

Betonin lisäaineet

Betonin osa-aineiden valinnan ja seossuhteiden eli suhteituksen lisäksi betonin ominaisuuksia voidaan säädellä erilaisilla lisäaineilla. Lisäaineilla voidaan vaikuttaa niin betonimassan kuin kovettuneen betonin ominaisuuksiin. Lisäaineiden käytöllä pyritään parantamaan sekä betonin teknisiä ominaisuuksia että betonin taloudellista kilpailukykyä. Esimerkiksi pakkasenkestävän betonin ja korkealujuusbetonin valmistus ilman lisäaineita on erittäin vaikeaa.

BETONIN LISÄAINEIDEN
VASTAANOTTO JA SÄILYTYS

VASTAANOTTO



Tarkista aina lisäaineen laatu ja määrä.



Pidä tallessa tiedot toimitetuista valmiste-eristä ja viimeisistä käyttöpäivistä.

VARASTOINTIAIKA



Älä käytä vanhentunutta tuotetta.

Lisäaineiden käyttö

Syyt lisäaineiden käyttöön voivat olla

- taloudellisia, eli lisäainetekniikalla pienennetään raaka-ainekustannuksia. Tyypillinen sovellus on esimerkiksi, kun notkistinta käytetään sementin vähentämiseen tai alkulujuutta nostetaan kiihdytintä lisäämällä.

tai

- teknisiä, eli lisäainetekniikalla tavoitellaan ominaisuuksia, joita ei ilman lisäaineita kyetä saavuttamaan. Tällaisia sovelluksia ovat mm. pakkasenkestävät, nesteytetyt tai itsestiytyvät betonit sekä korkealujuusbetonit.

SEKOITUS



Sekoittamiseen voi käyttää esimerkiksi lapasekoittajaa tai uppopumppua.



Ilmalla sekoittamista ei suositella.



Ota yhteyttä valmistajaan, jos epäilet, että lisäaine on pilaantunut.

CE-merkintä ja tuotehyväksyntä

Suomessa käytetyn lisäaineen tulee olla CE-merkitty.

- Muutama poikkeus (lisäainetta ei voi CE-merkitä puuttuvan harmonisoidun tuotestandardin vuoksi)
 - Varmennustodistus
 - (epävirallinen BY-käyttöseloste korvaa rakennuspaikkakohtaisen hyväksynnän)

PUHTAUS



Tarkasta lisäaineiden tasalaatuisuus säännöllisesti.



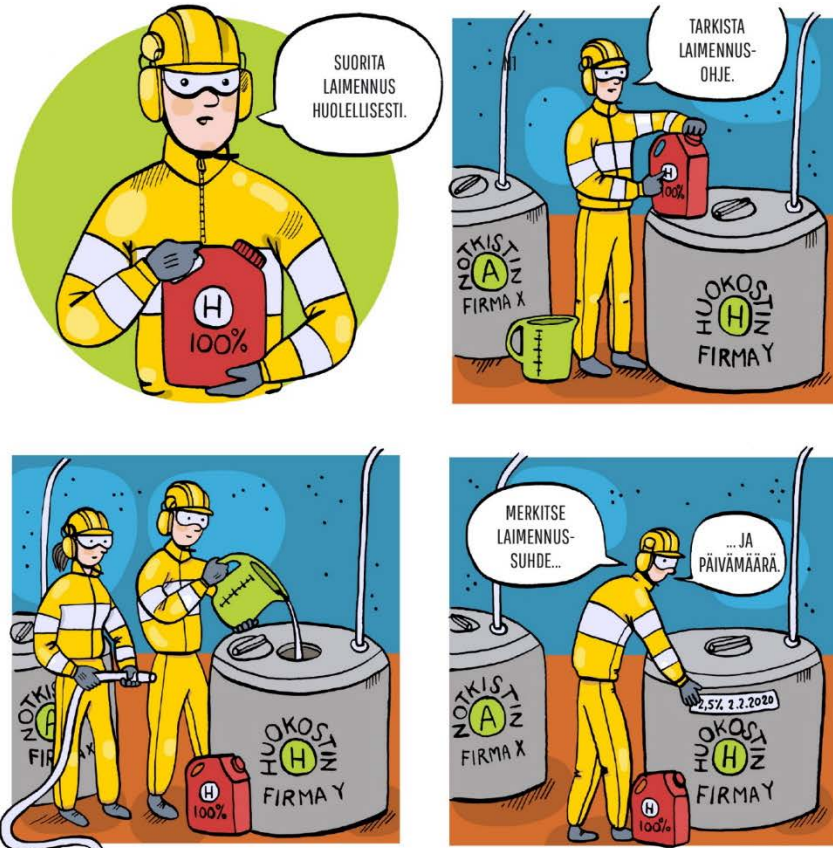
Puhdista säiliöt ja putkilinjat tarvittaessa.
Suositus 1 krt/ vuosi.



Lisäainetyypit, CE-merkityt

- notkistimet
- sitoutumista hidastavat notkistimet
- sitoutumista kiihdyttävät notkistimet
- tehonotkistimet/nesteyttimet
- sitoutumista hidastavat tehonotkistimet/nesteyttimet
- huokostimet
- sitoutumista nopeuttavat kiihdyttimet
- kovettumista nopeuttavat kiihdyttimet
- sitoutumista hidastavat hidastimet
- vedenerottumista vähentävät lisäaineet
- vedenimeytymistä estävät lisäaineet
- viskositeetin säätöaineet.

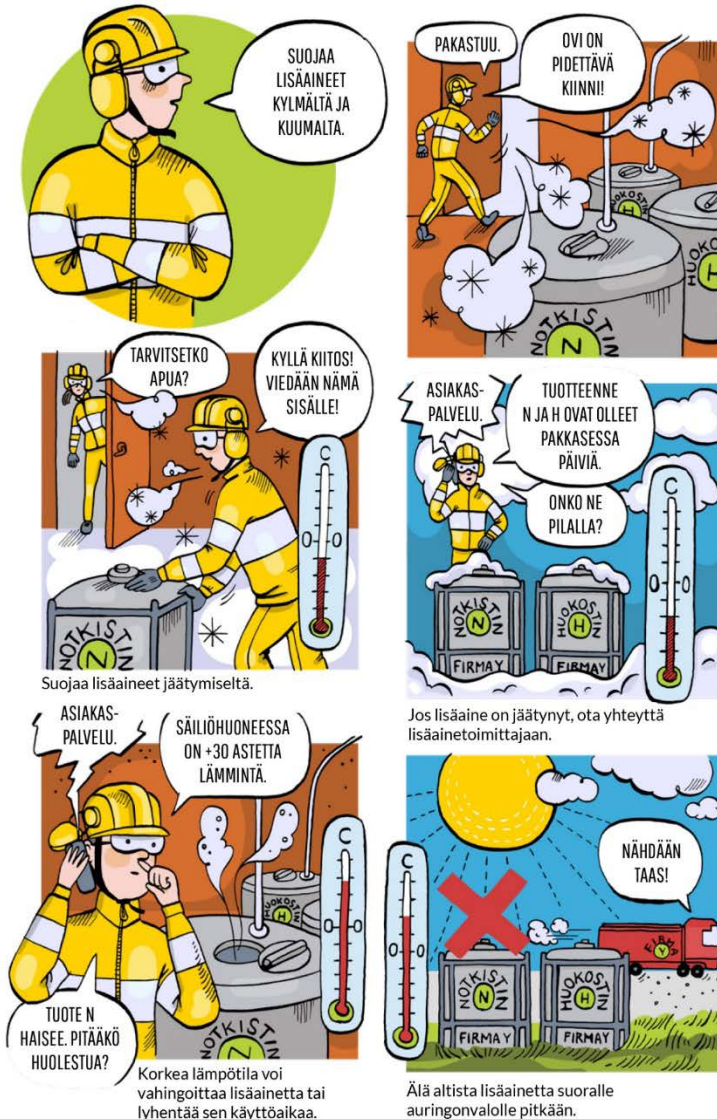
LAIMENTAMINEN



Lisäainetyypit, muut (ei voi CE-merkitä)

- paisuttavat lisäaineet
- kutistumista estävät aineet
- tiivistävät / halkeamia estävät / halkeamia korjaavat lisäaineet
- jäätymisen kestoa parantavat lisäaineet
- jälkihoitavat lisäaineet
- pakkasbetonin lisäaineet.

LÄMPÖTILA



Yleistä lisäaineista

- Lisäaineiden kokonaismäärä ei saa ylittää lisäaineen valmistajan suosittelemaa suurinta annostusta eikä ylittää määrää 50 g lisäainetta/kg sementtiä, paitsi jos tunnetaan suuremman määrän vaikutus betonin toiminnallisiin ominaisuuksiin ja säilyvyyteen.
- Kun lisäaineen määrä on pienempi kuin 2 g/kg sementtiä, lisäaine tulee laimentaa pieneen määrään betonin valmistukseen käytettävää vettä.
- Kun nestemäisen lisäaineen kokonaismäärä on suurempi kuin 3 l/m³ betonia, lisäaineen vesimäärä otetaan huomioon vesi/sementti-suhdeta laskettaessa.

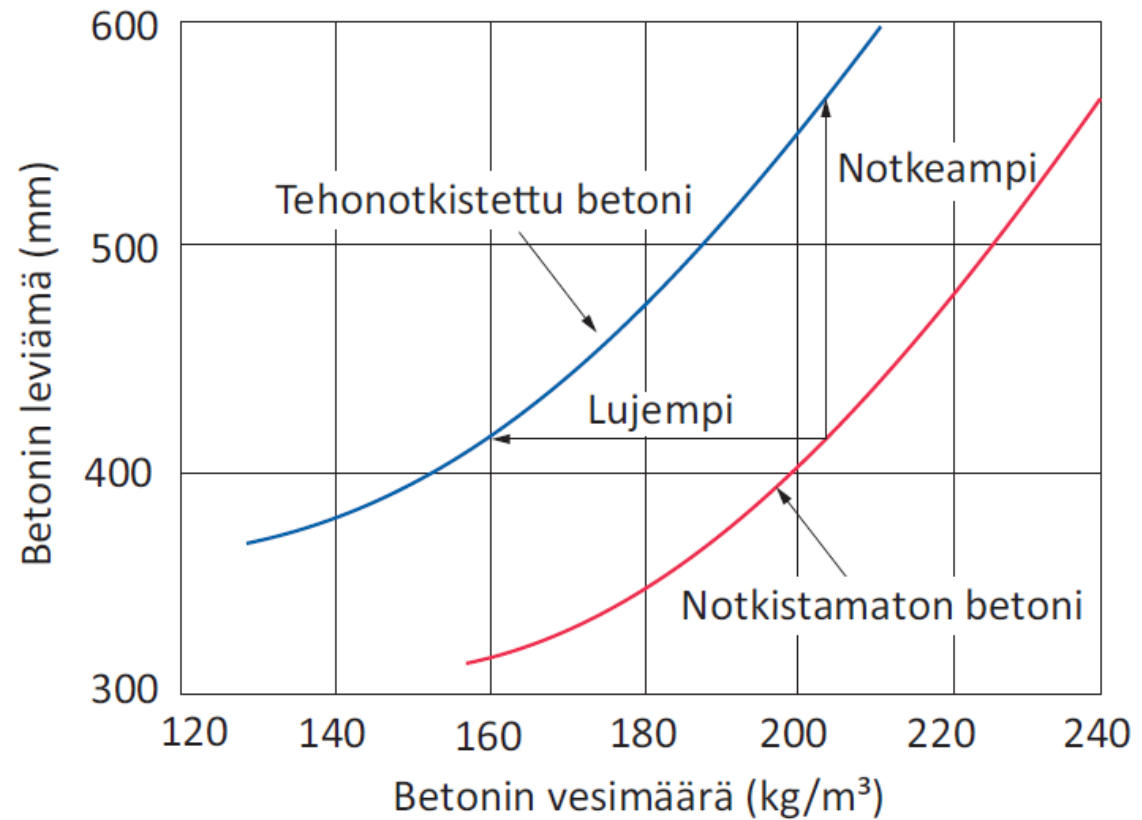
Notkistavat lisäaineet

Notkistavat lisäaineet ovat pinta-aktiivisia aineita, jotka dispergoivat eli erottavat sementtipartikkelit toisistaan ja parantavat siten betonin juoksevuutta ilman lisäveden annostelua.

Työstettävyyden, kuten esimerkiksi pumpattavuuden ja koossapysyvyyden, parantamisen lisäksi notkistavien lisäaineiden käyttö mahdollistaa pienempien vesi- ja sementtimäärien käytön sekä yleensäkin korkealujuuksisten betonien valmistuksen.

Notkistavat lisäaineet jaetaan notkistimiin ja tehonotkistimiin niiden tehokkuuden perusteella. Standardin mukaan vedenvähennyskyky notkistimilla tulee olla vähintään 5 % ja tehonotkistimilla vastaavasti 12 %. Tehonotkistinta voidaan käyttää myös työstettävyyden parantamiseen, jolloin vesimäärää pienentämättä parannetaan vain betonin valettavuusominaisuuksia.

Tehonotkistimen käyttö



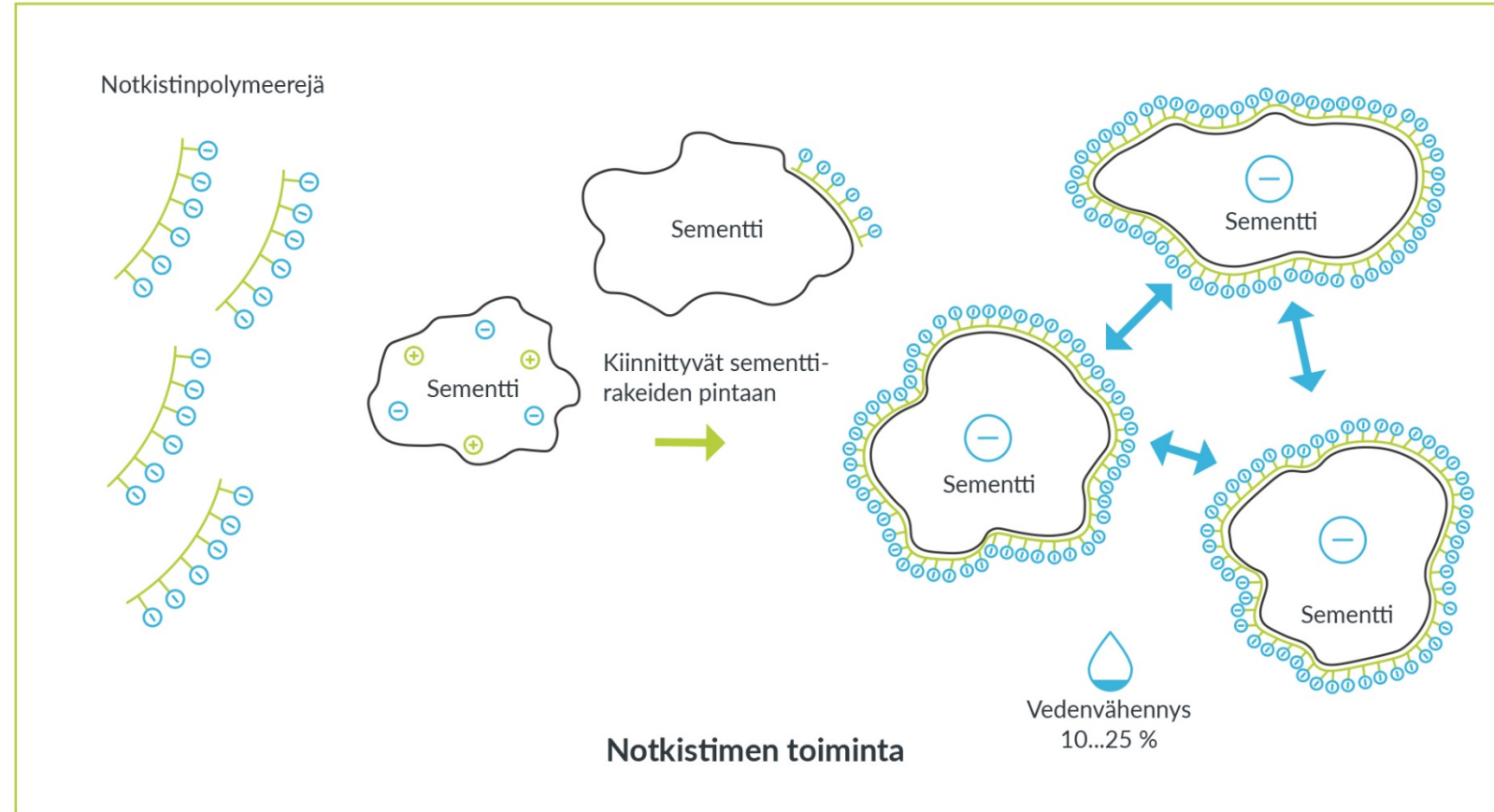
Notkistavat lisäaineet

Notkistavat lisäaineet ovat yleensä polykarboksylaatti -pohjaisia tehonotkistimia.

- Aiemmin on käytetty lignosulfonaatti-, melamiini- tai naftaleenipohjaiset notkistimia, mutta niiden käytöstä on luovuttu, sillä niistä on havaittu aiheutuvan joissain tapauksia havaittavia ammoniakki- ja/tai formaldehydipäästöjä sisäilmaan.

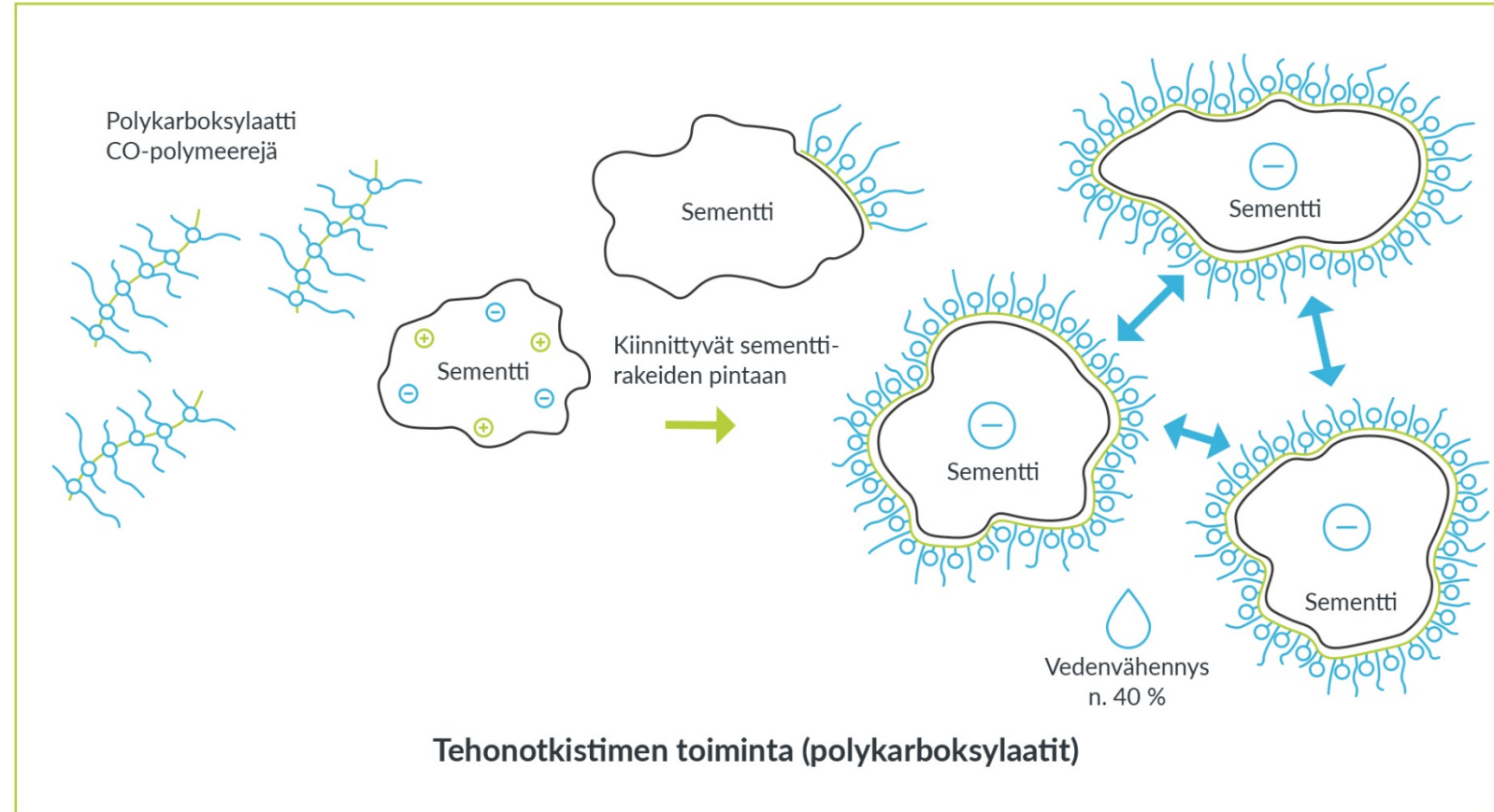
Notkistimien toiminta

Sementtirakeet ovat tyypillisesti kasautuneet yhteen erilaisten sähköisten varausten vuoksi. Notkistimien toiminta perustuu niiden kykyyn kiinnittyä sementtirakeiden pintaan ja saada aikaan erilaisia hylkimisvoimia, jotka hajottavat sementtipartikkelit toisistaan. Aiemmin käytetyillä notkistimilla hylkimisvoiman aiheuttavat elektrostaattiset voimat.



Tehonotkistimien toiminta

Polykarboksylaattipohjaiset notkistimet aikaansaavat elektostaattisten hylkimisvoimien lisäksi steerisiä hylkimisvoimia, jotka ovat huomattavasti elektostaattisia voimia voimakkaampia, jolloin notkistusteho on suurempi.



- Notkistavien lisäaineiden toiminta riippuu notkistinlaadun ja -määrän lisäksi muun muassa sementin laadusta ja määrästä, seosaineista, hienoainesmäärästä, lämpötilasta ja sekoitustehosta. Notkistavat lisäaineet ovat yleensä polykarboksylaattipohjaisia tehonotkistimia. Vanhat lignosulfonaatti-, melamiini- tai naftaleenipohjaiset notkistimet ovat enää vain harvoin käytössä
- Tehonotkistimia käytettäessä tulee varmistaa, betonin hienoainemäärä on riittävä. Muutoin on olemassa erottumisen vaara. Itsestään tiivistyvien massojen kanssa koossapysyvyys varmistetaan usein ns. stabilaattoreiden käytöllä.

- Markkinoilla olevien polykarboksylaattipohjaisten notkistimien rakenteet voivat erota suurestikin kuiva-ainepitoisuutensa tai kemiallisen rakenteensa puolesta toisistaan.
 - Toiminta eri sementtilaatujen kanssa on aina testattava. Toiset niistä hidastavat sementin sitoutumisreaktioiden alkua eivätkä näin sovellu nopeaa muottikiertoa edellyttäviin kohteisiin tai viileisiin olosuhteisiin, joissa reaktiot käynnistyvät muutenkin hitaasti.
- Elementtituotantoon soveltuvat polykarboksylaatit mahdollistavat nopean valmistuksen ja usein toimivat tehokkaina veden vähentäjinä, jolloin niiden avulla saavutetaan tehokas vedenvähennys

Notkistimien tehokkuudet

AINEEN KOOSTUMUS	TYYPILLINEN ANNOSTUS (SIDEAINEEN MÄÄRÄSTÄ)	VEDEN VÄHENNYS
Lignosulfonaatti	0,2...0,6 %	max 10 %
Melamiini	1...3 %	max 25 %
Naftaleeni	0,8...1,5 %	max 25 %
Polykarboksyyliesteri	0,5...1,5 %	max 40 %

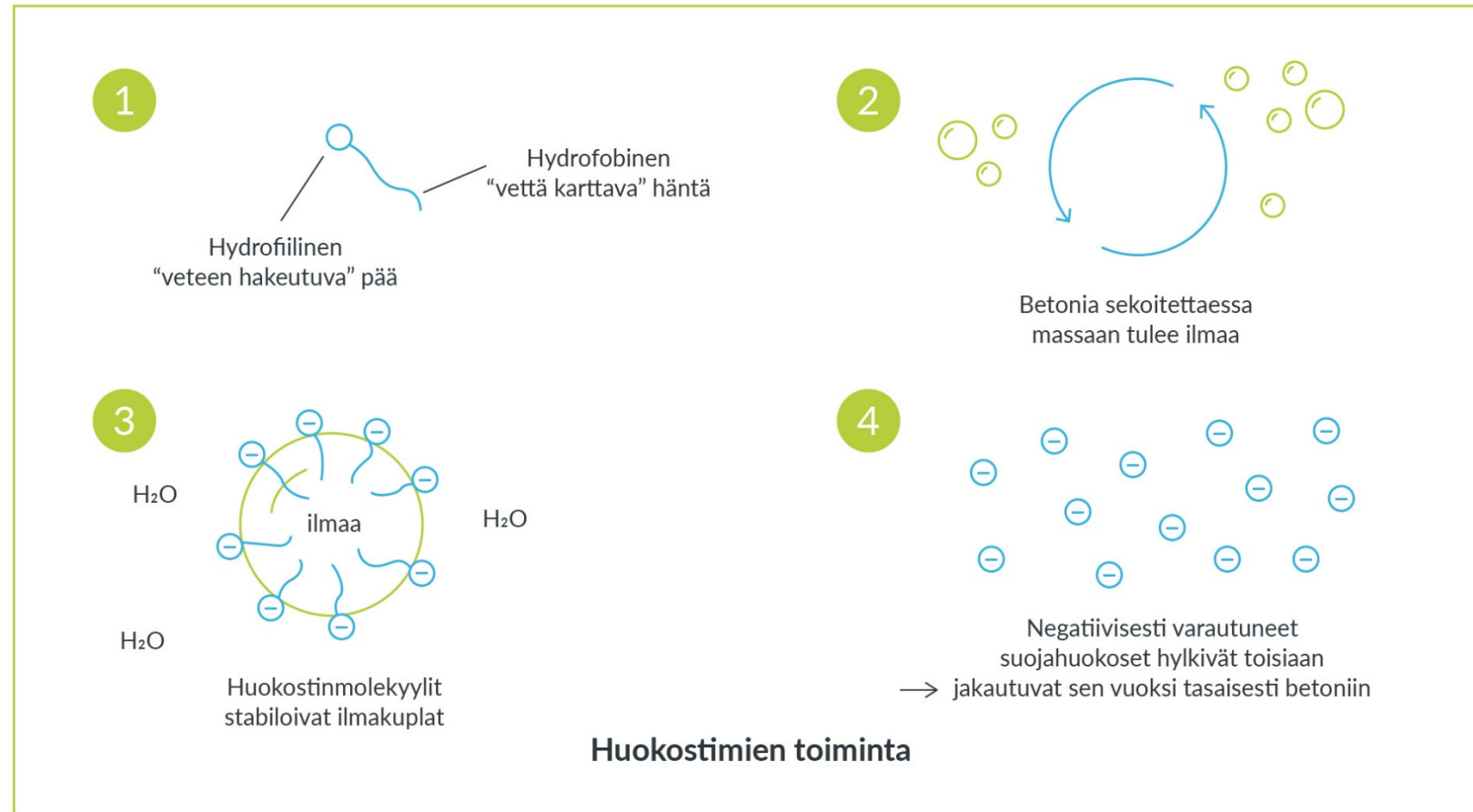
Huokostimet

- Huokostimet ovat pinta-aktiivisia aineita (esim. saippuat).
- Huokostimet muodostavat betoniin suojahuokosia, joihin jäätyvän veden paine purkautuu.
- Paitsi pakkasenkestävyyttä, ilma parantaa myös betonin koossapysyvyyttä sekä vähentää hieman vedentarvetta.
- 1% ilmaa laskee betonin puristuslujuutta 3 - 5%.
- Huokostimen toimintaan, eli tarvittavaan annostukseen, vaikuttavat useat seikat, mm
 - hienon kiviaineksen laatu
 - seosaineiden käyttö
 - lämpötila
 - muut lisäaineet

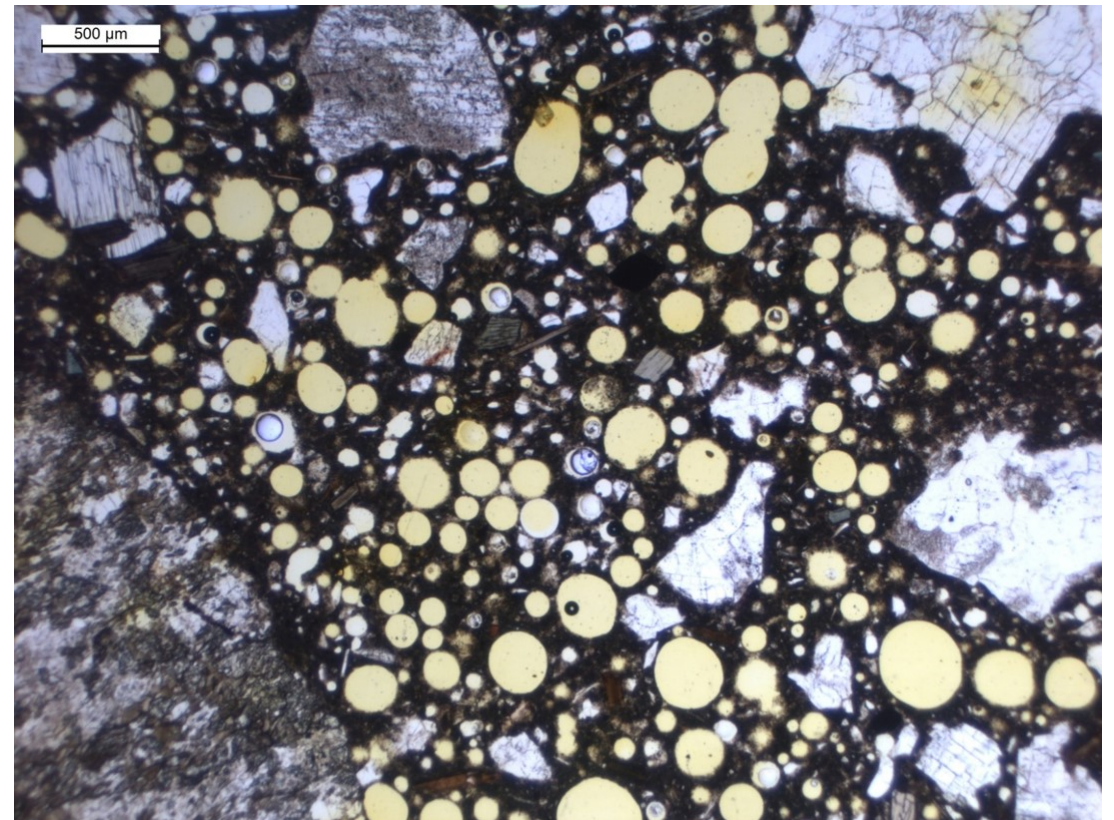
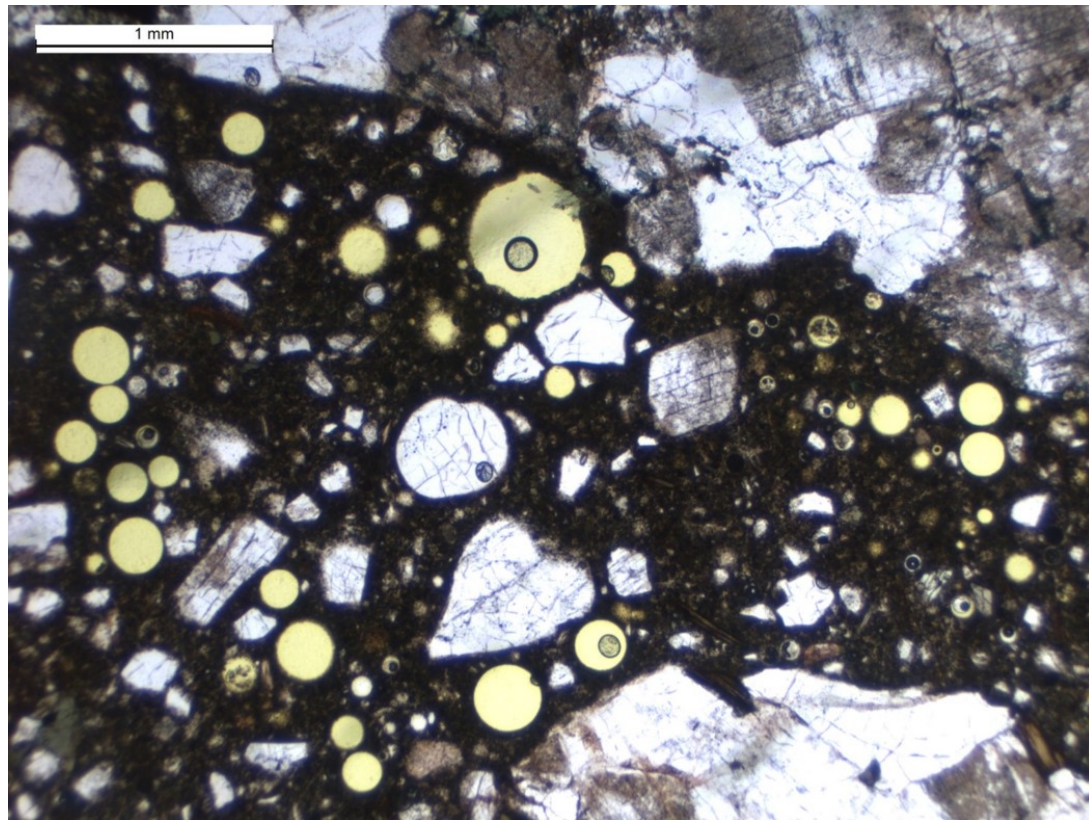
Sama määrä huokostinta tuottaa eri määrän ilmaan erilaisiin betonikoostumuksiin.

Huokostimien toiminta

Huokostimet ovat pinta-aktiivisia aineita, jotka stabiloivat sekoituksen aikana syntyvät ilmakuplat tasaisesti betoniin. Huokostimet eivät siis "kupli" tai muutoinkaan itsessään tuota betoniin ilmaa, vaan niiden avulla betonimassan sekoituksessa betoniin tuleva ilma "vangitaan" pienemmiksi, kestäväksi ilmahuokosiksi tasaisesti betoniin. Riittävällä tuoreen betonimassan sekoittamisella saadaan aikaan huokostinannostusta vastaava määrä suojahuokosia.



Huokostimet ja huokosjako



Kiihdyttimet

Kalsiumklori (CaCl_2) oli aiemmin käytetyin kiihdytin, mutta kloridien aiheuttama korroosiovaara betonin teräksille on käytännössä lopettanut sen käytön. Nykyisin on markkinoilla myös kloridittomia kiihdyttimiä, mutta kalliimpana ja tehottomampana käyttö on nykyisin kuitenkin melko vähäistä.

Kiihdyttimiä käytetään pienissä valuissa talvella. Suuremmat valut on edullista tehdä käyttäen kuumabetonia sekä lämpökäsittelmällä. Usein myös lujuusluokan nosto ajaa saman asian



Kiihdyttimet

Ruiskubetonoinnissa kiihdyttimen käyttö on edelleen yleistä. Työturvallisuussyistä ruiskutuksen yhteydessä lisättävät kiihdyttimet ovat alkalivapaita. Alkalivapaiden kiihdyttimien kanssa kosketuksiin joutuvien metalliosien tulee olla syöpymätöntä terästä. Silikaattipohjaisia niin sanottuja vesilasikiihdyttimiä ei suositella käytettäväksi, sillä ne lisäävät betonin kuivumiskutistumaa ja vähentävät merkittävästi loppulujuutta. Ruiskutusvaiheessa lisättävien kiihdyttimien tulee täyttää standardin SFS-EN 934-5 vaatimukset. Kiihdyttimet alentavat jonkin verran betonin loppulujuutta, mikä tulee ottaa huomioon betonin suhteituksessa.



Hidastimet

Hidastimet ovat yleisimmin sokereita.

Käytetään suurissa valuissa, jotta voidaan välttää valusaumat. Myös pitkät kuljetusmatkat usein edellyttävät hidastimen käyttöä.

Hidastimien käytöllä ei voida vaikuttaa hydrataatiolämmön kokonaismäärään eli massiivisessa rakenteessa tapahtuvaan lämmön nousuun, vaan hidastimen vaikutuksen lakattua hydrataatio etenee normaalisti.

Hidastimilla on kolme yleistä toimintatapaa:

1. Hidastin adsorboituu sementtirakeen pintaan ja muodostaa kalvon sen ympärille, jolloin sementti ei pääse reagoimaan veden kanssa.
2. Hidastin adsorboituu sementistä veteen liukenevan kalsiumhydroksidin pinnoille, mikä estää kalsiumhydroksikiteiden synnyn (nukleoosin) ja hydrataation etenemisen.
3. Hydrataatiota hidastetaan estämällä Ca^{2+} , OH^- , Si, Al ja Fe -ionien reagoimista vesifaasissa.

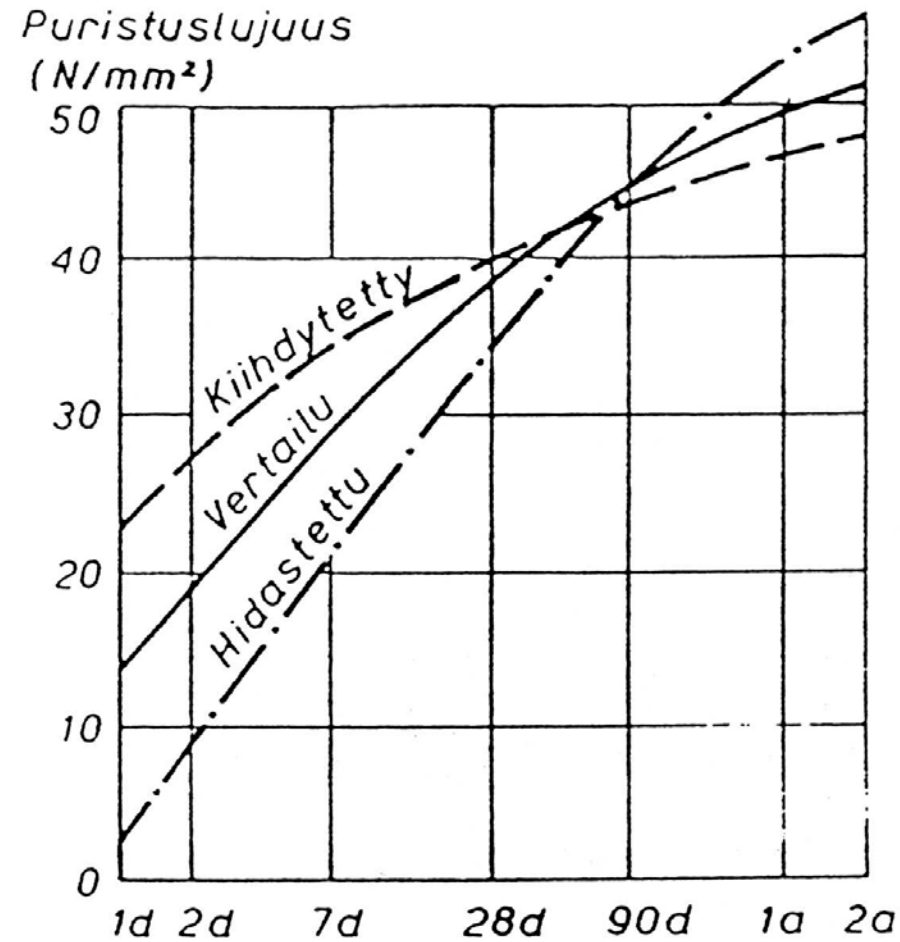
Hidastimet

Betonipintojen viimeistelykäsittelyissä, esimerkiksi pesubetonipinnoissa käytetään erillisiä muotin pintaan levitettäviä pintahidastimia jotka kuivuvat muottiin ennen betonointia.

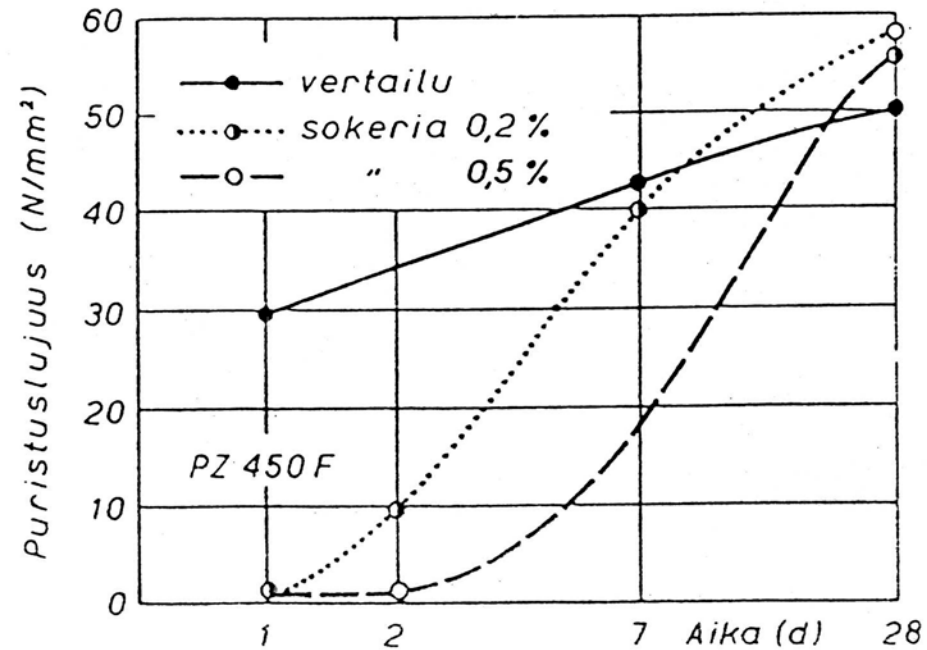
Hidastimia käytetään yleensä 0,2...2 % sideaineen kokonaismäärästä. Hidastimen annostukseen vaikuttavat muun muassa lämpötila, sementtilaatu, seosaineet sekä haluttu hidastusaika. Ennakkokokeet ovat aina tarpeen. Kylmänä vuodenaikana hidastinta ei yleensä tarvita, sillä alhainen lämpötila hidastaa sitoutumista huomattavasti. Sitoutumista voidaan hidastaa myös hidastavilla notkistimilla.



Kiihdyttimen ja hidastimen vaikutus betonin lujuuteen



Hidastinannostuksen vaikutus lujuudenkehitykseen



Muut lisäaineet

Em. ryhmiin kuulumattomia lisäaineita ovat mm.

- Kutistumaa vähentävä lisäaine (SRA)
- Pakkasbetonin lisäaine
- Uppobetonin lisäaine

SRA -lisäaineet

- Kutistumaa vähentävät lisäaineet ovat viimeisimpiä tulokkaita lisäainemarkkinoilla.
- Niillä voidaan vaikuttaa sekä kuivumiskutistumaan että autogeeniseen kutistumaan.
- Toiminta perustuu siihen, että pienimpien huokosten veden haihtuminen estyy ja siten pienentää sementtikiven kutistumaa.
- Ei CE-merkittävissä (ei harmonisoitua tuotestandardia)

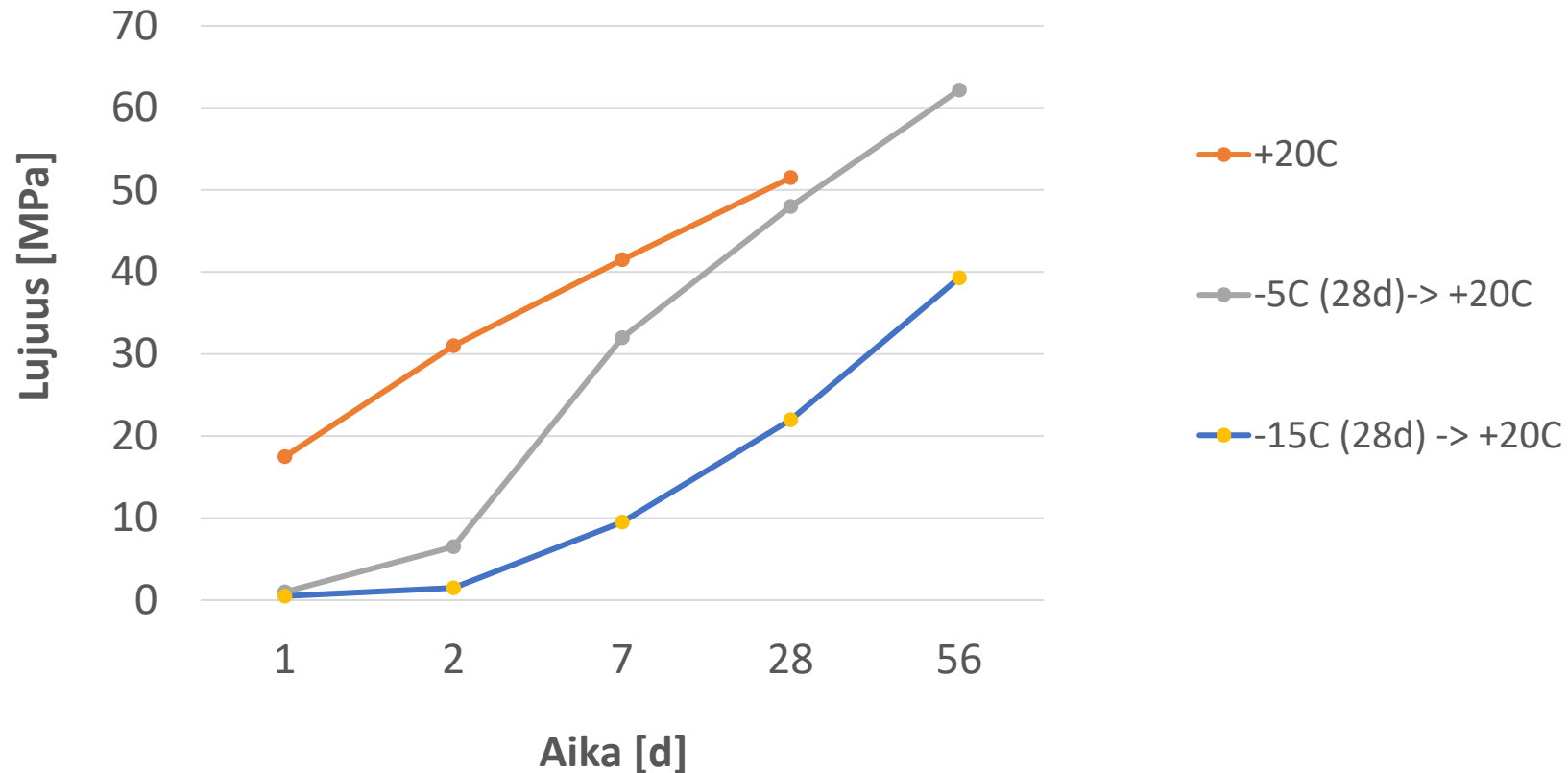
Pakkasbetonien lisäaineet

- Pakkasbetonien lisäaineilla tarkoitetaan aineita, joiden avulla voidaan valmistaa betoneja tai laasteja, jotka eivät vaurioidu tuoreena pakkasessa.
- Ei CE-merkittävissä (ei harmonisoitua tuotestandardia)
- On huomioitava, että vaatimuksia massan kovettumiselle pakkasessa ei ole asetettu.
 - Kovettuminen kylmässä voi siten olla erittäin hidasta tai olematonta

Seuraavassa muutamia esimerkkejä.

Pakkasjuotosbetoni I

(ei täytä vaatimusta $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$)



Pakkasjuotosbetoni II

(täyttää vaatimukset $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$)

