

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, 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 võimalikult kiiresti konstruktsioon tuulekindlalt kinni katta. Tagamaks rahuldavat kivilisemiskiirust tuleks talviste betoonide ja betoneerimismeetoditega arvestada juba kivilisemiskeskonna temperatuuri langemisel alla $+5^{\circ}\text{C}$. **V.A. MKB ERIBETOONI KASUTAMISEL (vt. MKB betooni kirjeldust allpool).**

2. BETOONI VALIK TALVEL

Põrandabetoonide valik:

Soovitame kindlasti valida madalama vesi-tsementteguriga ja kõrgema survetugevusklassiga betoone (hea valik on C30/37 või $v/ts \leq 0,55$). Madal v/ts on eriti oluline juhtudel, kui valukoha soojendamisel kasutatakse puhureid ja kui betoonis on kasutatud mikrokiudu. Talveperioodil on tavabetoonidega valatavate põrandate kiirel kuivamisel oht, et toimub pealispinna pragunemine ning hilisem tolumamine (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 pinnale kerkimist. 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 PÕRANDABETOON

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

HINNALISA: + 8,5 €/m³

TALVEBETOONIDE valik üldehituseks:

KÕRGEMA TUGEVUSKLASSI 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.

KIIRENDI kasutamine

... kiirendab betooni kivinemisprotsessi 10-20%. 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 kivinemiskeskkonna temperatuur on „pluss“ 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). Kiirendit ei kasutata koos külmumisvastase lisandi või jäätumiskindla betooniga.

HINNALISA: + 8,5 €/m³

KülmumisVASTASE LISANDI (tähis KÜLM) kasutamine

Külmumisvastase lisandiga betoon on soodsaim variant vähendamaks külma kahjulikku mõju betooni omadustele, kuid ei väldi seda.

Külmumisvastast lisandit sisaldav betoon toimib kuni temperatuurini -10°C. Külmumisvastast lisandit sisaldava betooni kasutamisel tuleb kindlasti järgida ka talvise betoneerimise reegleid, kuni saavutatakse soovitud tugevus. Külmumisvastast lisandit sisaldav betoon on võrreldes tava- ning kiirendiga betooniga kiirema tardumise ja kivinemise kiirusega. Lisand takistab värskes segus jääkristallide teket. Külmumisvastast lisandit sisaldavaid betoone pakume alates klassist C25/30, kuid soovitame tungivalt kasutada tugevusklassi alates C30/37'st. Kui järgitakse talvise betoneerimise reegleid, saab külmumisvastast lisandit kasutada pea kõikides betoonides. Selle lisandiga betooni kasutus on mõistlik näiteks ka esimeste öökülmade puhul (öösel on miinuskraadid ja päeval plusskraadid). Külmumisvastast lisandit sisaldav betoon ei ole nii efektiivne kui jäätumiskindel betoon.

HINNALISA: KÜLM -5°C + 16 €/m³
KÜLM -10°C + 25 €/m³

JÄÄTUMISKINDLA (tähis PA) 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 „pluss“ kraadidel (näit. kevadel või konstruktsiooni soojendamisel).

Kasutades jäätumiskindlaid betoone kandvates 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 „pluss“ 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. Jäätumiskindlaid betoone pakume alates tugevusklassis C25/30, aga soovitame keasutada tugevusklassi C30/37.

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 tsemendisisaldus + seguvee külmumistäpi alandamine e. jäätumisvastane efekt.**

Jäätumiskindlaid betoone ei saa toota XF klassiga.

HINNALISA:

PA -5°C	+ 29 €/m ³
PA -10°C	+ 35 €/m ³
PA -15°C	+ 45 €/m ³

Talvetoonid ja XF betoonid:

XF klassiga ja veetihedate betoonide puhul võib kasutada talvetoone, aga peab arvestama sellega, et enne läbikülmumist peaks betoon olema saavutanud 70% ettenähtud survetugevusest. Minimaalsel lubatud tugevusel (5MPa juures) läbikülmunud betooni struktuuri mikrokahjustused **võivad, aga ei pruugi vähendada** veetihedust ja külmakindlust. Talvetoonid on projekteeritud saavutamaks võimalikult kiiresti vajalik tugevus, vähendades seeläbi ka riski betooni külmumisele. **XF betoone ei paku me JÄÄTUMISKINDLA betoonina.** Kõiki ülejäänud talvetoone saame pakkuda ka XF klassiga.

UUS TALVEBEToon!
MKB
Miinuskraadil Kivinev Betoon

MKB (Miinuskraadil Kivineva) BETOONI kasutamine

... annab ehitajale erakordse võimaluse betoneerida talvel ilma talvise betoneerimise reegleid järgimata. Betooni tugevusklass on **C30/37** (eritingimustel C35/45). Valatavat betooni ei ole vaja soojendada/katta, betooni kivinemine miinuskraadidel **on 100% garanteeritud ja tugevusklass saavutatakse 56 päeva jooksu**. Kui konstruktsioon on vähegi massiivne ja temperatuur on vahepeal kõrgem, siis on kivinemisprotsess ka kiirem. Oluline on, et alus või raketis ei oleks lumine või jääs. Tagatud on ka erinevad keskkonnaklassid. Võrreldes teiste talvetoonidega on MKB tardumisaeg sarnane tavabetooniga ehk paigaldusaeg on piisavalt pikk, võimaldades teostada ka aeglasemaid valutöid.

HINNALISA:

MKB -5	kasutamiseks temperatuuril kuni -5°C	+ 73 €/m3
MKB -10	kasutamiseks temperatuuril kuni -10°C	+ 134 €/m3

Tutvu tootelehega: www.rudus.ee

Talvetoonide kasutus vastavalt keskkonna õhutemperatuuridele:

TALVEBEToon	ÕHUTEMPERatuur							
	Päeval Öösel	0° ... +10°C	0° ... +10°C	0° ... -5°C	0° ... -5°C	-5° ... -10°C	-5° ... -10°C	-10° ... -15°C
Kõrgem klass		x*	x*	x*	x*	x*	x*	x*
Kiirendi		x*	x*	x*	x*	x*	x*	x*
külmumisvastase lisandiga betoon KÜLM -5			x*	x*				
külmumisvastase lisandiga betoon KÜLM -10					x*	x*		
Jäätumiskindel betoon PA -5			x	x				
Jäätumiskindel betoon PA -10					x	x		
Jäätumiskindel betoon PA -15							x	x
Miinuskraadidel kivinev bet. MKB - 5	ainult Tallinnas			x	x			
Miinuskraadidel kivinev bet. MKB -10	ainult Tallinnas				x	x		

* kindlasti vajalik betooni temperatuuri hoidmine >0°C

** MKB betoon toimib ka madalamatel temperatuuridel, aga kivinemiskiirus aeglustub oluliselt.

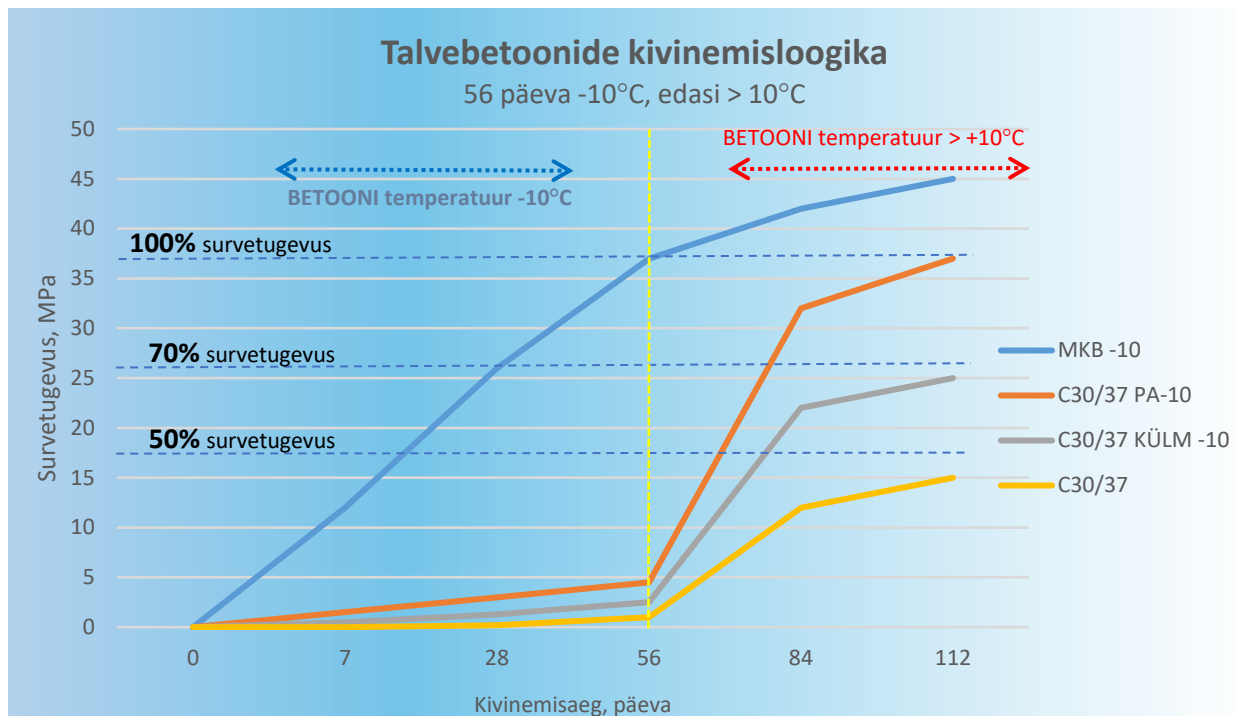
Jäätumiskindel PA betoon on optimaalseim võimalikest lahendustest betooni valikul, aga selle kasutus ei taga alati betooni kivinemist.

Tuleb jälgida betooni temperatuuri ning vajadusel katta ja anda lisasooja kuni vajaliku tugevuse saavutamiseni.

Kui konstruktsiooni hoidmine "+" kraadidel ei ole võimalik st, talvine hooldamine on keeruline või on ebamõistlikult kallis, siis saab kindlustada kivinemist MKB betooniga.

NB! KÕIGI talvetoonide (v.a. MKB betoon) kasutamisel tuleb järgida talvise betoneerimise reegleid, kui on vajadus saavutada konstruktsiooni konkreetne tugevus talvistes tingimustes.

KASU EHITAJALE: Talvetoonid võimaldavad kordades lühendada betooni hooldusaegasid ja vältida konstruktsiooni külmumisest tingitud tugevuskadusid. MKB betoonide kasutamine vabastab ehitaja külmumisriskidest, lihtsustab oluliselt ehitusprotsessi (ei pea katma, soojendada), tagab kindla kivinemise ka siis, kui betoonkonstruktsiooni enda temperatuur on miinuskraadidel.



NB! Kivistumisloogika graafik näitab talvebetoonide erinevust TINGLIKULT ja see ei ole täpne kivistumisgraafik. Kivistumine on kirjeldatud BETOONI temperatuuri kaudu. Täpsed kivistumiskõverad sõltuvad betoonkonstruktsiooni temperatuurist, mis omakorda sõltub betooni klassist, hooldusest, kivistumiskeskkonna tingimustest ja konstruktsiooni massiivsusest. Antud graafik iseloomustaks ÄÄRMUSLIKULT vuugibetooni C30/37, mis valatakse talvel -10°C keskkonnas õõnespaneeli vuuki ja talvehooldust ei tehta 56 päeva jooksul. 56 päeva möödudes tõstetakse temperatuur +10°C peale.

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 kivistava konstruktsiooni temperatuur.

NB! Kui kasutate MKB betooni, siis ei oma väliskeskkonna ja betooni temperatuur tähtsust, KIVINEMINE TOIMUB ILMA TALVISE HOOLDUSETA KA MIINUSKRAADIDEL. Oluline on järgida vastavaid MKB piirtemperatuure.

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