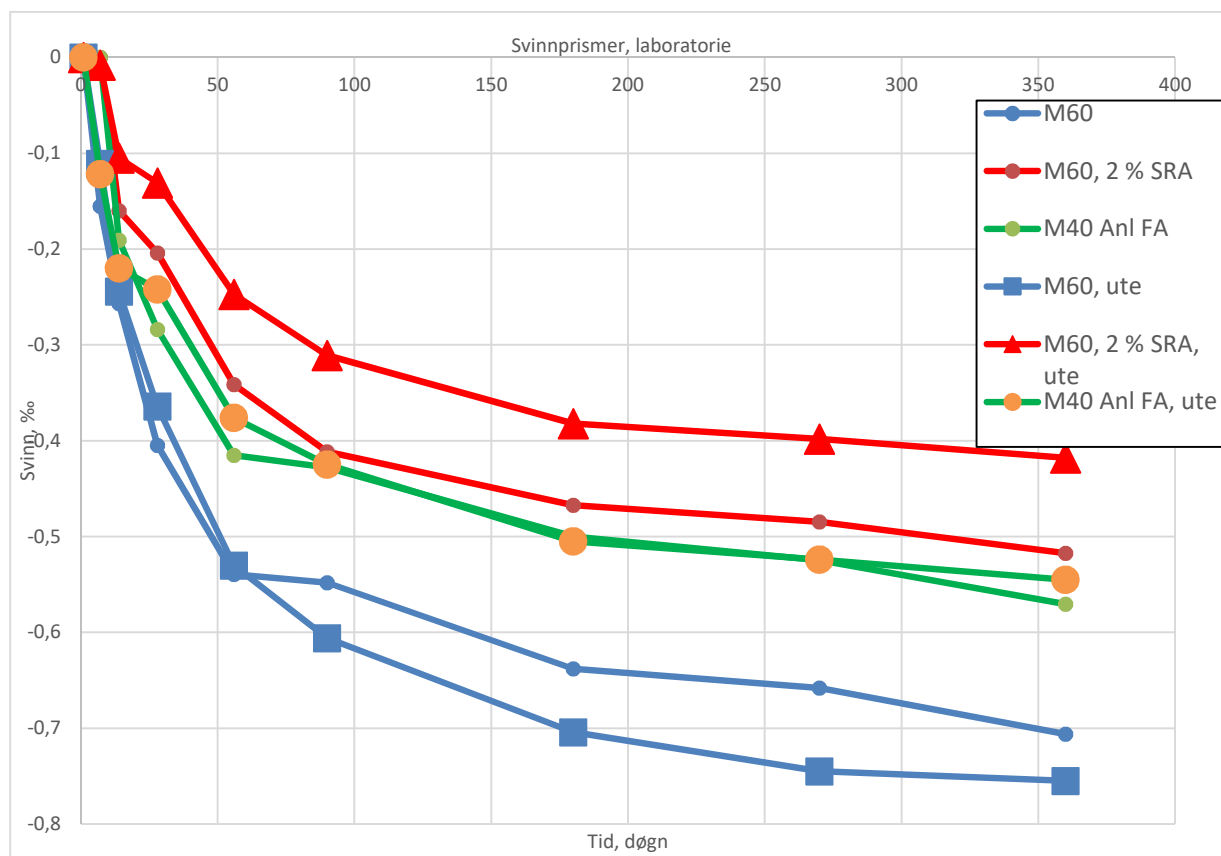
3.2 Resultater fra måling av temperaturutvikling

Avbindingstidspunkt er markert i figuren ut fra kriteriet på 2°C temperaturstigning fra temperaturstigningskurvene i hvileperioden de første timene.

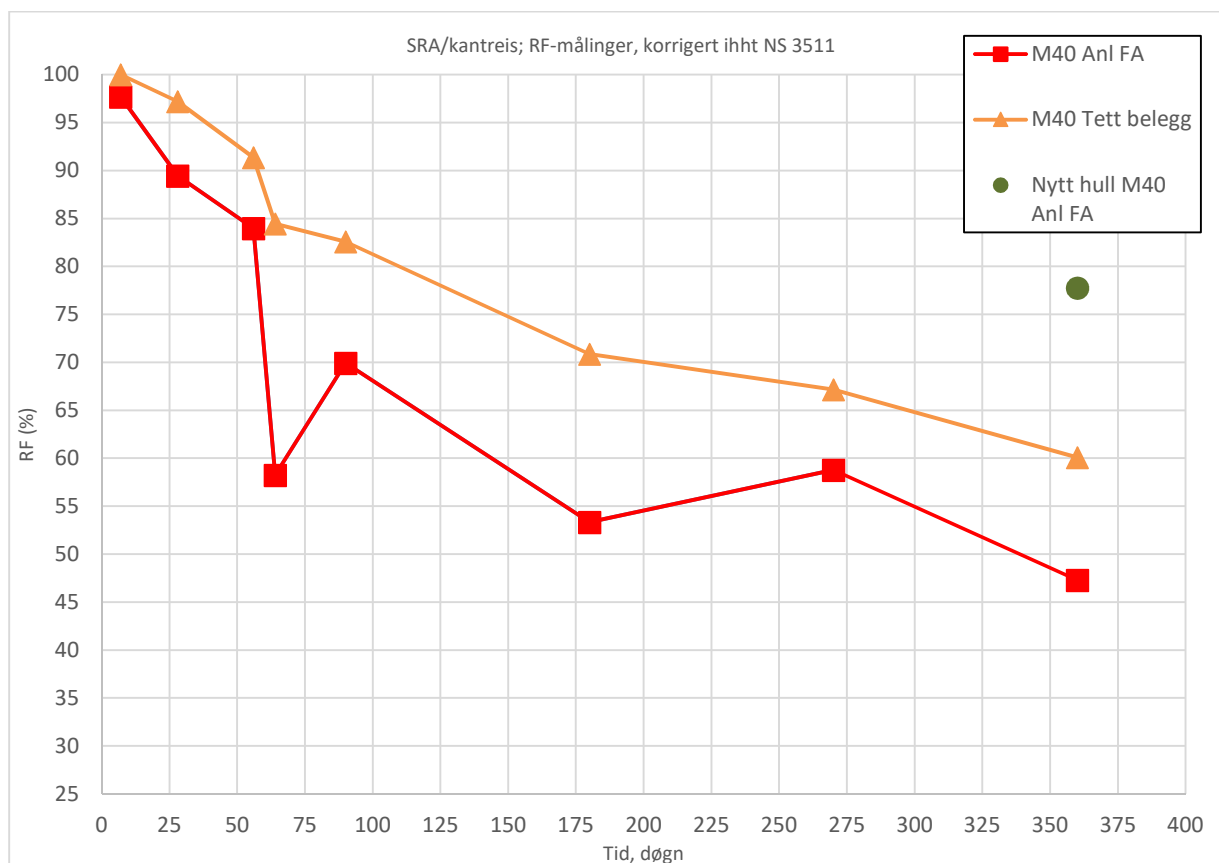
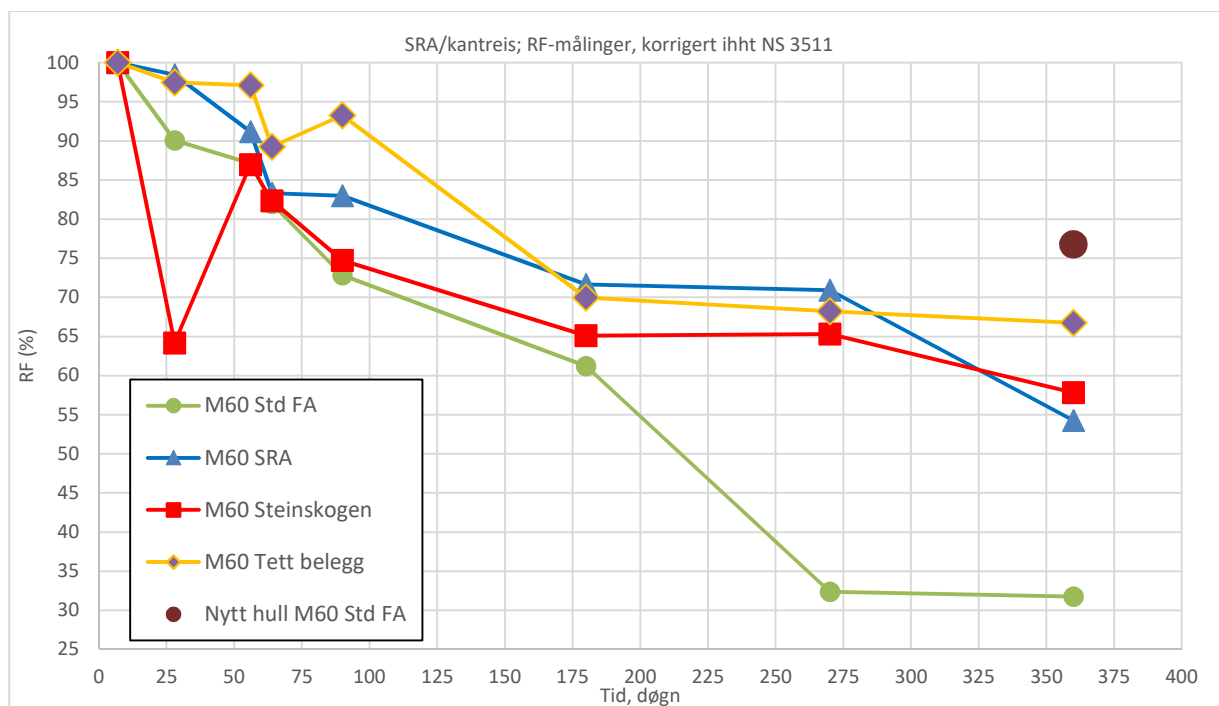


3.3 Resultater herdede egenskaper

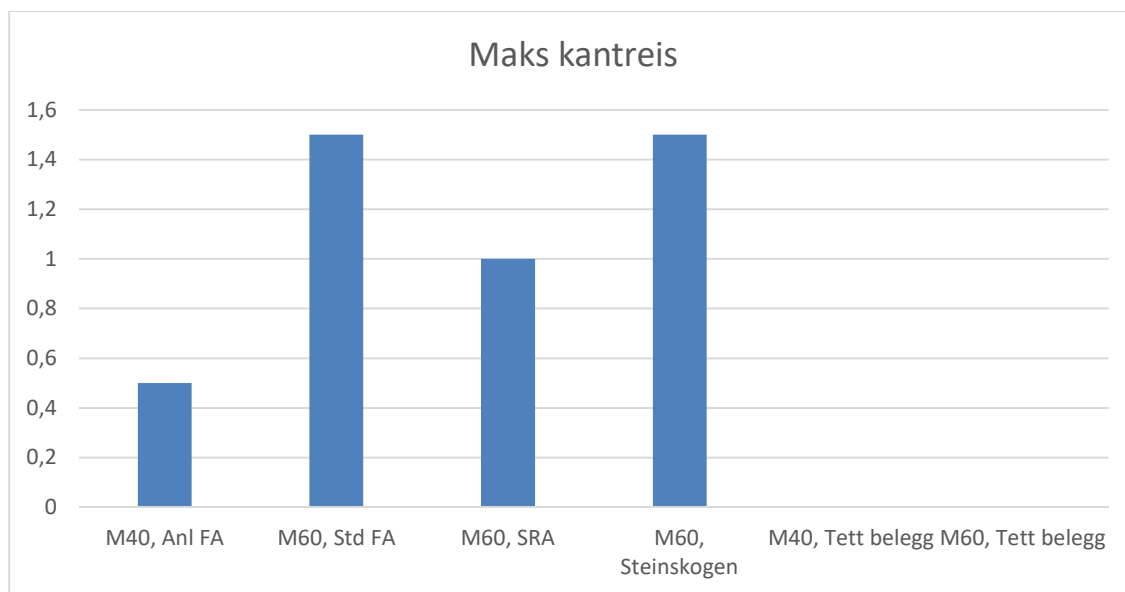
Svinnmålinger av utvalgte sammensetninger vist i diagram nedenfor. Av totalt 5 stk. svinprismer pr resept er 2 lagret ute i samme betingelser som gulvstripene, resterende 3 prismer er lagret i henhold til gjeldende prosedyre.



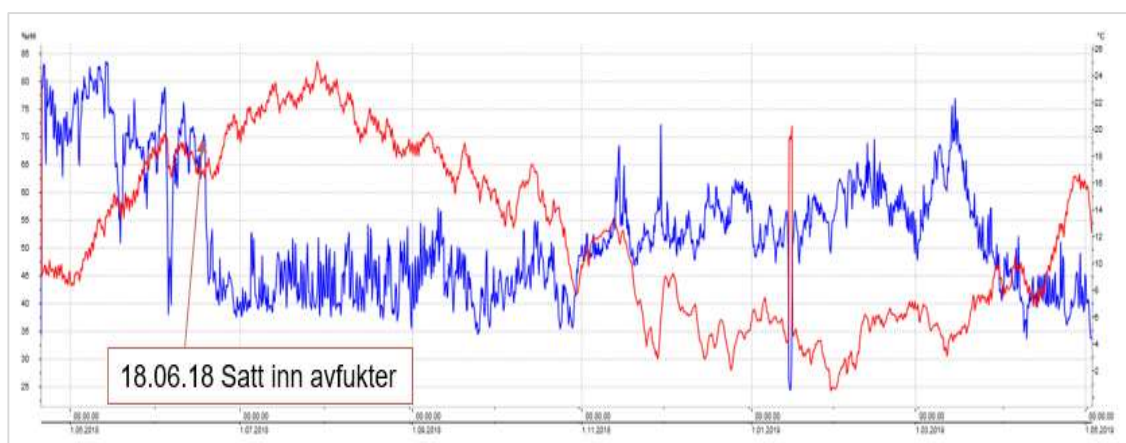
RF målinger vist i diagrammene under, delt i M60 og M40 kvaliteter for mer oversiktlige figurer.



Kantreising, maks registrert nivå i mm, er vist i diagrammet under.



Tilhørende RF (blå kurve) og temperaturutvikling (rød kurve) i luften i lokalet er vist under.



4 Diskusjon og konklusjon

Fersk betong egenskapene og trykkfasthetsutvikling er kun tatt med som kontroll på at resepter er fornuftig sammensatt, resultatene kommenteres ikke ytterligere.

Bruk av SRA har i praksis vist at betongens avbindingstid kan bli forlenget, bestemmelse av avbindingstid ut fra temperaturutvikling i Norcems «standard» herdekasser er derfor utført for M60 med og uten SRA innblanding. Effekten vises også i dette prosjektets målinger.

Svinnmålingene viser forventet nivå ved 1 års prøvealder og fornuftig innbyrdes rangering mellom utprøvde sammensetninger. M60 SRA og M40 har et svinn etter 1 år på ca. 0,55 %, mens M60 har et svinn på ca. 0,70 %. Det vil si at SRA reduserer det totale svinnet ca. 30 %, som er på angitt effektnivå i produktdatablad.

RF målingene etter 1 år viser generelt forventet innbyrdes rangering. Tett belegg gir naturlig redusert avdampning.

Basert på resultater fra RF målinger fra Sverige ble det etter 1 år boret nye hull for måling av RF i stripene med M60 og M40 betong. RF nivået, i begge kvalitetene, lå på rundt 77 % i nytt hull. Dette er vestlige høyere RF nivå enn det ble målt i hullene tillaget under utstøping. Dette indikerer at RF-målinger ikke bør gjennomføres i gamle hull.

Kantreising påvirkes i stor grad av gulvets tykkelse, avtagende tykkelse gir økende kantreising. Gulvstripenes tykkelse på kun 50 mm ble valgt for å kunne se effekten av de ulike delmaterialene/metodene best mulig. Det ble imidlertid registrert veldig liten kantreising og resultatene kan kun betraktes som indikasjoner. Innbyrdes rangering for M40 og M60 er forventet på grunn av bidraget fra autogent svinn (selvuttørking) for M40 betonger og M60 tilsatt SRA. De to første månedene etter utstøping var RF i lokalet varierende, men på høyt nivå. Det antas at dette er medvirkende årsak til at kantreisingen ikke ble større. I forsøk på å fremprovosere kantreising ble det derfor satt inn en avfukter i rommet, RF ble raskt senket til 40-45 %. Økt kantreising fremkom raskt etter RF-senkingen men på et adskillig lavere nivå enn forventet ut fra gulvstripenes tynne tverrsnitt. Sannsynlig årsak er betongens alder, 2 måneder, og tilhørende stivhet/motstand mot kantreising.

5 Videre arbeid

- Det er sannsynlig at det høye RF nivået i omgivelsene rundt betongstripene de første to månedene (før avfukter ble satt inn) er en avgjørende faktor som har begrenset kantroisingen. Dette kan verifiseres gjennom en ny forsøksserie der M60 betong med høyt svinn støpes ut i to striper lagret i to ulike rom, der RF nivået i omgivende luft styres til ca. 70% og ca. 40%. Fuktprofil gjennom betongstripens tverrsnitt bør dokumenteres over tid slik at relasjonen mellom fuktprofil og kantroising dokumenteres.
- Før eventuelt ytterligere utstøping av betongstriper bør det vurderes om tykkelsen av stripene bør økes til 70-80 mm (det er uvisst om 50 mm tykkelse er så tynt at fri kant «knekker» under uttørking).
- Verifisere gjennom ytterligere forsøk om dagens praksis med gjentatte målinger av RF i samme hylse/hull gir et kunstig lavt RF nivå over tid i forhold til om målinger gjøres i nyborede hull ved ulike prøvealdre.

6 Vedlegg

6.1 Betongsammensetninger

Norcem a.s
Betong/Fou

KJØREARK

Side: 1

År: 2018	Blanding nr: DB064	Prosjekt: Oppdr. 40/18 Kantreis			
Sign: AG	Resept Type:	Start tid: 16.04.2018 09.00			
RESEPT					
Materialer		Resept	Fukt	Abs. fukt	Resept
Type	Navn	kg/m ³	%	%	kg/45 liter
Sement 1	Norcem STD F	361.1			16.250
Sement 2					
Fritt vann		195.0			7.389
Abs. vann		3.205			
Sand 1	0-8 Årdal	1068.2	3.1	0.3	49.559
Sand 2					
Sand 3					
Stein 1	8-16 Årdal	714.5			32.152
Stein 2					
Stein 3					
TS Matr.					
P-Stoff					
SP-Stoff	Ukjent	1.15	77.0		0.0518
L-Stoff					
TSS-Stoff					
Teoretisk romvekt=2342 kg/m ³ v/c-forhold=0.540 v/c+ks forhold=0.540 k=					

MÅLEMETODER

Tid	Romvekt	Luft	Synk		Slag
	Romvekt	Luft	Synk	Utbredelse	
0	2376	1.1	195	345	

TEMPERATUR/VARMEUTVIKLING

I blander		I kasse		
Temperatur:	22.2	Kl. 09.25	Temp. 22.9	Kanal 1
				Filewisennr.

KOMMENTARER

Sement: AI-2017-0007. SP-stoff: Mapei SX-23

Ar: 2018	Blanding nr: DB065	Prosjekt: Oppdr. 40/18 Kantreis
Sign: AG	Resept Type:	Start tid: 16.04.2018 11.40

RESEPT

Materialer		Resept	Fukt	Abs. fukt	Resept
Type	Navn	kg/m3	%	%	kg/45 liter
Sement 1	Norcem ANL-F	400.0			18.000
Sement 2					
Fritt vann		160.0			5.921
Abs. vann					
Sand 1	0-8 Årdal	1012.9	2.9	0.3	46.902
Sand 2					
Sand 3					
Stein 1	8-16 Årdal	831.2			37.404
Stein 2					
Stein 3					
TS Matr.					
P-Stoff	Ukjent	2.72	77.0		0.1224
SP-Stoff					
L-Stoff					
TSS-Stoff					

Teoretisk romvekt= 2408 kg/m³

v/c-forhold=0.400

v/c+ks forhold=0.400

k=

MÅLEMETODER

Tid	Romvekt	Luft	Synk		
	Romvekt	Luft	Synk	Utbredelse	Slag
0	2432	1.4	220	370	

KOMMENTARER

Sement: TF-2018-0004. SP-stoff: Mapei SX-23

Ar: 2018	Blanding nr: DB066	Prosjekt: Oppdr. 40/18 Kantreis
Sign: AG	Resept Type:	Start tid: 18.04.2018 09.30

RESEPT

Materialer		Resept	Fukt	Abs. fukt	Resept
Type	Navn	kg/m3	%	%	kg/45 liter
Sement 1	Norcem STD F	361.1			16.250
Sement 2					
Fritt vann		195.0			7.163
Abs. vann					
Sand 1	0-8 Årdal	1067.4	2.9	0.3	49.426
Sand 2					
Sand 3					
Stein 1	8-16 Årdal	713.7			32.117
Stein 2					
Stein 3					
TS Matr.					
P-Stoff					
SP-Stoff	Ukjent	1.15	77.0		0.0518
L-Stoff					
TSS-Stoff	Ukjent	7.22	99.5		0.3249

Teoretisk romvekt= 2341 kg/m³

v/c-forhold=0.540

v/c+ks forhold=0.540

k=

MÅLEMETODER

Tid	Romvekt	Luft	Synk		
	Romvekt	Luft	Synk	Utbredelse	Slag
0	2387	1.1	210	390	

TEMPERATUR/VARMEUTVIKLING

I blander		I kasse		
Temperatur:	22.5	Kl.	Temp.	Filewisennr.
		09.20	22.9	2

KOMMENTARER

Sement: AI-2017-0007. SP-stoff: Mapei SX-23. TSS-stoff: Mapecrete SRA-N

Ar: 2018	Blanding nr: DB067	Prosjekt: Oppdr. 40/18 Kantreis
Sign: AG	Resept Type:	Start tid: 18.04.2018 11.45

RESEPT

Materialer		Resept	Fukt	Abs. fukt	Resept
Type	Navn	kg/m ³	%	%	kg/45 liter
Sement 1	Norcem STD F	361.1			16.250
Sement 2					
Fritt vann		195.0			7.431
Abs. vann					
Sand 1	0-8 Årdal	1100.4	2.9	0.3	50.954
Sand 2					
Sand 3					
Stein 1	8-16 Steinskoge	735.8			33.111
Stein 2					
Stein 3					
TS Matr.					
P-Stoff	Ukjent	1.63	77.0		0.0733
SP-Stoff					
L-Stoff					
TSS-Stoff					

Teoretisk romvekt=2396 kg/m³

v/c-forhold=0.540

v/c+ks forhold=0.540

k=

MÅLEMETODER

Tid	Romvekt	Luft	Synk		
	Romvekt	Luft	Synk	Utbredelse	Slag
0	2451	0.7	240	465	

KOMMENTARER

Sement: AI-2017-0007. SP-stoff: Mapei SX-23.

Ar: 2018	Blanding nr: DB068	Prosjekt: Oppdr. 40/18 Kantreis
Sign: AG	Resept Type:	Start tid: 23.04.2018 09.15

RESEPT

Materialer		Resept	Fukt	Abs. fukt	Resept
Type	Navn	kg/m3	%	%	kg/45 liter
Sement 1	Norcem ANL-F	400.0			18.000
Sement 2					
Fritt vann		160.0			5.904
Abs. vann					
Sand 1	0-8 Årdal	1012.9	2.9	0.3	46.902
Sand 2					
Sand 3					
Stein 1	8-16 Årdal	831.2			37.404
Stein 2					
Stein 3					
TS Matr.					
P-Stoff	Ukjent	3.20	77.0		0.1440
SP-Stoff					
L-Stoff					
TSS-Stoff					

Teoretisk romvekt=2408 kg/m³

v/c-forhold=0.400

v/c+ks forhold=0.400

k=

MÅLEMETODER

Tid	Romvekt	Luft	Synk		
	Romvekt	Luft	Synk	Utbredelse	Slag
0	2470	0.6	250	620	

KOMMENTARER

Sement: TF-2018-0004. SP-stoff: Mapei SX-23
Betong nr 5

Ar: 2018	Blanding nr: DB069	Prosjekt: Oppdr. 40/18 Kantreis
Sign: AG	Resept Type:	Start tid: 23.04.2018 11.45

RESEPT

Materialer		Resept	Fukt	Abs. fukt	Resept
Type	Navn	kg/m ³	%	%	kg/45 liter
Sement 1	Norcem STD F	361.1			16.250
Sement 2					
Fritt vann		195.0			7.469
Abs. vann					
Sand 1	0-8 Årdal	1068.2	2.9	0.3	49.463
Sand 2					
Sand 3					
Stein 1	8-16 Årdal	714.5			32.152
Stein 2					
Stein 3					
TS Matr.					
P-Stoff	Ukjent	1.63	77.0		0.0733
SP-Stoff					
L-Stoff					
TSS-Stoff					

Teoretisk romvekt= 2342 kg/m³

v/c-forhold=0.540

v/c+ks forhold=0.540

k=

MÅLEMETODER

Tid	Romvekt	Luft	Synk		
	Romvekt	Luft	Synk	Utbredelse	Slag
0	2376	0.5	240	450	

KOMMENTARER

Sement: AI-2017-0007. SP-stoff: Mapei SX-23
Betong nr 6

6.2 Sement

6.2.1 Norcem Standardsement FA, AI-2018-0003

REPORT ON QUALITY TEST				
Customer:	FoU		Your ref.:	STD-FA
Date received:	19.04.2018		Our ref.:	AI-2018-0003
Sample Marked:	Lab sement			
	Big bag nr 3, pakket 10.04.2018			
Parameter:		Results:		Method:
CHEMICAL COMPOSITION				
Chemical Parameters				
Fly Ash		17.1 %		PD1748
Free Lime		2.07 %		PD0468
Loss On Ignition	LOI	3.05 %		EN196-2
Sulfur Trioxide-IR	SO3	3.06 %		PD1752
XRD Analysis				
Limestone		3.8 %		
XRF Analysis				
Silica Oxide	SiO2	25.20 %		EN196-2
Aluminum Oxide	Al2O3	7.42 %		EN196-2
Ferric Oxide	Fe2O3	3.83 %		EN196-2
Calcium Oxide	CaO	52.93 %		EN196-2
Potassium Oxide	K2O	1.14 %		EN196-2
Sodium Oxide	Na2O	0.52 %		EN196-2
Magnesium Oxide	MgO	2.38 %		EN196-2
Titanium Dioxide	TiO2	0.362 %		EN196-2
Phosphorous Pentoxide	P2O5	0.230 %		EN196-2
Manganic Oxide	Mn2O3	0.206 %		EN196-2
Sodium Oxide Equivalent	Na2O Eq.	1.27 %		EN196-2
TECHNICAL PARAMETERS				
Compressive Strength				
After 1 day		21.9 MPa		EN196-1
After 2 days		31.6 MPa		EN196-1
After 7 days		42.8 MPa		EN196-1
After 28 days		54.3 MPa		EN196-1
Fineness				
Specific surface, Blaine		481 m2/kg		EN196-6
Particle Size Distribution				
Sieve Passing	<24 µm	75.9 %		PD1749
Sieve Passing	<30 µm	83.9 %		PD1749
Sieve Residue	>64 µm	0.9 %		PD1749
Sieve Residue	>90 µm	0.0 %		PD1749
Other Technical Parameters				
False Set		3 min		PD1793
Time of Setting				
Initial		130 min		EN196-3
Soundness				
Le Chatelier		0.5 mm		EN196-3
Normal Consistency				
Temperate climate 20°C		29.0 %		EN196-3
Norcem A.S Brevik, Cement and Concrete Laboratory,		20.08.2018	 Laboratory Manager	

6.2.2 Norcem Anleggsement FA, TF-2018-0004

REPORT ON QUALITY TEST

Customer:
Date received: 24.01.2018
Sample Marked: Uttak av labsement 2018
Bigbag 4, CM7 23.01.2018

Your ref.: ANL-7
Our ref.: TF-2018-0004

Parameter:	Results:		Method:
Fly Ash	15.6	%	PD1748
XRD Analysis			
Limestone	3.5	%	
TECHNICAL PARAMETERS			
Compressive Strength			
After 1 day	10.6	MPa	EN196-1
After 2 days	20.0	MPa	EN196-1
After 7 days	35.9	MPa	EN196-1
After 28 days	53.3	MPa	EN196-1
Fineness			
Specific surface, Blaine	409	m2/kg	EN196-6
Other Technical Parameters			
False Set	3	min	PD1793
Time of Setting			
Initial	171	min	EN196-3
Soundness			
Le Chatelier	1.0	mm	EN196-3
Normal Consistency			
Temperate climate 20°C	27.8	%	EN196-3

Norcem A.S Brevik, Cement and Concrete Laboratory,

20.08.2018

by Pooja Chakraborty
Laboratory Manager

6.3 Tilslag

6.3.1 Norstone Årdal, Ytelseserklæring for 0/8 115 og 8/16 160

 1111			
NorStone Årdal, 4137 Årdal, Norge			
17			
NS-EN 12620:2002+A1:2008+NA:2016			
Tilslag for betong			
Ytelseserklæring nr / Entydig identifikasjonskode 101718-115 006 100 Knust-Natur 0/8mm (B) Gneis-Granitt			
<u>Standarder</u>		<u>Verdier</u>	<u>Kategorier</u>
NS EN 933-1	Kornstørrelse		0/8
	Gradering		G _{NG90}
	Toleransekategori		-
	Kornform		
NS EN 933-3	Flisighetsindeks	-	
NS EN 1097-6	Korndensitet	2,68 Mg/m³	2,66 Mg/m³ - 2,70 Mg/m³
NS EN 1097-6	Vannabsorpsjon	0,6%	WA ₂₄₁
NS-EN12620 F.2.3	Motstand mot frysing og tining	0,3	F ₁
	Renhet		
NS EN 933-1	Finstoffinnhold	3%	f ₁₀
NS EN 933-7	Skjellinnhold		-
NS EN 933-5	Prosentandel knuste korn		C _{IK}
	Sammensetning / innhold		
NS EN 1744-1§ 7	Klorider		Cl _{0,02}
NS EN 1744-1§ 11	Totalt innhold av svovel		
NS EN 1744-1§ 12	Syrelselige sulfater	0,02	AS _{0,2}
NS-EN 1744-1§ 15	Bestanddelene som endrer størknings- og herdingstiden av betong		Lysere
NB 21	Alkalireaktivitet (sammeligningsverdi)	0,9%	
ASTM C1260-14	Accelerert m,rtelprismeeekspansjon	0,01%	<0.10%
NS EN 932-3	Petrografisk beskrivelse	Sand med knuste korn fra løssmasseforekomst. Hovedsakelig sammensatt av kubisk rundede/skarpkantede korn av granitt, gneis, feltspatiske bergarter og mørke bergarter. Løst belegg på kornoverflater, enkelte forvitrede korn og enkelte meget svake korn.	

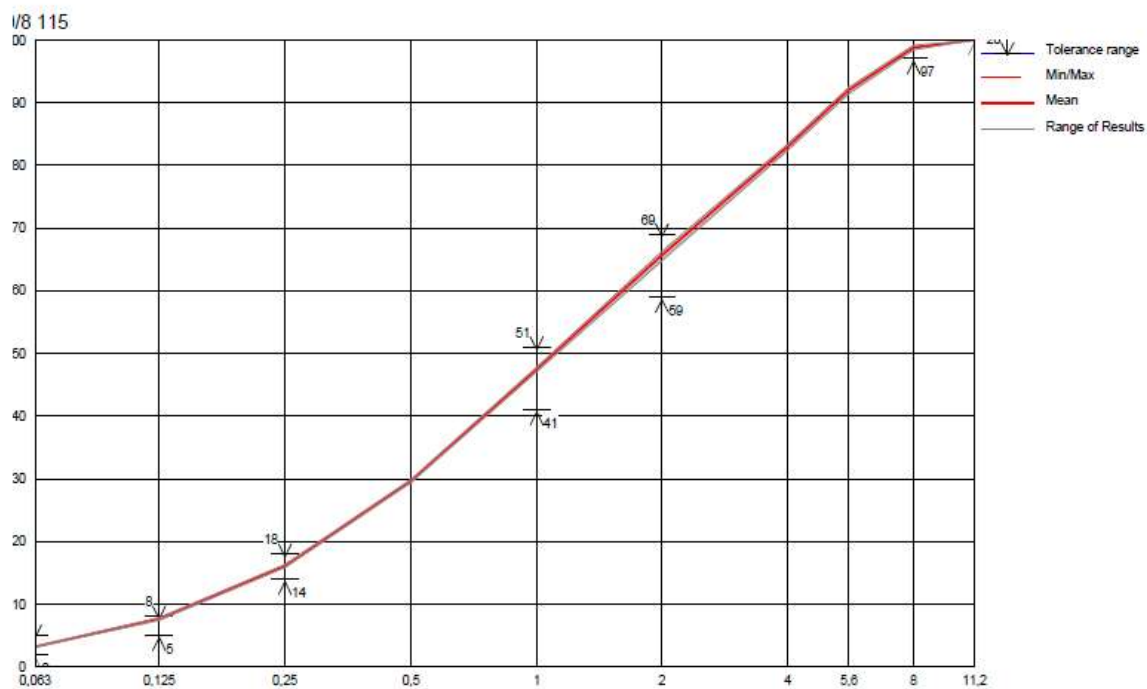
 1111			
NorStone Årdal, 4137 Årdal, Norge			
12			
NS-EN 12620:2002+A1:2008+NA:2009			
Tilslag for betong			
Ytelseserklæring nr / Entydig identifikasjonskode 101711-160 004 100 Knust-Natur 8/16mm (B) Gneis-Granitt			
Standarder		Verdier	Kategorier
NS EN 933-1	Kornstørrelse		8/16
	Gradering		G _C 85/15
	Toleransekategori		G _{20/15}
	Kornform		
NS EN 933-3	Flisighetsindeks	3%	FI ₁₅
NS EN 1097-6	Korndensitet	2,69 Mg/m ³	2,67 Mg/m ³ - 2,71 Mg/m ³
NS EN 1097-6	Vannabsorpsjon	0,4%	WA ₂₄ 1
NS-EN12620 F.2.3	Motstand mot frysing og tining	0,4	F ₁
	Renhet		
NS EN 933-1	Finstoffinnhold	0,4%	f _{1,5}
NS EN 933-7	Skjellinnhold		SC ₁₀
NS EN 933-5	Prosentandel knuste korn		C _{IK}
	Sammensetning / innhold		
NS EN 1744-1§ 7	Klorider	0	Cl _{0,02}
NS EN 1744-1§ 11	Totalt innhold av svovel		
NS EN 1744-1§ 12	Syreløselige sulfater	0,02	AS _{0,2}
NS-EN 1744-1§ 15	Bestanddelene som endrer styrknings- og herdingstiden av betong		Lysere
NB 21	Alkalireaktivitet (sammeligningsverdi)	0,8%	
ASTM C1260-14	Accelereret mørtelprismeekspansjon	0,01%	<0.10%
NS EN 932-3	Petrografisk beskrivelse	Singel med knuste korn fra løssmasseforekomst. Hovedsakelig sammensatt av kubisk rundede/skarpkantede korn av granitt, gneis, feltspatiske bergarter og mørke bergarter. Løst belegg på kornoverflater, ingen forvitrede korn og ingen meget svake korn.	

6.3.2 Norstone Årdal 0/8, 500 tonn 115 laboratoriekvalitet produsert april 2018

Materiale: 0/8 115 Kunde: Norcem AS
Varenr: 101718-115 Referansesand

Time Interval 18.04.18 - 18.04.18
Basis of Evaluation NS-EN 12620

Sample	Date	CW	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16	22,4	31,5	Vanninnhold
104	18.04.18	16	3,3	7,8	16,3	29,8	47,1	64,7	82,4	91,4	98,4	100,0				
105	18.04.18	16	3,1	7,8	16,1	29,7	47,7	66,3	83,4	92,4	98,8	100,0				
106	18.04.18	16	3,1	7,4	15,8	29,3	47,8	65,8	83,2	92,1	99,2	100,0				
Declared Value			3,0	7,0	16,0	28,0	46,0	64,0	80,0	90,0	99,0	100,0				
Mean Value			3,2	7,7	16,1	29,6	47,5	65,6	83,0	92,0	98,8	100,0				
Standard Deviation			0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,8	0,5	0,5	0,4					
Upper Conf. Interval (95%)			3,3	7,9	16,4	29,9	48,0	66,5	83,6	92,5	99,3					
Lower Conf. Interval (95%)			3,0	7,4	15,8	29,3	47,1	64,7	82,4	91,4	98,3					
Minimum Value			3,1	7,4	15,8	29,3	47,1	64,7	82,4	91,4	98,4	100,0				
Maximum Value			3,3	7,8	16,3	29,8	47,8	66,3	83,4	92,4	99,2	100,0				
Ex. samples			3	3	3	3	3	3	3	3	3					

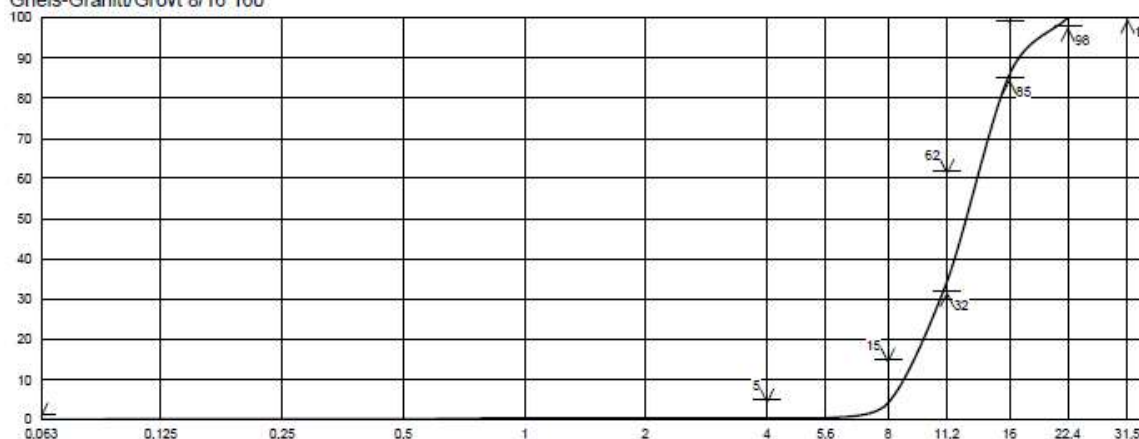


6.3.3 Norstone Årdal 8/16, 160 laboratoriekvalitet (vasket), april 2018

Dato:	09.04.2018	Kunde:	Norcem AS
Materiale:	8/16 mm System 2+	Havn:	
Varenr:	101711-160	Båt:	
Følgeseddel nr:			
Test	NS-EN 933-1	Laboratorium	NorStone Årdal
Identifikasjon av prøven	8/16 mm 160	Operatør	Dahle
Dato mottatt/uttatt	09.04.2018	Dato utført	10.04.2018
Metod (angi)	Vasking og sikting	Standard	NS-EN 12620
	x Tørssikting	Sertifikat:	1111-CPD-0007
		Produksjonssted	NorStone Årdal
Total tørr masse M_1 =		2192,5 g	
Tørr masse etter vasking M_2 =		g	
Tørr masse av Finstoff fjernet ved vasking $M_1 - M_2$ =		g	
Vanninnhold (%) NS 1097-5 =			

			Gjennomgang			
Sikteåpning (mm)	Masse tilbakehold (g)	Prosentandel (%)	Akkumulert Prosentandel (%)	Idealkurve (%)	Min (%)	Max (%)
31,5					100,0	
22,4			100,0	100,0	98,0	100,0
16	311,6	14,2	85,8	90,8	85,0	99,0
11,2	1127,3	51,4	34,4	46,9	32,0	62,0
8	663,0	30,3	4,1	8,9		15,0
5,6	81,0	3,7	0,4	2,7		
4	1,4	0,1	0,3	2,3		5,0
2	0,8	0,0	0,3	2,0		
1	0,8	0,0	0,3	1,7		
0,5	1,2	0,1	0,2	1,3		
0,25	1,3	0,0	0,2	0,9		
0,125	1,4	0,1	0,1	0,6		
0,063	1,1	0,1	0,0	0,4		1,5
< 0,063	0,9	0,0				
Sum	2191,8	100,0	0,0	< 1% Prosentats materiale tapt		

Gneis-Granitt/Grovt 8/16 160



6.4 Tilsetningsstoff

6.4.1 Mapei Dynamon SX-23

	TEKNISKE DATA (typiske verdier)	
	PRODUKTBESKRIVELSE	
	Form:	væske
	Farge:	gulbrun
	Viskositet:	lettflytende; <30 mPa·s
	Tørrestoffinnhold (%):	23,0 ± 1,1
	Densitet (g/cm³):	1,05 ± 0,02
	pH:	6 ± 1
	Kloridinnhold (%):	< 0,05
	Alkaliinnhold (Na ₂ O-ekvivalenter) (%):	< 2,0

6.5 Herdeplastbelegg

6.5.1 Mapecoat Universal

TEKNISKE DATA (typiske verdier)			
PRODUKTIDENTITET		Komponent A	Komponent B
Farge:		klar	gulaktig
Konsistens:		væske	væske
Densitet (g/cm³):		1,12	1,01
Brookfield viskositet ved +23°C (mPa•s):		ca. 1 130	ca. 64
PÅFØRINGSDATA			
Farge etter blanding:		klar gulaktig	
Blandingsforhold:		100:50 komponent A: komponent B	
Konsistens på blanding:		væske	
Densitet på blanding (kg/m³):		ca. 1 079	
Brookfield viskositet på blanding (mPa•s):		ca. 282	
Brukstemperatur:		+10°C - 30°C	
Potlife (EN 9514):		29 min.	
ENDELIG RESULTAT (7 døgn ved +23°C og 50% R.H.)			
Gangbar:		12 timer	
Herdetid:		7 døgn	
Bøyestrekkefasthet (EN 12190):		35,2 MPa	
Shore D (ISO 868:2003):		ca. 75	
Spesifikke krav til produkt eller system	Testmetoder	Krav ihht NS EN 13813 for belegg av syntetisk harpiks	Produkt eller system egenskaper
Slitestyrke:	EN 13892-4	< AR1	AR0,5
Heftfasthet:	EN 13892-8:2004	>1,5 N/mm²	> 4,7 N/mm²
Slagstyrke:	EN 6272-1	> IR 4	> IR20*
Brannpåvirkning:	EN 13501-1	Deklarert verdi	B _s - s1

Spesifikke krav til produkt eller system	Testmetoder iht NS EN 1504-2	Krav	Produktegenskaper
Trykkfasthet:	EN 12190	Klasse I: $\geq 35 \text{ N/mm}^2$ (for trafikk med polyamid hjul) Klasse II: $\geq 50 \text{ N/mm}^2$ (for trafikk med stålhjul)	Klasse II* Trykkfasthet $> 60 \text{ N/mm}^2$
Slitestyrke (Taber test):	EN ISO 5470-1	Vekttap mindre enn 3000 mg med slitasjehjul H22/1000 omdreininger/vekt 1000 g	$< 600 \text{ mg}$
CO₂ -permabilitet:	EN 1062-6	Permabilitet til CO ₂ $S_d > 50 \text{ m}$	$S_d > 50 \text{ m}$
Vanndamppermabilitet:	EN ISO 7783	Klasse I: $SD < 5 \text{ m}$ Klasse II: $5 \text{ m} < SD < 50 \text{ m}$ Klasse III: $SD > 50 \text{ m}$	Klasse II
Kapilær absorpsjon og vannpermabilitet:	EN 1062-3	$w < 0,1 \text{ kg/m}^2\text{h}^{0,5}$	$w < 0,01 \text{ kg/m}^2\text{h}^{0,5}$
Kjemikaliebestandighet:	EN ISO 2812-1	Ingen synlig skader etter 30 dagers eksponering	Se egen liste
Slagseighet:	EN 6272-1	Klasse I: $> 4 \text{ Nm}$ Klasse II: $> 10 \text{ Nm}$ Klasse III: $> 20 \text{ Nm}$	Klasse III*
Heftprøving Referanse betong: MC (0.40) slik beskrevet i EN 1766, 7 døgns herdetid:	EN 1542	Gjennomsnitt (N/mm^2) Rissoverbyggende eller <u>fleksible systemer</u> Uten trafikkbelastning: $\geq 0,8 (0,5)$ Med trafikkbelastning: $\geq 1,5 (1,0)$ <u>Stive system</u> Uten trafikkbelastning: $\geq 1,0 (0,7)$ Med trafikkbelastning: $\geq 2,0 (1,0)$	$> 4,7 \text{ N/mm}^2$
Brannpåvirkning:	EN 13501-1	Deklarert verdi	B _{fl} -s1

* I system **Mapefloor EP Compact** eller **Mapefloor EP Decor S**