



RAKENNUSTIETO >

Rakennusalan täyden palvelun tietotalo

Rakennustieto Oy edistää hyvää rakennustapaa ja tuottaa rakentamisesta luotettavaa tietoa. Puolueettoman ja asiakaslähtöisen Rakennustieto Oy:n tuotteet kattavat rakentamisen koko elinkaaren suunnittelusta ylläpitoon. Yhtiön omistaa Rakennustietosäätiö RTS.

Tutustu palveluihimme

> rakennustieto.fi/rk/palvelut

Rakentajain kalenterin artikkelit

Tämä artikkeli on julkaistu alun perin Rakentajain kalenterissa, jota ovat julkaisseet Rakennustietosäätiö RTS sr ja Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL ry.

Julkaisu oli rakennusalan ammattilaisten ja opiskelijoiden käsikirja, joka yhdisteli teoriaa ja käytäntöä sekä kannusti hyvään rakentamiseen. Artikkelin vasemmassa reunassa olevasta vesileimasta näkee ko. Rakentajain kalenterin vuosikerran.

> [Artikkeliarkisto, kokoelma vuosien 1997–2018 Rakentajain kalenterissa julkaistuista artikkeleista](#)

minen on tapahtunut. Palautumisen tapahtuessa hitaasti, listoja joudutaan usein korjaamaan myöhemmin, joskus useita kertoja.

Käyristymisen suuruuteen vaikuttavat tekijät

Tärkeimmät lattian reunojen ja nurkkien käyristymiseen vaikuttavat tekijät ovat:

- lattian mitat (lähinnä paksuus)
- betonin lujuus (korkea lujuus suurentaa pastamäärää)
- betonin koostumus (kutistumisominaisuudet, vesisideainesuhde, erottuminen, kuivumiseen vaikuttavat tekijät, tiiveys)
- olosuhteet valutyön aikana
- betonityön suoritus (hierto, jälkihoito ym.)
- lattian kuivuminen (olosuhteet kuivumisen aikana).

Vaikka käyristymistä ei voida toispuoleisesti kuivuvassa betonilattiassa kokonaan estää, voidaan sen suuruuteen vaikuttaa suunnittelun yhteydessä, betonin koostumusta suunniteltaessa ja valittaessa sekä lattian valmistuksen yhteydessä.

Käyristymisen huomioonottaminen lattian suunnittelussa

Betonilattian suunnittelun yhteydessä voidaan käyristymisen suuruuteen vaikuttaa seuraavilla keinoilla:

- paksuuden valinnalla
- saumojen reunoja vahvistamalla ja saumarakenteilla
- käyttämällä läpäisevään alustaa (alapintaan ei tiivistä kerrosta)
- betonin valinnalla (lujuus)
- raudoituksella
- jännittämällä
- käyttämällä imubetonointia.

Lattian oma paino estää käyristymistä. Mitä suurempi on oma paino, sitä pienemmäksi jää käyristymä. Lattian paksuuden kasvaessa myös betonin kuivumiskutistuman suuruus ja nopeus pienenevät jonkin verran.

Oman painon vaikutusta voidaan tarvittaessa lisätä reuna-alueilla ja saumojen vieressä *vahventamalla reunoja*. Liikennöidyssä maanvaraisessa lattiassa vahvennukset ovat suositeltavia, sillä saumakohtien ehjänä pysymisen kannalta on tärkeää välttää käyristymisen aiheuttamia hammastuksia.

Saumojen kohdilla käyristymisen aiheuttama hammastusta pienentävät myös *sauman rakenteet*. Sauman läpi menevät tapitukset ja valmiit metallirakenteiset saumarakenteet estävät hammastuksen muodostumista saumakohtaan. Pintabetonilatioissa sauman kohdat on mahdollista myös ankkuroida alla olevaan kantavaan laattaan.

Perustan läpäisevyys vaikuttaa lattian kuivumiseen. Perustan ollessa läpäisemätön, esimerkiksi muovikalvo, voi lattia kuivua ainoastaan yläpinnasta. Tämä suurentaa kuivumisesta johtuvaa kutistumiseroa ja hidastaa kuivumista. Maanvaraisessa lattiassa esimerkiksi vettä läpäisevä suodatinkangas parantaa tilannetta. Mitä tasaisemmin kuivuminen lattian ylä- ja alapinnasta tapahtuu, sen pienemmäksi jää käyristymä.

Suunnittelija valitsee yleensä *betonin lujuuden* pääasiassa lattian kantavuusvaatimusten perusteella. Muilta osin betonin laadun valitsevat lattian tekijä ja betonin toimittaja. Suunnittelija puuttuu harvoin yksityiskohtaisemmin betonin koostumukseen.

Käyristymisen minimoimiseksi tarpeettoman suurta betonin lujuutta tulee välttää latioissa. Lujuuden kasvaessa betonin sementin määrä ja pastamäärä kasvavat, minkä johdosta kutistuma kasvaa. Betonin lujuuden noustessa kasvaa myös kimmomoduuli, jonka kasvaminen pienentää myöhemmin tapahtuvaa käyristymän palautumista. Betonin lujuuden noustessa pienee myös betonin viruma, mikä pienentää osaltaan käyristymän myöhemmin tapahtuvaa palautumista.

Lujuuden kasvaessa kasvaa myös betonin tiiveys. Kasvanut tiiveys hidastaa betonin kuivumista ja käyristymän palautumista.

Edellämainittujen seikkojen johdosta maanvaraisen lattian kantavuuden lisäämisen kannalta on suositeltavampaa kasvattaa lattian paksuutta kuin lisätä betonin lujuutta. Mikäli lattian hyvä kulutuskestävyys on tärkeä, voidaan se saavuttaa käyttämällä pinnassa kovabetonikerrosta tai pintaan levitettäviä pintasirotteita. Tällöin koko lattian betonin lujuuden ei tarvitse olla suuri. Lujuudeksi riittää tavallisesti 25–30 MPa.

Yläpinnassa sijaitseva raudointi pienentää käyristymistä, alapinnassa oleva lisää sitä. Koska lattioiden paksuus ei ole suuri ja betonipeite vaatii osan toimivasta korkeudesta, ei raudoituksen vaikutus ole merkittävä. Tavanomaisilla raudoitusmäärillä yläpinnassa oleva raudointi pienentää käyristymistä 10–15 %.

Jännittämällä lattia voidaan estää käyristymistä. Sijoittamalla jännekaapelit reuna-alueilla ja nurkissa siten, että epätasaisen kutistuman vaikutus kumoutuu, voidaan käyristymistä estää. Jännittämisellä on myös muita etuja. Jännittämällä voidaan saumojen määrää vähentää huomattavasti. Jännittäminen on lisäksi varmin

keino estää halkeamien syntyminen betonilattioissa.

Jännittäminen tulee käytännössä kysymykseen lähinnä maanvaraisissa teollisuuslattioissa. Ulkomailla jännitettyjä teollisuuslattioita käytetään runsaasti.

Imubetonointia käyttämällä käyristymisen määrää voidaan pienentää. Imukäsittelyssä betonin yläpinnasta imetään vettä alipaineen avulla. Betonin vesisideainesuhde pienenee, jolloin betonin kutistuma pienenee. Koska imetyn veden määrä on suurin yläpinnassa, pienenee yläpinnan kutistuma, jolloin käyristymä pienenee. Imubetonointi tulee kysymykseen lähinnä teollisuuslattioissa.

Betonin koostumuksen valinnassa huomioon otettavia seikkoja

Betonin koostumuksen valinnassa määräävät tekijät ovat suunnitelmassa lattialle asetetut vaatimukset. Käyristymisen ja halkeilun estämisen kannalta betonin koostumuksen valinnassa kuivumisesta johtuvan kutistumisen minimointi on tärkein. Käytännössä lattiabetonin koostumuksen valinnassa on otettava huomioon muitakin seikkoja, kuten sitoutumisaika, työstettävyyys, pumpattavuus ja kuivuminen. Käytännössä betonin koostumuksen valinnassa joudutaan aina tekemään kompromisseja. Koostumuksen valinnassa betonin toimittajan asiantuntemus on tärkeää.

Tavanomaisissa lattioissa kutistumalajit, jotka käytännössä aiheuttavat ongelmia betonilattioissa ovat *plastisessa tilassa tapahtuva kutistuminen ja kuivumiskutistuminen*. Plastisessa tilassa tapahtuvaa kutistumista kutsutaan myös varhaisvaiheen kutistumaksi ja kuivumiskutistumaa pitkäaikaiskutistumaksi. Molempien syynä on kosteuden haihtuminen betonin pinnalta. Betonin koostumuksen lisäksi mainittujen kutistumalajien suuruuteen ja nopeuteen vaikuttavat olosuhteet (kosteus, tuuli) ja jälkihoito.

Sementin hydrataatioreaktioiden aiheuttamista fysikaalisista ja kemiallisista muutoksista johtuvan autogeenisen kutistuman suuruus on tavanomaisilla lattiabetoneilla käytännön kannalta merkityksetön. Vesisementtisuhdesta riippuva autogeeninen kutistuma on merkittävä ainoastaan korkealujuusbetoneilla ja muilla alhaisen vesisementtisuhteen betoneilla.

Plastinen kutistuminen tapahtuu betonin ollessa plastisessa tilassa tai aivan lujuudenkehityksen alussa. Plastisen kutistumisen tapahtuessa betonin lujuus on yleensä niin heikko, ettei se aiheuta käyristymistä. Plastinen kutistuminen aiheuttaa lattian pintaan halkeilua, joka on näky-

vissä jo valun kestäessä tai seuraavana päivänä. Kun haihtuminen on suurta ja betonin koostumus plastisen kutistumisen kannalta ”halkeiluherkkää”, halkeamia voi syntyä paljon ja halkeamaleveydet voivat olla suuria (1–5 mm).

Kuivumiskutistuminen tapahtuu kovettuneen betonin kuivussa. Kuivumiskutistuminen johtuu ”ylimääräisen” veden poistumisesta rakenteesta sen kuivussa. Kuivumisen yhteydessä tapahtuva kutistuminen on betonille tyypillinen materiaaliominaisuus.

Betonin koostumus, lähinnä pastamäärä (veden ja sementin määrä), ympäröivän tilan suhteellinen kosteus (kuiva lisää kutistumaa) ja lattian paksuus (ohut kutistuu enemmän) vaikuttavat kuivumiskutistuman suuruuteen. Kutistumisnopeuteen vaikuttaa ympäröivän tilan suhteellisen kosteuden lisäksi lattian paksuus.

Betonin kuivumisesta johtuvaa kutistumaa voidaan pienentää sen koostumuksen osalta seuraavilla toimenpiteillä:

- käytetään pientä pastamäärää (pastamäärä on veden, sementin ja ilman tilavuusosuuksia)
- käytetään suurta kiviaineksen maksimikokoa
- valitaan vähän vettä vaativia runkoainekautuma
- vältetään pinnaltaan rapautunutta runkoainetta
- vältetään suuria notkistinannostuksia.

Betonissa kutistuvan osan muodostaa pasta. Runkoaine toimii betonin kutistumaa estävänä osana. Pastamäärän minimoimiseksi runkoaineen tilavuusosuuden tulisi olla niin suuri kuin mahdollista. On huomioitava, että runkoainemäärä, vesimäärä, sementtimäärä ja vesi-sideainesuhde ovat toisistaan riippuvia. Kun betonin vesimäärä tai vesisementtisuhte kasvaa, kasvaa pastan määrä ja runkoaineen tilavuusosuus laskee. Seurauksena on kutistuman kasvaminen.

Sementin laadulla on vähäinen vaikutus kuivumiskutistumaan. Vaikuttavia tekijöitä ovat kemiallinen koostumus ja hienuus. Suomalaisista sementeistä SR sementin kuivumiskutistuma on pienin ja Rapid sementin suurin.

Runkoaineen osalta kuivumiskutistuman suuruuteen vaikuttavat sen koko ja jakauma (pastamäärää voidaan pienentää käyttämällä hyvin pakkautuvaa kiviainesta) sekä runkoaineen laatu. Runkoaineen koon ja jakauman vaikutus on välillinen. Karkeampi jakauma ja suurimman raekoon kasvattaminen vaativat vähemmän sementtipastaa samaan tuoreen massan työstettävyyteen pääsemiseksi.

Runkoaineen osalta kuivumiskutistuman suuruuteen vaikuttavat sen pintaominaisuudet, pinnan laatu ja tartuntaominaisuudet. Tartunta kiviaineksen ja kovettuneen sementtipastan välillä vaikuttaa tehokkuuteen, jolla runkoaine voi estää kutistumaa. Pinnaltaan rapautunutta kiviainesta tulee välttää.

Betoninormien /2/ mukaan kiviaineksen raekoon nimellisyläraja saa olla enintään 40 % ra-

kenteen paksuudesta ottaen lisäksi huomioon raudoituksen asettamat vaatimukset. Kun lattian paksuus on 60 mm suurempi, kiviaineksen suurimman raekoon tulisi olla vähintään 16 mm. Pienemmän käyttäminen lisää yleensä kuivumiskutistumaa merkittävästi.

Taulukko 1. Suositukset kiviaineksen suurimmaksi raekooksi maanvaraisissa lattioissa /3/.

Lattian paksuus mm	Kiviaineksen suurin raekoko mm			
	16	20	25	32
> 120				X
80–120	(x)	X	X	

Notkistimia käytetään yleisesti pienentämään betonin vesimäärää varsinkin jos betonin lujuusvaatimus on suuri. Samalla on tavoiteltu betonin kuivumiskutistuman pienentämistä, joskus käyttämällä suuria notkistimen annostuksia. Veden vähennys pienentää pastan määrää ja kutistumaa. Notkistimen käyttö kuitenkin tiivistää betonin mikrorakennetta, mikä lisää kutistumaa. Useissa kokeellisissa selvityksissä on käynyt ilmi, että notkistimen avulla saadusta huomattavasta vedenvähennyksestä huolimatta kutistuman suuruus ei ole juuri pienentynyt. Joskus kutistuma on jonkin verran kasvanut. Tämän johdosta suuria notkistinmääriä tulisi välttää. Notkistimen ja sideaineyhdistelmän yhteistoiminta ja vaikutus kutistuman suuruuteen on selvitettävä aina etukäteen.

Lattioissa runsasvetisten (notkat) ja pienen maksimiraekoon (8 mm) betonikoostumukset ovat yleisiä. Niiden käyttöä on perusteltu siirtojen helpottumisella (pumppaus) ja valutyön (levityksen ja oikaisun) kevenemisellä. Runsasvetisten ja pienen maksimiraekoon massojen käyttö suurentaa halkeiluriskiä, sillä erottumisriski plastisessa tilassa kasvaa ja kuivumisesta johtuvan kutistuman suuruus kasvaa. Erottuminen ja kutistuman kasvaminen lisäävät käyristymää.

Huokostinta käytetään yleisesti nopeasti päällystettävissä lattiabetoneissa kuivumisen nopeuttamiseksi. Huokostuksesta johtuen nopeasti päällystettävän lattiabetonin kutistuma on varsinkin kuivumisen alkuvaiheessa normaaliabetonia suurempaa. Lattian pintaosien nopea kuivuminen lisää käyristymistä. Lisäksi huokostuksen aiheuttaman lujuuden alenemisen korvaamiseksi näissä betoneissa joudutaan myös sementin määrää kasvattamaan, mikä suurentaa kutistumaa. Nopeasti päällystettäviä betoneita käytettäessä ajoissa aloitettu jälkihoito onkin tärkeää.

Käyristymisen estämisen kannalta on erittäin tärkeää ettei betoni erotu. Erottumisen seurauk-

sena pintaan muodostuu runsaasti pastaa sisältävä kerros, joka betonin kuivuessa kutistuu enemmän kuin alla oleva betoni. Pinnan suurempi kutistuma lisää käyristymää. Ohuessa lattiassa käyristymän lisäksi voi olla huomattava. Lisäksi yläpinnan suuresta kutistumasta johtuen lattian pintaan muodostuvan verkkomaisen halkeilun riski kasvaa huomattavasti.

Kutistumaa vähentävät lisäaineet (Shrinkage reducing admixtures, SRA) ovat uutena lisäaineryhmänä tulleet viime aikoina markkinoille. Aineiden tarkoitus on vähentää betonin kuivumiskutistumaa. Lisäaineiden toiminta perustuu veden pintajännityksen pienentämiseen jolloin kuivumiskutistumaa aiheuttavat jännitykset pienenevät. Kutistumaa vähentävät lisäaineet eivät poista kuivumiskutistumaa mutta vähentävät sitä 25–50 %. Kutistumaa vähentävien lisäaineiden käytön voidaan odottaa lisääntyvän.

Lattian valmistuksessa huomioon otettavia seikkoja

Betonilattian valmistuksen yhteydessä seuraavat seikat vaikuttavat käyristymiseen

- raudoituksen sijainti
- valutilan olosuhteet (lämpötila ja kosteus, tuulen vaikutuksen eliminointi)
- oikea-aikainen hierto (ei liian aikaisin)
- jälkihoidon aloitus ja suoritukset
- kuivuminen.

Raudoituksen tuenta on erittäin tärkeä. Valmiiden lattioiden vaurioita tutkittaessa on todettu, että raudoitus on usein lähes ”pohjassa”, vaikka sen suunnitelman mukaan olisi pitänyt sijaita ohuessa lattiassa keskellä tai paksuudessa lattiassa molemmissa pinnoissa. Usein yläpinnan raudoitus on alapinnan raudoituksessa kiinni, jolloin raudoituksen käyristymää lisäävä vaikutus on huomattava. Käyristymän lisääntymisen ohella myös halkeamien leveydet yläpinnassa voivat tulla huomattavan suuriksi.

Valutilan olosuhteet on saatava hyviksi ennen lattian valua. Valutilan lämpötilan on oltava riittävän korkea sekä lattian pintaa kuivattavien tuulen ja ilmavirtojen vaikutus on pyrittävä eliminoimaan. Valutilan lämpötilaa koskeva yleinen suositus on, että lämpötila on vähintään 10°C. Valettaessa lattiaa alhaisessa lämpötilassa betonin sitoutuminen ja lujuudenkehityksen alku siirtyvät. Alhaisen betonin lämpötilan aiheuttamasta sitoutumisen ja lujuudenkehityksen hidastumisesta johtuen plastisen kutistumisen aiheuttama halkeiluriski ja betonin erottumisriski kasvavat. Merkitys korostuu ohuissa lattioissa, joissa betoni jäähtyy nopeasti valutilan lämpötilaan.

Pinnan tasauksen jälkeen *hierron suorittaminen ”oikeana ajankohtana”* on tärkeää. Hierron

oikea aika on silloin, kun pinnassa oleva vesi häviää eikä hierron seurauksena pintaan nouse vettä. Liian aikaisin tehdyn hierron seurauksena pintaan erottuu runsaasti pastaa sisältävä kerros, joka kuivuessaan kutistuu voimakkaasti ja suurentaa käyristymää. Sitoutumisen ja lujuudenkehityksen alun siirtyessä alhaisen lämpötilan johdosta, aina ei malteta odottaa oikeaa hieertoajankohtaa, vaan hieerto tehdään liian aikaisin. Jos taas hieerto tehdään liian myöhään tai pinta on kuivunut korpuksi, pinnan tasaiseksi saaminen vaikeutuu ja hierron aiheuttama kitka voi aiheuttaa pintaan viiltomaisia halkeamia.

Jälkihihdolla on keskeinen asema, kun pyritään estämään plastisessa tilassa tapahtuva halkeilu ja kuivumisesta johtuvan kutistuman aiheuttama halkeilu. Suoritusajankohdan mukaan jälkihoito voidaan jakaa *varhaisjälkihoitoon ja varsinaiseen jälkihoitoon*. Varhaisjälkihoito on pinnan oikaisun sekä hierron ja lopullisen tasauksen välillä tehtävä jälkihoito. Varsinainen jälkihoito tehdään pinnan lopullisen tasauksen ja hierron jälkeen.

Varhaisjälkihoito on tehtävä jos kosteuden haihtuminen on suurta ulkoisista olosuhteista johtuen, pinnasta voi betonin koostumuksesta johtuen haihtua vain vähän kosteutta tai betonin sitoutumisaika on pitkä. Varhaisjälkihoito on aloitettava heti pinnan oikaisun jälkeen, jos betonin pinta alkaa kuivua.

Varsinaisen jälkihoidon aloitus ei saa viivästyä. Jos jälkihoidon aloitus viivästy esimerkiksi valua seuraavan päivän aamuun ja olosuhteet kosteuden haihtumiselle ovat otolliset, voi reunojen ja nurkkien nousu olla havaittavissa ohuissa latioissa jo seuraavana päivänä. Lujudenkehityksen alettua on kosteuden haihtuminen ja pinnan kutistuminen suurinta lujuudenkehityksen alkuvaiheessa.

Lattioihin sopivat jälkihoitomenetelmät ovat jälkihoitoaineen käyttö ja peittäminen kosteutta läpäisemättömillä tai kosteutta pidättävillä peitteillä. Jälkihoitoaineita käytettäessä on huomioitava, että ne yleensä läpäisevät kosteutta suositusten mukaisilla käyttömäärillä. Jos kosteuden haihtuminen ulkoisista olosuhteista johtuen on suurta, pinnan kutistuminen ei ole tällöin täysin estetty.

Betonin kutistumisen kannalta on jälkihoidon laadun ohella sen keston pituus tärkeä. Mitä pitempään jälkihoito kestää, sitä pienemmäksi jää betonin kuivumisesta johtuva kutistuma. Tämä johtuu betonin lujuuden kasvusta.

Julkaisun ”Betonilattiat 2002” /1/ mukaan jälkihoitoajaksi valitaan normaalisti kovettuvalla betonilla (lujuuden arvosteluikä 28 d) kypsyyssikä (ekvivalentti ikä) vähintään $t_{20} = 9$ d määritettynä Sadgroven menetelmällä ja nopeasti kovettuvalla betonilla (lujuuden arvosteluikä 7 d) $t_{20} = 3$ d. Kun betonin lujuusluokka on

K30 tai suurempi, betoni on saavuttanut 70 % nimellislujuudestaan.

Sadgroven menetelmässä betonin kypsyyssikä lasketaan kaavalla

$$t_{20} = \sum \left(\frac{T_b + 16}{36} \right)^2 \times \Delta t$$

jossa

T_b on betonin lämpötila (°C)

Δt on kovettumisaika (vuorokausia) lämpötilassa T_b .

Prosenttimäärä nimellislujuudesta saadaan käytetylle betonilaadulle laaditusta käyrästä. Normaalisti ja nopeasti kovettuvalla betonille käyrästöt on mm. ”Betoninormeissa” /2/.

Lattioita, joilta edellytetään kulutuskestävyyttä, tulee jälkihoitaa niin kauan, että betoni on saavuttanut 80 % nimellislujuudestaan. Aika voidaan määrittää lämpöastevuorokausisumma-menetelmää käyttäen. Myös tarkempia menetelmiä voidaan käyttää kypsyyden määrittämiseen.

Taulukoissa 1 ja 2 on esitetty suositeltavat jälkihoidon vähimmäisajat eri vakio- ja lämpötiloissa normaalisti kovettuvalla betonille ja nopeasti kovettuvalla betonille.

Taulukko 1. Jälkihoidon vähimmäisajat vakio- ja lämpötilassa normaalisti kovettuvalla betonille.

Betonin lämpötila (°C)	Aika (d), jolloin saavutetaan 70 % nimellislujuudesta		Aika (d), jolloin saavutetaan 80 % nimellislujuudesta			
	K30	K50	K30	K50		
10	17	15	13	26	24	22
15	12	10	9	19	16	16
20	9	7,5	6,5	14	12	12
25	7	6	5	11	9	9

Taulukko 2. Jälkihoidon vähimmäisajat vakio- ja lämpötilassa nopeasti kovettuvalla betonille.

Betonin lämpötila (°C)	Aika (d), jolloin saavutetaan 70 % nimellislujuudesta			Aika (d), jolloin saavutetaan 80 % nimellislujuudesta		
	K30	K40	K50	K30	K40	K50
10	6	5	5	7,5	7,5	6,5
15	4	3,5	3,5	5,5	5,5	4,5
20	3	2,5	2,5	4	4	3,5
25	2,5	2	2	3	3	2,5

Käyristymisen suuruuden arviointi

Vapaan käyristymän aiheuttama nousu laatan nurkassa voidaan karkeasti arvioida seuraavalla kaavalla, jossa Δ_ϵ on betonin kutistuman tai lämpötilaeron aiheuttama ylä- ja alapinnan välinen muodonmuutosero. Muut merkinnät käyvät ilmi kuvasta 1.

$$y_1 = \frac{\Delta_\epsilon (L_a^2 + L_b^2)}{8 \cdot h}$$

Edellä olevassa kaavassa on oletettu, että muodonmuutos ylä- ja alapinnan välillä on lineaarinen (suoraviivainen) mikä ei yleensä pidä todellisuudessa paikkaansa.

Jos normaalibetonin koostumus tunnetaan, kutistuman suuruus voidaan arvioida käyttämällä seuraavaa kaavaa /2/

$$\epsilon_{cs} = k_{cem} k_{sh} \left(\frac{P}{170} - 0,7 \right) \epsilon_{cs0}$$

jossa

$k_{cem} = 1,0$ CEM I ja CEM II sementteille
 $k_{cem} = 1,2$ jos käytetään masuunisementtiä (kuonaa 70 %), väliarvot 0...70 % voidaan interpoloida lineaarisesti.

k_{sh} on rakenteen muunnetusta paksuudesta he riippuva kerroin, joka saadaan ”Betoni-normien”/2/ taulukosta 2.4. Muunnettu paksuus lasketaan siten, että poikkileik-
kauksen pinta-ala jaetaan sen piirin puo-
likkaalla. Lattioissa muunnettu paksuus
on likimain sama kuin lattian paksuus.

ϵ_{cs0} on betonin loppukutistuman perusarvo, jolle rakenteen eri ympäristöolosuhteissa otaksutaan arvot, jotka on annettu ”Beto-ninormien”/2/ taulukossa 2.3.

P on betonin pastamäärä (l), joka voidaan laskea kaavasta:

P = sementtimäärä (kg) / 3,17 kg/l + ma-
suunikuonan määrä (kg) / 2,9 kg/l + lento-
tuhkan määrä (kg) / 2,3 (kg/l) vesimäärä (l)
+ lisäaineet (l) + ilmamäärä (l).

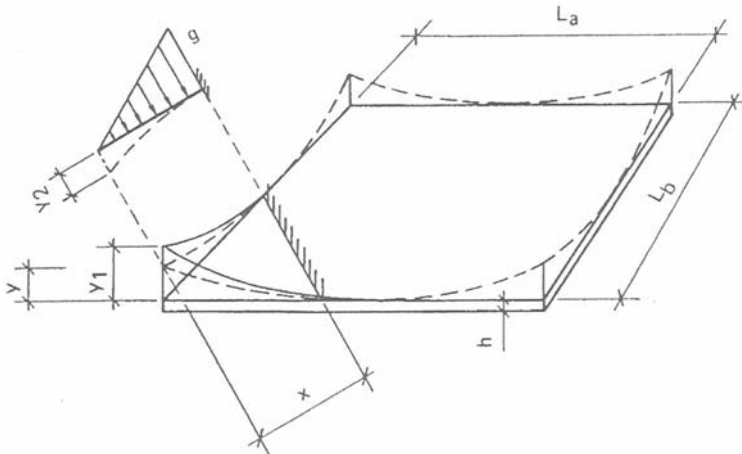
Kaavaa käytettäessä on huomioitava, että todellinen kutistuma voi erota merkittävästi kaavan antamasta.

Lattian oman painon nurkan nousua pienentävä vaikutus voidaan karkeasti arvioida seuraavalla kaavalla (merkinnät kuvan 1 mukaiset) /1/.

$$y_g = \frac{g \cdot x^4}{30 \cdot E_c \cdot I_c}$$

jossa

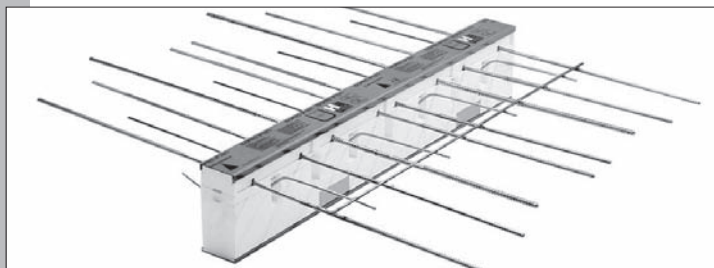
g on omapaino
 E_c on betonin kimmoduuli
 I_c on hitausmomentti.



Kirjallisuus

- /1/ Betonilattiat 2002, by 45, BLY7. Suomen Betoniyhdistys r.y. Suomen Betonilattia-
yhdistys r.y. Helsinki 2002. 175 s.
- /2/ Betoninormit 2004, by 50. Suomen Betoniyhdistys r.y. Helsinki 2004. 263 s.
- /3/ Betoni. Työmaan aloituskokouksen valmis-
betonin toimitussuunnitelma. Rakennus-
tuoteteollisuus RTT ry, Valmisbetonijaos.
www.betoni.com.
- /4/ Leivo, Markku & Holt, Erika. Betonin ku-
tistuma. VTT tiedotteita 2076. 57 s.

ISOPRO[®] -parvekeraudoitteet



- optimoitu, lämpöeristetty parveketuenta
- BY:n käyttöseloste 255
- Autocad-kuvat
- suomalaiset käyttö- ja mitoitusohjeet
- käyttöopastus Semtu Oy:stä

semtu oy

Puh. (09) 27 47 950
Fax (09) 27 47 95 40

E-mail: mailbox@semtu.fi
www.semtu.com