

RIL K132

by 139

RIL K132 BETONIELEMENTTIEN LIITOSTEN JA SAUMOJEN SUUNNITTELU 1990

ISBN 951-758-247-1
ISSN 0781-5344

**BETONIELEMENTTIEN LIITOSTEN JA
SAUMOJEN SUUNNITTELU
1990**

**Suomen Betoniyhdistys r.y.
Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry.**

by 139

Lämpöliikkeet ja liikuntasaumamat
Dipl.ins. Vesa Virtanen

LÄMPÖLIIKKEET JA LIIKUNTA SAUMAT

1. LÄMPÖLIIKKEIDEN HUOMIOON OTTAMINEN
ELEMENTTIRAKENNUSTEN SUUNNITTELUSSA

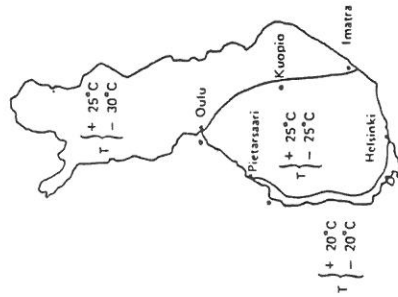
1.1 Yleistä

Lämpö- ja kosteusolosuhteiden muutokset aikaansaavat rakennuksissa niihin laajenemis- ja kutistumisloukkaita. Mikäli liikkeet ovat estettyjä syntyy rakenteisiin puristus-, veto- tai taiputusjännityksiä, joiden synnyttämät pakkovoimat siirtyvät elementtirakenteissa rakennuksessa myös elementtiliitoksiin.

Lämpöliikkeiden tarkastelussa tulee ottaa huomioon myös kimmoiset liikkeet ja hiipumasta aiheutuvat liikkeet.

1.2 Betonirakenteiden lämpötila

Lämpöeristämättömien betonirakenteiden lämpötilat valitaan kuvasta 1.



Rakennetyyppi	Lämpötilaero rakenteissa (°C)	
	ΔT^+	ΔT^-
Teräsrakenne	+20	-5
Betonirakenne	+10	-5

Kuva 1. Lämpöeristämättömien korkeimmat ja matalimmat lämpötilat.

Vedessä olevan rakenteen korkeimmaksi lämpötilaksi oletetaan + 20 °C ja alimmaksi 0 °C.

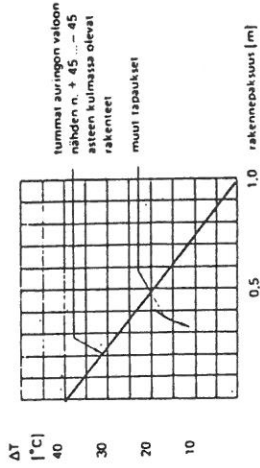
Rakenteissa keinoitekoisesti aikaansaadut lämpötilan vaihtelut sekä lämmön epätasainen jakaantuminen on laskelmissa tarvittaessa otettava huomioon.

Kuvan 1 lämpötila-arvoja voidaan käyttää pakkovoimalaskelmissa. Ilman huippulämpötilojen mukaan laskettuja pakkovoimia pienentävät betonirakenteissa seuraavat tekijät:

- tavanomaisen betonirakenteen suuri lämpökapasiteetti
- rakenteen halkeilu (jäykkyyden pieneminen)
- betonin viruminen ja murtorajatilassa lisäksi plasti-soituminen.

Jos rakenne on hoikka tai lämpötilalla on suuri merkitys käyttötilassa kuten esim. lämpöliike laakereita mitoitettaessa, on lämpötilan arvoja korotettava 20...50 %. Tätä lisäystä ei käytetä yhdessä auringonpaisteesta tulevan lämpötilaläisyyksen kanssa.

Auringonpaisteelle alttiissa rakennosissa, joita ovat esimerkiksi julkisivut etelä-länsi-suunnassa, voidaan kuvan 2 mukaisesti korkeimpiin lämpötiloihin lisätä kuvan 2 mukaiset lisälämpötilat ΔT .



Kuva 2. Auringonvalon säteilyyn aiheuttamia lämpötilaläisyyksiä kuvan 1 korkeimpiin lämpötiloihin.

Pintakerrosten lämmönvaraus ja -eristyskyky alentavat myös kuvan 2 mukaisia arvoja.

Rakennetta rasittavaksi pysyväksi kuormaksi oletetaan rakenteen valmistuslämpötilan tai asennuslämpötilan ja keskimääräisen käyttölämpötilan (keskimääräinen lämpötila koko vuoden ajalta) välinen ero.

Muuttuvaksi kuormaksi katsotaan rakenteen keskilämpötilan vaihtelut keskimääräiseen käyttölämpötilaan nähden.

Ulkona olevan suojaamattoman rakenteen keskilämpötila riippuu mm. ulkoilman lämpötilasta ja lämpösäteilystä.

Betonirakenteen mitoituslämpötiloina voidaan yleensä käyttää vuorokauden korkeinta ja alhaisinta keskilämpötilaa. Eristämättömissä teräsrakenteissa mitoituslämpötilaksi soveltuu yhden tunnin keskilämpötila, jota tarkennetaan lämpösäteilyä johtuvalle korjauksella.

1.3 Rakentamisen aikana vaikuttavat lämpöliikkeet

Rakentamisen aikana "kylmässä rakennuksessa" rakenteet ovat ulkoilman lämpötilavaihteluilta alttiita, jolloin niiden lämpötilana voidaan pitää vuorokauden keskilämpötilaa, jota korjataan + 5 OC. Lämpötilavaihteluiden aiheuttamat muodonmuutokset lasketaan siten asennusajankohdan lämpötilasta.

Betoninormien mukaan betonin pituuden lämpötilakerroin on

$$\alpha_{ct} = 10 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \quad (\text{tavanomainen runkoaine)}$$

$$\alpha_{ct} = 8 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \quad (\text{kevyt runkoaine})$$

Kun elementin lämpöliike voi esteettömästi tapahtua pituuden lämpötilamuutos on

$$\Delta l = t \cdot \alpha_{ct} \cdot L \quad (1)$$

L = elementin pituus
t = lämpötilan muutos

Jos lämpöliikkeet on estetty saadaan pakkovoima laskettua pituuden lämpötilamuutoksesta.

$$p = \frac{\Delta l}{L} \cdot E \cdot A \quad (2)$$

E = kimmokekerroin
A = poikkipinta-ala

Pakkovoimilla on erityistä merkitystä silloin, kun elementtiraakenteet sijaitsevat kahden jäykistävän rakenteen välissä.

1.4 Valmiissa rakennuksessa vaikuttavat lämpöliikkeet

Valmiissa rakennuksessa lämpötilamuutokset aiheuttavat lämpörasituksia mm. ulkoseinäelementteihin, parvekkeisiin, katoksiin ja terasseihin sekä yläpohjien pintalaattoihin. Siten ulkoisrakenteet tulisi suunnitella niin, että lämpöliikkeet pääsisivät esteettömästi tapahtumaan.

1.4.1 Kuorielementit

Kun kuorielementtien lämpöliike voi vapaasti tapahtua, lasketaan pituuden muutos kaavasta

$$\Delta l = t \cdot \alpha_{ct} \cdot L \quad (1)$$

kuten edellä on esitetty ja käyristyminen

$$f = \frac{L^2 \cdot \alpha_{ct} \cdot \Delta t}{8d} = \frac{L \cdot \epsilon_{ct}}{8d} \quad (3)$$

L = elementin pituus
 Δt = ulko- ja sisäpinnan lämpötilan ero
d = elementin paksuus

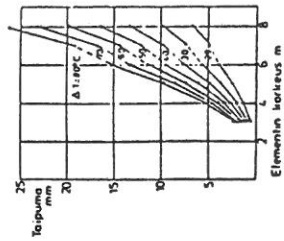
Jos käyristymistä halutaan estää tulisi halkeamien takia kuorielementin kiinnitys olla elementin 1/4-pisteissä.

1.4.2 Sandwich-elementit

Sandwich-elementissä ulompi kuori kiinnitetty sisäkuoren lämpöeristeen läpi viedyillä pystysuorassa asennossa olevilla ansa-teräksillä. Koska elementit ovat yleensä kerroksen korkuisia, ulkokuori liikkuu kerroksittain lämpövaihteluiden aikana.

Sandwich-elementin ulko- ja sisäkuoren lämpötilaeroista aiheutuva taipuma on esitetty kuvassa 3.

Korotusaalto 5 mm x 600
d = 60 mm, kun elem kork 37 m
d = 30 mm, kun elem kork 37 m



Kuva 3.

Elementtien ansasteräket estävät ulkoisuuden vapaata liikkumista, joka aiheuttaa ansaiden diagonaaliteräksin vetojäännityksiä. Jännitysvaihteluiden lukumäärä ei kuitenkaan nouse 10⁵, että kysymykseen tulisi väsymislujuus.

1.4.3 Parvekkeet

Parvekkeet voidaan jakaa kahteen ryhmään lämpöliikkeiden kannalta:

- perustuksille tuettujen seinien tai pilarien varaan kannatetut parvekkeet
- kerroksittain kannatetut parvekkeet (pystysuora lämpöliike ei aiheuta vaikeuksia).

Parvekkeet on mitoitettava omalle painolle, hyötykuormalle, tuuli- ja lämpöliikkeen sekä kiinnityksissä tulee huomioida lämpöliikkeet

- perustuksille tuetut parvekkeet.

Tarkastellaan kosteuden ja lämpöliikkeiden yhteisvaikutusta.

Esimerkiksi: rakennuksen korkeus 5 kerrosta, parvekkeiden leveys 2 m. Talvella kosteusero parvekkeiden piellisseinien ja rakennuksen ulkoseinässä 0,2 o/oo ja lämpötilaero 45 oc. Pituudenmuutokseksi saadaan 0,25 o/oo.

Parvekkeiden kiinnikkeet 4 Ø 12, ruostumaton 18/8, molemmista päistä kiinnitettyt.

$$M = \frac{6EIF}{l^2}$$

sijoitetaan.

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{3 \cdot Edf}{l^2} = 200 \text{ N/mm}^2$$

$$E = 200000 \text{ N/mm}^2$$

$$f = \frac{l^2}{3 \cdot 10^3 d}$$

sijoitetaan

$$f = 3,50 \text{ mm (0,25\%)}$$

$$d = 12 \text{ mm}$$

$$\text{saadaan } l = \sqrt{3 \cdot 10^3 \cdot 12 \cdot 3,50} = 354 \text{ mm}$$

valitaan l = 370 mm
tuulikuorma

$$\frac{2 \cdot 2,8 \cdot 0,8}{4} = 1,12 \text{ KN}$$

$$l_n = 0,6 \cdot 370 = 222 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{l}{i} = 74 \text{ o nsall.} = 112 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_n = \frac{1120}{113} = 9,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{cn} = \frac{3Edf}{l} = 176,7 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_n}{\sigma_{nsall}} + \frac{\sigma_{cn}}{\sigma_{nsall}} = \frac{9,9}{112} + \frac{176,7}{200} = 0,97 < 1,0$$

Jos kiinnikkeen toisessa päässä olisi nivel, olisi saatu:

$$f = \frac{l^2}{1,5 \cdot 10^3}$$

ja vaadittu l = 245 mm

Laskelmasta voidaan todeta, että taipuvuudesta saavat kiinnikkeet tarvitsevat vapaata pituutta 5 kerroksisissa rakennuksissa niin paljon, että on siirryttävä sellaisiin kiinnikkeisiin, jotka eivät saa lämpöliikkeiden johdosta taipuvuutta.

2. LIIKUNTASAUMAT

2.1 Yleistä

Liikuntasaumojen tehtävänä on jakaa betonirakenne sellaisiksi osiksi, että ne kykenevät kestämään syntyvät liikkeet. Liikuntasaumojen on myös sallittava tarpeellinen liikkumavara kullekin rakennososalle.

Aikoinaan suuretkin tiiliset rakennukset muurattiin ilman liikuntasauvoja. Nämä rakenteet ovat hyvin säilyneet meidän aikoihin asti. Tämä selittyy mm. sillä, että näiden tiilimuurien lämmönläajenemiskerroin on vain puolet betonin vastaavasta.

Vuosisadan alussa, jolloin alettiin käyttää betonia ja rautabe-tonia rakennusten kantavana runkomateriaalina, huomattiin niiden olevan varsin alttiita erilaisille kutistumishalkeamille. Ryhdyttiin tutkimaan betonin muodonmuutoksia, joiden hallitsemiseksi tarvittiin suhteellisen tiuhat liikuntasaumavälit.

2.2 Liikuntasaumojen tarve

Jos rakennuksen ääripisteiden etäisyys on = 60 m, on yleensä aina rakennus jaettava liikuntasauvoilla osiin. Usein myös monet muut seikat vaikuttavat liikuntasaumajakoon. Tällaisia ovat mm. rakennuksen perustaminen eri tavoilla, rakennusmassan epäjatkuvuus sekä vaaka- että pystytasossa, vaihtelevat +tasot. Näin ollen liikuntasaumajako useimmiten löytyy helposti.

Edellä sanottu koskee nimenomaan paikallavalettuja rakenteita, mutta soveltuu myös elementtirakenteisiin.

Joka tapauksessa liikuntasauama on aina rakenteen heikko kohta lämmöneristeen ja nimenomaan ilmatiivyyden kannalta ja kun se lisäksi vaikeuttaa ja hidastaa rakennustyötä, on se eräs kustannustekijä. Toisaalta virheellinen liikuntasauamajako saattaa aiheuttaa suuria vahinkoja rakenteiden halkeilussa hallitsemattomasti.

2.3 Liikuntasauomien suunnitteluperusteet

Tavanomaisten paikallavalettujen talonrakennusten liikuntasauomais- ta annetaan kirjallisuudessa jonkin verran toisistaan poikkeavia tietoja. Eri tavoin perustettujen pitkien rakennusten sopivina liikuntasauamaväleinä voitaneen pitää seuraavia arvoja:

- kalliolle 30...50 m
- kantavalle maapohjalle 40...60 m
- paaluille 40...60 m.

Vastaaavissa kylmissä rakennuksissa on em. arvoja vähennettävä puoleen.

Eräänä lähtökohtana liikuntasauamajalon suunnittelussa voidaan pitää sitä, että liikuntasauamavälit eivät ole pitempiä kuin paikalla- valetuissa rakenteissa.

Liikuntasauomien välissä ei tulisi olla enempää kuin yksi raken- nusta pystyssä pitävä jäykkä rakenneosa, sillä esim. kaksi toi- sistaan melko etäällä (40 m) olevaa jäykkää rakenneosaa saat- tavat aiheuttaa näiden välille pakkovoimia, joita rakenteet eivät ilman haitallista halkeilua kestä.

2.3.1 Asuinrakennukset

Lamellit, joissa on pääasiassa poikkittaisia kantavia betoni- elementtejä sekä porrashuoneen seinäelementit, on usein sopiva jakaa liikuntasauomoin kahden portaan osiin. Tämä merkitsee useim- miten noin 30 m:n liikuntasauomajako, maksiminaan voidaan pitää noin 45 m.

- Mikäli eri asuntojen lattiatasot on suunniteltu 1/2- kerroksen +tasoerolle, on tällaiset erotettava liikun- tatauomoin.

- Elementtirakenteisen asuinrakennuksen liikuntasauama on ehdottomasti paras tehdä kaksinkertaisena seinänä, välissä ilmarako.

2.3.2 Toimisto- ja liikerakennukset

Rakennusten pohjan lävistäjän suunnassa ehdottomana maksimipituu- tena voidaan pitää noin 70 m, jolloin liikuntasauamaväli on noin 60 m. Suositeltavaa olisi kuitenkin suunnitella pisimmäksi liikun- tatauamaväliksi noin 50 m.

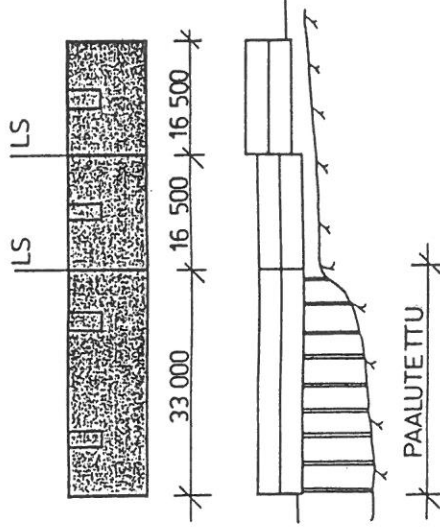
Useimmiten on edullisinta suunnitella liikuntasauamat kaksoiraken- teisina, esim. kaksoispilareiden avulla.

2.3.3 Varasto- ja teollisuusrakennukset

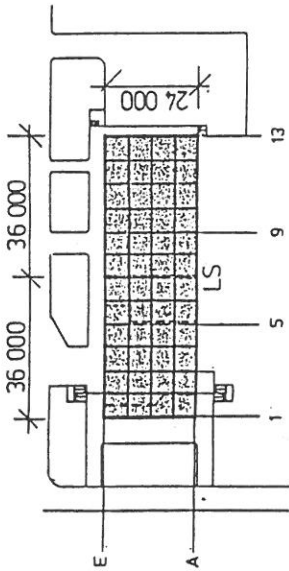
Nykyisin vain harvoin suunnitellaan kaksinkertaisin rakentein; kahdet pilarit, kahdet pilarit tai seinät. Huomattavasti huokeampi ja helpompi tapa on ala-, väli- ja yläpohjassa asentaa elementit neopreenilaakereiden varaan siten, että liikkeet voivat tapahtua hallitusti ilman hallitsemattomia halkeamia. Vastaaavilla kohdilla seinissä mahdolliset betoniset sandwich-elementit on kiinnitettävä pilareihin joustavasti.

2.4 Sovellutukset

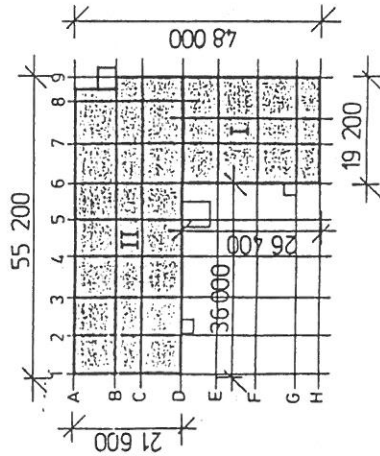
Seuraavassa on esitetty joitakin käytännön sovellutuksia liikun- tatauamajaoista eri kohteissa.



Asuinrakennus, 2 liikuntasauamaa

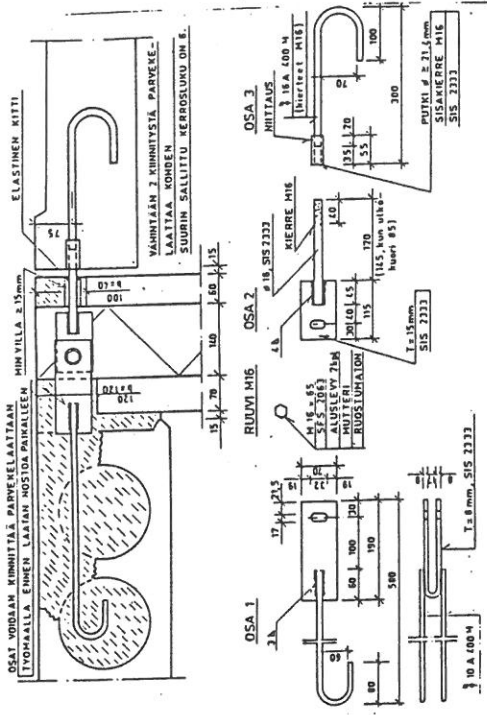


Ostoskeskus, I liikuntasäuma

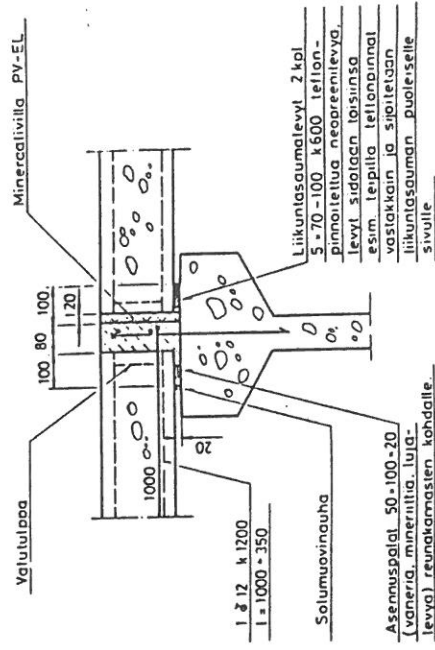


Terveyskeskus, ei liikuntasäumojä

Liikkeet salliva parveke-elementin liitos



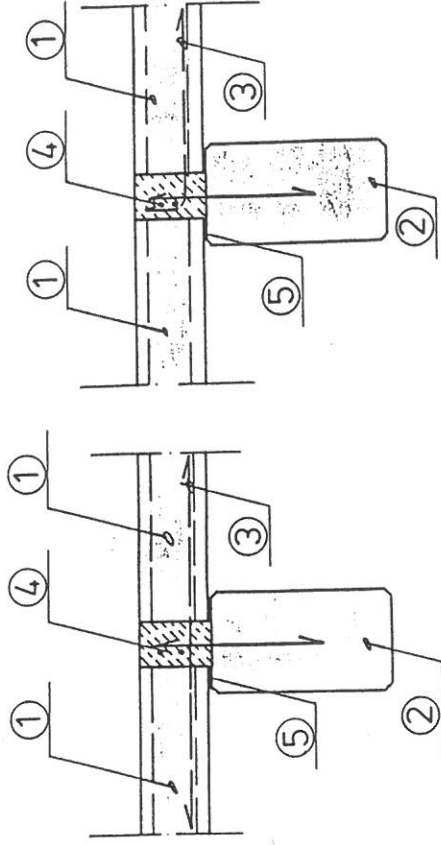
Ontelolaatan ja palkin välinen liikuntasäuma



Elementtilaatan liitos palkin päällä

1. Elementti
2. Seinä tai palkki
3. Saumateräs
4. Jälkivalu ja asennuslevyt
5. Neopreeninauha

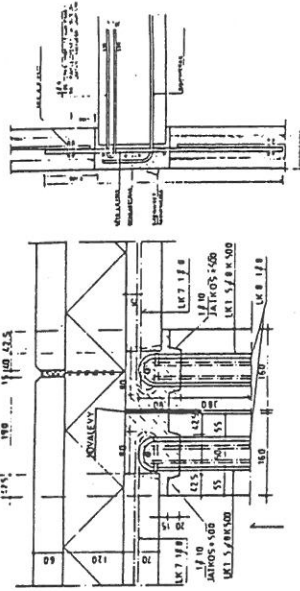
Jos sauman on samalla toimittava liikuntasaumana voidaan käyttää alla olevan kuvan mukaista ratkaisua.



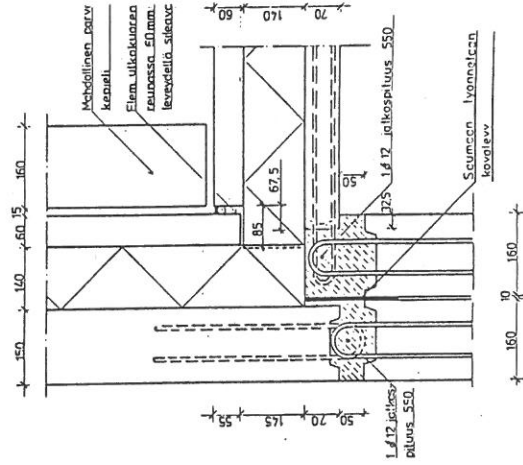
Liikuntasaumaliitos

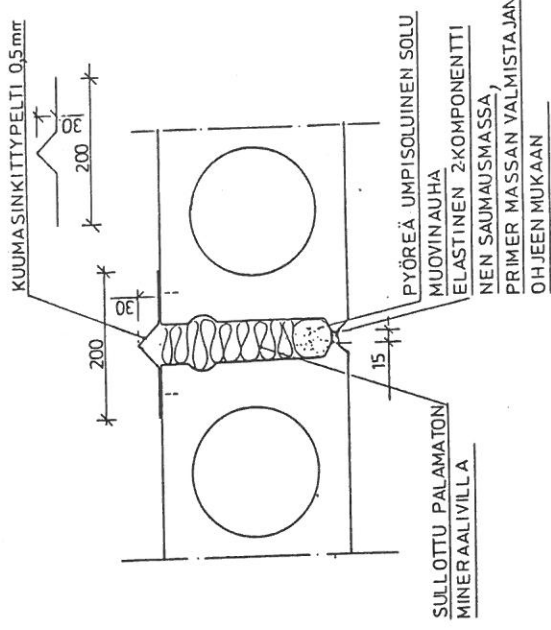
1. Elementti
2. Seinä tai palkki
3. Saumateräs
4. Jälkivalu tai asennuslevyt
5. Neopreeninauha

Liikuntasauva, kantavat seinäelementit ja kevyet ulkoseinäelementit

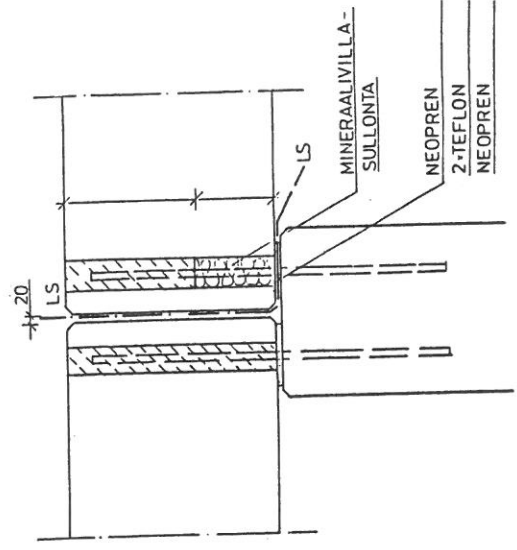


Liikuntasauva vaakaporrastuksen kohdalla



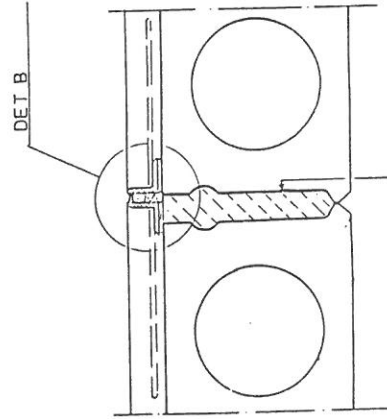
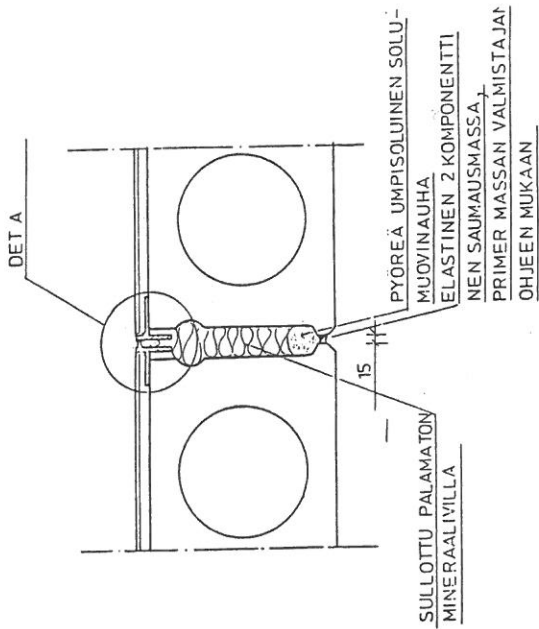


Liikuntasauva palkin ja pilarin liitoksessa



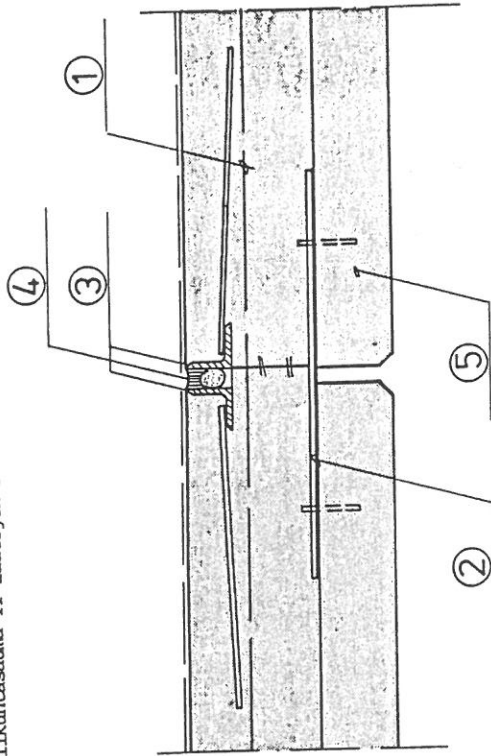
a)

Liikuntasauvoja ontelolaattavälipohjassa



SIVELY: BITUMILIUOS BL 20/85b
BITUHI B 95/35

Liikuntasäuna TT-laatojen säumassa



Varastorakennuksen liikuntasäuna TT-laatojen välillä

1. Pintabetonin keskine rauditusverkko (säunan yli)
2. Kumasinkitty peltikaista 0,5 mm/250 mm, kiinnitys ampumalla
3. Kulmateräs L 30 x 30 x 3, kaksinkerlaisena ruosteestomaalaus, tartunnat \varnothing 8 k 400-200, hitsauskiinnitys
4. Kittisäuna
5. TT-laatta
6. Palkki