

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°C ... -15°C või tuulekülm -10°C ... -20°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.

Pooltühjade mikserikoormate ja/või esimeste koormate korral arvestada varuga (betooni püti külge külmumine). Varuks võiks arvestada $0,5-0,7 \text{ m}^3$. Alla -5°C puhul tuleb vältida $< 1 \text{ m}^3$ suuruseid koormaid. Kui mahalaadimine võtab kauem kui 1 h võib mikserisse jääv betoon järk järgult külmuda.

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 $+5^{\circ}\text{C}$, soovitavalt $+15^{\circ}\text{C}$, vastasel juhul on oht betooni jäätumiseks. Talvise betoneerimise üheks kõige suuremaks mõjuteguriks on tuulekülm, mis põhjustab betooni kiiret jahtumist. Seetõttu on oluline peale valutoid võimalikult kiiresti konstruktsioon tuulekindlalt kinni katta. Tagamaks rahuldavat kividemiskiirust tuleks talviste betoonide ja betoneerimismeetoditega arvestada juba kividemiskeskonna temperatuuri langemisel alla $+5^{\circ}\text{C}$.

2. BETOONIVALIK TALVEL

Põrandabetoonide valik:

Soovitame kindlasti valida madalama vesi-tsementteguriga ja kõrgema survetugevusklassiga betoone (alates C30/37 või $v/ts \leq 0,55$). Eriti juhtudel, kui valukoha soojendamisel kasutatakse puhureid ja kui betoonis on kasutatud mikrokiudu. Talveperioodil on tavabetoonidega valatavate põrandate kiirel kuivamisel väga suur oht, et toimub pealispinna pragunemine ning hilisem tolmamine (pind pehme). Vältimaks kiiret väljakuivamist on oluline põrandate järelhooldus. Eelistada tuleks madalama töödeldavusklassiga (S3) betoone, sest suurema töödeldavusega (S4, S5) segudel on pikem tardumisaeg ning seda eriti jahedamates (0°C ... $+5^{\circ}\text{C}$) tingimustes. Madal temperatuur soodustab segus vee ja plastifikaatori pinnalekerkimist. Samuti võib liiga vedelate kiudbetoonide puhul esineda kiudude pinnalejäämist.

Segutemperatuuri valikul tuleks arvestada, et segu ja ümbritseva keskkonna (sh aluse) temperatuuri erinevus ei oleks suurem kui 7°C ... 10°C . Suurema erinevuse puhul on oht plastsete mahu- kahanemiste tekkele ja labadega lihvitava põranda pealiskihi delamineerumisele.

KIIRENDIGA PÖRANDABETOON

... on oluliselt lühema tardumisajaga võimaldades kiiremini alustada ja lõpetada betoonpõrandate lihvimist. Lihvimisajad sõltuvad aluse ja kivinemiskeskonna temperatuuridest ja võivad seetõttu olla erinevad. Üldjuhul on antud betoon mõeldud kasutamiseks kivinemiskeskonna temperatuuridel (+5°C ... +10°C).

HINNALISA: + 8,5 €/m³ +km22%

TALVEBETOONIDE valik üldehituseks:

KÕRGEMA KLASSI 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 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 +km22%)

KIIRENDI kasutamine

... kiirendab betooni kivinemisprotsessi 10-20% / 1-3 h. KIIRENDIGA BETOON EI OLE JÄÄTUMISKINDEL BETOON, st 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 „plus“ kraadidel. Miinuskraadidel on kasutamine otstarbekas massiivsemate konstruktsioonide puhul. Mittelihvitavate konstruktsioonide (näiteks seinad, vundamendid, postid jms) korral on see variant vähem efektiivsem, kui kõrgema betooniklassi kasutamine. Kiirendit võib kasutada ka koos kõrgema betooniklassiga. Kiirendi võimaldab samuti lühendada betooni hooldusaega ning kaudselt vähendab ka külmumisohtu aktiveerides kivinemise algperioodil tsementi. Kiirendit kasutatakse näiteks põrandate valamisel, kui ei taheta suurendada betooni tugevusklassi (suuremast tsemendisaldusest tingitud pragunemisoht).

HINNALISA: + 8,5 €/m³ +km22%

JÄÄTUMISVASTASE LISANDI kasutamine

... on soodsaim variant **vähendamaks** külma kahjulikku mõju betooni omadustele, kuid ei väldi seda. Jäätumisvastast lisandit sisaldav betoon toimib kuni temperatuurini -10°C. Jäätumisvastast lisandit sisaldava betooni kasutamisel tuleb kindlasti järgida ka talvise betoneerimise reegleid. Jäätumisvastast lisandit sisaldav betoon on võrreldes tava- ning kiirendiga betooniga kiirema tardumise ja kivinemise kiirusega. Lisaks omab antud betoon külmumisvastast efekti, takistades värskes segus jääkristallide teket. Jäätumisvastast lisandit sisaldavaid betoone pakume alates klassist C25/30, kuid soovitame tungivalt kasutada tugevusklasse alates C30/37'st. Kui järgitakse talvise betoneerimise reegleid, saab jäätumisvastast lisandit kasutada pea kõikides betoonides.

Jäätumisvastast lisandit sisaldav betoon ei ole nii efektiivne kui jäätumiskindel betoon.

HINNALISA:

-5°C + 16 €/m³ +km22%

-10°C + 25 €/m³ +km22%



JÄÄTUMISKINDLA BETOONI kasutamine

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

Jäätumiskindel betoon ei pruugi alati „miinus“ kraadidel tagada betooni kiiret kivistumist (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 ilma tugevuskadudeta, kui konstruktsiooni temperatuur on „plus“ kraadidel (näit. kevadel või konstruktsiooni soojendamisel).

Kasutades jäätumiskindlaid betoone kandvates ja XF keskkonnaklassidega konstruktsioonides, 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 vältimaks külmakahjustuste teket (alandades seguvee külmumistäppi) ning tagamaks betooni vajaliku survetugevuse võimalikult kiire saavutamine ja seeläbi lühem hooldusaeg. Üldjuhul on jäätumiskindlad betoonid mõeldud konstruktsioonidesse, kus ei ole võimalik tagada „plus“ temperatuuri kivinemisperioodi algfaasis enne külmumistugevuse (5MPa) saavutamist. Jäätumiskindlaid betoone võib kasutada **ka lisakindlustusena** juhuks, kui on risk, et HOOLDATAV (kaetud, soojendatav) kivinev betoonkonstruktsioon jääb enne külmumistugevuse (5MPa) saavutamist (soojendusseadme rike, katematerjali enneaegne eemaldamine 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, tuleb kindlasti kasutada talvise betoneerimise meetodeid (betooni katmine, soojendamine, temperatuuri hoidmine vähemalt +5°C).** Tagades vajaliku temperatuuri, on jäätumiskindla betooni kivinemiskiirus oluliselt kiirem kui tavabetoonil.

Millest tuleneb jäätumiskindla betooni maksumus? Jäätumiskindlates betoonides on ühendatud 3 mõjutegurit: **kiirendi + suur tsemendisaldus + seguvee külmumistäpi alandamine e. jäätumisvastane efekt.**

HINNALISA:

-5°C	+ 26 €/m ³ +km22%
-10°C	+ 32 €/m ³ +km22%
-15°C	+ 42 €/m ³ +km22%

**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 külmakindluse klassi või veetiheduse säilimist, küll aga tagatakse survetugevus. Minimaalsel lubatud tugevusel (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 saavutamaks võimalikult kiiresti vajalik tugevus vähendades seeläbi ka riski betooni külmumisele. Kui betooni enne vajaliku tugevuse saavutamist läbi ei külmu, ei ole mõju ka betooni külmakindlusele ja veetihedusele. Jäätumiskindlate betoonide külmumisvastast efekti kasutatakse ära näiteks vuukide ja teiste vähem vastutusrikaste konstruktsioonide valamisel. Seal, kus on vaja XF klassi, veetihedust või kindlaks ajaks vajalikku tugevust, tuleb tagada betooni kivinemisperioodiks vähemalt +5°C. Sellisel juhul toimib jäätumiskindel betoon kui vajaliku hooldusaja väga tõhus lühendaja. Lisaks toimib see betooniliik **lisakindlustusena** juhuks, kui mingil põhjusel peaks kivinemise algperioodil (kuni 3 päeva) betoon läbi külmuma. Sellega kindlustatakse konstruktsioon külmumisest tingitud tugevuskadude vastu, kuid see ei anna 100% kindlustust XF omaduste ja veetiheduse säilimisele.

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

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

Jaanus Järve
RUDUS AS