

RASKAASTI KUORMITETTUIJEN LATTIOIDEN LIIKUNTASAUMAT MIKSI SAUMOJA TARVITAAN?

Teuvo Meriläinen, diplomi-insinööri
Aaro Kohonen Oy



Timo Kuikkola

1

Lattiatyössä tarvitaan työsaumoja, koska harvoin valutyöt ovat mahdollisia alusta loppuun kertavaluna. Maanvaraisen lattian työsauma muodostaa luontevasti samalla liikuntasauaman. Betoni kutistuu kuivuuksaan, jolloin liike suuntautuu saumasta laattakentän keskipistettä kohden. Myös lämpöliikkeet aiheuttavat laattaan liikkeitä – lämpötilan aleneminen samaan suuntaan kuin kutistumisliike ja lämpötilan nousu laatan paisumista.

Esimerkiksi 20 m leveä laattakenttä lämpötilan laskiessa 10 °C lyhenee:

$$\Delta L = 10 \cdot 0,00001 \cdot 20 \cdot 10^3 = 2,0 \text{ mm}$$

Jos kutistuman suuruudeksi otaksutaan 0,2 promillea ($\varphi=90\%$, $h_b=100$ mm, $k_{sh}=1,00$), kutistumasta laatta lyhenee

$$\Delta L = 1 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot 20 \cdot 10^3 = 4,0 \text{ mm}$$

eli liike on yhteensä 6 mm.

Ellevät nämä liikkeet pääse vapaasti tapahtumaan, aiheuttaa se laattaan vetäviä pakkovoimia, jotka pyrkivät halkaisemaan laatan. Alustan kitka pyrkii myös estämään vapaata liikettä. Lämpötilan nousu verrattuna kovettumisajan lämpötilaan kom-

pensoi kutistumaa ja aiheuttaa laattaan puristavan voiman. Mikäli maanvarainen laatta jälkijännitetään, laattaan kohdistuu hallittu puristusvoima, joka eliminoi laatan halkeilua – puristettu rakenne ei halkeile. On myös tärkeää, että maanvarainen laatta on irti ympäröivistä pystyrakenteista, yleensä riittävänä voidaan pitää 10 mm:n rakoa.

Betonirakenteita käsittelevässä Eurokoodissa EC2: osa 1-1, kansallinen liite, kohdassa 2.3.3 sanotaan muun muassa yleisohjeena:

”Tavanomaisissa rakeneteissa kutistuman ja lämpötilan vaikutukset kokonaistarkastelussa voidaan jättää huomiotta, mikäli liikuntasauamat sijaitsevat vähintään 30 m:n välein, jotka mahdollistavat siirtymien syntymisen”. Suomen kansallisessa ohjeessa tähän on ehdotettu lisättäväksi vielä harkintamahdollisuus: ”Liikuntasaumaväli suunnitellaan aina erikseen, erityisesti perustamistapa huomioon ottaen”.

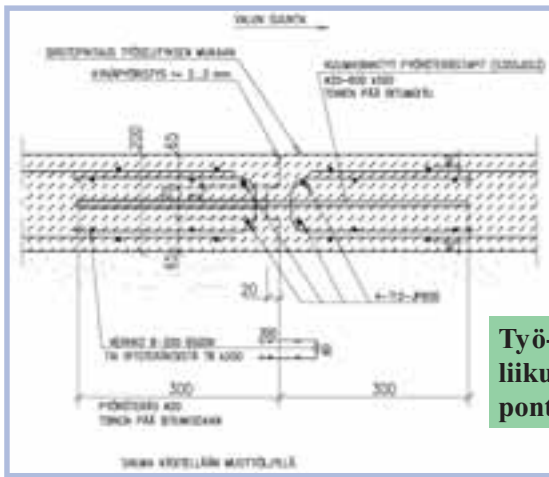
BETONILATTIOIDEN PERUSTYYPIT

Raskaasti kuormitetuilla lattioilla tarkoitetaan tässä yhteydessä lattioita, joita kuormitetaan mm. raskailla ajoneuvokuormilla, trukkikuormilla, raskailla pistemäisillä hyllyjalkojen kuormilla sekä esim. lentokoneiden ja niiden vetovaunujen pyörä-

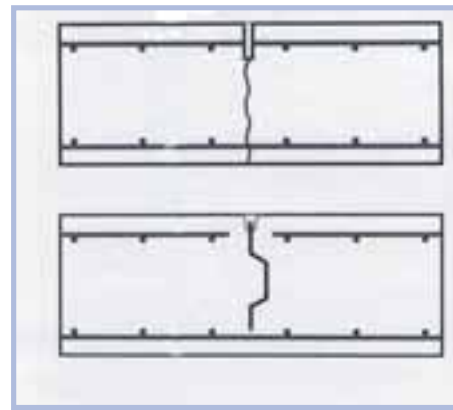
2



Lattia irti pystyrakenteista



Työ- ja liikuntasauva, pontti + tapitus



Sahattu sauma : hallittu halkeilu, yläpinnan terästen katkaisu

Työsaumapontti : - hallittu halkeilu, yläpinnan teräset eivät jatku

kuormilla. Kuormitustiedot on selvitettävä yleensä tapauskohtaisesti, mutta esim. Eurokoodissa EC 1, joka käsittelee rakenteiden kuormia on annettu ajoneuvokuormista aiheutuvia pistekuormia sekä myös haarukatrakkien akselikuormia trukin painon ja taakan funktiona. Kuormatietoja on annettu myös Rakenteiden kuormitusohjeessa RIL 144-2002. Betonilattioiden mitoituksessa voidaan noudattaa ohjetta: *Betonilattiat 2000, by 45 / BLY 7*.

Lattiat voidaan ryhmitellä rakenteen toimintatavan mukaan:

- Maanvaraiset lattiat (paksuus > 140 mm)
- Pintabetonilattiat (paksuus > 80 mm)
- Kelluvat lattiat (paksuus > 140 mm)

Lattioiden ryhmittely raudoitustavan mukaan:

- Raudoitus molemmissa pinnoissa (paksuus > 140 mm)
- Keskeisesti jälkijännitetty (paksuus > 140 mm)
- Kuitubetonilattia (paksuus > 140 mm)

Vaativien betonilattioiden luokitusmerkintä (by45 / BLY 7, kohta 1.2.1), esimerkiksi

- B-2-40-T, jossa kirjain T korostaa erityisesti lattiatyönjohdon pätevyyttä.

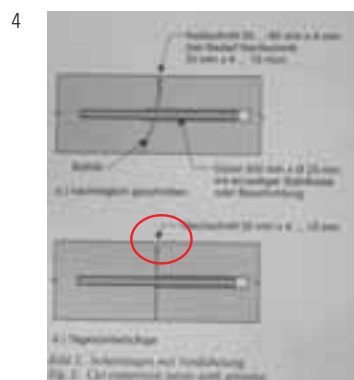
ERILAISET SAUMATYYPIT

Koska saumarakenne on maanvaraisen laatan heikoin kohta, tulee saumajako pyrkiä suunnittelemaan mahdollisimman harvaksi ja saumatyyppi tulee valita erityisen huolella käyttöolosuhteiden vaatimusten mukaisesti.

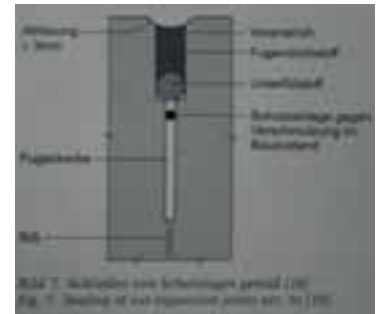
Raskaasti kuormitetuille lattioille soveltuvia saumatyyppejä ovat mm:

- Tapitettu ja pontattu sauma, joka sallii kulman muutoksen ja sauman avautumisen (kuvat 3).
- Sahattu sauma, jolloin yläpinnan terästen katkaisulla heti valun jälkeen pyritään ohjaamaan syntyvä halkeama hallitusti. Sauma voidaan myös varustaa toisesta päästään liukuvalla tapituksella. Sahatut saumat soveltuvat erityisen hyvin laaja-aluevaluihin ja kuitubetonilattioihin (kuva 4).
- Työsaumapontti, joka mahdollistaa alapinnan terästen jatkuvuuden. Sauma voidaan myös varustaa lisäksi toisesta päästään liukuvalla tapituksella (kuva 5).
- Sauman alle erillinen kuormia tasaava anturakaista. Tämä menettelytapa on sovelias erilaisten vesikouru- /tekniikkakanaalien yhteydessä (kuvat 6, 7).

3



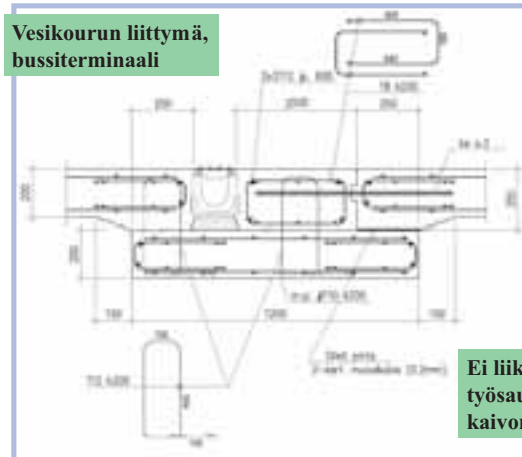
4



Saksalainen saumaohje

5

Vesikourun liittymä, bussiterminaali



Ei liikunta- eikä työsaumaa ACO-drain kaivon kohdalle

6

Sähkövetokaivo maanvaraisessa lattiasa



Kaivo irti lattiasta

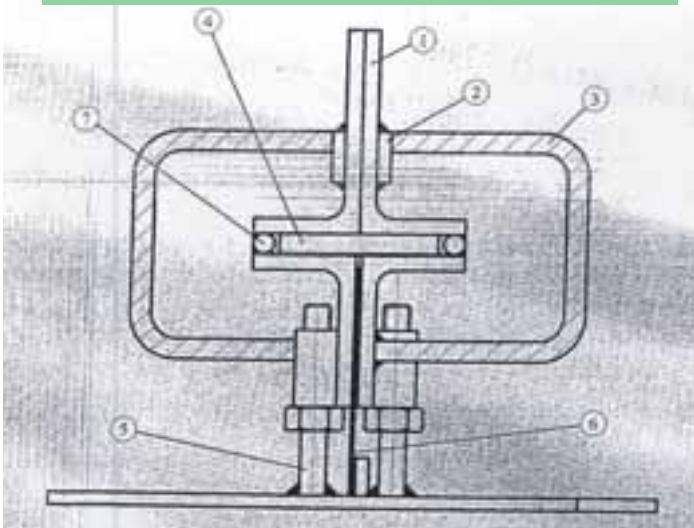
7

Korodur-liikuntasaumalaite:
www.korodur.de

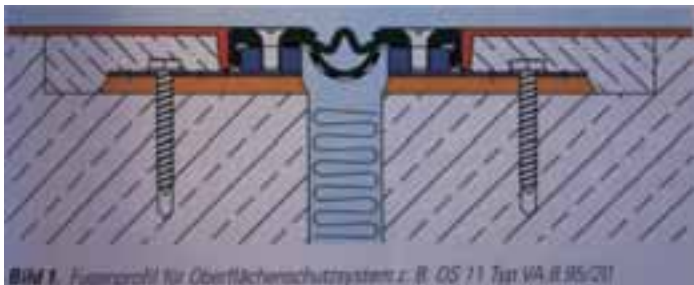


8

KORODUR-liikuntasaumalaite: h= 170 ... 350 mm, riittävän vahva rakenne, korkeussäätö

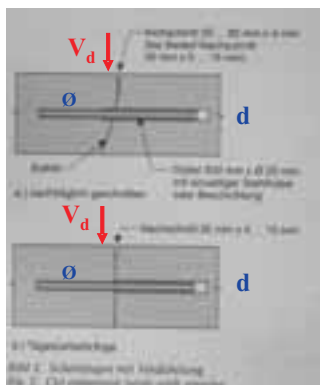


9



Liikuntasaumaprofiilin asennus, soveltuu keskiraskaaseen kuormitukseen

10



Esim. Tappi Ø20, S355JR, K30-2

$$V_{sd} = 1,0 * \phi^2 \sqrt{f_{cd} * f_{yd}}$$

$$V_{sd} = 1,0 * 20^2 \sqrt{14 * 292} = 25,6 \text{ kN / tappi}$$

Laatan paksuus $d \geq 2 * 4,5 * 20 = 180 \text{ mm}$

11

11. Mitoitusohjeena voidaan käyttää ns. Rasmussenin vaarnakaavaa.

– Valmiit liikuntasaumalaitteet, jotka on suunniteltu raskaille pyöräkuormituksille, esim. saksalainen KORODUR-liikuntasaumalaite (kuvat 8, 9, 10).

Tapituksella eli lyhyellä vaarnalla voidaan siirtää sauman kohdalle aiheutuvaa leikkausvoimaa. Mitoitusohjeena voidaan käyttää ns. Rasmussenin vaarnakaavaa (by 210, kohta 4.3.5), joka sovellettu- na maanvaraiseen laattaan lyhenee muotoon:

$$V_{sd} = 1,0 * \phi^2 \sqrt{f_{cd} * f_{yd}}$$

Esimerkiksi sileä terästappi Ø20 - 600, teräs S355JR, betoni K30-2, saadaan tappin siirtämäksi leikkausvoimaksi:

$$V_{sd} = 1,0 * 20^2 \sqrt{14 * 345} / 1,2 = 25,4 \text{ kN}$$

Vaarnatappi voidaan mitoittaa sauman yli siirtävälle pistekuorman puolikkaalle. Laatan paksuudeksi tulee valita vähintään $h \geq 4,5 * x$ (tappin halkaisija Ø), jotta tappi ei lohkaise reunaa, ja että reunaan mah- tuvat hyvin reunahaat ja pituussuuntaiset teräkset täyttäneen betonipeitteen vähimmäisarvolle asetetun vaatimuksen.

Laatan ylä- ja alapinnan väliset lämpötilaerot sekä kosteuseroista johtuvat kutistuserot pyrki- vät käyristämään laatta (kuvat 12, 13). Laatasta syntyy taivutusvetojännityksiä kylmällä puolella ja puristusjännityksiä lämpimällä puolella. Laskenta- ohjeita käyristymän suuruusluokan hahmottami- sesksi on annettu ohjeessa by45 / BLY 7. Neljän sauman risteystä tulee välttää ja limitysmittana suositellaan käytettävän 300...1000 mm. Tapituk- set saumassa tasaavat nurkkien käyristymää.

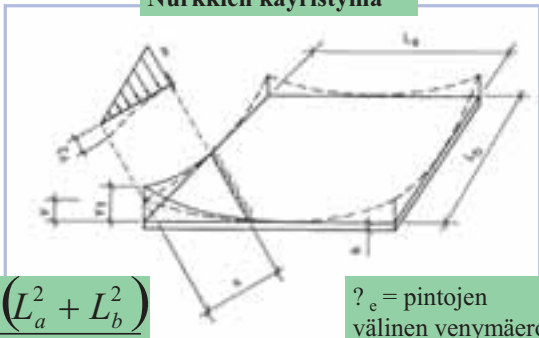
Pintabetonilatioissa on tärkeää sijoittaa liikun- tasauma juuri samalle kohdalle kuin kantavan ra- kenteen liikuntasäama on. Liikuntasäaman nurkat voidaan vahvistaa alaspäin olevilla kulmateräksillä ja on myös tärkeää ankuroida pintabetonirakenne liikuntasäaman molemmin puolin kantavaan laa- taan ylösnousun estämiseksi (kuva 14).

YHTEENVETO

Säama on lattiarakenteen heikoin kohta ja lattian paksuuden määräävät käytännössä säaman raken- ne ja pistekuorman kestävyys.

Kuivumisen kannalta ohuet rakenteet ovat suosi- teltavia, muovikelmu maanvaraisen lattian alla on hyvä kitkan pienentäjä, mutta se hidastaa lattian kuivumista. Liikuntasäamaväleissä pyritään mah- dollisimman harvaan jakoon ja ne noudattavat työ-

Nurkkien käyristymä



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

Δ_ϵ = pintojen välinen venymäero, esim. kutistumasta

12 13

saumajakoa. Raskaasti kuormitetuissa lattioiden saumoissa on tärkeää välttää hammastuksen syntymistä ja sen takia ponttisaumat on syytä varustaa myös tapituksella. Sauman leveys on valittava alkujaan riittävän pieneksi, koska sauma pyrkii kutistumisliikkeen takia avautumaan. Käytännössä saumat voidaan valaa suoraan toisiaan vasten, irroitus toisistaan tehdään muottiöljyllä.

Valmiita teräsvahvistuksia raskaisiin liitossovellutuksiin on niukasti käytettävissä. Kotimaiset sovellutukset on kehitetty varsin kevyelle kuormitukselle soveltuviksi (kuvat 15, 16). Työmaatekniikkaan entistä paremmin soveltuville saumarakenteiden tuotekehitykselle on selvästi tarvetta.

EXPANSION JOINTS IN HEAVILY LOADED FLOORS

Joints are the weakest points in floor structures, and the thickness of the floor is in practice determined by the construction of the joint and its point load capacity.

In terms of curing, thin structures are recommended. A plastic film under a floor slab decreases friction excellently, but results in a longer curing time. The spacing of expansion joints should be as wide as possible, following the spacing of work joints. It is important to avoid offsetting of joints in heavily loaded floors, and for this reason tongue-and-groove joints should be provided with dowels, as well. The width of the joint should be originally sufficiently small, as joints tend to open up due to shrinkage movement. In practice joints can be placed directly against each other, and separated by means of form oil. The selection of prefabricated reinforcing for heavy joint applications is limited. Domestic applications have been developed for quite small loads. There is clearly demand for development of joint structures better suited to the technology employed on construction sites.

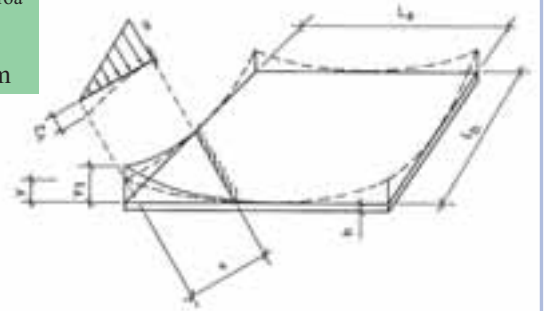
Work joints are necessary in floor work, as floors cannot usually be cast in one go, from beginning to end. In a floor slab a work joint also produces a natural expansion joint. Concrete shrinks during curing, whereby movement is directed from the joint toward the centre of the slab field. Thermal movements also cause movements in the slab – a decrease in temperature results in the same direction of movement as shrinkage movement, and an increase in temperature results in expansion of the slab. Unless these movements can take place unrestrictedly, tensile forces are produced in the slab that tend to cause cracks.

As the joint structure is the weakest point in a floor slab, the joint spacing should be as wide as possible and the joint type should be selected carefully in compliance with the operating conditions.

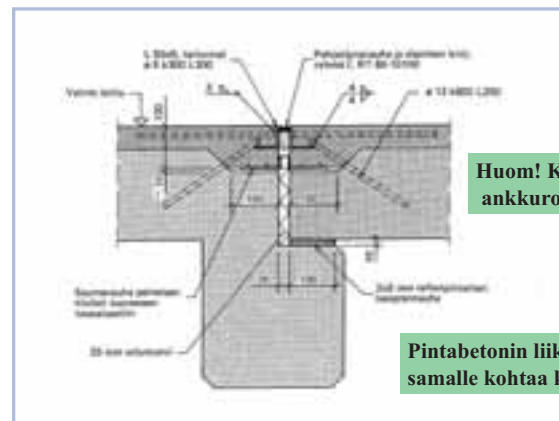
16

Nurkan käyristymä, esim.laskelma

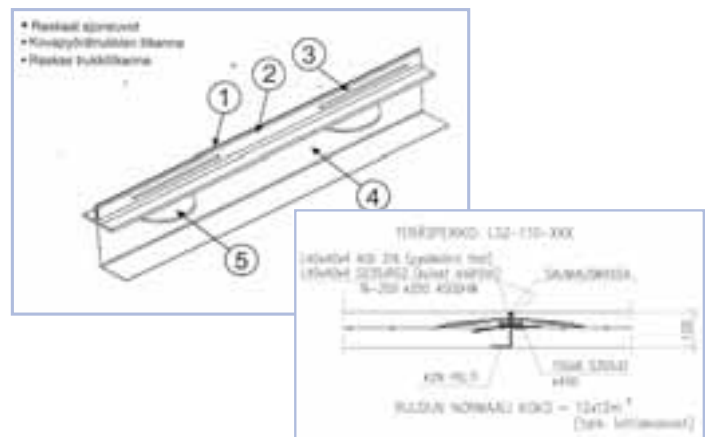
$\Delta_\epsilon = 0,00004$
vastaa lämpötilaeroa
 $\Delta T = 4^\circ\text{C}$
 $L_a = L_b = 15 \text{ m}$



$$y_1 = \frac{0,00004 (15^2 + 15^2)}{8 * 0,2} = 0,011 \text{ m} = 11 \text{ mm}$$



14



15

