



TALVISED BETOONID JA BETOONITARNED

1. BETOONI TOOTMINE JA TARNIMINE TALVEL

Betoonitootmise külmapiirid:

- Betooni *ei väljastata*, kui õhutemperatuur on alla -15°C või tuulekülm alla -20°C
- Betooni *pumpamist ei teostata*, kui õhutemperatuur alla -15°C või tuulekülm alla -20°C
- Betooni *pumpamist ei garanteerita*, kui õhutemperatuur $-10^{\circ}\text{C} \dots -15^{\circ}\text{C}$ või tuulekülm $-10^{\circ}\text{C} \dots -20^{\circ}\text{C}$. Ruduse logistiku ja tehnikajuhi otsusel pumbatakse betooni, kui on kiired ja pidevad valud (vahelaed, vundamendid vms). Vältida tuleb aeglaseid ja katkestustega ning väliskeskkonnas olevate voolikuliinidega valusid. Võimalusel kasutada pumpade otseväljavõtteid (ilma mastita pumpamine). Külмага peab betoon olema torudes pidevas liikumises.

Kui on pooltühjad mikserikoormad ja/või esimesed koormad, siis peab arvestama varuga (betooni püti külge külmumine). Alla -5°C puhul tuleb vältida $< 1 \text{ m}^3$ suuruseid koormaid.

Antud külmapiirid on määratud lähtudes betoonitehnika ohutustehnilistest nõuetest ja betoonitehnoloogiast.

*Tajutava temperatuuri st. Tuulekülma määratlemine:

<https://www.ilmateenistus.ee/ilm/ilmavaatlused/vaatlusandmed/>

* Tarneotsuste tegemisel Tallinna tehastes on aluseks „Tallinn-Harku” ilmajaama andmed ning Tartu tehases „Tõravere” ilmajaama andmed.

Juhime tähelepanu sellele, et betooni temperatuur enne raketisse paigaldamist peab talvel olema vähemalt $+5^{\circ}\text{C}$, soovitatavalt $+15^{\circ}\text{C}$, vastasel juhul on oht betooni jäätumiseks. Talvise betoneerimise üheks kõige suuremaks mõjuteguriks on tuulekülm, mis põhjustab betooni kiiret jahtumist. Seetõttu on oluline peale valutõid konstruktsiooni võimalikult kiire tuulekindel kinni katmine. Tagamaks rahuldavat kivilisemiskiirust tuleks talviste betoonide ja betoneerimismeetoditega arvestada juba kivilisemiskeskonna temperatuuri langemisel alla $+5^{\circ}\text{C}$.

2. BETOONIVALIK TALVEL

Põrandabetoonide valik:

Soovitame kindlasti valida madala vesi-tsementteguriga betoone (näiteks C30/37, vts = 0,55, S4, kiirtsemendiga). Eriti juhtudel, kui valukoha soojendamisel kasutatakse puhureid ja kui betoonis on kasutatud mikrokiudu. Tavabetoonidega põranda kiirel kuivamisel on talvel väga suur oht, et toimub pealispinna pragunemine ning hiljem tolumamine (pind pehme). Lisaks on oluline põrandate järelhooldus, vältimaks kiiret väljakuivamist. Eelistada tuleks madalama töödeldavusklassiga (S3) betoone, sest suurema töödeldavusega (S4, S5) segudel on pikem tardumisaeg ning seda eriti jahedamates ($0 \dots 5^{\circ}\text{C}$) tingimustes. Madal temperatuur soodustab segus vee ja plastifikaatori pinnalekerkimist. Samuti võib liiga vedelate kiudbetoonide puhul esineda kiudude pinnalejäämist. Segutemperatuuri valikul tuleks lihvitavate põrandate puhul eelistada soojemaid segusid ($15-20^{\circ}\text{C}$), aga arvestada tuleks sellega, et segu ja ümbritseva keskkonna (s.h.aluse) temperatuurierinevus ei oleks suurem kui $7-10^{\circ}\text{C}$. Suurema erinevuse puhul on oht plastsete mahukahanemiste tekkele ja labadega lihvitava põranda pealiskihi delamineerumisele.



PÕRANDA kiirbetooni kasutamine

Põranda kiirbetoonil on oluliselt lühem tardumisaeg, mis võimaldab kuni kaks korda kiiremini alustada ja lõpetada betoonpõrandate lihvimist. Lihvimisajad sõltuvad aluse ja kivinemiskeskonna temperatuuridest ja võivad seetõttu olla erinevad. Ettevaatlik tuleb olla põranda kiirbetooni kasutamisel kõrgematel (üle +15°C) keskkonnatemperatuuridel – kiire tardumine. Üldjuhul on antud betoon mõeldud kasutamiseks keskkonnatemperatuuridel (+5°C....+10°C).

HINNALISA: + 6 €/m³ + km

TALVEBETOONIDE valik üldehituseks:

KÕRGEMA KLASSIGA BETOONI kasutamine

... on üks kõige soodsamaid ja efektiivsemaid lahendusi talvisel betoneerimisel. Soovitame kasutada betoone alates klassist C30/37. Mida kõrgem on klass, seda suurem on tõenäosus, et betoon saavutab OPTIMAALSE AJAGA vajaliku tugevuse. **Lisaks võimaldab kõrgema klassiga betooni kasutamine vähendada betooni talvise hoolduse (katmine, soojendamine) aega kuni kaks korda.** See on hea variant, kui konstruktsioon on vähegi massiivne (küljepikkus vähemalt 0,5m) ja seda on võimalik kiiresti kinni katta. Selliselt on võimalik valada betooni miinuskraadidel ilma lisasoojusenergiat andmata. Saledate konstruktsioonide puhul on hea valik näiteks C40/50.

HINNALISA: vt. hinnakirjast (ca 5-25€/m³ + km)

KIIRENDI kasutamine

... kiirendab betooni kivinemisprotsessi 10-20%. KIIRENDIGA BETOON EI OLE JÄÄTUMISKINDEL BETOON: kiirendi ei kaitse otseselt külmakahjustuste eest. „Miinus“ kraadidega õhutemperatuuril on kindlasti vajalik hoida kivineva betooni temperatuur vähemalt +5°C. Kiirendi on efektiivne, kui kivinemiskeskonna temperatuur on „pluss“ kraadidel. Miinus kraadidel on kasutamine otstarbekas massiivsemate konstruktsioonide puhul. See variant on vähem efektiivsem kui kõrgema betooniklassi kasutamine. Kiirendit võib kasutada koos eelnevate soovitustega (kõrgem betooniklass ja kiirtsement). Kiirendi võimaldab samuti lühendada betooni hooldusaega ning kaudselt vähendab ka külmumisohtu aktiveerides kivinemise alperioodil tsementi. Kiirendit kasutatakse näiteks põrandate valamisel, kui ei taheta suurendada betooni tugevusklassi (suurest tsemendisaldusest tingitud pragunemisoht).

HINNALISA: +7 €/m³ + km



JÄÄTUMISKINDLAD BETOONID

Jäätumiskindel betoon annab ehitajale võimaluse võimalikult kiiresti ja väheste pingutustega saavutada konstruktsiooni vajalik tugevus.

Jäätumiskindel betoon ei pruugi alati „miinus“ kraadidel tagada betooni kiiret kivinemist (kivinemine toimub, aga on näiteks saledate konstruktsioonide puhul väga aeglane), **vaid väldib värskes betoonis külmakahjustuste tekkimist enne külmumistugevuse (5MPa) saavutamist.**

Külmumistugevus on betooni tugevus, mille saavutamisel võib betoon külmuda, ilma et peaks kartma tugevuskadusid. Külmunud betooni kivinemine peatub ning jätkub tugevuskadudeta, kui konstruktsiooni temperatuur on „pluss“ kraadidel (näit. kevadel või konstruktsiooni soojendamisel).

Kui kasutada jäätumiskindlaid betoone kandvates ja XF keskkonnaklassiga konstruktsioonides, siis tuleb tagada kuni vajaliku tugevuse saavutamiseni talvine hooldus (katmine ja betooni temperatuuri hoidmine vähemalt +5°C). Sellisel juhul toimib jäätumiskindel betoon lisakindlustusena.

Jäätumiskindlad betoonid on projekteeritud nii, et vältida külmakahjustuste tekkimist (seguvee külmumistäpi alandamine) ning tagada betooni vajaliku survetugevuse võimalikult kiire saavutamine lühendades seeläbi ka hooldusaega. Üldjuhul on jäätumiskindlad betoonid mõeldud konstruktsioonidesse, kus ei ole võimalik tagada „pluss“ temperatuuri kivinemisperioodi algaasis enne külmumistugevuse (5MPa) saavutamist. Jäätumiskindlaid betoone võib aga kasutada **ka lisakindlustusena** juhuks kui on risk, et HOOLDATAV (kaetud, soojendatav) kivinev betoonkonstruktsioon jääb enne jäätumistugevuse (5MPa) saavutamist (soojenduseseadme rike, katematerjali enneaegne eemaldumine jne.) Odavam on kasutada jäätumiskindlat betooni, kui riskida konstruktsiooni tugevuskadudest põhjustatud lammutamisega.

OLULINE: jäätumiskindla betooni kasutamine ei taga alati konstruktsioonide koormamiseks piisavat kivinemiskiirust. **Kui on vaja tagada kivinemiskiirust, siis tuleb kindlasti kasutada talvise betoneerimise meetodeid (betooni katmine, soojendamine, temperatuuri hoidmine vähemalt +5°C).** Kui on tagatud vajalik temperatuur, on jäätumiskindla betooni kivinemiskiirus oluliselt kiirem kui tavabetoonil.

Millest tuleneb jäätumiskindla betooni maksumus? Jäätumiskindlates betoonides on ühendatud 3 mõjutegurit: **kiirtsement + kiirendi + kõrge betoonitugevus (ca 45...50 MPa) + seguvee külmumistäpi alandamine** e. jäätumisvastane efekt.

HINNALISA:

-5°C + 23.-/m³ + km

-10°C + 29.-/m³ + km

-15°C + 36.-/m³ + km

Jäätumiskindel lisa ja XF betoonid:

XF klassiga ja/või veetihedate betoonide puhul **ei soovitata, aga võib** jäätumiskindlaid betoone kasutada. Juhul kui betoon peaks kivinemise varajases staadiumis läbi külmuma, ei garanteerita külmakindlus klassi või veetiheduse säilimist, aga tagatakse survetugevus. Minimaalsel lubatud tugevusel (ehk 5MPa juures) läbikülmunud betooni lõplik survetugevus („pluss“ kraadil edasi kivilines) ei vähene, kuid selle struktuuri mikrokahjustused **võivad, aga ei pruugi vähendada** veetihedust ja külmakindlust. Tegelikuses sõltub palju sellest, kui massiivne on konstruktsioon. Jäätumiskindel betoon on projekteeritud selliselt, et saavutada võimalikult kiiresti vajalik tugevus ja seeläbi vähendada ka riski betooni külmumisele.



Kui betooni läbikülmumist enne vajaliku tugevuse saavutamist ei toimu, siis ei ole mõju ka külmakindlusele ja veetihedusele. Jäätumiskindlate betoonide jäätumisvastast efekti kasutatakse ära vuukide jms vähem vastutusrikaste konstruktsioonide valamisel. Seal, kus on vaja XF klassi, veetihedust või kindlaks ajaks vajalikku tugevust, tuleb tagada betooni kivistumisperioodiks vähemalt +5°C. Sellisel juhul toimib jäätumiskindel betoon kui vajaliku hooldusaja väga tõhus lühendaja. Lisaks toimib see betooniliik **lisakindlustusena** juhuks, kui mingil põhjusel peaks kivistumise algperioodil (kuni 3 päeva) betoon läbi külmuma. Sellega kindlustatakse konstruktsiooni külmumisest tingitud tugevuskadude vastu, kuid ei ole 100% kindlustust XF ja veetiheduse säilimisele.

TALVISE BETONEERIMISE KÕIGE OLULISEM MÄRKSÕNA ON SOOJUS. Soojus on kõige mõjusam tegur tagamaks betoonkonstruktsiooni kiiret kivistumist. Talvebetoonid võimaldavad oluliselt lühendada talvise hoolduse (sooja hoidmise või andmise) kestvust ja seeläbi vähendada ehitamise maksumust. Talvebetoonid on seda efektiivsemad, mida kõrgem on kivistumise konstruktsiooni temperatuur.

Kui teil on küsimusi, siis võtke julgelt ühendust: jaanus.jarve@rudus.ee , 5054131

Jaanus Järve
RUDUS AS