



Bascement

TEKNISK BESKRIVNING



CEMENTA
HEIDELBERGCEMENT Group



Förord

Bascement är en produkt som är anpassad till dagens högt ställda krav på ett hållbart samhällsbyggande.

- Betong med Bascement ger en lägre CO₂-belastning eftersom klinkerandelen kunnat reduceras. Detta medför också att vid tillverkningen minskas kalkstens- och energiförbrukningen.
- Bascementet har en ökad prestanda och ger betongen en högre 28-dygns hållfasthet jämfört med Byggcement.
- Bascement ger en smidig och stabil betong.
- Bascementets sammansättning bidrar till att minska behovet av vatten och tillsatsmedel.

I denna skrift beskrivs produkten Bascement och resultat med tyngdpunkt på betongens egenskaper redovisas.

Redovisningen och de provningar som utförts visar att produkten kan ersätta Byggcementet i dess olika tillämpningar. En referenslista finns i slutet av skriften.

Innehåll

Bascement – ett nytt cement för svenska byggmarknaden	3
Portlandflygaskecement	4
Flygaska är ett puzzolant material	4
Ammoniakemissioner	5
Tungmetaller	5
Bascementets egenskaper	6
Lägre CO ₂ -utsläpp	7
Betong med Bascement	8
Förbättrad arbetbarhet	8
Tillsatsmedelsbehov	8
Plastisk krympning	11
Tillstyvnadstid	12
Korttidshållfasthet	13
Normaltidshållfasthet	13
Långtidshållfasthet	13
Tendenskurvor	14
Vintergjutning – HETT 11	16
Uttorkning	17
Krympning	18
Vattentäthet	18
Frostbeständighet	18
Karbonatisering	20
Kloridinträngning	20
Armeringskorrosion	21
Alkalireaktivitet	21
Användning av tillsatsmaterial	21
Betongproduktion med Bascement	22
Depåer och tider för omläggning	23
Referenser	24

Bascement

TEKNISK BESKRIVNING

Bascement – ett nytt cement för svenska byggmarknaden

Cementa introducerar nu en ny stor volymprodukt, avsedd att ersätta Byggcement tillverkat i Slite. Produkten kommer att tillverkas i Slite och har namnet Bascement.

Introduktionen har föregåtts av en period av utvecklings- och utredningsarbete som har omfattat såväl laboratorie- som fältförsök samt försök hos kund. Investeringar i ny produktionsutrustning har gjorts i Slite, främst gällande hanteringen av aska.

Målet för utvecklingen av Bascement har varit en förbättring av miljöprofil och gjutegenskaper jämfört med Byggcement Slite. Samtidigt var ambitionen att betongens hållfasthets- och beständighetsegenskaper skulle vara bättre eller minst oförändrade.

Cementa arbetar kontinuerligt med att minska cementtillverkningens miljöpåverkan och koldioxidutsläpp. Introduktionen av Bascement är en del i detta arbete då klinkerandelen reducerats ytterligare och utgör nu cirka 80 procent av huvudbeståndsdelarna, jämfört med cirka 87 procent för Byggcement Slite.

De sfäriska flygaskepartiklarna har en smörjande effekt på den färska betongen. Det gör att flygaskandelen i cementet ger ett reducerat vattenbehov, alternativt tillsatsmedelsbehov, vid samma konsistens jämfört med Byggcement Slite.



Portlandflygaskecement

Bascement är ett Portlandflygaskecement i enlighet med cementstandarden SS-EN 197-1: Cement – Del 1: Sammansättning och fordringar för ordinära cement.

Beteckningen är CEM II/A-V 52,5 N. Cementet får enligt standarden innehålla mellan 80 och 94 procent portlandcementklinker, 6 till 20 procent flygaska och 0 till 5 procent mindre beståndsdelar (normalt kalksten). 52,5 N anger hållfasthetsklassen. Jämfört med Byggcements 42,5 R innebär det att kravet på cementets 28-dygns hållfasthet är högre och oförändrat på 2-dygns hållfastheten.

Bascement är "CE-märkt", det vill säga har ett av SP Certifiering utfärdat "EG-intyg om överensstämmelse", certifikat nr 0402-CPD-SC0784-09.

Bascementet sammansätts normalt av minst 80 procent klinker samt cirka 16 procent flygaska och 4 procent kalksten. Delmaterialen mals tillsammans i cementkvarnen. Dessutom tillsätts i vanlig ordning gips för bindetidsreglering och en mindre mängd järnsulfat för kromatreduktion.

Flygaska är ett puzzolant material

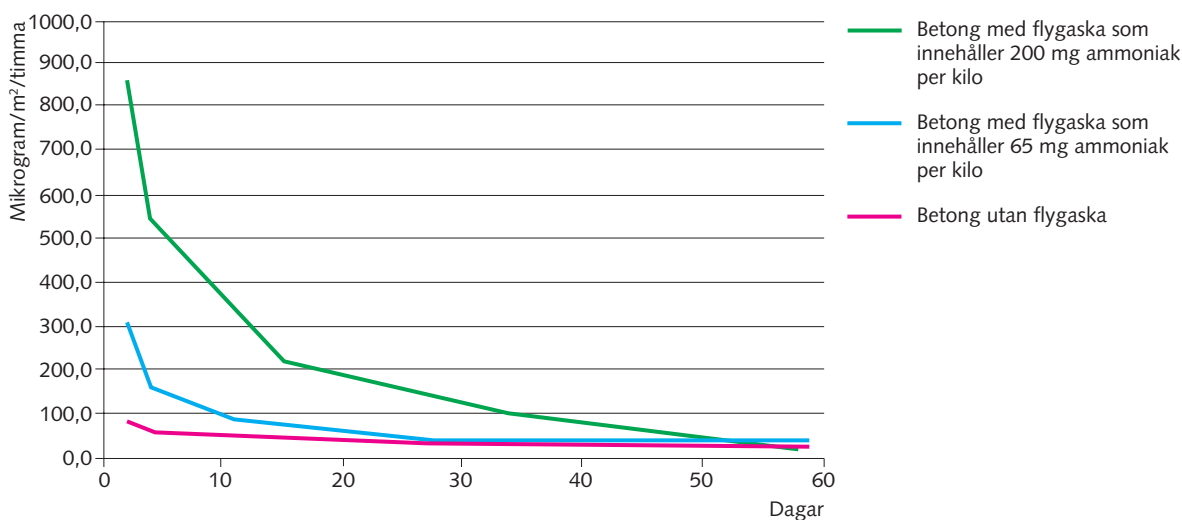
Flygaska är en restprodukt från koleldade kraftverk. Det är den icke brännbara mineraliska delen av kolet som benämns flygaska. Askan är ett så kallat puzzolant material, det vill säga att det reagerar med

kalciumpydroxid och vatten, och kan därför delvis ersätta klinker i cement. Som sådan ersättare har flygaskan en mycket lång tradition och är därför väl beprövad i betongsammanhang. Aska, som skall användas i cement eller betong, skall uppfylla kraven i den europeiska standarden EN 450-1 Flygaska för betong – Del 1: Definition, specifikationer och kriterier för överensstämmelse.

Flygaska består av huvudsakligen sfäriska, mycket små partiklar. Mineralogiskt består den av huvudsakligen amorfa men även kristallina faser. Kemiskt är askan sammansatt av oxider av kisel, aluminium, järn och kalcium. Det finns två typer av flygaska, kisel-dioxidrik (typ V) och kalciumoxidrik (typ W), som kan användas i cement. I den cementtyp som Bascement tillhör används endast flygaska av typ V enligt definitionen i cementstandarden, SS-EN 197-1: Cement – Del 1: Sammansättning och fordringar för ordinära cement.

Flygaska innehåller små rester av oförbränt kol. Vid större mängder restkol kan främst betongs frostbeständighet påverkas negativt på grund av att det kan bli svårare att få tillräcklig mängd luft i luftpor-systemet. I Bascement används enbart flygaska av typ V som uppfyller kraven i kategori A, det vill säga restkolhalten begränsas till max 5 procent.

För flygaskans reaktion är den kalciumhydroxid som bildas vid klinkerns hydratation nödvändig.



Figur 1. Förångningshastighet hos ammoniak från betong med flygaska innehållande 65 mg och 200 mg ammoniak per kilo (1).

Därvid bildas kalciumsilikater (CSH) som ersätter kalciumhydroxiden och ger därmed en tätare porstruktur. Nackdelen är att puzzolanreaktionen är en mycket långsammare process än klinkerreaktionen.

Ammoniakemissioner

De koleldade kraftverkens rökgaser renas från kväveoxider genom insprutning av ammoniak. Eventuellt överskott kan absorberas i askan. Viss ammoniakdoft kan därför ibland uppträda vid betongblandningen. Ammoniakavgången avklingar dock snabbt efter gjutning, se *Figur 1*. De halter i luften som uppmätts i dessa fall är långt under alla hygieniska gränsvärden (1).

Flygaskelieferantörerna anger att ammoniakhalten i askan oftast är under 100 mg/kg men i enstaka fall kan det uppkomma högre koncentrationer, dock högst 125 mg/kg. Cementa kontrollerar detta värde vid mottagningen av askan, och kontrollerar dessutom regelbundet totalhalten ammoniak i Bascement.

Tungmetaller

Innehållet av tungmetaller i flygaskacement avviker inte märkbart från rena Portlandcements. Detta har visats i en inventering av europeiska cement initierad av Cembureau, och gäller både innehållets medelvärde och variationsbredd.

Försök med lakning av tungmetaller från cementbruk med Portlandcement och sammansatta Portlandcement, det vill säga bland annat flygaskacement visar att lakningsförloppet inte skiljer sig åt mellan de olika cementtyperna (2).



Bascementets egenskaper

Vid utvecklandet av Bascement har målet varit att efterlikna Byggcementets egenskaper i så stor utsträckning som möjligt, speciellt när det gäller de mekaniska egenskaperna och de beständighetsegenskaper som cementet ger den hårdnade betongen.

Av stor betydelse är cementets hållfasthetsutveckling. I *Tabell 1* anges riktvärden för normhållfastheten för Bascement jämfört med Byggcement Slite.

Ersättningen av en viss mängd klinker med flygaska medför att cementet får en tendens till en långsammare hållfasthetstillväxt i tidig ålder jämfört med ett rent Portlandcement. För att motverka den långsamma starten mals cementet fint. Tillsatsen av kalksten som mindre beståndsdel ger också en viss accelererande effekt.

Specifika ytan (Blaine) enligt SS-EN 196-6 Cement – Provning – Del 6: Bestämning av specifik yta är cirka 450 m²/kg, vilket är i nivå med Byggcement.

Cementets bindetid, bestämd enligt SS-EN 196-3 Cement – Provning – Del 3: Bestämning av bindetid och volymbeständighet är cirka 150 minuter i likhet med Byggcements.

Kompaktdensiteten, som är av betydelse vid betongproportionering, är normalt cirka 3000 kg

per m³, vilket är något lägre än Byggcements cirka 3080 kg per m³.

Skrymdensiteten varierar som för alla cement inom relativt vida gränser beroende på packningsgrad, men är av samma storleksordning som för Byggcement, det vill säga cirka 1250 kg/m³.

Bascements ljushetsvärde är cirka 28 procent, vilket innebär att det är något mörkare än Byggcement Slite som har värdet cirka 30 procent. Byggcement Skövde ligger på cirka 26 procent. En skillnad i cementets ljushet på 2 procent eller mer brukar normalt märkas på betongen.

Alkalihalten (ekv. Na₂O) är cirka 1,0 procent för Bascement, mot cirka 0,9 procent för Byggcement Slite. Höjningen beror på att askan innehåller alkali. Trots den högre alkalihalten är motståndet mot alkalikiselsyra reaktioner högre för Bascement, se vidare under avsnitt *Alkalireaktivitet*, sidan 21.

Den adiabatiska värmeutvecklingen hos Bascement har mätts enligt NT Build 388 Concrete: Heat Development, se *Tabell 2*. Mätningarna visar att Bascement har en något lägre värmeutveckling än Byggcement Slite i hela det provade tidspannet.

Tabell 1. Hållfasthet enligt SS-EN 196-1 Cement – Provning – Del 1: Bestämning av hållfasthet (MPa).

Ålder	Bascement	Byggcement Slite
1 dygn	21	21
2 dygn	31	33
28 dygn	58	56

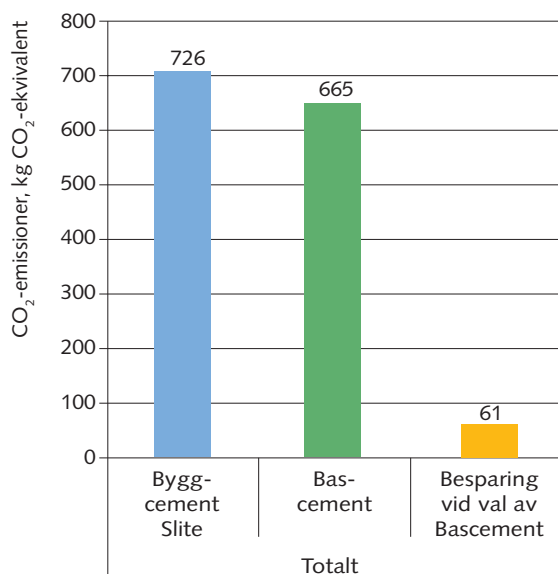
Tabell 2. Adiabatisk värmeutveckling hos Bascement och Byggcement Slite (kJ/kg).

Tid (dygn)	Bascement	Byggcement Slite
1	198	207
3	276	283
7	286	290

Lägre CO₂-utsläpp

Miljöaspekterna utgör en mycket viktig drivkraft i utvecklandet av nya cement. Bascementet, liksom tidigare Byggcement Slite, är en del i Cementas kontinuerliga arbete med att förbättra cementets och betongens miljöprofil.

Den dominerande miljöbelastningen vid cementtillverkningen uppkommer vid klinkertillverkningen och utgörs av koldioxid. En analys har utförts enligt LCA-metodik för produktionen av Bascement jämfört med Byggcement Slite (3). Resultaten visar att koldioxidemissionerna minskar med 61 kg per ton cement vid tillverkning av Bascement jämfört med Byggcement Slite, se *Figur 2*. Den lägre klinkerandelen står för cirka två tredjedelar av minskningen på grund av minskade koldioxidemissioner vid kalcineringen. Resterande tredjedel av koldioxidminskningen kan relateras till minskat bränslebehov per tillverkat ton cement.



Figur 2. Koldioxidemissioner per ton cement vid tillverkning av Bascement och Byggcement Slite (3).





Betong med bascement

Bascement ger i många avseenden bättre betongegenskaper än Byggcement Slite. Vid jämförelse av olika egenskaper nedan används Byggcement Slite som referens om inget annat anges. De flesta resultat är framtagna vid provningar utförda på Cementa Research eller vid försök hos kunder. Andra resultat redovisas med hänvisning till listan med referenser i slutet av beskrivningen.

Förbättrad arbetbarhet

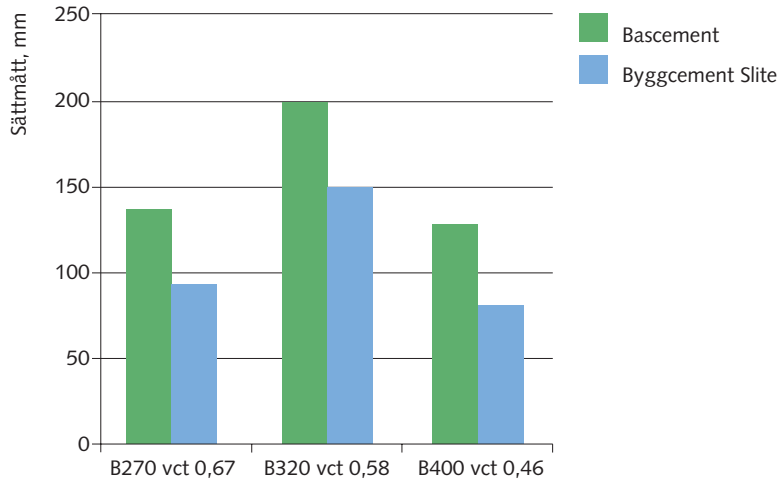
Bascement ger en mer lättbearbetad betong med lägre vatten- och flytmedelsbehov än motsvarande betong med Byggcement Slite. I *Figur 3* visas exempel på skillnader i konsistens mellan betong med Bascement respektive Byggcement Slite med identiska recept vid olika cementhalter och vct. Vidare visar erfarenheter från försök hos kunder och resultat från laboratorieprovningar att konsistensutvecklingen över tid för betong med Bascement är jämförbar med den hos Byggcement Slite, se *Figur 4*.

Det lägre vattenbehovet för Bascement innebär att doseringen av flytmedel alternativt cementmängden kan reduceras samtidigt som arbetbarheten förblir jämförbar med Byggcement Slite. Exempel på detta visas i *Figur 5*. Beroende på betongens sammansättning visar de studier som utförts att cementmängden kan reduceras med upp till 3 viktprocent utan att arbetbarheten försämras (4).

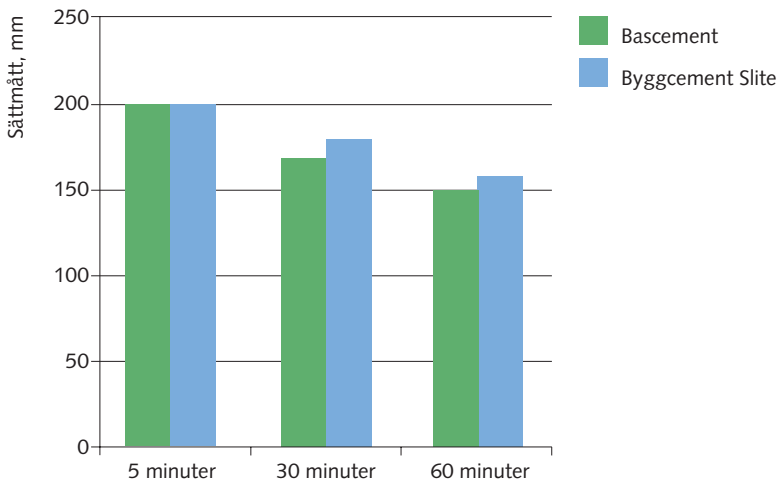
Tillsatsmedelsbehov

De vanligast förekommande flytmedel som saluförs i Sverige fungerar väl med Bascement. Doseringen av flytmedel kan normalt reduceras med 20 till 30 procent jämfört med motsvarande betong med Byggcement Slite (4). Eftersom behovet av flytmedel är lägre är det viktigt att anpassa doseringen så att separation undviks. En för hög dosering kan även leda till retardation av cementreaktionerna och därmed försämrad hållfasthet i tidig ålder. Det gäller i synnerhet vid låg temperatur som till exempel vintergjutning.

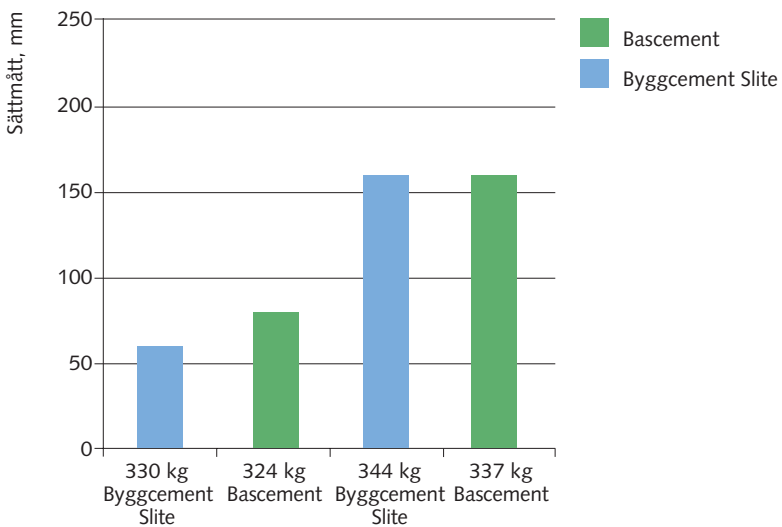
Betong med flygasketillsats eller Portlandflygaskcement kräver normalt en högre dosering av luftporbildare än Portlandkalkstencement för att nå en viss lufthalt. Orsaken till detta är att flygaska alltid innehåller mindre mängder oförbränt restkol



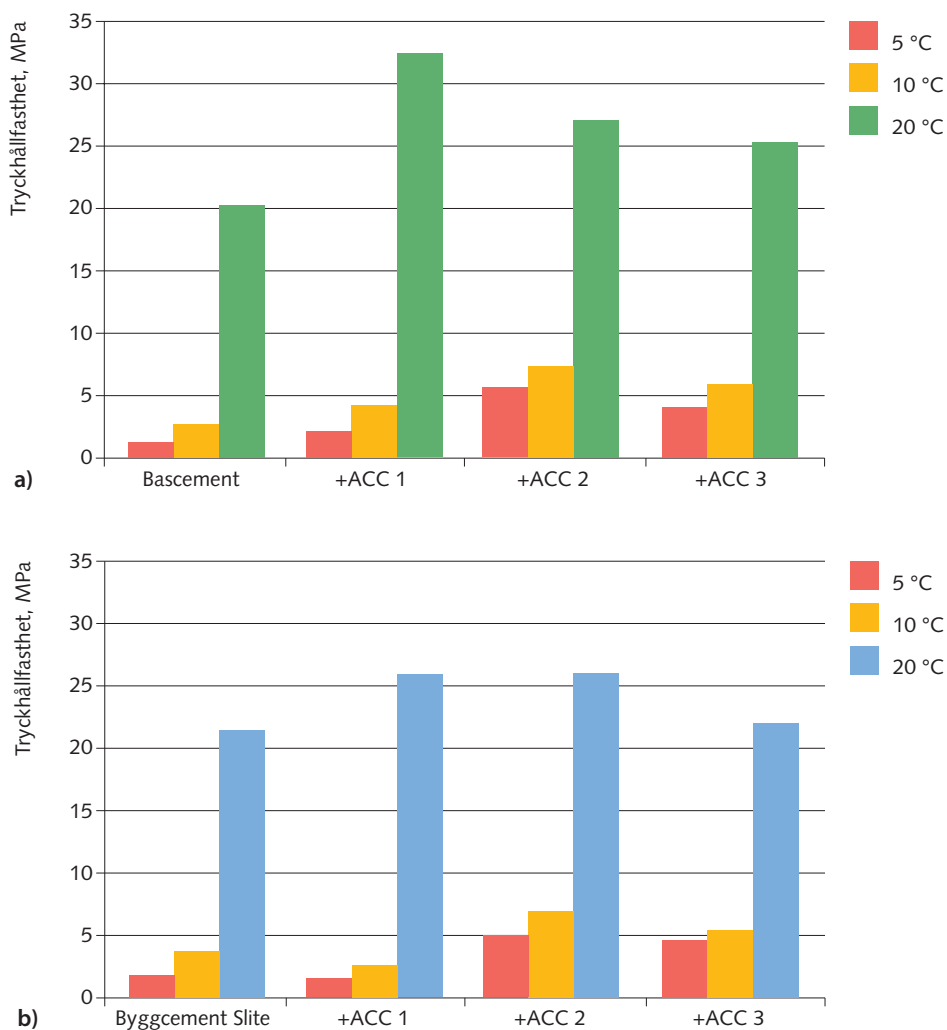
Figur 3. Konsistens hos betong med olika cementhalter och vct utan tillsats av flytmedel. Cementhalt 270 kg/m³ (vct = 0,67), 320 kg/m³ (vct = 0,58) och 400 kg/m³ (vct = 0,46).



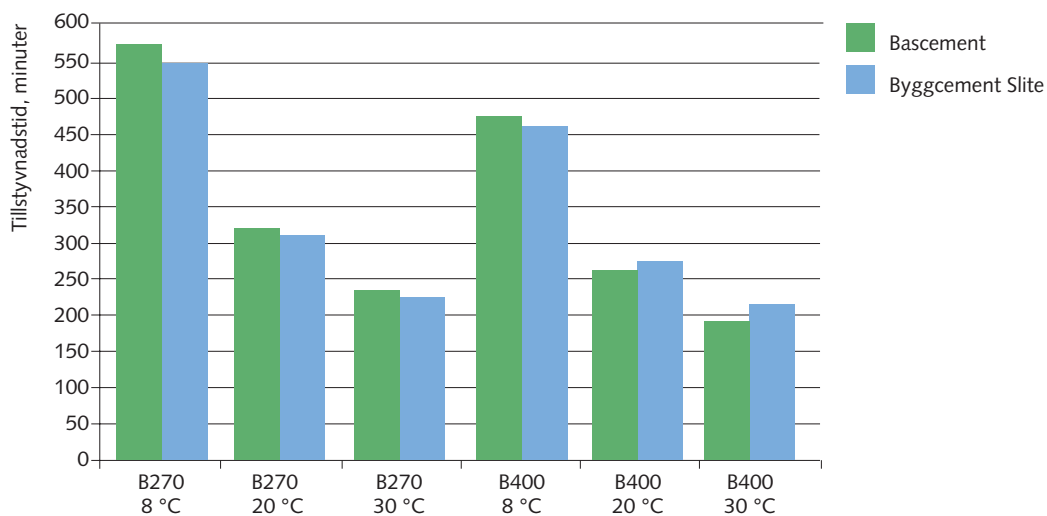
Figur 4. Konsistensutveckling för betong med Bascement och Byggcement Slite under de första 60 minuterna efter blandning. Cementhalt 358 kg/m³ och vct 0,58.



Figur 5. Konsistens hos betong med olika mängder Byggcement Slite och Bascement vid vct 0,6 och 0,3 procent flytmedel.



Figur 6. Inverkan av olika accelererande tillsatsmedel (ACC 1, ACC 2, ACC 3) på tryckhållfastheten hos betong med a) Bascement och b) Byggcement Slite efter 16 timmar vid olika temperaturer. Cementhalten var 420 kg/m³ och vct 0,40.



Figur 7. Tillstyvnadstider hos betong med Bascement och Byggcement Slite. Cementhalt 270 (vct 0,67) och 400 kg/m³ (vct 0,46). Tillstyvnadstiderna bestämdes vid lagring i 8, 20 och 30 °C.



som minskar luftporbildarens effektivitet. Restkolhalten i flygaskan kan variera något mellan olika partier vilket medför att även behovet av luftporbildare kan variera.

Detsamma gäller flygaskan i Basement varför det kan vara lämpligt att fortlöpande kontrollera betongens lufthalt vid användning av luftporbildare.

Den dosering av luftporbildare som krävs beror även på dess egenskaper och samverkan med flytmedel eller andra tillsatsmedel. En dubbling av halten luftporbildare kan ses som ett riktvärde vid utbyte av Byggcement Slite med Basement.

Accelererande tillsatsmedel har utvärderats tillsammans med Basement vid olika temperaturer. Resultaten visar att de vanligaste acceleratorerna på den svenska marknaden ger liknande effekt på betong med Basement som med Byggcement Slite, se *Figur 6*.

Plastisk krympning

Plastisk krympning sker huvudsakligen på grund av uttorkning under de första timmarna innan betongens hållfasthet börjat tillta. Faktorer som är av betydelse är avdunstningsförhållandena, betongens

sammansättning, vattenseparation och tillstyvnadstid. Basement väntas liksom Byggcement Slite normalt ge betong med låg vattenseparation.

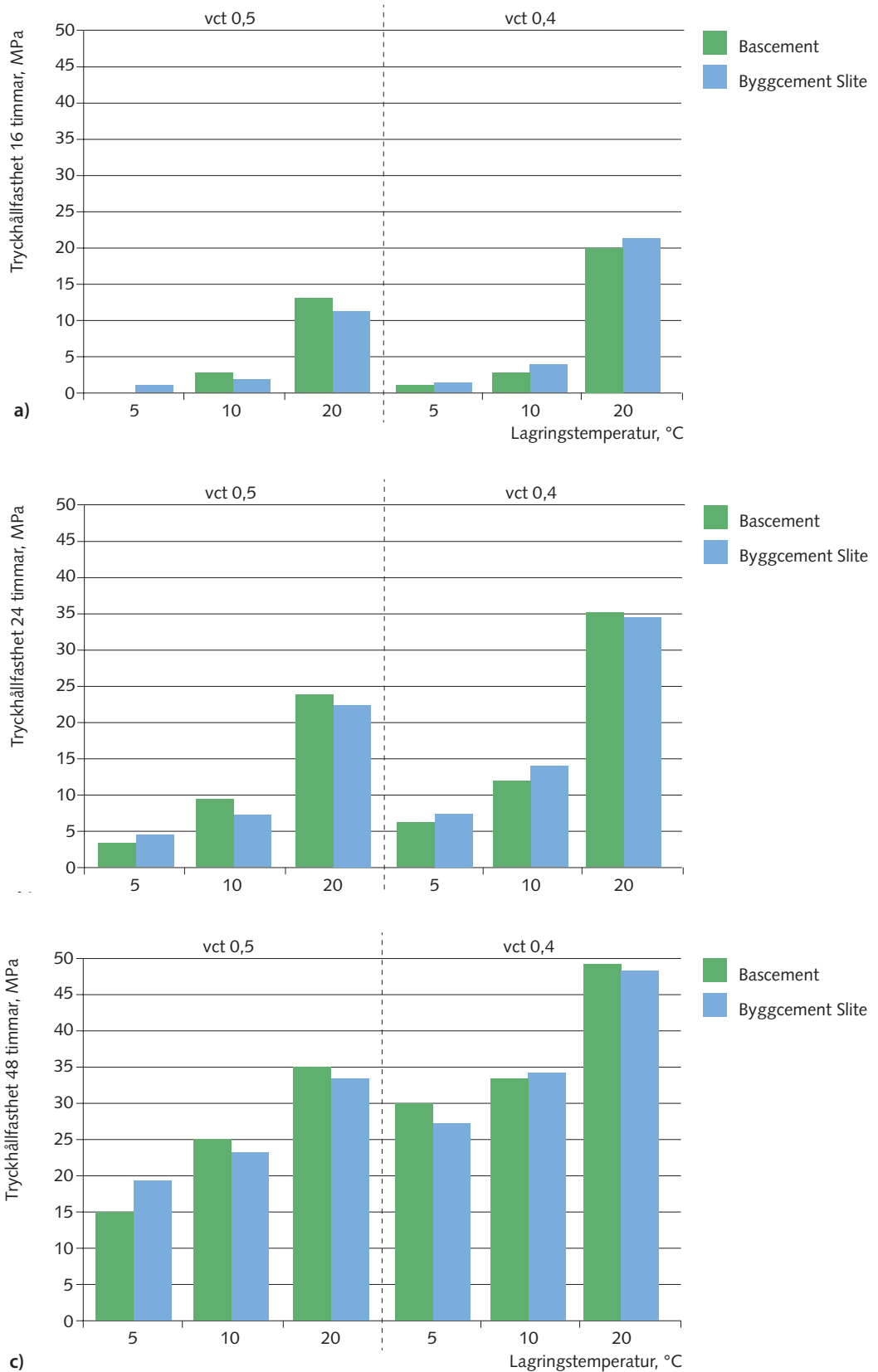
Vid låg temperatur kan tillstyvnadstiden vara något längre för betong med Basement jämfört med Byggcement Slite. Det kan leda till högre avdunstning under den plastiska fasen jämfört med Byggcement Slite och därmed större sprickrisk på grund av plastisk krympning.

Den främsta åtgärden för att förhindra plastiska krympspickor är att skydda betongen från uttorkning. Därför rekommenderas att lämpliga härdningsåtgärder vidtas i ett tidigt skede för att undvika avdunstning från betongens yta.

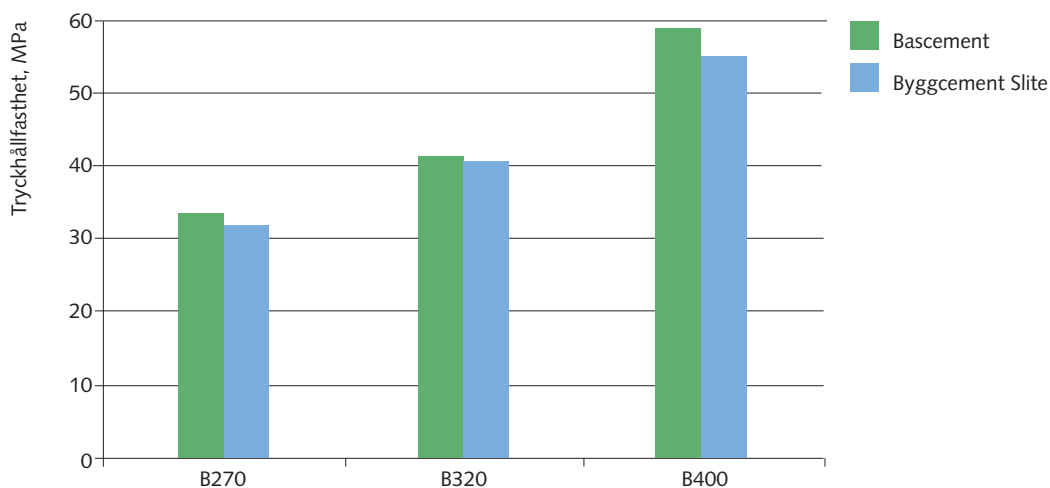
Tillstyvnadstid

Tillstyvnadstiden kan i viss mån relateras till cementens bindetid. Vid 20 °C har Basement samma bindetid som Byggcement Slite och väntas därför uppvisa jämförbar tillstyvnadstid vid denna temperatur.

I *Figur 7* visas exempel på tillstyvnadstider för olika betongkvaliteter som innehåller Basement och Byggcement Slite. Betongernas utgångstemperatur var 20 °C.



Figur 8. Tryckhållfasthet hos betong med Bascement respektive Byggcement Slite vid olika lagringstemperaturer efter a) 16 timmar b) 24 timmar och c) 48 timmar. Cementhalten vid vct 0,5 är 350 kg/m³ och 420 kg/m³ vid vct 0,4.



Figur 9 Tryckhållfasthet vid 28 dygns ålder hos betong med olika cementhalter och vct utan tillsats av flytmedel. Cementhalt 270 kg/m³ (vct = 0,67), 320 kg/m³ (vct = 0,58) och 400 kg/m³ (vct = 0,46).

Korttidshållfasthet

Då flygaskan reagerar betydligt långsammare än cementklinkern ger den normalt inte något bidrag till betongens hållfasthetstillväxt i tidigt ålder. För att motverka den långsamma starten mals cementklinkern relativt fint.

I *Figur 8* visas exempel på hur tryckhållfastheten utvecklas under de två första dygnen för två betongsammansättningar som lagrats vid olika temperaturer. Resultaten indikerar att tryckhållfastheten är något lägre med Bascement än med Byggcement Slite vid låga temperaturer i tidig ålder.

Detta gäller i synnerhet vid höga vattencementtal och låg cementhalt. Vid mellan tio och tjugograden är dock tryckhållfastheten likvärdig med den för Byggcement Slite.

Normaltidshållfasthet

Figur 9 visar att tryckhållfastheten för betong med Bascement vid 28 dygns ålder är något högre än för motsvarande betong som innehåller Byggcement Slite.

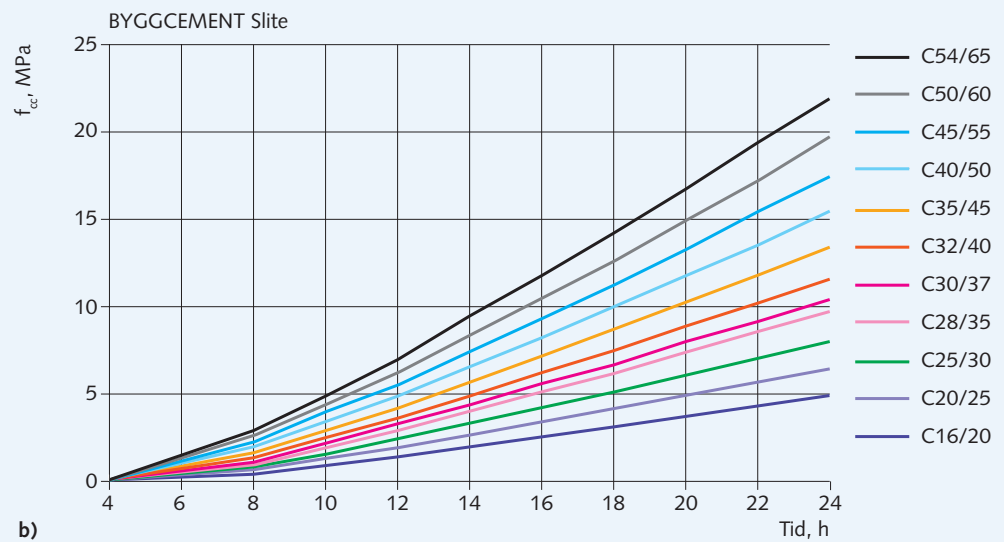
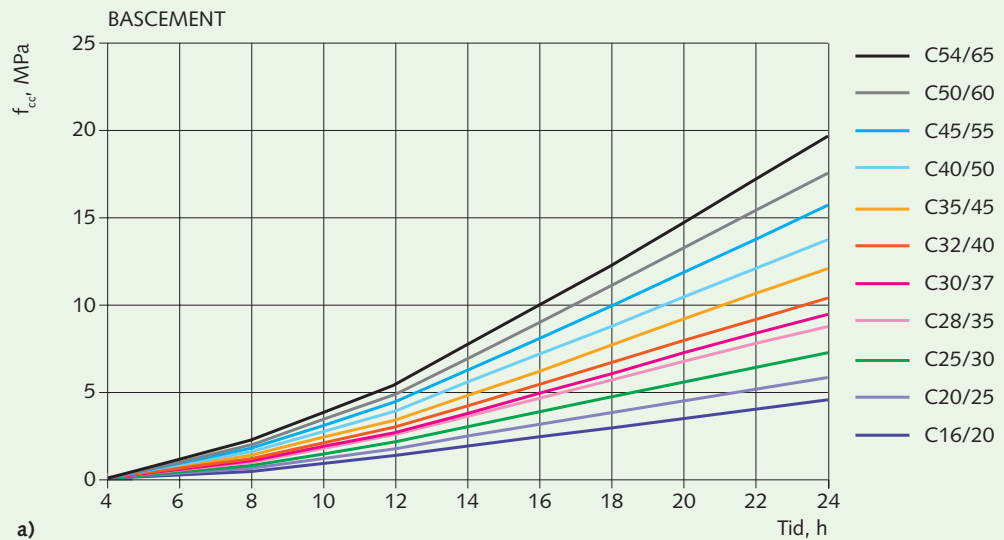
Långtidshållfasthet

Provkroppar med Bascement har placerats ut vid Cementas fältstation Smöjen på Gotland för att följa hållfasthetsutvecklingen och även karbonatiseringen under lång tid. Resultat för Bascements långtidshållfasthet kommer alltså att kunna redovisas med tiden.

Mätningar av hållfastheten vid 56 dygns ålder indikerar att hållfasthetstillväxten är något högre för Bascement efter 28 dygns ålder, se *Tabell 3*.

Tabell 3. Tryckhållfasthet hos betong med Bascement och Byggcement Slite vid 28, 56 och 91 dygns ålder. Cementhalt 320 kg/m³ och vct 0,55. Lagrat i vatten.

Ålder	Bascement	Byggcement Slite
28 dygn	55	52
56 dygn	60	55
91 dygn	66	57
%-ökning 28–91 dygn	19 %	10 %



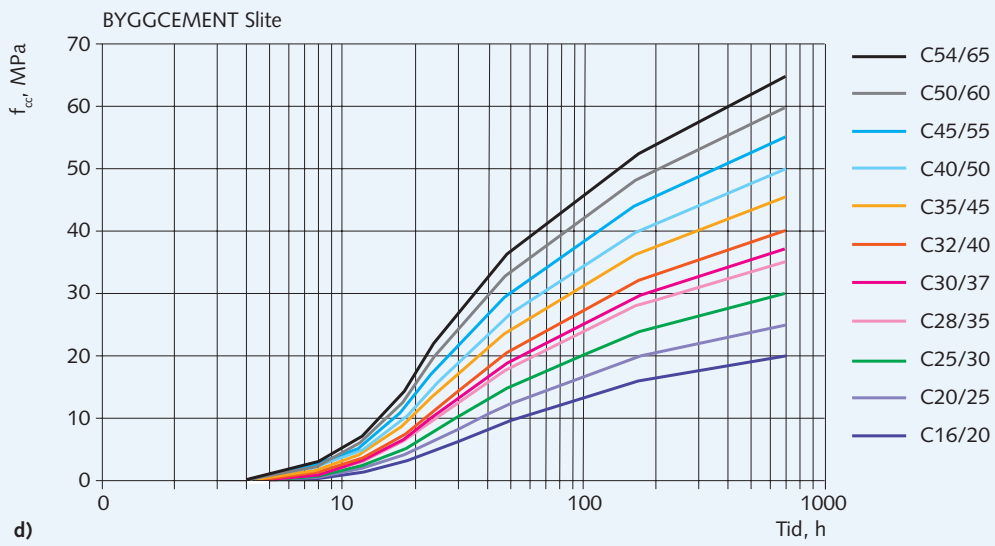
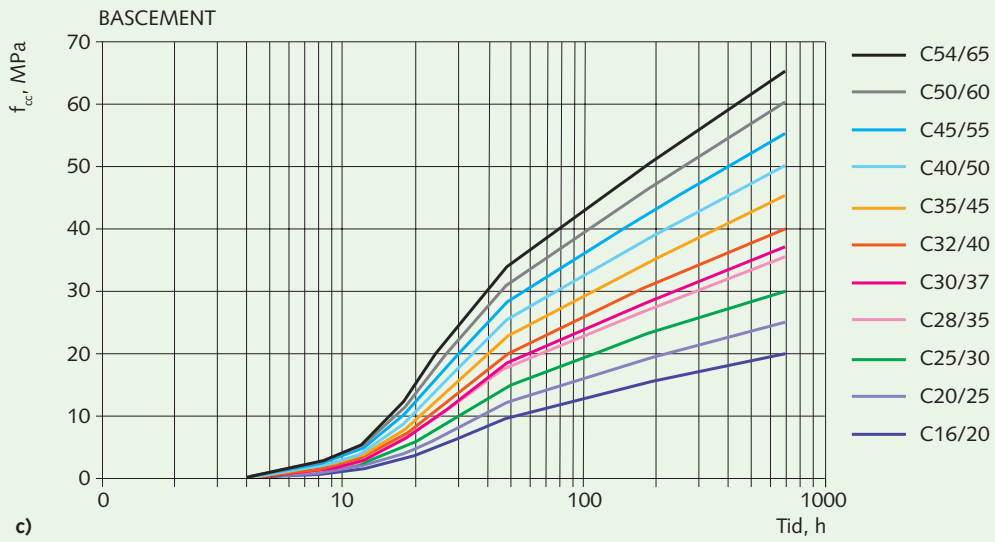
Figur 10. Tendenskurvor för Bascement (a, c) och Byggcement Slite (b, d).

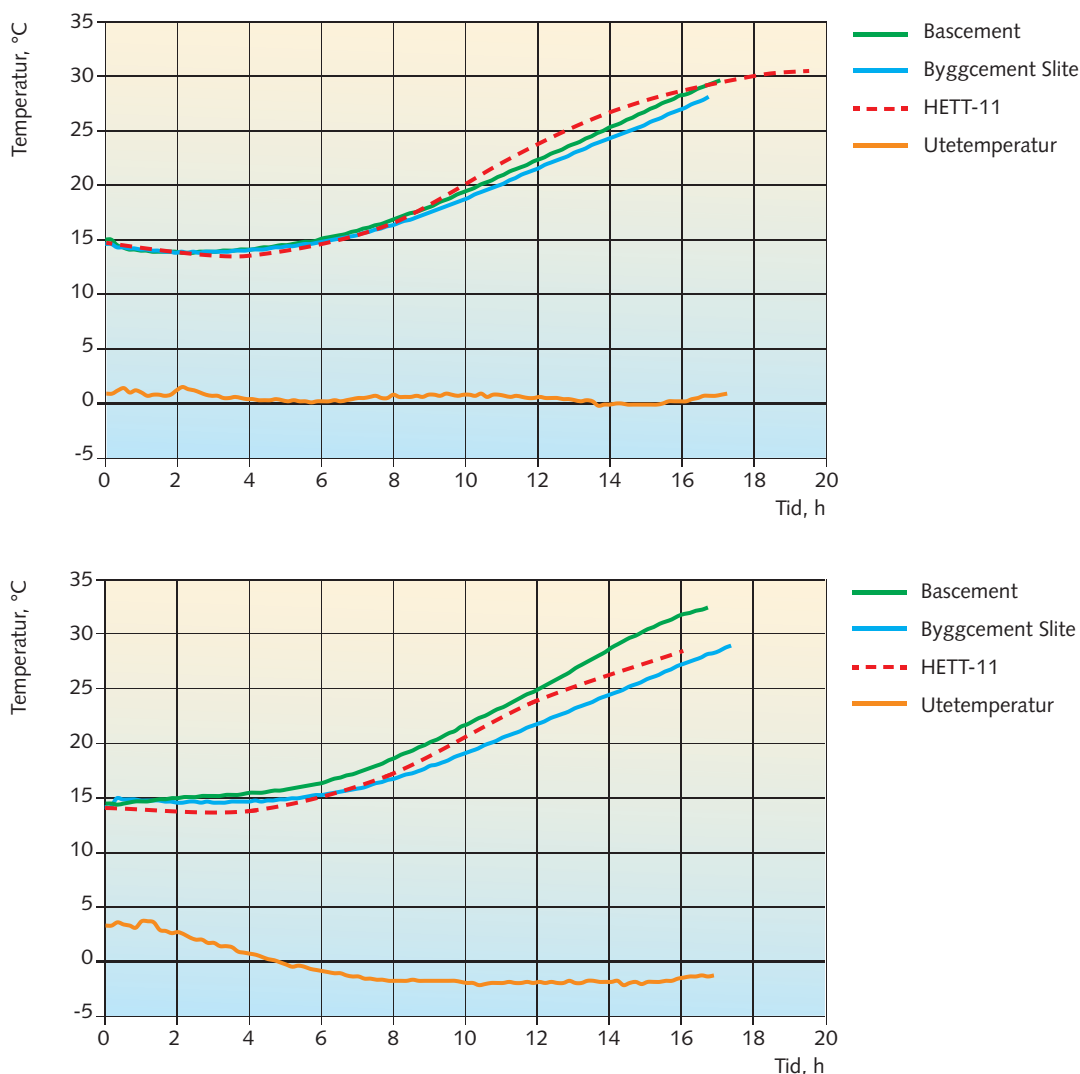
Tendenskurvor

Tendenskurvorna visar den relativa hållfasthetsutvecklingen hos betong vid 20 °C. De slutar alltid på den nominella 28 dygns hållfastheten hos betongen.

I Figur 10 redovisas tendenskurvor för betong med Bascement respektive Byggcement Slite vid konstant temperatur, 20 °C. Tendenskurvorna visar att Bascement har en något långsammare hållfasthetstillväxt än Byggcement Slite under de första dygnen, men skillnaden minskar med tiden.

Vid annan temperatur än 20 °C förändras hållfasthetsutvecklingen jämfört med vad tendenskurvorna visar. Speciellt påverkas de första dygnens hållfasthet.





Figur 11. Temperaturutveckling i väggar gjutna vid två tillfällen med Basement och Byggcement Slite i vinterklimat samt beräknad temperaturutveckling med HETT 11. Betongkvalitet C28/35 med cementhalten 355 kg/m³ och vct 0,58. Betongtemperaturen mättes mitt i väggarna.

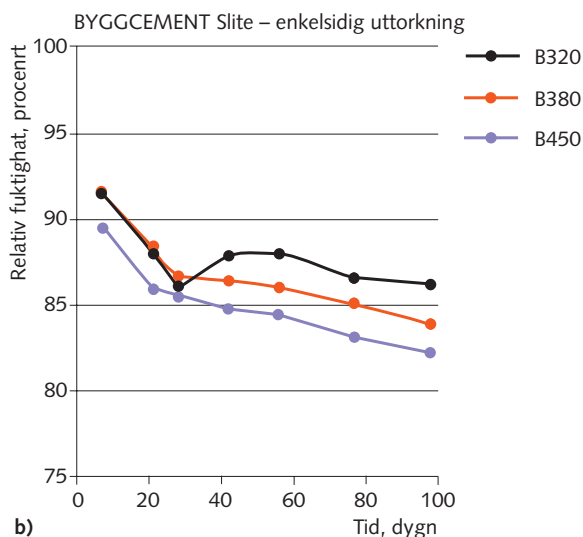
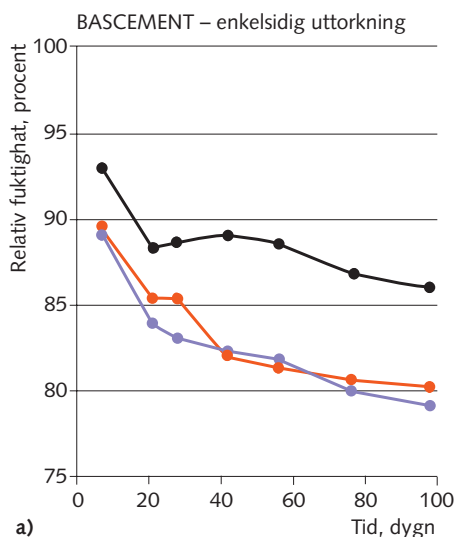
Vintergjutning – HETT 11

Dataprogrammet HETT-11 är ett praktiskt hjälpmedel för att göra prognoser över härdningsförloppet hos nygjuten betong. Med programmet kan frysrisk, formrivningstid, glättningstid och temperaturutvecklingen i betongen bedömas utifrån tänkta klimatförhållanden tiden efter gjutning. Arbete pågår med att uppdatera programmet så att tillförlitliga prognoser för betong med Basement skall kunna utföras.

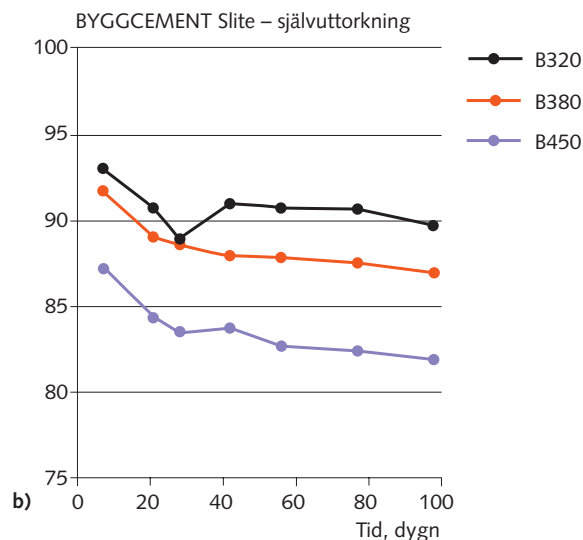
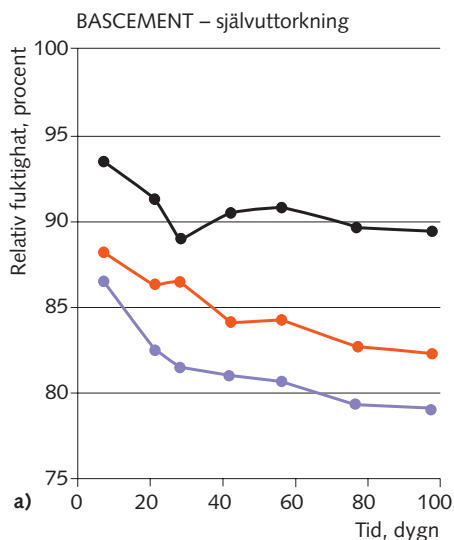
Fältförsök har dock utförts där temperaturutvecklingen i väggar registrerats vid gjutning vintertid och jämförts med beräkningar i HETT-11 med Byggcement. Vid de två gjuttillfällena uppmättes

samma eller snabbare temperaturutveckling i betong med Basement än i dem med Byggcement Slite, se *Figur 11*.

En jämförelse med beräkningar i HETT-11 med data för Byggcement visar en förhållandevis god överensstämmelse med uppmätta temperaturer för både Basement och Byggcement Slite. Men då laboratorieprovningar indikerat något lägre värmeutveckling i tidigt skede (se sidan 5) och dessutom något långsammare hållfasthetsutveckling vid låga temperaturer för Basement bör programmet användas med viss försiktighet för prognoser vid vintergjutningar tills nya indata för Basement är framtagna.



Figur 12. Exempel på uttorkningsförlopp vid enksidig uttorkning hos betong med a) Bascement och b) Byggcement Slite vid cementhalterna 320 kg/m^3 ($vct = 0,55$), 380 kg/m^3 ($vct = 0,45$) och 450 kg/m^3 ($vct = 0,35$). Provkropparna förvarades vid $20 \text{ }^\circ\text{C}$ i 50 procent RF under hela mätperioden.

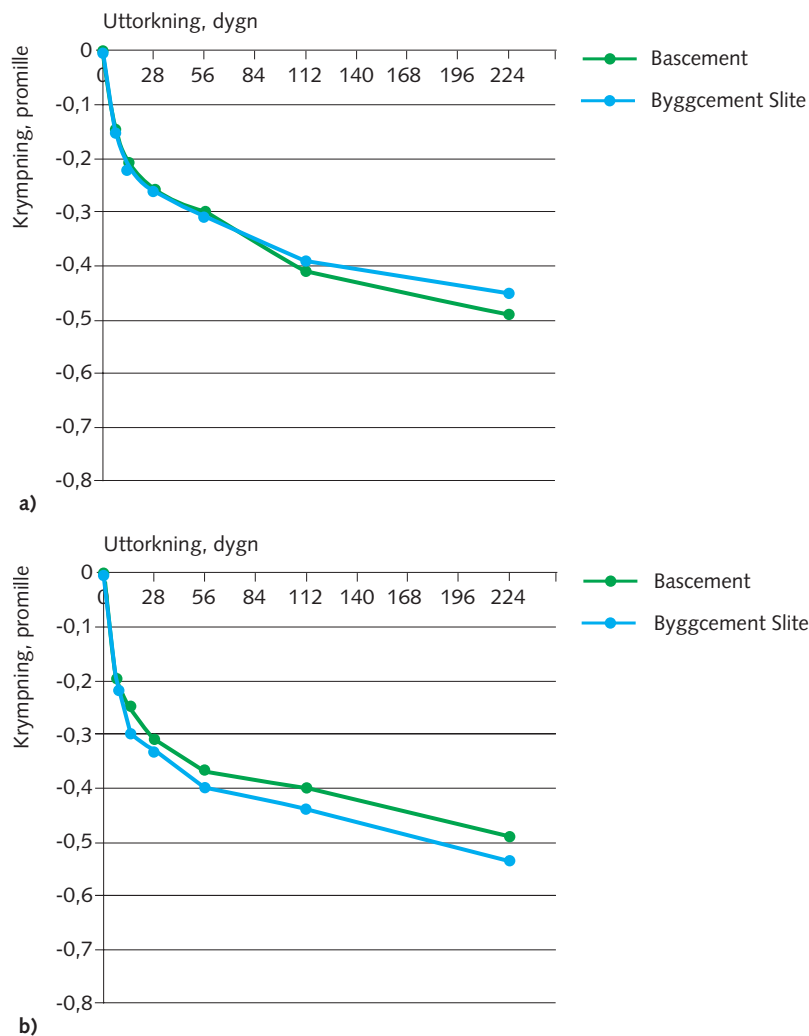


Figur 13. Exempel på uttorkningsförlopp vid självuttorkning hos betong med a) Bascement och b) Byggcement Slite vid cementhalterna 320 kg/m^3 ($vct = 0,55$), 380 kg/m^3 ($vct = 0,45$) och 450 kg/m^3 ($vct = 0,35$). De förseglade provkropparna förvarades vid $20 \text{ }^\circ\text{C}$ under hela mätperioden.

Uttorkning

Uttorkningsförsök har genomförts på betongkvaliteter med vattencementtalen 0,35, 0,45 och 0,55. Provingarna visar att uttorkningsegenskaperna hos betong med Bascement är lika bra eller bättre än för Byggcement Slite.

I *Figur 12* och *Figur 13* visas exempel på uttorkningsförlopp vid enksidig uttorkning respektive självuttorkning (förseglade).



Figur 14. Uttorkningskrympning för betong med Basement respektive Byggcement Slite vid a) vct 0,5 och cementhalten 320 kg/m³ och b) vct 0,4 och cementhalten 421 kg/m³. Mätningarna utfördes enligt SS 13 72 15.

Krympning

Betongs uttorkningskrympning bestäms av flera olika faktorer men av dessa anses vattenhalten vara den enskilt viktigaste faktorn. Vid jämförande provning av krympning hos betong med Basement respektive Byggcement Slite har inte några signifikanta skillnader i krympning observerats, se *Figur 14*.

Vattentäthet

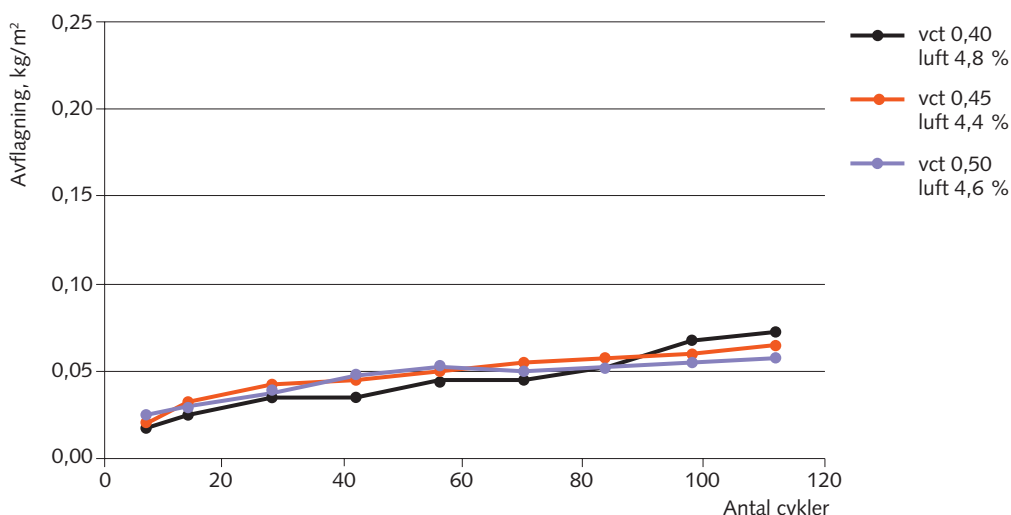
Betongs vattentäthet påverkas av faktorer som bindemedelsmängd, vattenmängd, ballastmaterialets gradering och härdningsförhållandena. Resultaten från bestämning av kloridmigrationskoefficient och tryckhållfasthet indikerar att porstrukturen hos betong med Basement är minst lika tät som med Byggcement Slite. Det finns därför inte någon

anledning att befara att vattentätheten hos betong med Basement skulle skilja sig väsentligt i någon riktning jämfört med Byggcement Slite.

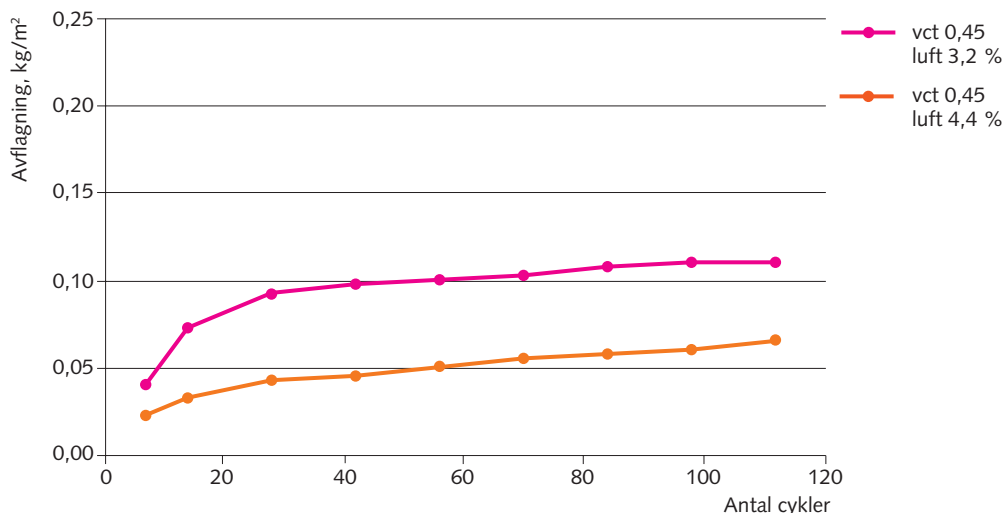
Vid krav på vattentäthet skall enligt SS 13 70 03, Betong – Användning av EN 206-1 i Sverige, vct_{ekv} begränsas till max 0,60 och vikten vatten till 0,5 gånger den sammanlagda vikten av cement, tillsatsmaterial och ballast mindre än 0,25 mm. Detta gäller även vid användning av Basement.

Frostbeständighet

Frostbeständigheten hos betong med Basement har provats med och utan luftinblandning enligt SS 13 72 44 (5). Resultaten visar att det med Basement finns goda förutsättningar att uppfylla standardens krav för frostbeständighet hos betong.



Figur 15. Frostprovning av betong med Bascement vid olika vct enligt SS 13 72 44 i 3-procentig natriumkloridlösning. För att uppfylla resultatet mycket god frostbeständighet enligt provning skall avflagningsens medelvärde vara < 0,10 kg/m² vid 56 cykler (5).



Figur 16. Frostprovning av betong med Bascement vid vct 0,45 och två olika lufthalter i 3-procentig natriumkloridlösning enligt SS 13 72 44. För att uppfylla resultatet mycket god frostbeständighet enligt provning skall avflagningsens medelvärde vara < 0,10 kg/m² vid 56 cykler (5).

I Figur 15 visas exempel på provningsresultat för betong med vct 0,4 till 0,5 och cirka 4,5 procent luftinblandning. Vid 56 cykler uppfylls kravet för mycket god frostbeständighet och efter 112 fryscykler är avflagningen fortfarande mycket låg. Även med en något lägre lufthalt på 3,2 procent uppvisar betongen med vct 0,45 god frostbeständighet, se Figur 16.

De provkroppar som tillverkats utan luftporbildartillsats, det vill säga enbart innehållande naturlig luft om cirka 1,5 procent, uppvisar som väntat kraftig avflagnings vid provningen i saltlösning.

En förutsättning för att uppnå god frostbestän-

dighet är, liksom för andra cementtyper, att luftpor-systemet är av god kvalitet. Bascement har ett större luftporbildarbehov än Byggcement Slite varför det krävs en högre dosering för att nå en given lufthalt. Det luftporsystem som man får har normalt lika goda egenskaper (avståndsfaktor och specifik yta) som betong med Byggcement Slite (4).

Utöver laboratorieprovningarna har provkroppar tillverkats och placerats ut vid fältprovplatser i tösaltad motorvägsmiljö och i utomhusmiljö utan saltexponering. Efter ett års exponering uppvisar ingen av betongsammansättningarna, varken med

Tabell 4. Karbonatiseringsdjup hos betong med flygaskecemetet Skövde Std M och Byggcement Slite efter upp till 25 års exponering i regnutsatt utomhusmiljö. Betongernas cementhalt och vct var 300 kg/m³ respektive 0,6.

Cementsort	Karbonatiseringsdjup (mm)					
	1 år	7 år	10 år	15 år	20 år	25 år
Skövde Std M (24 % flygaska)	2,7	4,9	4,3	4,9	4,9	4,5
Byggcement Slite	0,9	3,2	3,5	–	–	–

Tabell 5. Kloridmigrationskoefficient enligt NT Built 492 för betong med Bascement respektive Byggcement Slite vid vct 0,45.

Cementsort	Kloridmigrationskoefficient x 10 ⁻¹² (m ² /s)	
	28 dygn	91 dygn
Byggcement	16	–
Bascement Slite	15	8

eller utan tillsats av luftporbildare, yttre eller inre frostsador (6). Frostbeständigheten hos dessa provkroppar kommer att följas upp efter ytterligare några års exponering.

De tester som utförts visar att Bascement är likvärdig med Byggcement då de krav som ställs på betong i saltfrost eller frostmiljö uppfylls. Bascement är därmed en fullgod ersättare till Byggcement i dessa miljöer.

I de högre exponeringsklasserna, det vill säga i miljöer där betongen riskerar att utsättas för saltfrost eller sulfatangrepp föreskrivs och används vanligen Anläggningscement i Sverige. Anläggningscement är välbeprövat i dessa miljöer och kan därmed ses som en säkrare lösning när mycket höga krav ställs på betongs beständighet.

Karbonatisering

Betongs karbonatisering är av betydelse för beständigheten hos armerad betong. I betong med flygaska är mängden buffrande kalciumhydroxid mindre än i portlandcement vilket gör att den kan förbrukas snabbare genom karbonatisering. Internationell litteratur visar också att flygaskecement karbonatiserar något snabbare än rena portlandcement (7).

I början av 1980-talet placerade Cementa Research ut betongväggar med flygaskecemetet Skövde Std M (24 procent flygaska) på fältprovningssplatsen Smöjen i regnutsatt miljö. Sedan

dess har karbonatiseringen dokumenterats efter bestämda tidsintervall. En jämförelse med provkroppar innehållande Byggcement visar att karbonatiseringsdjupet är något större för flygaskecemetet efter 10 års exponering, *Tabell 4*. Det är därför rimligt att anta att karbonatiseringshastigheten även kommer att vara något högre för Bascement än Byggcement Slite.

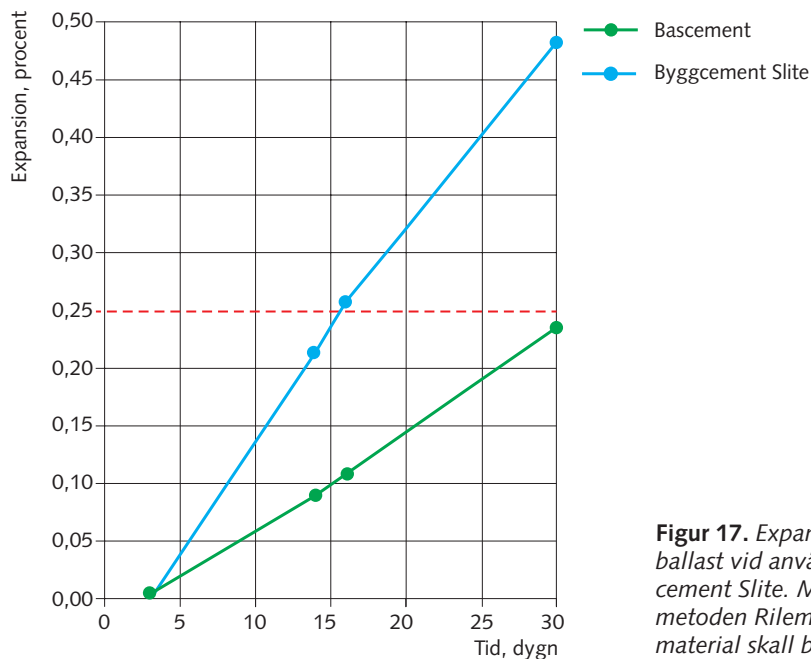
Det skall dock påpekas att uppmätta karbonatiseringsdjup efter 25 års exponering extrapolerat till 100 år ligger långt under kravet på minsta täckande betongskikt i aktuella exponeringsklasser.

I samband med utvecklingen av Bascement har nya provkroppar placerats ut vid fältprovningssplatsen Smöjen i syfte att följa betongens karbonatisering under lång tid.

Kloridinträngning

Flygaskecement eller tillsats av flygaska i betongen ökar ofta motståndet mot kloridinträngning. Då flygaskan reagerar långsammare än portlandklinker förbättras ofta betongens motstånd mot kloridinträngning liksom hållfastheten även efter 28 dygns ålder. Kloridmigrationskoefficienten hos betong med Byggcement Slite och vct 0,45 bestämdes till i medeltal 16 × (10⁻¹²)m²/s i en tidigare studie där ett stort antal betonger utvärderades.

Nya provningar som utförts med Bascement visar att kloridmigrationskoefficienten är lika låg vid



Figur 17. Expansion hos bruksprismor med alkalireaktiv ballast vid användning av Bascement respektive Byggcement Slite. Mätningarna utfördes enligt provningsmetoden Rilem AAR2. Gränsvärdet för att ett ballastmaterial skall betraktas som alkalireaktivt är 0,25 procent (9).

28 dygns ålder som hos motsvarande betong med Byggcement Slite (8). Därefter ökar motståndet mot kloridinträngning ytterligare för Bascement, *Tabell 5*.

Utöver de laboratorieförsök som utförts har provkroppar även placerats ut i marin miljö vid Träslövsläge för att kunna följa kloridinträngningen och beständigheten under lång tid.

Armeringskorrosion

Betongens motstånd mot kloridinträngning och karbonatisering är två viktiga egenskaper avseende beständigheten mot armeringskorrosion. Bascements låga kloridmigrationskoefficient talar å ena sidan för att motståndet mot kloridinitierad armeringskorrosion är minst lika bra som för Byggcement Slite medan ett eventuellt snabbare karbonatiseringsförlopp å andra sidan talar för ett minskat motstånd mot karbonatiseringsinitierad korrosion.

Den senare angreppstypen är emellertid fortsatt osannolik på grund av de väl tilltagna täcksiktsskrav som gäller i de aktuella exponeringsklasserna (XC) jämfört med förväntade karbonatiseringsdjup.

Alkalireaktivitet

Bascement ger trots den högre alkalihalten ett bättre skydd mot skador orsakade av alkalireaktiv ballast än Byggcement Slite. Detta framgår av de snabbtest som utförts med alkalireaktiv ballast, se *Figur 17* (9).

I provet med Byggcement Slite överskrider tillåten expansion efter 16 dygn, medan provet med Bascement understiger den tillåtna expansionen vid provtidens slut. Den positiva effekten kommer av att flygaskans puzzolanreaktion förbrukar alkalier som binds i reaktionsprodukterna och som därmed inte är tillgängliga för skadliga alkalisilikareaktioner i betongen.

Användning av alkalireaktiv ballast bör trots Bascementets bättre motståndskraft undvikas. I de fall där det föreligger risk för alkalisilikareaktioner ger det lågalkaliska Anläggningscementet ett bättre skydd.

Användning av tillsatsmaterial

Tillsatsmaterial av Typ II, till exempel flygaska, slagg och silikastoft, med påvisad lämplighet kan användas tillsammans med Bascement och räknas med i betongens bindemedelshalt, C_{ekv} , och i det ekvivalenta vattencementtalet, vct_{ekv} . Den mängd tillsatsmaterial av Typ II som får medräknas i C_{ekv} och vct_{ekv} samt tillåts i de olika exponeringsklasserna regleras i betongstandarden EN 206-1 med dess svenska tillämpningsdokument SS 13 70 03.



Betongproduktion med Bascement

Byggcement tillverkat i Slite kommer från och med 2014 att helt ersättas med produkten Bascement. Det innebär att många av Cementas kunder kommer att använda Bascement i framtiden.

Produkten Bascement har provats i många olika betongkvaliteter och de flesta applikationer som finns på marknaden. Erfarenheterna från de försök som genomförts är positiva. I de flesta fall har ett byte från Byggcement Slite till Bascement inneburit att flytmedelsbehovet minskat med 20 till 30 procent samt att betongen upplevts smidigare och mer

lättbearbetad. På grund av att vattenbehovet blir lägre är det viktigt att ta hänsyn till det vid dosering av flytmedel så att separation undviks.

Även doseringen av luftporbildande tillsatsmedel måste anpassas i betongkvaliteter där det används då behovet generellt är 70 till 110 procent högre. Vid byte i betongkvaliteter som används i exponeringsklassen XF4 är det även nödvändigt att utföra ny provning av betongens frostresistens.

Teknisk kundservice på Cementa hjälper vid behov till vid byte av cement till Bascement.

Depåer och tider för omläggning

Under våren 2013 börjar CEMENTA att introducera sitt nya cement Bascement. Detta cement kommer successivt att fasa ut Byggcement Slite. Tabellen nedan visar var och när detta kommer att ske.

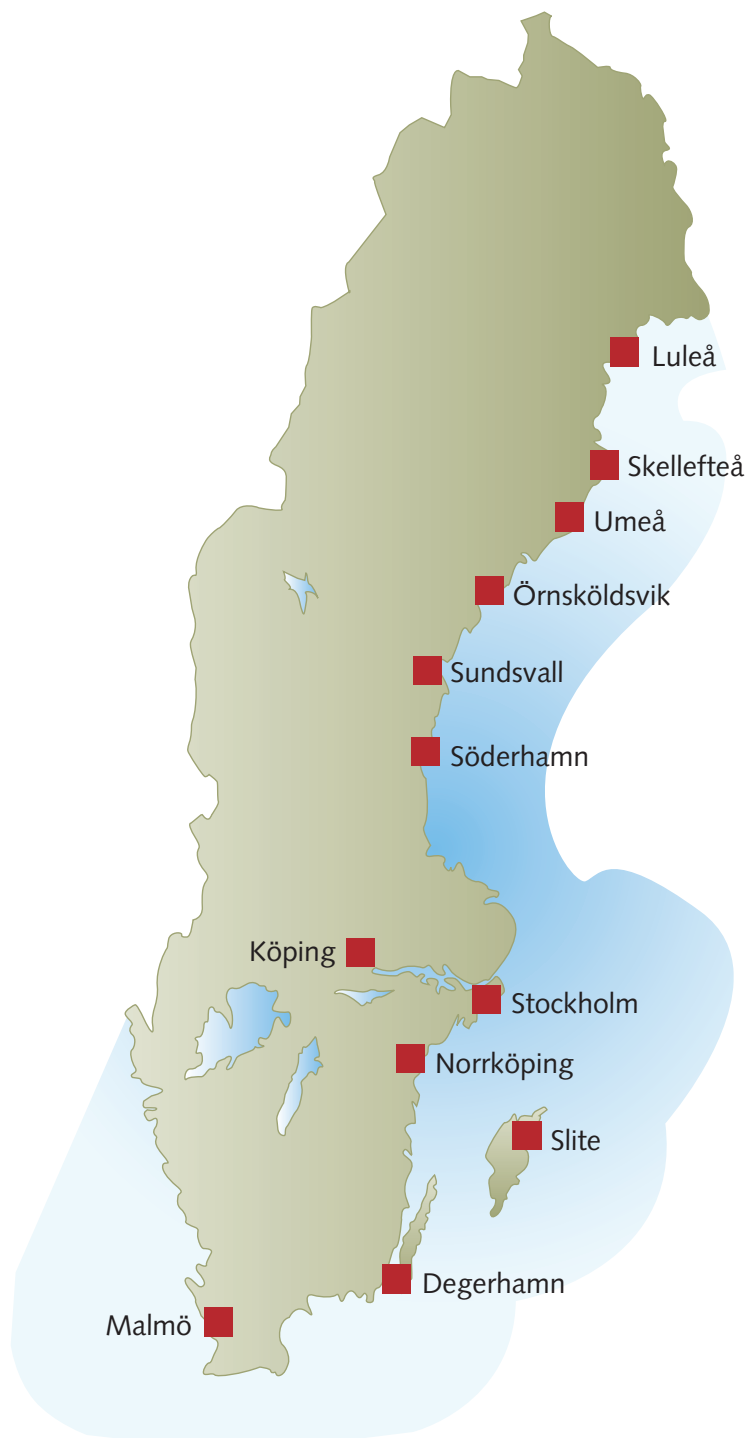
För eventuella frågor kontakta gärna:

Mats Hellström 0703-71 09 10
mats.hellstrom@cementa.se

Stefan Alstermark 0706-25 68 60
stefan.alstermark@cementa.se

Rolf Olofsson 0705-28 68 90
rolf.olofsson@cementa.se

Lars-Åke Andersson 0708-15 66 78
lars-ake.andersson@cementa.se



Depå	Tidpunkt
Malmö	April/maj 2013
Degerhamn	Juni 2013
Norrköping	Augusti 2013
Umeå	Oktober 2013
Sundsvall	November 2013
Örnsköldsvik	December 2013
Söderhamn	Januari 2014
Luleå	Februari 2014
Skellefteå	Feb/mars 2014
Köping	Mars 2014
Stockholm	April 2014
Slite	April 2014

Referenser

1. *Ammoniak i flygaska – vägledning för betongtillverkare, e-mineral*, 2006. www.emineral.dk.
2. *Environmental criteria for cement based products*, ECRICEM, ECN report number ECN-E-08-011, Petten, The Netherlands.
3. *Livscykelbaserad miljödata för Bascement*, Cementa FoU rapport 12006, 2012.
4. *Samverkan mellan nya cementtyper och tillsatsmedel för betongtillverkning*, Uppsala Universitet, Examensarbete, ISRN UTH-INGUTB-EX-B-2012/18-SE, 2012.
5. *Provning av Bascement (Frost, tryckhållfasthet)*, CBI Betong-institutet, Uppdragsrapport PX00591, 2011-04-12.
6. *Resultat från fältexponering efter en vintersäsong av betong tillverkad med Bascement*, CBI Betonginstitutet, Uppdragsrapport PX20379, 2012.
7. *Durability of concretes made with cements containing fly ash*, Cement International, vol. 5 2007.
8. *Provning av Bascement (Adiabatisk värmeutveckling, Kloridmigrationskoefficient, Tryckhållfasthet)*, CBI Betonginstitutet, Uppdragsrapport PX10652, 2012.
9. *Jämförande provning av cement angående alkalireaktivitet*, Uppdragsrapport PX10716, 2012.





Cementa AB

Box 47210

100 74 Stockholm

Telefon 08-625 68 00

Fax 08-753 36 20

info@cementa.se

www.cementa.se

CEMENTA
HEIDELBERGCEMENT Group