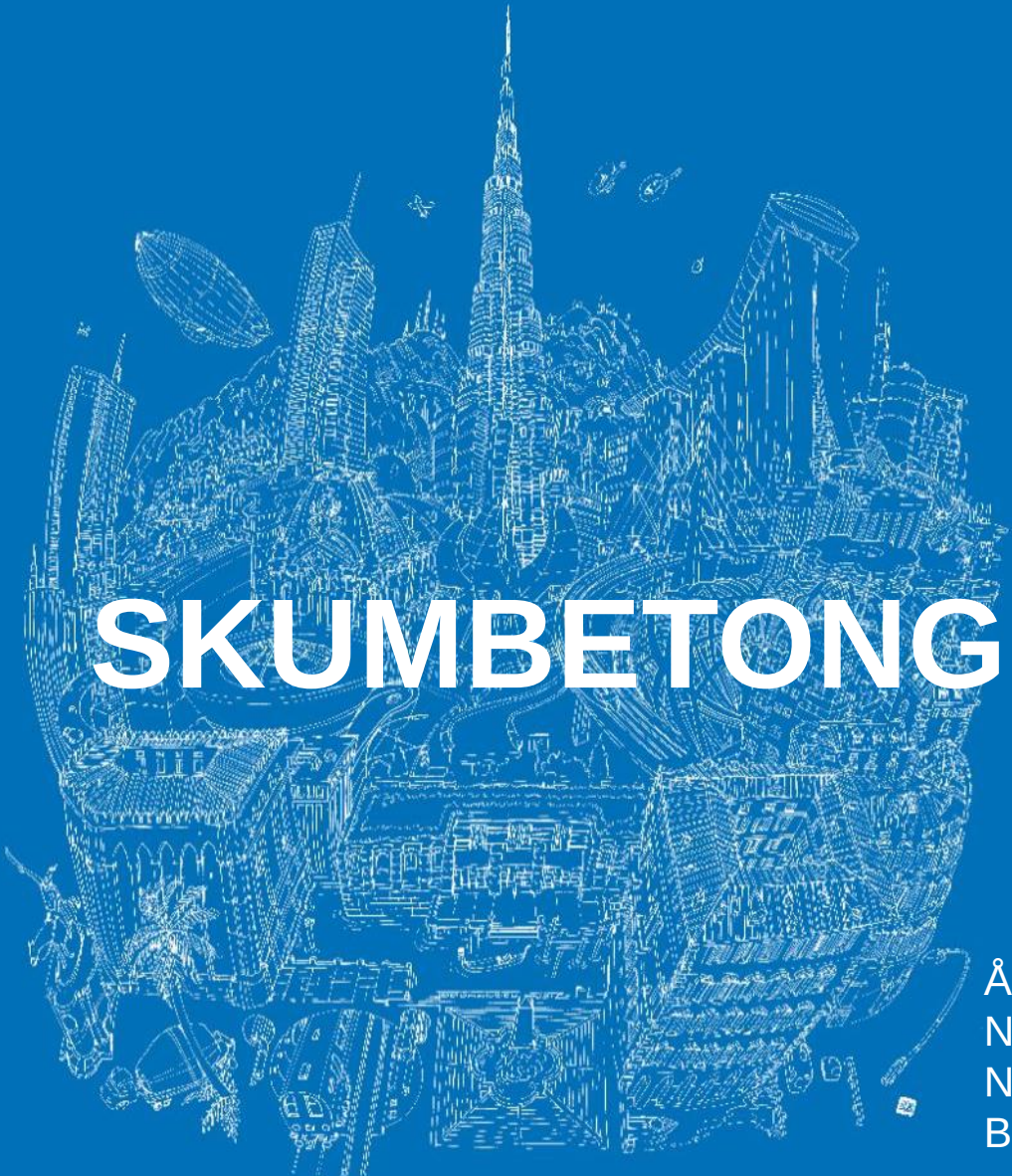


OPPSUMMERING MEDLEMSMØTE/EKSKURSJON

Gruppe:	NB/NFB-Stavanger
Tema:	Lettvektbetonger. Lettbetonger blir stadig mer vanlig på norske byggeplasser. Lettbetonger er ikke konstruksjons-betonger og har primært andre bruksområder, som f.eks. rørgater, grøfter og gulv. Egenskapene avviker fra standard betonger både med lavere egenvekt og fasthet, men har også andre egenskaper som god flyt og isolasjonsevne. Tema: Hva består lettbetonger av og hvordan foregår produksjonsprosessen Hvor brukes lettbetonger i dag og potensielle nye bruksområder
Dato/Tid:	07. mars 2017
Sted:	Kanalsletta 4, Forus, Stavanger
Foredragsholder(e):	Dan Arve Juvik, Mapei AS Thomas Beck, Normet AS
Antall deltagere:	27+ 2 foredragsholder = 29
Referat:	Gjennomføring av det åpne møtet ble gjort etter følgende regi: Kl. 15:00 – 15: 30 Matbit og drøs Kl. 15:30 – 16:20 Første del av foredraget Kl. 16:20 - 16:30 Pause Kl. 16:30 – 17:00 Siste del av foredraget Se vedlagte presentasjon av innlegget til Dan Arve og Thomas Beck.

Utfyllt av:
Kristin Eikemo

Dato:
07.03.2017



SKUMBETONG



Åpent faglig møte
Norsk Betongforening
Norsk Forening for
Betongrehabilitering

Forus 07.03.2017

Introduksjon

Skumbetong er lettbetong basert på en slurry av sementpasta og eventuelt fint tilslag, som er tilført luftporer i form av skum.

Synonymer er:

- Porebetong
- Lettbetong
- Porøs betong



Definisjon

- Lettbetong - eller skumbetong - er et materiale som hovedsakelig består av en sementbasert mørtel, og som blandes med minst 20% luftvolum.
- Materialet har høy flyteevne, lav egenvekt, lav styrke og gode varmeisolerende egenskaper.
- Tetthet typisk fra 400 kg/m³ til 1600 kg/m³ og trykkfasthet fra 1 MPa til 15 MPa.



- Skumbetong flyter godt, kan enkelt pumpes, krever ikke kompaktering, vibrering eller utretting
- Skumbetong ar meget god motstand mot vannintregning og frost, produktet gir også god lyd og varmeisolering.





Materialgenskaper

Dry density, kg/m ³	Compressive strength, MPa	Elastic modulus, GPa	Thermal conductivity, W/m.K
400	1	1	0,1
600	1,5	1,5	0,11
800	2	2,5	0,2
1000	5	3	0,3
1200	10	4	0,4
1400	15	6	0,55
1600	25	12	0,65

Relasjon: EPS = 0.038 W/mk



Historie

- Skumbetong har en relativt lang historie, men ble først patentert i 1923, hovedsakelig for anvendelse som isolasjonsmateriale.
- Den første omfattende teoretiske gjennomgang på skumbetong ble presentert av Valore i 1954.
En detaljert behandling ble presentert av Rudnai, Short og Kinniburgh i 1963. Den oppsummerer sammensetting, egenskaper og bruk av skumbetong, samt ulike metoder for dannelse av porestruktur.



Siste utvikling

Betydelige forbedringer av kvalitet på skummidler og produksjonsutstyr gjennom de siste 20 årene, har ført til bruk av skumbetong i større skala, og på langt flere bruksområder.



Produksjon av skumbetong

Skumbetong er produsert enten ved:

1. Innblanding av skum:

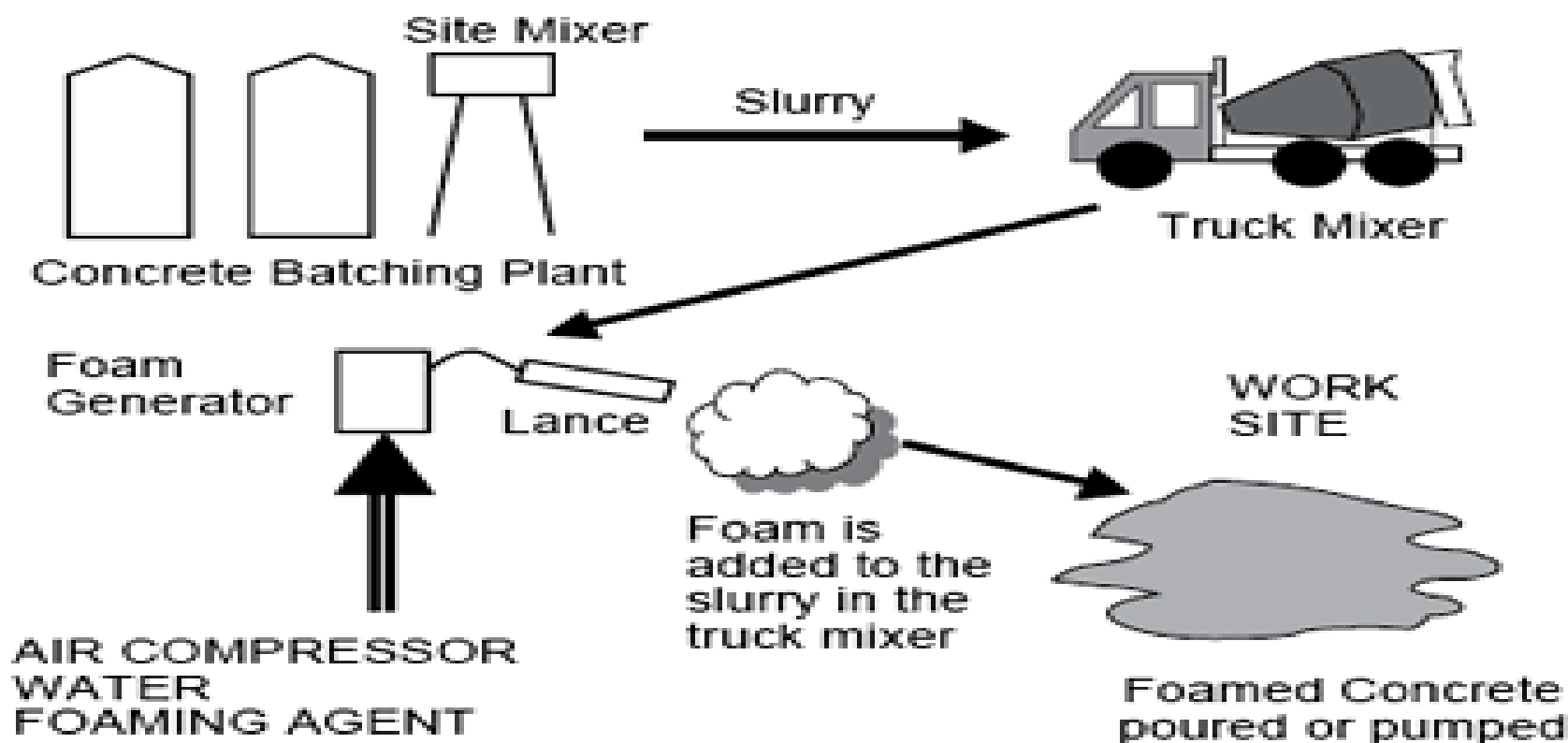
Produsere en base slurry og et stabilt skum på forhånd, og så blande dette sammen.

2. Skum generert under blanding:

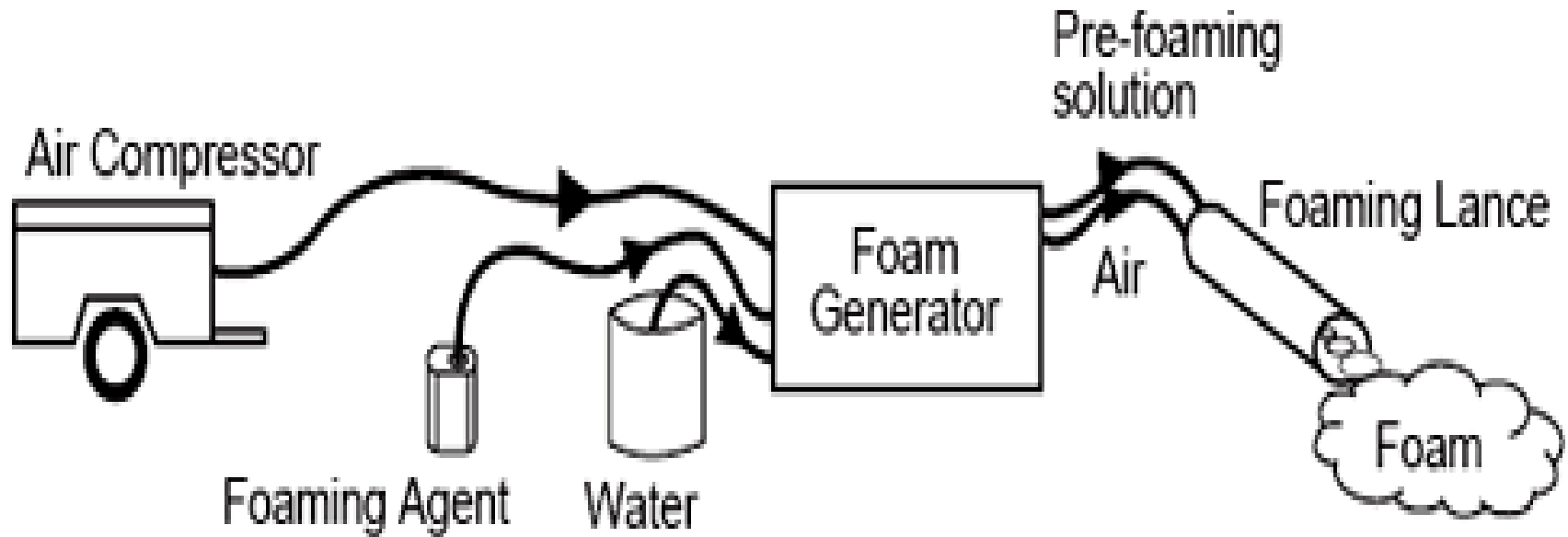
Det overflateaktive midlet (skummiddel) blandes sammen med øvrige materialer, og under blanding danner skummet porer i massen.



Produksjon av skumbetong



Skumgenerator



Ferskbetongegenskaper

- Skumbetong ikke kan bli utsatt for sammenpressing eller kraftig komprimering, men har i seg selv god flyteevne, og er selvkompakterende og selvnivellerende.
- Ved lavere egenvekter blir betongen mer tixotrop.



Testen viste at det er vanskelig eller umulig å sprøyte skumbetong.



Fysiske egenskaper

- Høyt uttørkingssvinn på grunn av lite tilslag - opp til 10 ganger større enn på normal betong.
- Autoklaving er rapportert å redusere tørkekrymping med opp til 50% av den fuktig-herdede betong, på grunn av en endring i mineralogiske egenskaper.
- Krymping reduseres med øket densitet.



Lav densitet – høy styrke

- På grunn av lav egenvekt, vil konstruksjoner i skumbetong påføre liten egenlast på underlaget – kan utnyttes ved svak grunn.
- Høyere tetthet ($1000 \text{ kg/m}^3 +$) må brukes der konstruksjonen påføres vann, og kan flyte opp.
Typisk ved igjenfylling i kjellere, eller i konstruksjoner på tak.



Horisontal stabilitet

Skumbetong danner en stabil konstruksjon, med lav vekt. Ved bakfylling med skumbetong vil man ikke få vertikale laster mot kjellermurer, forstøtningsmurer osv.



Stabilisering av byggegrop

- Skumbetong er naturlig selvutjevneende og selvkomprimerende.
- I byggegropen der underliggende masser ikke er komprimert, kan skumbetong danne et ferdig isolert, setningsfritt og stabilt fundament over de løse massene.



Trykkfasthet

- Trykkfastheten avtar eksponentielt med en reduksjon i tettheten.
- For skumbetong mellom 500 og 1000 kg/m³, reduseres trykkfasthet ved en økning i porestørrelse.
- For densiteter høyere enn 1000 kg/m³ vil masseforholdet påvirke trykkfastheten som for normal betong.



Bøye og strekkfasthet

- Strekkfasthet for skumbetong er lavere enn for tilsvarende betong med samme vekt og lett tilslag.
- Bruk av polypropylenfiber har blitt rapportert å forbedre strekk- og bøyestrekfasthet.



Holdbarhet

- Vannopptak i skumbetong avtar med en reduksjon i tetthet.
- Vanndamp permeabilitet har blitt observert å øke med økende porøsitet.
- Fuktighetstransport som normalt er høy i porøse materialer og kapasitet til å absorbere og transportere væske i kappillærsystemet er lav for skumbetong, og avtar ved høyere skumvolum.



Motstand mot aggressive miljø

- Skumbetong har god fryse-/tine-motstand.
- Skumbetong har god motstand mot sulfater, og tåler aggressive miljøer.
- En studie på akselerert karbonatisering av skumbetong, gjort av Jones og Mc Carthy, indikerer at karbonatiserings-hastigheten øker ved lavere tetthet.



Funksjonelle egenskaper

- Skumbetong har utmerkede termisk isolerende egenskaper.
- Skumbetong er ekstremt brannsikkert, og er godt egnet til applikasjoner hvor brann er en risiko.
- Sumbetong får ikke eksplosiv avskalling ved høy varmeintensitet, hvilket gjør materialet meget godt egnet til brannbeskyttelse.



Fordeler med skumbetong

- Ingen setning etter utstøping, krever ingen komprimering
- Lett – reduserer vekten av konstruksjonen, eller belastningen på konstruksjonen
- Frostbestandig
- Lavt vannopptak
- Brannsikkert, egnet til brannbeskyttelse
- Svært kostnadseffektivt i mange sammenhenger
- Egenskaper, styrke og vekt, kan tilpasses de fleste bruksområder.



Noen typiske bruksområder

- **Blokker** og paneler, både bærende og lette kledninger, kan fremstilles med nesten hvilke som helst dimensjoner.
- **Avrettingsmasser** av skum betong gir en selvnivellerende overflate på ujevnt underlag, uten å påføre stor egenlast
- **Taksisolering:** skumbetong brukes mye for tak isolasjon og for å gjøre en skråning på flate tak. Den har god varmeisolasjonsegenskaper og fordi det er lett skum betong ikke gir en stor egenlast på bygningen.
- **Stabilisering av byggegrop, eller stabilisering av veiunderlag:** lav vekt gir at man får et statbilt fundament uten å belaste underlaget



Blokker og byggelementer



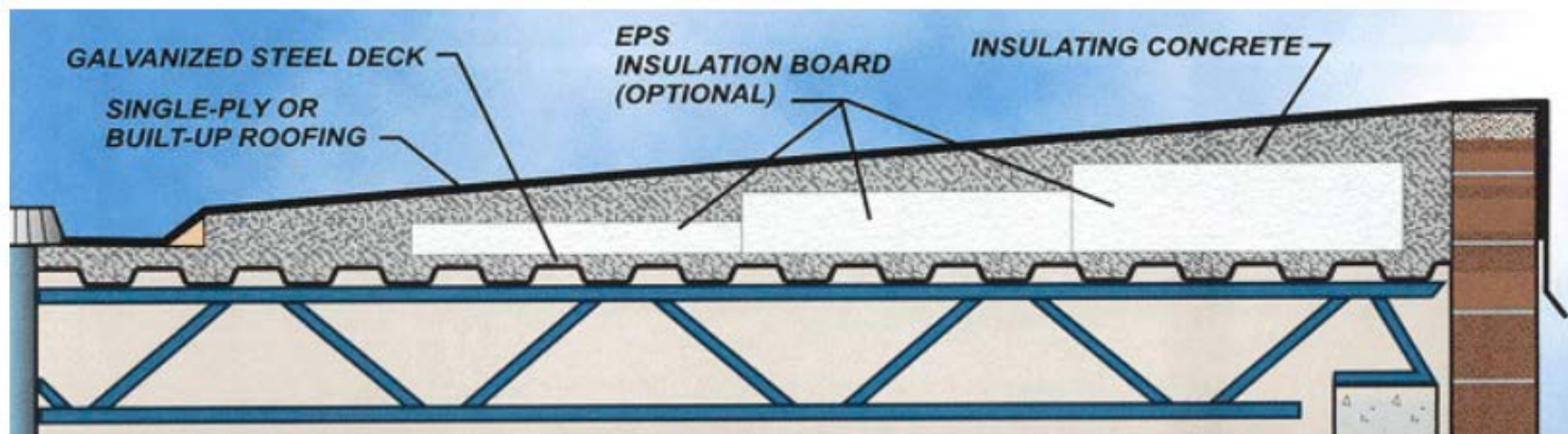
Lett, stabil, setningsfri og isolerende bakfylling



Stabilt, gravbart, setningsfritt veiunderlag, hurtig rehabilitering



Isolering og oppbygging av takkonstruksjoner





Produkter

Nyheter

Om Velde

Kontakt



100%
MILJØVENNLIG

Pukk og grus

Betong

Gulv

Asfalt

Gjenvinning

Fjellboring

Transport

Kystsikring

- ▶ Foamit
- ▶ Floorit
- ▶ Fillit
- ▶ Prisliste
- ▶ Forskning og utvikling
- ▶ FDV-dokument
- ▶ Faktura og leveranse

Se også:



▶ Se film

En lett porøs sementbasert mørtel med varmeisolerende egenskaper



normet

FOR TOUGH JOBS

www.normet.com



SKUMBETONG ÅPENT FAGLIG MØTE STAVANGER 07.03.17

Thomas Beck

Normet Norway AS/Skedsmo Betong AS

Rask presentasjon av Normet

- Forholdsvis ny aktør i Norge
- Normet er finsk industrikonsern. Grunnlagt for over 50 år siden.
- Tradisjonelt drevet med maskiner til gruver.
- 2010 kjøpte Normet det britiske selskapet TAM International og fikk med det tilsetningsstoffer, injeksjonsstoffer og sprøytebetongakseleratorer.
- 2015: 800 ansatte world wide
- 2015: Omsetning: 190 millioner €.

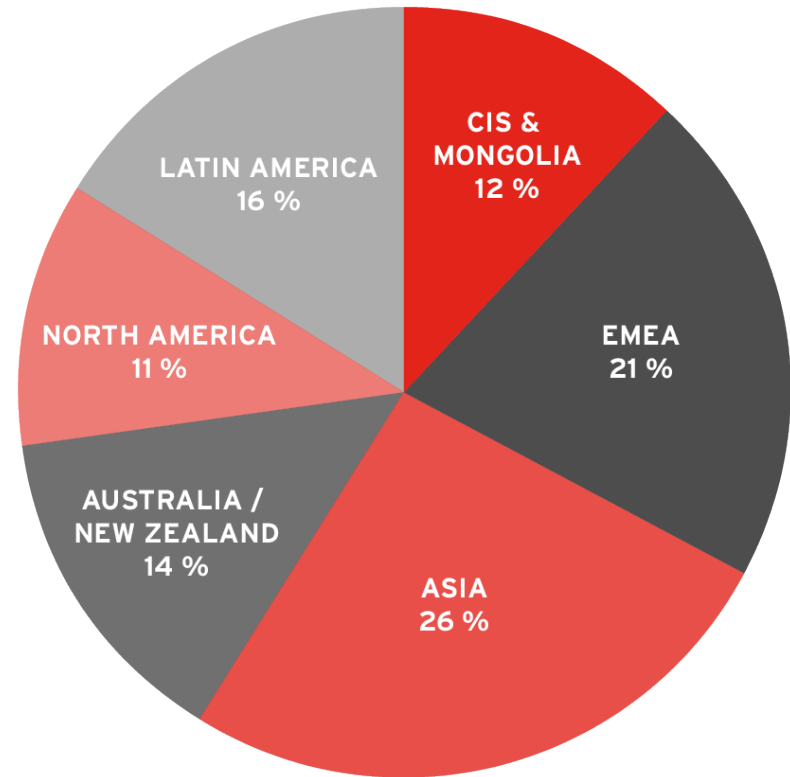
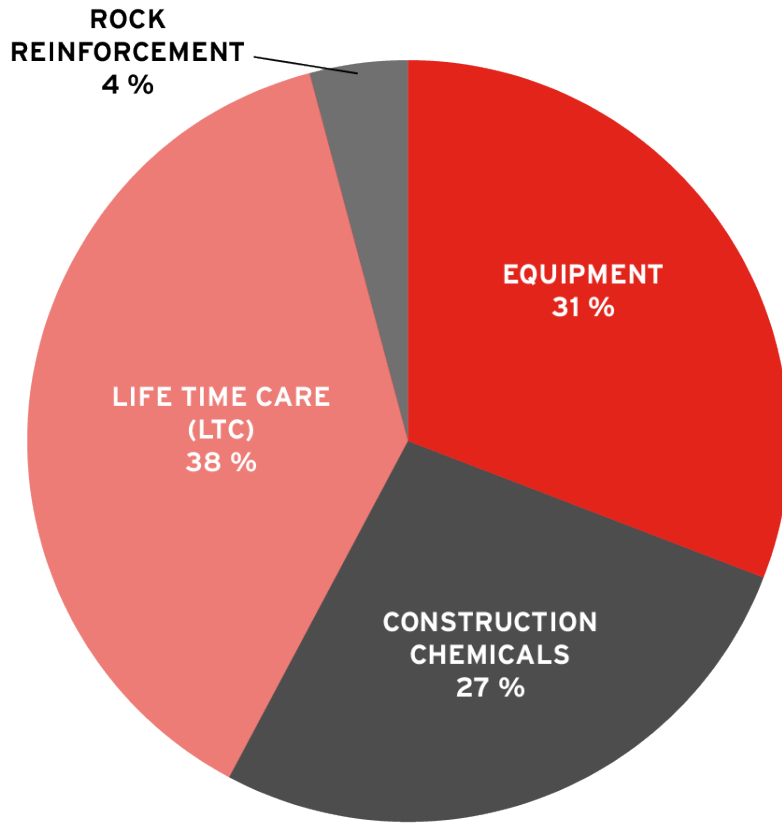


Normet i Norge (Normet Norway AS):

- Startet opp i 2013 på Skarnes i Sør-Odal.
- 10 ansatte, hvorav seks jobber med «Construction Chemicals».
- Leverer per i dag sprøytebetongakselerator til 11 tunnel-/fjellsikringsprosjekter i Norge.
- Leverer tilsetningsstoffer til et mobilt betongblandeverk i Norge.
- Ønsker å bli en aktør innenfor tilsetningsstoffer.



2015 NET SALES DIVISION BY PRODUCT LINES AND REGIONS



GLOBAL PRESENCE

NORMET AMERICAS

SALT LAKE CITY, UT (USA)

NORMET INTERNATIONAL

HÜNENBERG (SWITZERLAND)

NORMET

IISALMI (FINLAND)

NORMET CHILE

SANTIAGO (CHILE)

NORMET SINGAPORE

SINGAPORE

NORMET ASIA-PACIFIC

ADELAIDE

NORTH AMERICA

Canada
Mexico
USA

SOUTH AMERICA

Brazil
Chile
Colombia
Peru

EUROPE

Finland
France
Norway
Russia
Sweden
Switzerland
United Kingdom

AFRICA

South Africa
Zambia

ASIA

China
Hong Kong
India
Indonesia
Kazakhstan
Mongolia
Qatar

Russia
Singapore
Taiwan
Uzbekistan

AUSTRALASIA

Australia
New Zealand

Normet Norways Betonglab:



Skumbetong:

- Økende interesse i markedet:
- Bespart vekt (3/4 - 1/4 av vanlig betong).
- Økt isolasjonsevne.
- Setningsfritt bærelag/fyllmasse.
- God nok fasthet som fyllmasse, men lav nok fasthet til å kunne grave opp.
- Lett å pumpe (moderat økning i densitet).
- Flyter godt.

Produksjon av skumbetong

- Foreløpig på forsøksstadiet.
- Eksternt skumaggregat (ikke integrert i fabrikken).
- Skum produseres av skumstoff (Porofill 100) og vann.
- Egenvekt skum: 70 gram/liter.
- Skummet består for det meste av vann, og disse 70 liter vann må inngå i masseforhold.
- Produserer finsats bestående av sement, sand og vann.
- Skum produseres og doseres direkte i automixer, etter at finsats er inne på automixer.

Produksjon av skumbetong

- Benytter eksternt skumaggregat (ikke integrert i fabrikken).
- Doserer på tid.
- Skum tilsettes direkte i automixer.
- Skumaggregat blander vann og skumstoff og under trykk produseres skum med jevn densitet. Skummet pumpes ut av aggregatet med jevn strøm.



Resepter

- 1. Produsere finsats:

	Kg/m ³	Densitet	Volum			
Sement	944	3	315			
Sand	944	2,7	351			
Vann	330	1	330			
Totalt:	2218	Kg	996	liter	v/c	0,350

- 2. Tilsette ca. 2 – 3 m³ skum til denne 1 m³ finsats:
- 3. Da blir det 3 m³ skumbetong som til sammen veier 2218 + 70 + 70 kg = 2358 kg. Densitet skumbetong = $2358/3 = 786$ kg/m³.
- 4. Vi målte densitet på skumbetong rett fra automixer som var ca. 800 gram/liter.

SKUMAGGREGAT

- Benytter eksternt skumaggregat (ikke integrert i fabrikken).
- Doserer på tid.
- Skum tilsettes direkte i automixer.
- Skumaggregat blander vann og skumstoff og under trykk produseres skum med jevn densitet. Skummet pumpes ut av aggregatet med jevn strøm.



PUMPING AV SKUMBETONG

- Pumpet med pumpemixer, gjennom ca. 40 meter slange.
- Forsøkt høy og lav kapasitet (trykk).
- Gir betong med forskjellig utseende. Halvparten av normalt pumpetrykk til venstre.



PUMPING AV SKUMBETONG



PUMPING av skumbetong



FILMER SOM VISER KONSISTENS, FLYT

Film 1: Fra et fullskalalass i November 2014.

50-50 Sand/segment og v/c ca. 0,70.

Filmer fra Desember 2014 (fra produksjon og støp av 8 lass):

Blanding 1: 50-50 Sand/segment og v/c ca. 0,50:

Blanding 2: Uten sand, bare segment, vann og skum, v/c ca. 0,50:

Blanding 3: Som blanding 1.

Blanding 6: 55-45 Sand/segment og v/c 0,50:

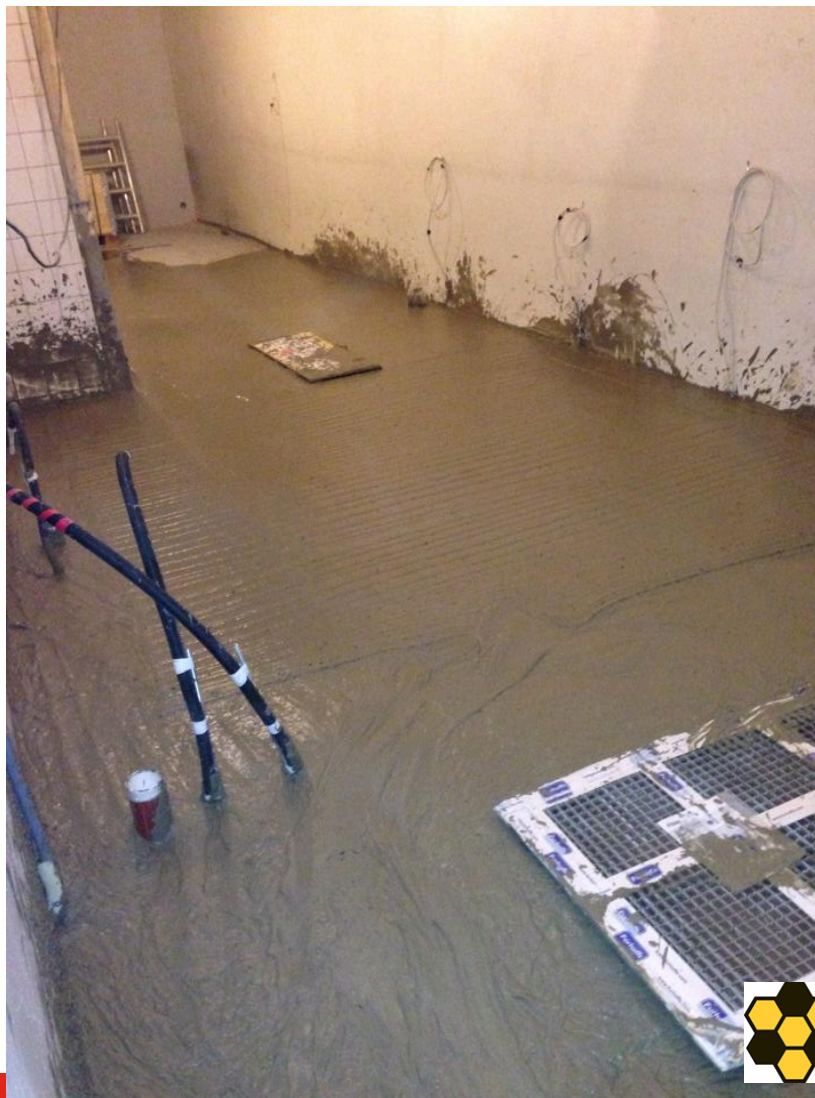
Pumping:

Blanding 2: Uten sand.

Blanding 7: 55-45 Sand/segment

LEVERANSE TIL BYGG I OSLO SENTRUM

- Vektbesparelse i påstøp på storkjøkken (gjemme kabler).
- Betong ble disset ut.



normet
FOR TOUGH JOBS

BETONGSAMMENSETNING – KRAV TIL

- Litteratur funnet om skumbetong sier ofte at D_{max} ikke bør være over 4 eller 6 mm.
- Hos Mapei ble det benyttet 0-8 mm sand. Opplevde da noe separasjon av grove gruspartikler.
- Skedsmo Betong har vasket 0-6 mm natursand og den har fungert bedre.
- Grensen kan nok tøyes med konsistens på skumbetongen. Stivere betong tåler sikkert grøvre sand...?
- Ser ikke noen klar forbedring med å bruke kun sement og vann og ikke noe tilslag. Kostnaden svarer seg ikke.

TRYKKFASTHET

- Målt en gang på prøve fra november 2014.
- Målt ved 28 døgn.
- Resultat: 2,5 N/mm².

SPRØYTEFORSØK

>
>
>
>
>
>



ENDRING AV DENSISTET UNDER PUMPING:

- Vektbesparelse er ofte et poeng.
- Kontroll på densistet.
- Følgende erfaringer med fullskala stempelpumpe:
 - Utgangsdensitet på 600-700 g/liter gir endelig densitet på ca. 800 g/liter, etter ca. 20 meter pumping.
 - Utgangsdensistet på 300-400 g/liter gir endelig densitet på ca. 700 g/liter, etter ca. 20 meter pumping.
- Kan muligens jobbe mer med kvaliteten på skum og optimalt pumpetrykk for å gjøre påvirkningen av pumping minimal?

KONKLUSJON:

- Ikke spesielt utfordrende å produsere.
- 55 % sand + 45 % sement fungerer godt, samt v/c i basisbetong på $\sim 0,36$, hvilket gir v/c i skumbetong på $\sim 0,5$.
- Optimalisere med tanke på v/c og blandingsforhold sand/sement.
- Ikke noe problem å pumpe i full skala. Opplever en økning i densitet, litt avhengig av utgangspunktet havner vi på ca. 700 – 800 gram/liter.
- Et forsøk på sprøyting med vanlig sprøytebetongutstyr fungerte dårlig. Skum ser ut til å bli punktert og man ender opp med en flytende finsats som man ikke klarer å få til å henge på vertikal flate.

DRØMMEN FLYTER VIDERE...?



normet

FOR TOUGH JOBS

normet

FOR TOUGH JOBS