

Tüüp	Materjal	
Mineraalsed materjalid	BETOON	
CO ₂ jalajälg alternatiivsel uuel materjalil (A1...A3), kgCO ₂ e/kg	Asjakohane standard	Tihedus, kg/m ³
0,10	EVS-EN 206	~2200

Kirjeldus

Betoon on tsemendi ja täitematerjalide segust saadud halli värvi kõva tehiskivi. Tsemendi kui sideaine osakaal betoonist on väike ning suurema osa betoonist moodustab täitematerjal. Suuremad jämetäitematerjali (killustiku, kruusa) osakesed võivad olla erinevat värvitooni. Betooni kasutatakse ehitises tüüpiliselt koos (teras)sarruse ehk armatuuriga. Betooni laialdasem kasutamine Eestis algas esimese vabariigi ajal 20.-nda sajandi algul.



Vaadeldav omadus

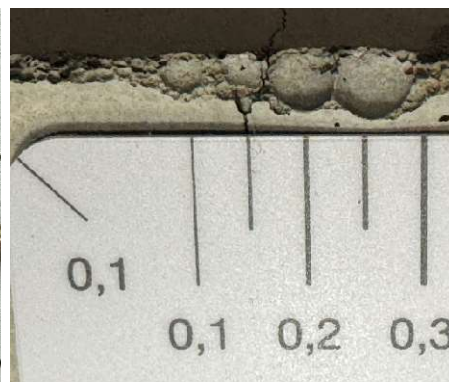
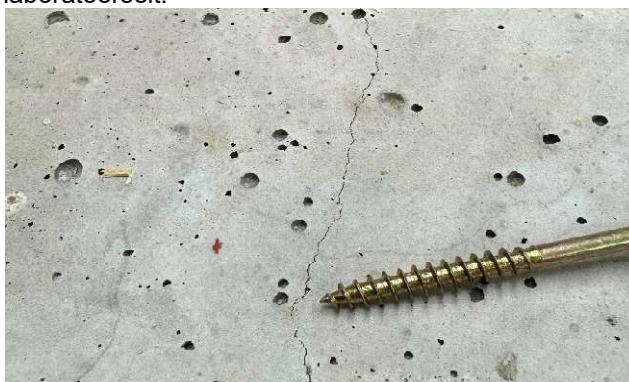
TUGEVUSNÄITAJAD / SURVETUGEVUS

Töendamismeetod

Pragude olemasolu tuvastamine visuaalse vaatlusega

Betoon võib praguneda ka ilma väliste koormusteta aja möödudes mahukahanemistest tingituna kivinemise käigus, kuivades või sisemiste reaktsioonide tulemusel. Tekkinud praod võivad osutada määravaks vana betooni uuskasutusel. Pragude hindamisel tuleb selgitada prao tekke põhjus. Näiteks ilma eelpingestuseta õõnespaneelide alaosas on pragude esinemine suure tõenäolisusega paratamatu. Paneeli sarrus hakkab tööle alles pärast läbivajumisi ja see on tavapärane. Teisalt ei ole eelpingestatud paneelide pragunemine ohutu ja välise vaatluse põhjal ei ole võimalik hinnata, kas tegemist on eelpingestatud või eelpingestamata õõnespaneeliga. Karboniseerumisest kui välisest kliimakoormusest tulenev korrosioon võib põhjustada betooni pragunemist ning levinud käsitluse kohaselt loetakse elemendi kasutusiga lõppenuks prao laiuse 0,3 mm juures.

Pragunenud betoonelementide korduskasutuse hindamist peavad teostama selle ala eksperdid. Pragunenud betooni kasutamine ümbertöödeldud kujul on teostatav väheste nõuetega kohtades. Kõrgendatud nõuetega kohtades kasutamiseks tuleks pragunenud betooni ümbertöötlusvõimalusi uurida laboratoorselt.



Hindamise usaldusväärsus (väga madal, madal, keskmine, kõrge, väga kõrge) <p style="text-align: center;">Madal</p>	Materjali kasutamise piirang <p style="text-align: center;">Pragude olemasolul mittekandva elemendina</p>
Meetodi rakendamisega saadud hinnang materjali korduskasutatavusele <ul style="list-style-type: none"> • Pragunenud betoonelementide korduskasutamine on mõeldav mittekandvates ja mitte külmuvates keskkondades • Pragunemata kujul sobib elemente kasutada sarnastes koormusolukordades ja keskkondades 	
Hinnang materjali ümbertöötlemise potentsiaalile <ul style="list-style-type: none"> • Pragunenud betooni saab kasutada ümbertöödeldult (täitematerjaliks purustatuna) mitte külmuvates tagasitaidetes. • Betoonelementidest betooni täitematerjali kasutamine on mõeldav mitte külmuvates konstruktsioonides. • Kõrgendatud nõuetega kohtades kasutamiseks tuleks pragunenud betooni ümbertöötlusvõimalusi uurida laboratoorselt. 	
Tõendamismeetod <h3 style="color: green;">Tugevuse hindamine kriimustamisega</h3> <p>Tugevuse hindamist saab teostada esmalt visuaalselt ja käepäraste vahenditega. Betooni kõvadus on reeglina metalli kõvadusest suurem. Juhul, kui betooni on võimalik metallesemega kriimustada, siis võib selle betooni klassifitseerida kui korduskasutuseks kõlbmatu. Küll on võimalik nõrgast betoonist valmistada täitematerjale kasutamaks mittekoormatud ja mitte külmuvates kohtades.</p> <p>Betooni tegelikku tugevust on võimalik katseliselt määrata mittepurustava või purustaval meetodiga. Mittepurustava meetodina on Eestis enamasti kasutusel pörkevasar (Schmidti haamer), mis annab survetugevusele lähedase väärtuse. Purustava meetodina puuritakse betoonelementist välja silindriline keha silinderpuuriga, mida katsetatakse laboratooriumis betooni survepressiga. Tänapäeval projekteeritakse keskmise keerukusega betoonhooned tugevusega C20/25-C35/45, kus number näitab vastavalt silindrilise (murrujoone peal) või kuubi (murrujoone all) survetugevust, MPa (1 megapaskal = 10 kg/cm²). Senistele Eestis teostatud uuringutele tuginedes on pakutud nimetatud survetugevuse klassid kohased kasutamaks ka vana betooni korral, kuid tähelepanelik tuleb olla materjali kvaliteedi osas, mis võib põhjustada survetugevuse suures piiris kõikumist.</p>	
Hindamise usaldusväärsus (väga madal, madal, keskmine, kõrge, väga kõrge) <p style="text-align: center;">Madal</p>	Kasutamise piirang <p style="text-align: center;">Kriimustamise korral mitte kasutada kandvates konstruktsioonides ka ümbertöödeldult</p>
Meetodi rakendamisega saadud hinnang materjali korduskasutatavusele <ul style="list-style-type: none"> • Detaili sobilikkus gabariitmõõtmetest tulenevalt oleneb detaili kasutusotstarbest ja -kohast. • Betoonelementide gabariitmõõtmete omadused määratakse pikkusmõõtevahenditega (nihik, joonlaud, mõõdulint, laserkaugusmõõtja jne), rihtlattide, pingul nõõride/tamiili, laserkiirte jm sarnastega. 	
Tõendamismeetod <h3 style="color: green;">Tugevuse hindamine pörkevasaraga (mittepurustav meetod)</h3> <p>Betooni tugevust on võimalik katseliselt määrata mittepurustava meetodiga. Mittepurustava meetodina on Eestis enamasti kasutusel pörkevasar (Schmidti haamer), mis annab survetugevusele lähedase väärtuse.</p>	
Hindamise usaldusväärsus (väga madal, madal, keskmine, kõrge, väga kõrge) <p style="text-align: center;">Kõrge</p>	Kasutamise piirang <p style="text-align: center;">Vastavalt katsetulemusele</p>
Meetodi rakendamisega saadud hinnang materjali korduskasutatavusele <ul style="list-style-type: none"> • Vastavalt katsetulemustele. 	

Töendamismeetod

Tugevuse hindamine laboris (purustav meetod)

Purustava meetodina puuritakse betoonelemendist välja silindriline keha silinderpuuriga, mida katsetatakse laboratooriumis betooni survepressiga. Tänapäeval projekteeritakse keskmise keerukusega betoonhooned tugevusega C20/25-C35/45, kus number näitab vastavalt silindrilise (murrujoone peal) või kuubi (murrujoone all) survetugevust, MPa (1 megapaskal = 0,1 kg/mm²). Senistele Eestis teostatud uuringutele tuginedes on pakutud nimetatud survetugevuse klassid kohased kasutamaks ka vana betooni korral, kuid tähelepanelik tuleb olla materjali kvaliteedi osas, mis võib põhjustada survetugevuse suures piiris kõikumist.

Hindamise usaldusväärsus (väga madal, madal, keskmine, kõrge, väga kõrge)

Väga kõrge

Kasutamise piirang

Vastavalt katsetulemusele

Meetodi rakendamisega saadud hinnang materjali korduskasutatavusele

- Vastavalt katsetulemusele.

Vaadeldav omadus

TERVIKLIKKUS. TASAPINNALISUS.

Töendamismeetod

Terviklikkuse hindamine visuaalse vaatlusega

Pinnakahjustused, tükide irdumised, erosioon, kaitsekihi irdumine, korrosioon jne;

Pinnakahjustused võivad olla tingitud betooni reageerimisest ümbritseva keskkonna agressiivsete kemikaalidega jne. Betoonist tükide irdumine võib olla seotud betoonpinna tahtmatust mehaanilisest vigastusest või külmakahjustusest, erosioon võib olla tingitud abrasiivse puiste pideva kulutamise või liiklemisest tingitud kulumisega, kaitsekihi irdumine on tingitud betoonis oleva sarruse intensiivse korrodeerumisega.

Pinnakahjustused on tüüpiliselt parandatavad betooni parandussegudega (EN 1504-3 R1 ja R2 klassi tooted).

Mehaanilistest kahjustustest tingitud äralööke on võimalik taastada samuti betooni parandussegudega (EN 1504- R3 või R4 klassi tooted). Kindlasti ei ole sobilik väljalööke plommimine tavabetooniga.

Külmakahjustusest tingitud irdumist ei ole võimalik parandada ja kahjustunud betooni ei ole sobilik kasutada väliskeskkonnas vee eest kaitsmata kujul ei korduskasutusena ega ümbertöötelduna.

Kulunud betooni puhul oleneb korduskasutus selle eesmärkidest ja kohast. Erosioon ei piira betooni ümbertöötlust. Oluliseks võib osutada kasutuskoha valiku juures betooni vastupidavus uues kasutuskeskkonnas destruktiivsele mõjule.

Hindamise usaldusväärsus (väga madal, madal, keskmine, kõrge, väga kõrge)

Keskmine

Kasutamise piirang

Külmakahjustustega betoone ei saa parandada.

Meetodi rakendamisega saadud hinnang materjali korduskasutatavusele

- Pinnakahjustustega betoonelementide korduskasutus on mõeldav mitte külmuvates ja mitte esteetistes konstruktsioonides;
- Kahjustamata elementide korduskasutamine on võimalik sarnases koormus olukordades ja keskkondades.

Vaadeldav omadus

KÜLMAKAHJUSTUSED

Töendamismeetod

Betooni külmakindluse hindamine välise vaatlusega.

Betooni külmakindlust on võimalik hinnata visuaalselt betooni pinnalt. Kahjustunud betooni pinnale tekivad esialgu väiksemad väljalöögid ja hiljem suuremad ning suuremas mahus. Irdumised võivad olla kas betooni täitematerjali pinnalt (laguneb killustik ja tsementkivi jääb terveks) või tsementkivi seest (laguneb tsementkivi ja killustik jääb terveks). Harva esineb ka juhuseid kui lagunevad mõlemad, täitematerjal ja tsementkivi. Tulemuseks on betooni ebatasane pind, mikropragudega väikese tugevusega betoon. Lisaks pinnakahjustustele võib esineda betooni sisestruktuuri kahjustusi tulenevalt korduvast niiskena külmumisest. Külmakahjustuste olemasolu ja ulatuse tuvastamine visuaalsel mittepurustaval meetodil on komplitseeritud ning nõuab teatavat pädevust.

Külmakahjustusega betooni korduskasutus väliskeskkonnas sademetele avatuna on välistatud. Olenevalt elemendile osutuvast koormusest saab neid kasutada ehitise sisetingimustes. Arvestama peab, et kahjustunud pinna tugevus on oluliselt vähenenud ja viimistlusmaterjalide kleepimine sellele on väiksema nakketugevusega kui kahjustumata betoonil. Ümbertöödeldud külmakahjustustega betooni kasutamine ei võimalik väliskeskkonnas edasise lagunemise tõttu.

Külmakahjustuste olemasolu ja ulatuse tuvastamine visuaalsel mittepurustaval meetodil on komplitseeritud ning nõuab teatavat pädevust.

Hindamise usaldusväärsus (väga madal, madal, keskmine, kõrge, väga kõrge)

Keskmine

Kasutamise piirang

Külmakahjustustega betoone ei saa parandada.

Meetodi rakendamisega saadud hinnang materjali korduskasutatavusele

- Külmakahjustustega betooni ei saa korduskasutada ega ringlusse võtta ümbertöödeldult kandvates konstruktsioonides kuna ka kivide sisemine struktuur on nõrgestatud.

Vaadeldav omadus

SARRUSE KOGUS, LÄBIMÕÕT JA KORROSION

Töendamismeetod

Sarruse toimivuse kontroll katseseadmetega

Raudbetoonist elementide mehaaniline vastupidavus on tagatud selles paikneva (teras)sarrusega. Sarrus töötab raudbetoonis ainult tänu sarruse ja betooni nakkele. Sarruse kahjustumisel võib elemendi kandevõime oluliselt väheneda. Sarruse seisukorda betoonis ei ole võimalik üldjuhul visuaalselt hinnata (v.a. väga intensiivne kahjustumine ebapiisava kaitsekihi korral) ning tuleb kasutada asjakohaseid katseseadmeid. Sarruse kogust ja läbimõõtu on võimalik määrata erinevate skanneritega. Sarruse korrosiooni hindamiseks kasutatakse elektrijuhtivuse või looduskiirgusel (müüontomograafia) põhinevaid mõõteseadmeid. Kõik nimetatud meetodid ei ole betooni purustavad. **Sarruse koguse ja seisukorra mõõtetulemuste tõlgendamist saab teostada ainult ehitusprojekti olemasolu korral või ehituseksperti kaasates.**

Hindamise usaldusväärsus (väga madal, madal, keskmine, kõrge, väga kõrge)

Kõrge

Kasutamise piirang

Kasutamist saab hinnata ekspert.

Meetodi rakendamisega saadud hinnang materjali korduskasutatavusele

- Korduskasutamist saab hinnata ekspert.

ISELOOMULIKUD OMADUSED

Materjali omaduste kokkuvõte

Omadus	Ühik	Väärtus
Tihedus	kg/m ³	2000-2400
Survetugevus	N/mm ²	20-50
Veeimavuskiirus	kg/(m ² ·s ^{0.5})	0,01
Soojuserijuhtivus	W/(m·K)	2
Poorsus	%	0,136
Niiskussisaldus kapillaarküllastusel	m ³ /m ³	0,122
Veeauridifusioonitakistustegur (11/43% RH)	-	212
Veeauru difusioonitakistustegur (97/85% RH)	-	50

Sorptsioonkõver

