



Heidelberg
Materials



Betonggjutning i kall väderlek

2023-10-12



Betongens styrka växer med olika hastighet

- När betongen blandas startar en kemisk process
- Betongen har en inbyggd tillstyvnadstid och en planerad sluthållfasthet
- Avkylning fördröjer starten av hårdnandet

Betongens faktiska hållfasthetstillväxt påverkas av:

- Betongreceptet
- Blandning och transport
- Härdningsförhållande
- Formrivning
- Täckning vid utförandet och därefter
- Täckning efter formrivning



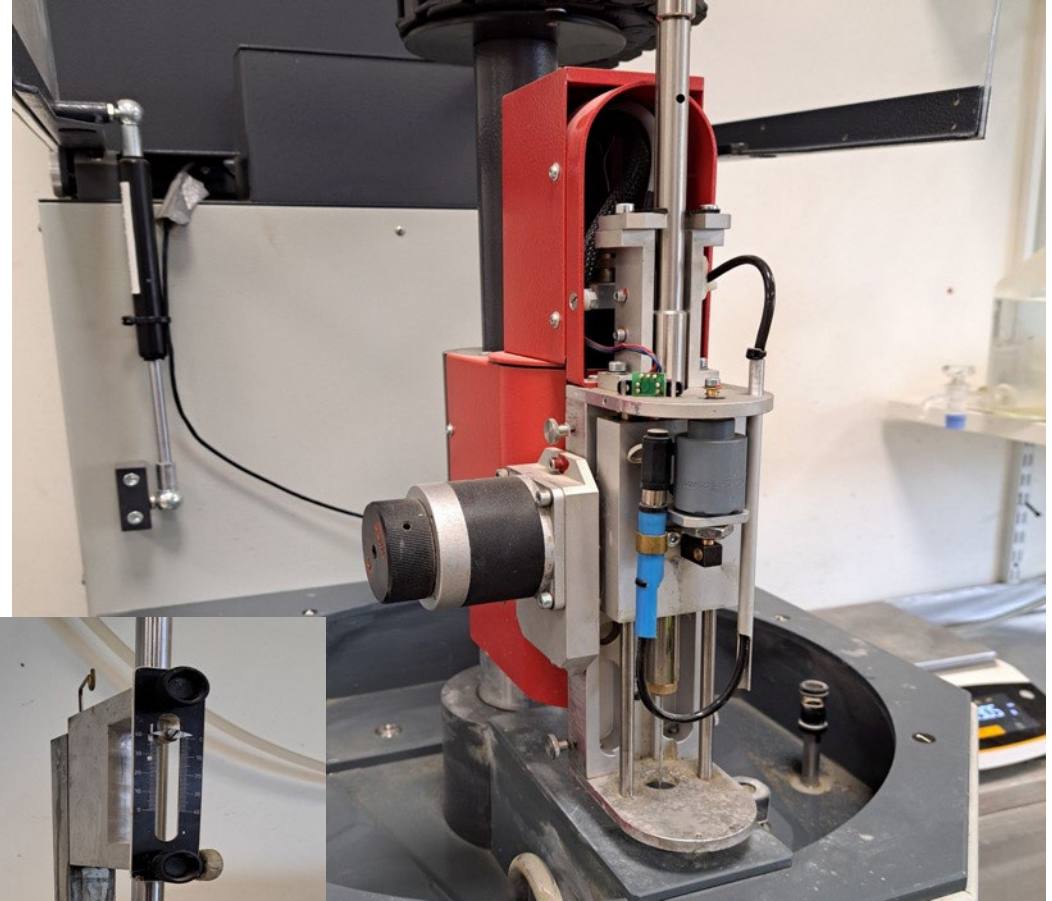
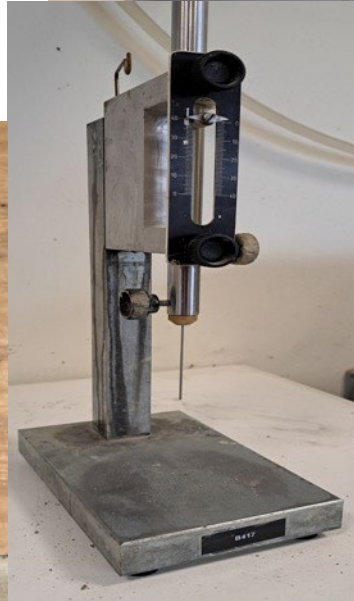
Cement är bindemedlet

Bindetid (cement) = Tiden fram till att hårdnandet startar

Tillstyvnadstid (betong) påverkas av tillsatsmedel, tillsatsmaterial och avkylning en kombination av allt

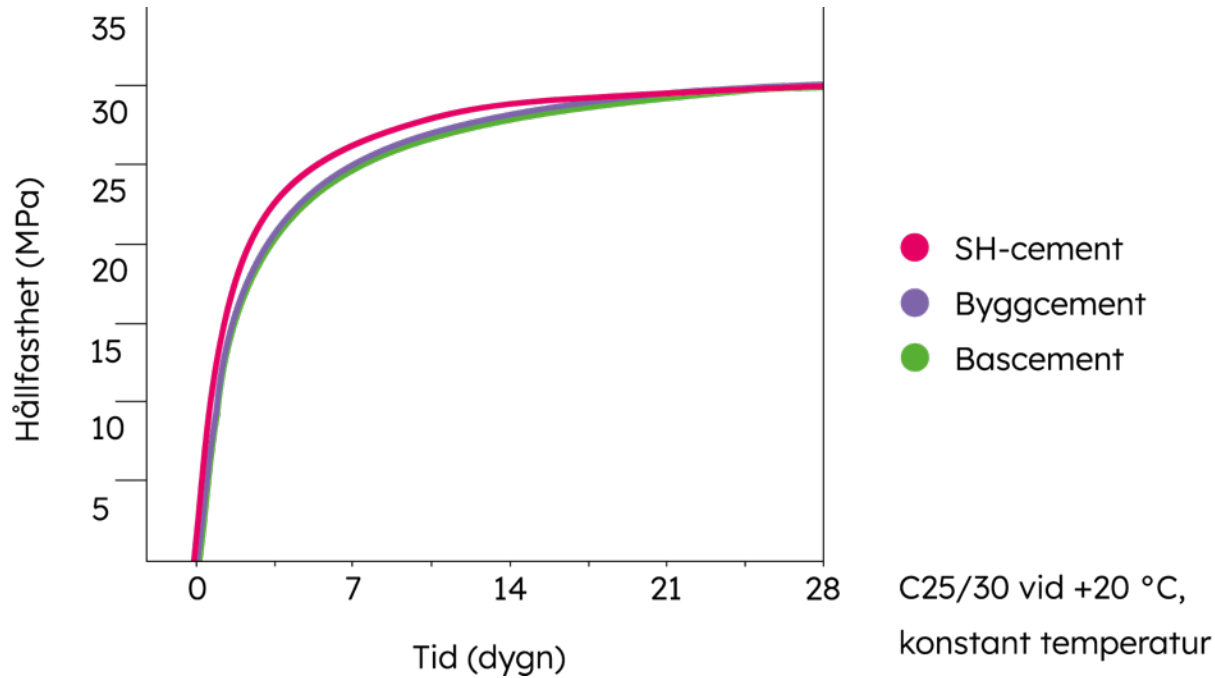
När betongen hårdnar utvecklar cementet värme

- eller



Cement är bindemedlet

C25/30; Tendenskurvor med olika cementsorter



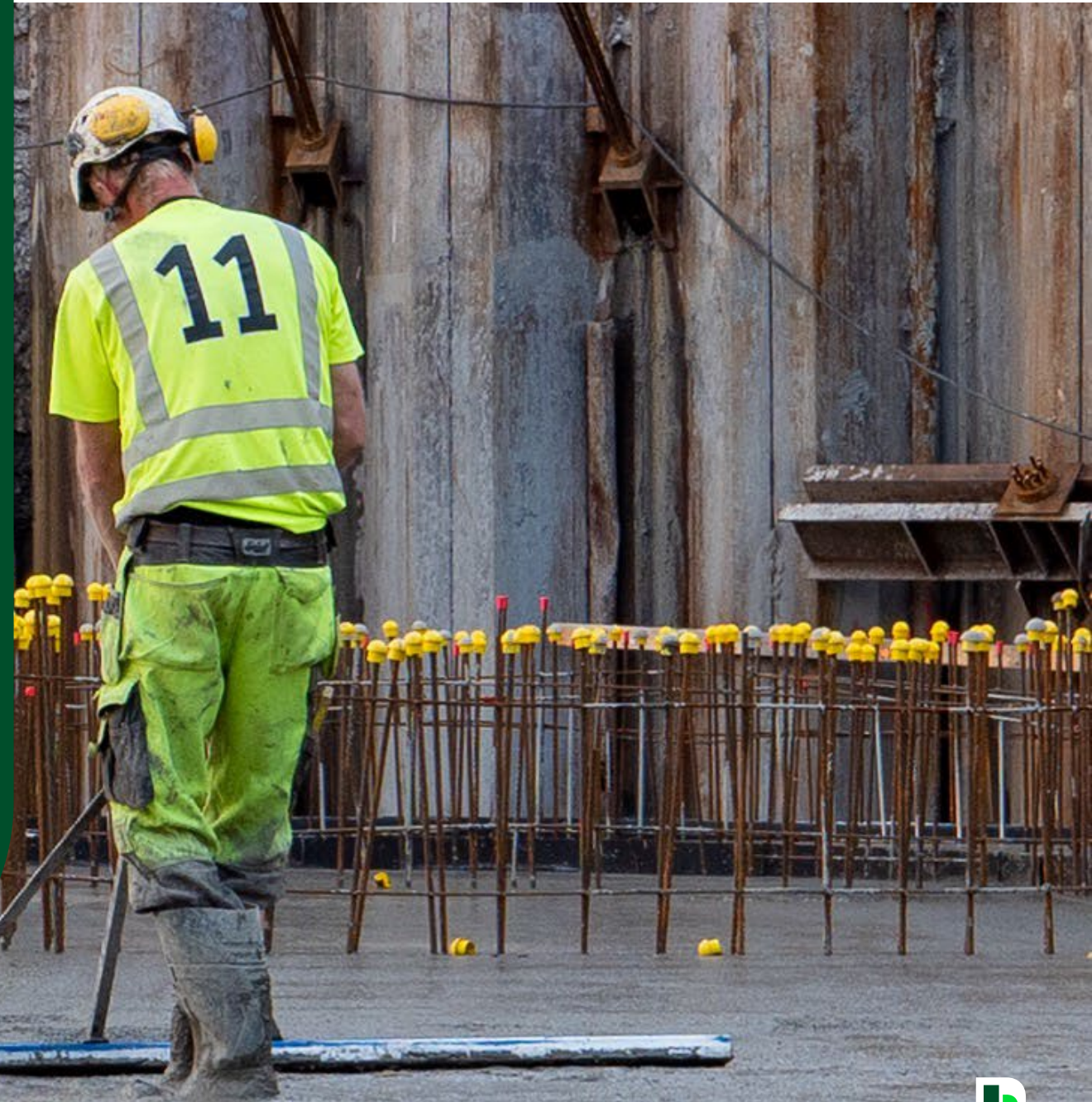
Cementets egenskaper påverkar den färska betongens egenskaper samt dess sluthållfasthet”



Cementets betydelse i färsk betong

- Bidrar till betongens färska egenskaper
- Förhindra avkylning mellan fabrik och arbetsplats

“Vidta åtgärder för att behålla värmen i betongmassan ”



Cementets betydelse under härdning i konstruktionen

- Typ, sort och mängd av cement
- Tillsatsmaterial, tillsatsmedel, eventuell avkylning och typ av konstruktion inverkar och måste beaktas
- "Energien är inbyggd" i bindemedlet



Betongreceptet lägger grunden

Hantering av den färska betongen:

- Blandning
- Transport till bygget
- Transport på bygget
- Gjutning
- Vibring



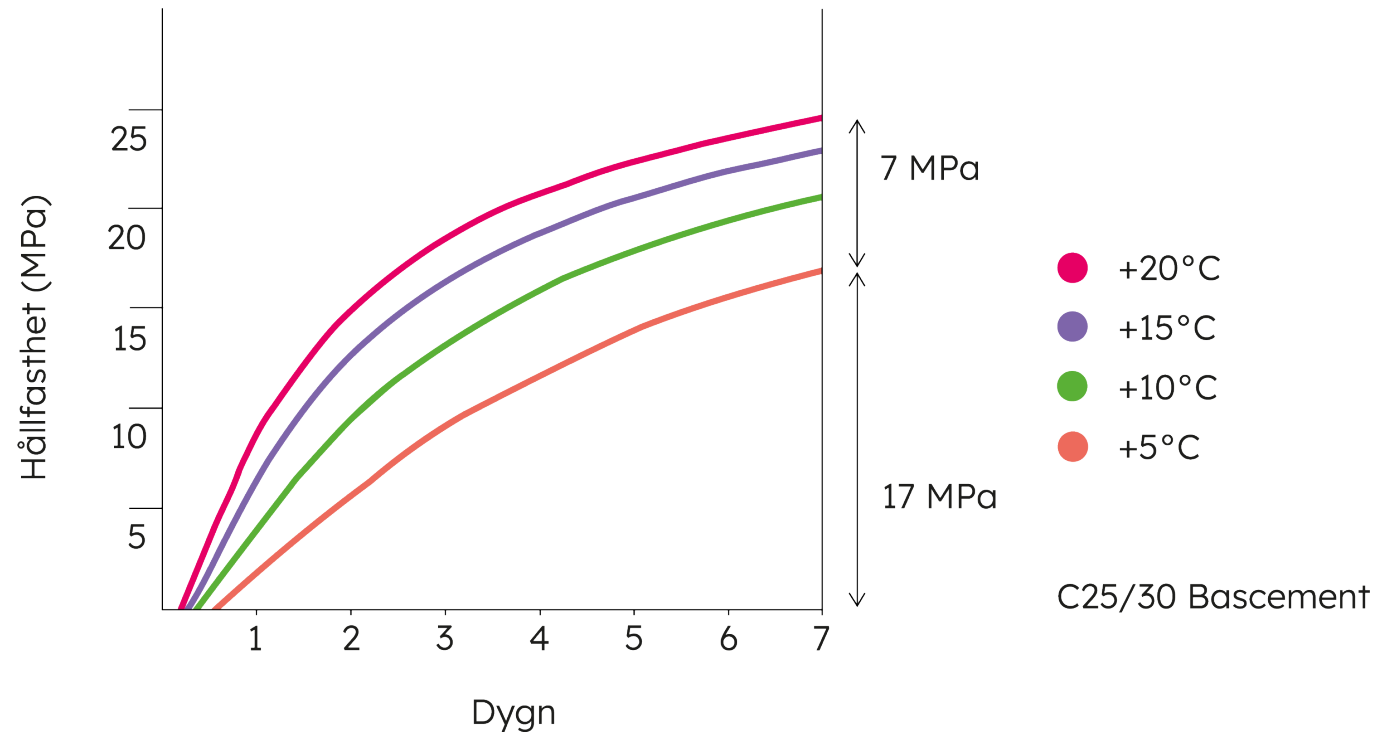
När betongen börjar hårdna:

- Cementsort
- Cementmängd
- Betongtemperatur
- Vattencementtal (Vct)
- Val av tillsatsmedel
- Mängd / kombination av tillsatsmedel
- Mängd / kombination av tillsatsmaterial



Betongreceptet lägger grunden

C25/30; Bascement utan tillsatsmedel

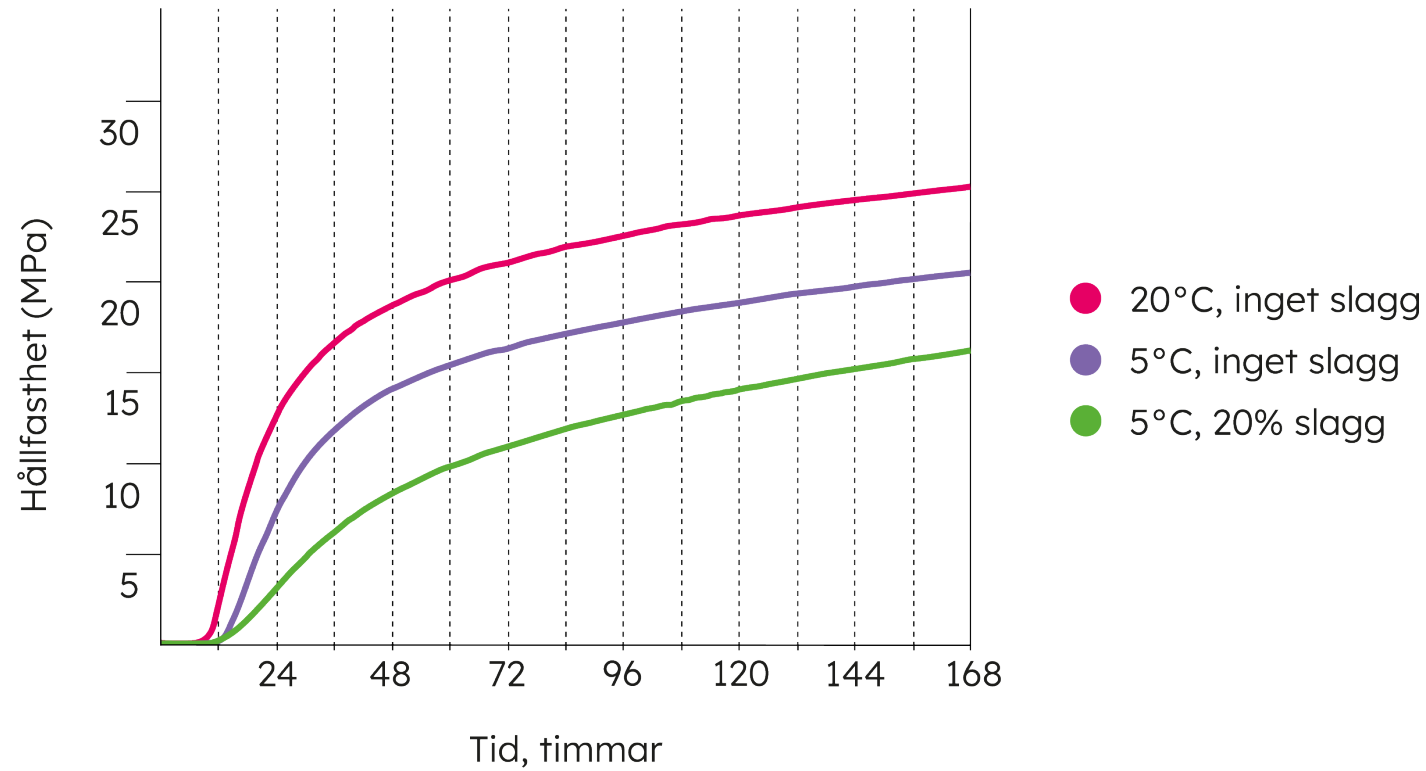


“Temperaturen har stor betydelse”



Betongreceptet lägger grunden

- inverkan av tillsatsmaterial



- Tillsatsmaterial som flygaska och slagg reagerar långsammare än cementklinker
- Tillsatsmaterialens reaktion är även temperaturberoende



Till slut uppnår betongen rätt hållfasthet

På vägen dit måste flera "etappmål" klaras av:

- **Tidig frysning:** Minst 5 MPa i hela konstruktionen innan betongen får frysa
- **Formrivning bjälklag:** Betongen ska först ha uppnått minst 70% av sin sluthållfasthet
- **Formrivning väggar:** Obelastade väggar kräver 6 -7 Mpa i hållfasthet innan formen får rivas



Planera för ett bra resultat

På betongfabriken

- Cementsort
- Betongtemperatur
- Tillsatsmedel
- Tillsatsmaterial

På arbetsplatsen

- Formisolering
- Täckning
- Uppvärmning av motgjutna ytor
- Uppvärmning av nygjuten betong
- Täckning av nygjuten betong
- Täckning efter formrivning
- Extra uppvärmning före, under och efter gjutning



Beräkna och följ upp!

HETT22

- Beräkning av temperatur och hållfasthet för 13 olika konstruktioner
- Dagliga prognoser

Mognadsmätare

- Följer betongens hållfasthetstillväxt direkt i konstruktionen
- Höjer känslan för betongens funktion

Projekt
Simulering
Grafik

Meny

- Konstruktion
- Betong
- Tid
- Väderförhållande
- Åtgärder
 - Väderskydd
 - Isolering
 - Täckning
 - Rör
 - Värmekabel
- Mätningar
 - Temperatur
- Resultat**

Resultat

< Temperatur

▼ Formrivning - Sida 1

Formrivning vid:	Hållfasthet = 15 MPa
Tidpunkt för formrivning:	45 h

▼ Formrivning - Sida 2

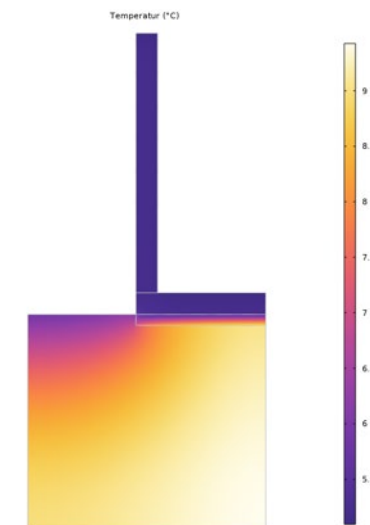
Formrivning vid:	Hållfasthet = 15 MPa
Tidpunkt för formrivning:	45 h

▼ Resultat under simuleringen

Temperatur, max:	15.0 °C
Temperatur, min:	5.1 °C
Temperaturdifferens, max:	5.57 °C
Sluthållfasthet, medel:	31.4 MPa

▼ Notiser och varningar

Simuleringsresultaten ger inga varningar.

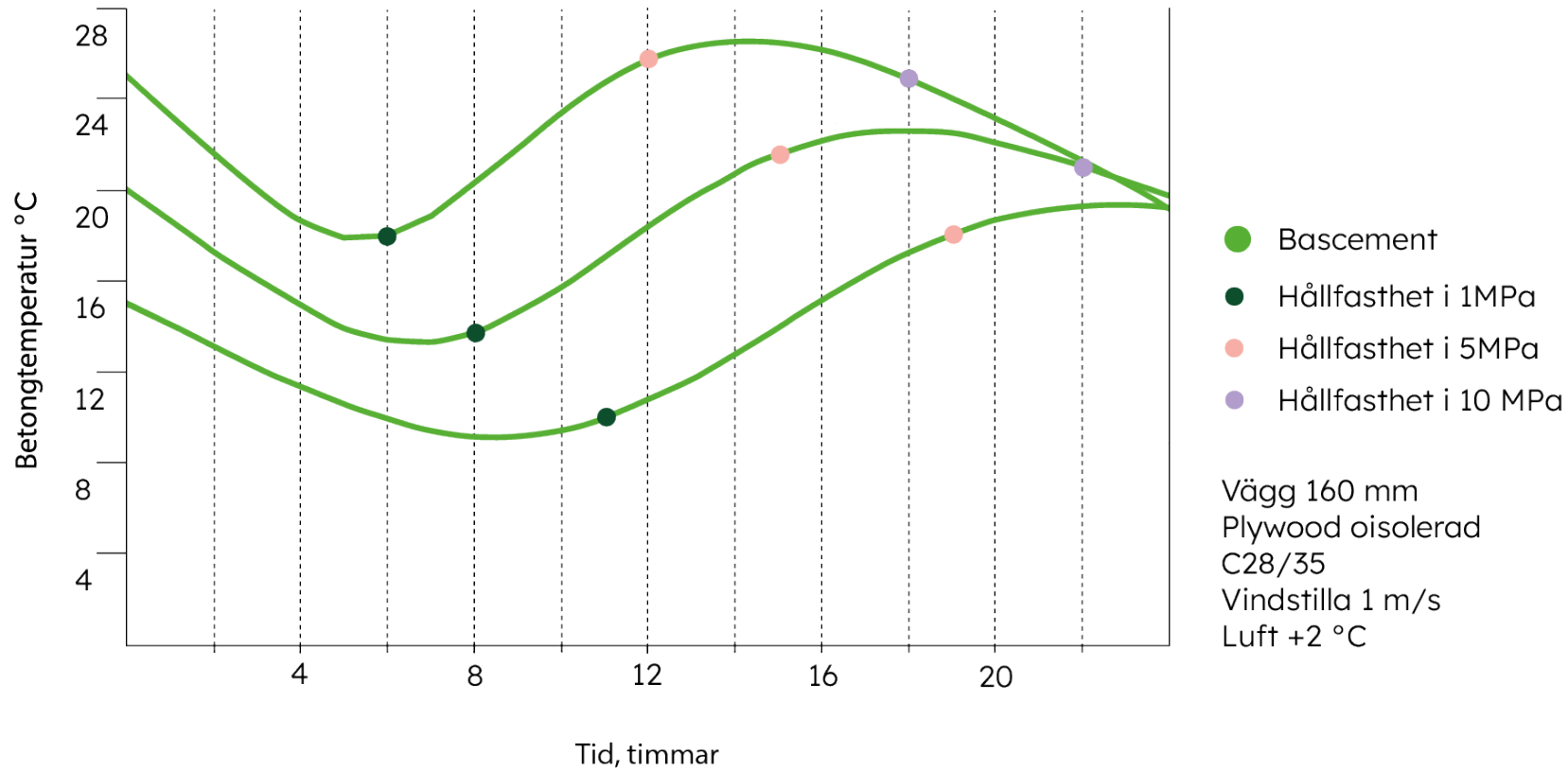


Betongtillverkning

- 2-3° C högre betongtemperatur kan kompensera för transportens avkylning
- Sparsam dosering av flyttillsatsmedel vid kall väderlek
- Val cementsort och/eller högre betongtemperatur klarar kyla bättre

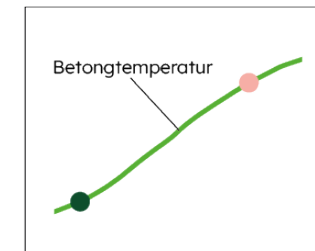


Betongtillverkning – förhöjd temperatur kan kompensera för värmeförluster vid transport och gjutning



- Bascement
- Hållfasthet i 1MPa
- Hållfasthet i 5MPa
- Hållfasthet i 10 MPa

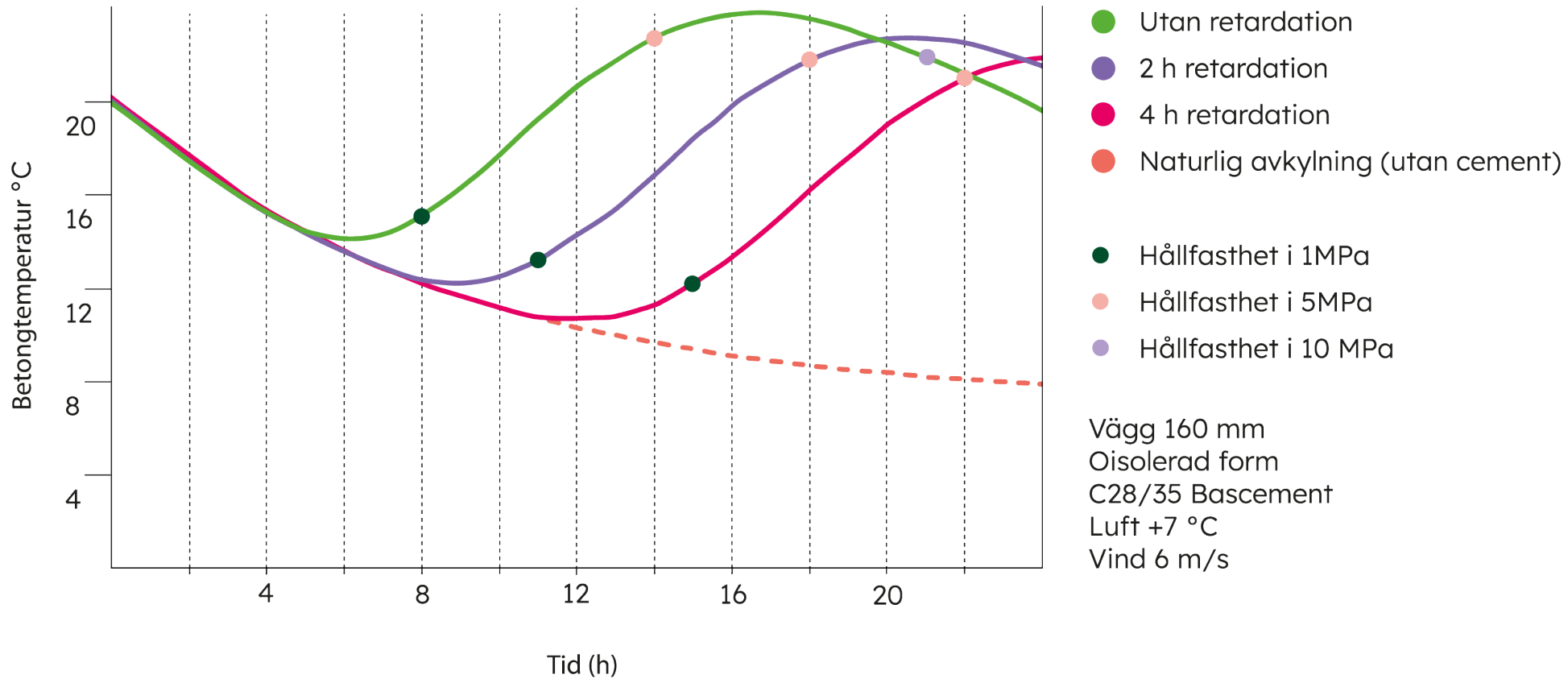
Vägg 160 mm
 Plywood oisolerad
 C28/35
 Vindstill 1 m/s
 Luft +2 °C



Förklaring till diagram



Betongtillverkning – sparsam dosering av flyttillsatsmedel vid kall väderlek



Transport till bygget

Faktorer som påverkar betongens
ursprungstemperatur

- Lastens storlek
- Transporttiden
- Transportens längd
- Väderförhållande, temperatur

Mät i fabrik och på bygget
för att få ökad förståelse för
transportens betydelse.

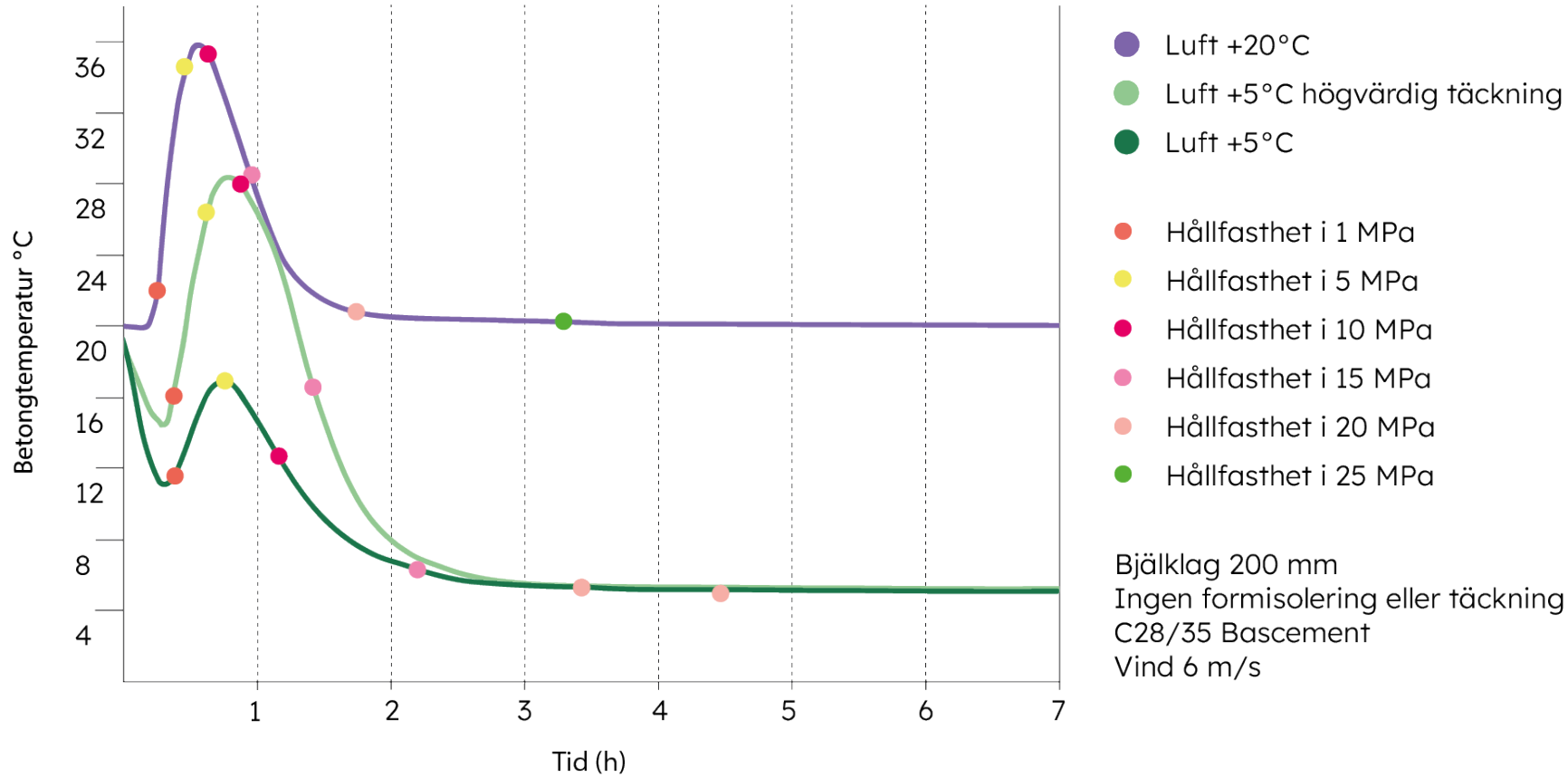


Mottagning , hantering på arbetsplatsen

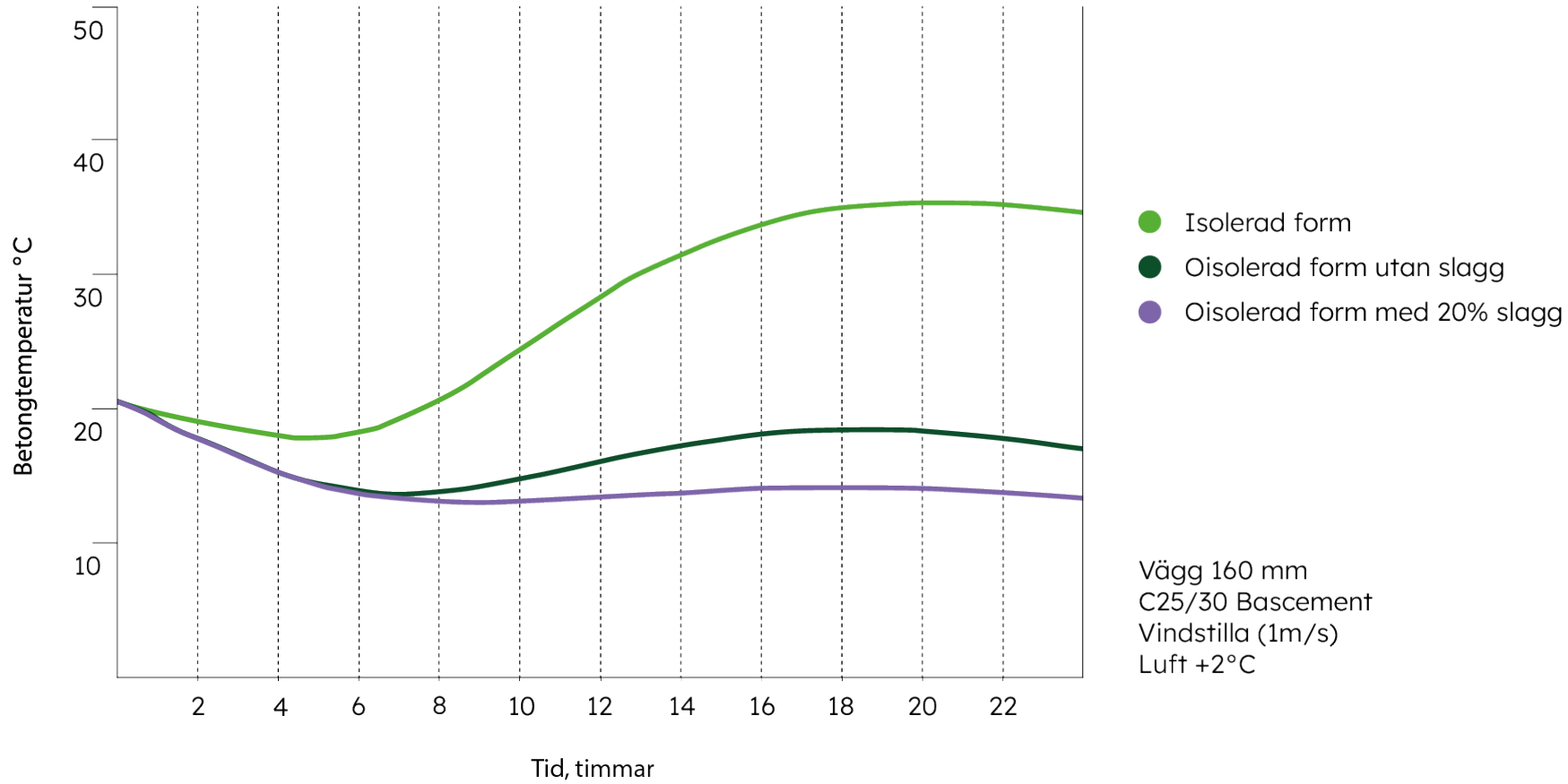
- Tunna konstruktioner avkyls snabbare än tjocka
- Stark vind ökar risken för avkylning
- Täck nygjutna betongytor
- Avkylning av den färska betongen förlänger tillstyvnadstiden



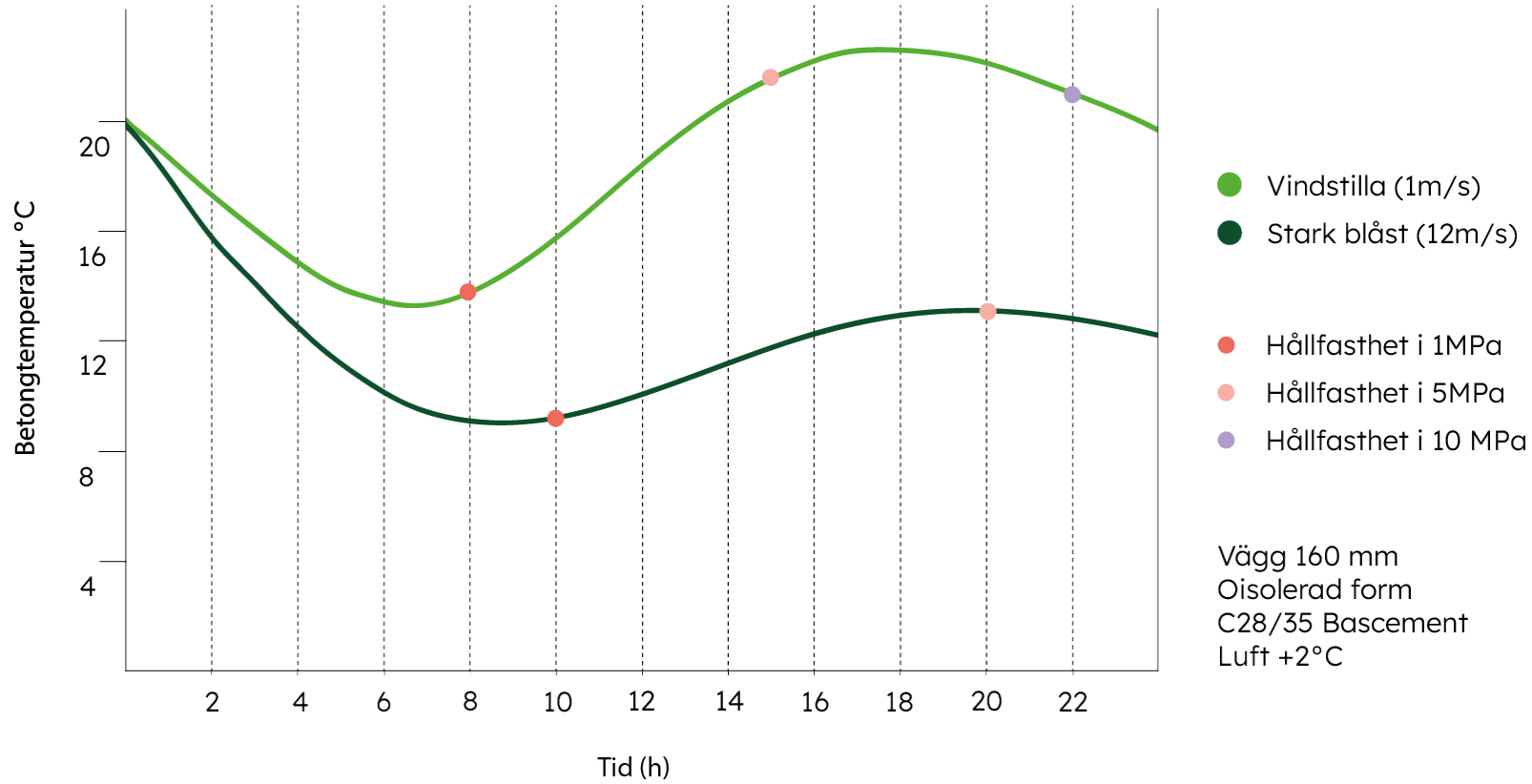
Luftens avkylningseffekt vid låg temperatur



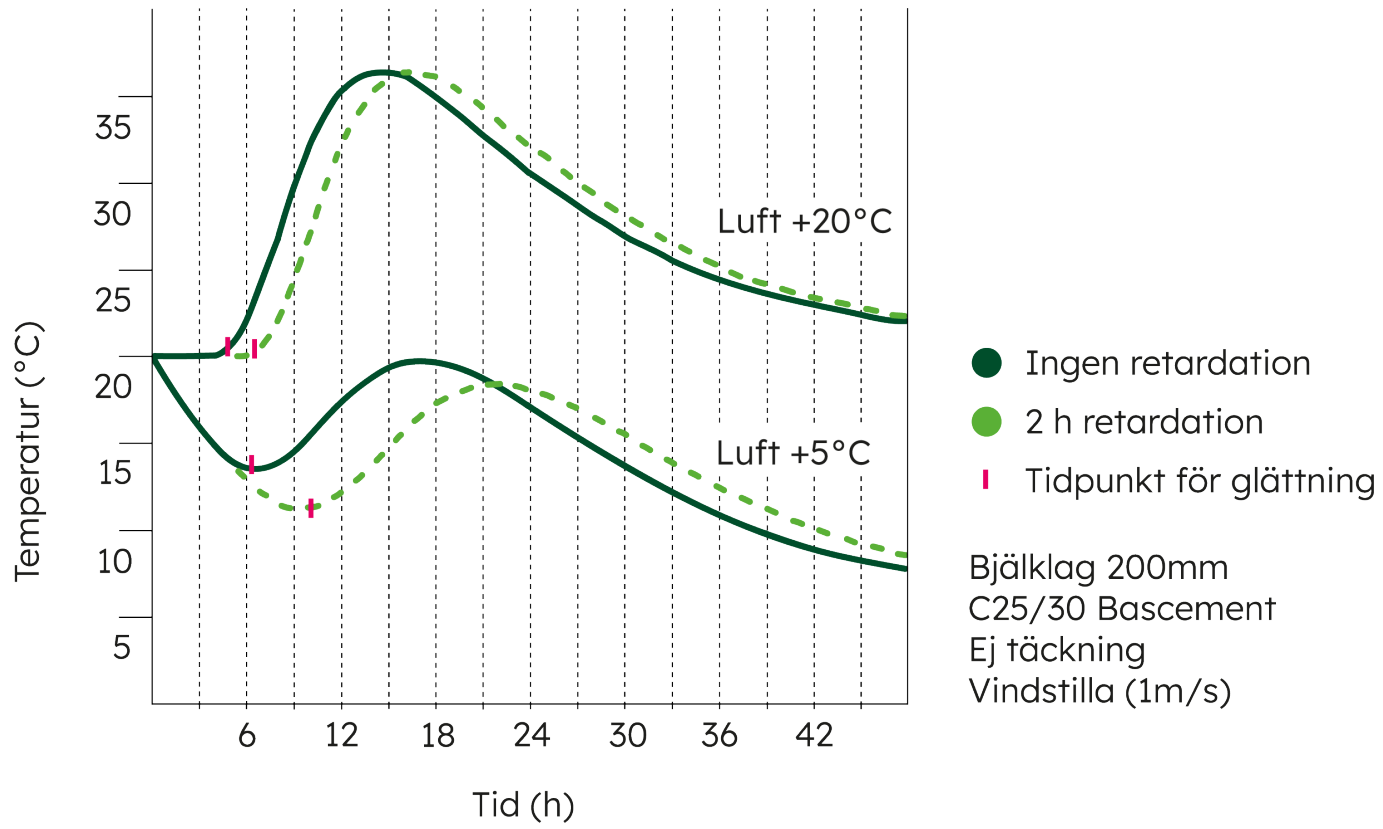
Vindens avkylande effekt



Vägg med och utan formisolering



Temperaturutveckling och glättning. Beräkningar i HETT22



Betongens hållfasthet växer successivt

... om den inte störs av yttre förhållanden, som kan ge

- Försenad glättning
- Fördröjd formrivning

Kontroll av hållfastheten ger höjd säkerhet !



När betongen härdar

Härtningsförloppet är beroende av

- Betongmassans temperatur vid leverans
- Värmen som cementet utvecklar i betongen
- Andel tillsatsmaterial

Viktigt att snabbt täcka oskyddad betong





Sammanfattning - betongen

- Hårdnandet är en känslig kemisk reaktion
- När cementreaktionen startar utvecklas värme
- Flyttillsatsmedel kan fördröja cementreaktionens start
- Avkylning och flyttillsatsmedel kan ge dubbel fördröjning
- Cementet i betongen producerar egenvärme i 2 -3 dagar
- Tillsatsmaterial påverkar betongens värme och hållfasthetsutveckling





Sammanfattning - arbetsplats

- Planera noga valet av betong och arbetsmetod
- Avkylning av färsk betong ger längre tillstyvnadstid och fördröjd härdningsprocess
- Vinden har stor avkylningseffekt
- Isolera formar och täck alla fria betongytor
- Utnyttja betongens egenvärme
- Höjd hållfasthetsklass möjliggör en tidigare formrivning
- Täck direkt efter formrivning



Att tänka på

- Mät betongtemperatur vid fabrik och när den anländer till arbetsplatsen
- Låt inte den färska betongens temperatur sjunka
- Ju lägre starttemperatur på betongen desto senare startar härdningsprocessen
- Det är mer ekonomiskt att bevara betongens egenvärme än att tillföra värme
- Beräkna förväntad avkylning i HETT22
- Kontrollera kontinuerligt med mognadsmätare



Planera
Beräkna
Kontrollera
Agera

Då betongen kommit på plats är hå llfasthetstillvä xten beroende av den betongtemperatur man lyckas hå lla i betongen den första tiden



Läs mer på
cement.heidelbergmaterials.com

