

## Raportti urheilutilan lattiarakenteen rasituskokeista

Tiivistelmä:

### Tehdyt kokeet:

NBI on testannut Boen Bruk A/S:n valmistaman BOFLEX P1-tyyppisen urheilutilan lattian staattisen ja dynaamisen rasitusten kestävyyttä ja lattian urheilutoiminnallisten ominaisuuksien säilymistä. Lattian jousto-ominaisuudet on saavutettu kiinnittämällä Evanzote 50 -vaahtomuovisuikaleita parketti-lamellien alapinnalle.

### Tulos:

Kokeen tuloksista ilmenee, että rakenne kestää dynaamista rasitusta (45 000 rasitusyhtiä) ilman jousto-ominaisuuksien heikkenemistä. Suuret, pitkäaikaiset staattiset rasitukset saattavat heikentää jousto-ominaisuuksia ajan mittaan. Lattian liitokset kestävät dynaamista rasitusta (100 000 rasitusyhtiä) vahingoittumatta.

### Johtopäätös:

Kokeen tulosten perusteella rakenne soveltuu hyvin käytettäväksi urheilutilan lattiana.

## Urheilutilan lattiarakenteen rasituskokeet

### 1. Johdanto

Norjan rakennustutkimusinstituutti (Norgens byggforskningsinstitut, NBI) sai Boen Bruk A/S:ltä toimeksiannon tutkia uuden urheilutilakäyttöön tarkoitetun lattiarakenteen kestävyys staattisessa ja dynaamisessa rasituksessa. Toimeksiannon antoi Bjarne Nilsen. Kokeiden tarkoituksena oli määrittää, kuinka paljon nämä rasitukset heikentävät lattiarakenteen urheilutoiminnallisia ominaisuuksia.

Testit suoritettiin vuoden 1991 tammikuun puolivälin ja maaliskuun puolivälin välisenä aikana. Testimenetelmät tätä koetta varten kehitettiin osittain yhteistyössä Boen Brukin kanssa.

Kokeissa testattiin myös lattiarakenteen standardin DIN 18032 osan 2 mukaiset urheilutoiminnalliset ominaisuudet. Katso raportti O 475 29.4.1991. Tässä raportissa ovat myös tarpeelliset lattiarakennetta koskevat tiedot.

### 2. Lattiarakenne

Lattiarakenteen perustana on Boen Brukin 23 mm paksu ja 137 mm leveä lamelliparketti. Lattian urheilutoiminnalliset ominaisuudet on saavutettu käyttämällä Evanzote 50-vaahtomuovia, joka on leikattu suikaleiksi ja kiinnitetty lamellin alapintaan jyrkyyraan. Uran syvyys on puolet vaahtomuovisuikaleen paksuudesta. Tämä rajoittaa joustavan vaahtomuovisuikaleen kokoon painumisen enintään 50 prosenttiin suikaleen nimellispaksuudesta (katso oheinen lattian rakennepiirustus).

### 3. Testausmenetelmät

#### Yleistä

Staattiset ja dynaamiset testit tehtiin kooltaan 4 x 4 m olevalle lattialohkolle (saman lohkon avulla testattiin lattian urheilutoiminnalliset ominaisuudet) sekä pienemmille näytepaloille, joiden leveys oli sama kuin parkettilamellien leveys ja pituus 150 mm.

Lattialohkoille tehdyt kokeet tehtiin rasituksesta johtuvan lamellien saumakohtien mahdollisen vahingoittumisen havaitsemiseksi. Pienemmille paloille tehtävien kokeiden tarkoituksena oli määrittää vaahtomuovisuikaleille aiheutuva pysyvä muodonmuutos. Näiden iskua vaimentavien vaahtomuovisuikaleiden pysyvät muodonmuutokset heikentävät rakenteen urheilutoiminnallisia ominaisuuksia.

#### 3.1 Vaahtomuovisuikaleiden pysyvien muodonmuutosten määrittämiseksi tehdyt kokeet

Testit suoritettiin pienille näytepaloille. Muodonmuutoksen saamiseksi samanlaisiksi koko näytteen alueella ja siten mittausten parantamiseksi näytteeseen kiinnitettiin kaksi samanlaista vaahtomuovisuikaletta, joiden leveys ja korkeus on 10 mm. Suikaleet kiinnitettiin keskiviivan kummallekin puolelle yhtä kauas keskiviivasta (katso oheinen luonnos, liite1).

Näytteen korkeus ennen rasitusta sekä sen palautumisaika rasituksen jälkeen mitattiin standardissa NorskStandard 3500 kuvatun periaatteen mukaisesti. Käytetyssä mittalaitteessa

palan korkeus määritettiin 0,05 millimetrin tarkkuudella (katso valokuva 1, liite 2). Mittausvoima oli 10 N. Mittaukset suoritettiin ilmastoidussa huoneessa, jonka suhteellinen kosteus oli 60 % ja lämpötila 23 °C. Näytteiden palautumisen mittaukset aloitettiin 5 minuuttia rasituksen jälkeen.

### 3.1.1 Dynaaminen rasitus

Dynaaminen rasitus toteutettiin paineilman avulla (katso valokuva 2, liite 2). Testit tehtiin kahdella eri koe-erälle. Kummassakin erässä oli kolme samanlaista näytettä. Toisen koe-erän osalta painuma rajoitettiin noin 2,5 millimetriin. Toista erää painettiin niin kauan, että lamellin alaosa osui sen alla olevaan tukilautaan (5 mm, siis noin 50 prosenttia vaahtomuovisuikaleen nimellispaksuudesta).

Kumpaakin koe-erään kohdistettiin 15 000 rasisussykliä (rasitus ja vapautus). Rasitusvaiheitten välinen aika oli noin 4,5 sekuntia.

Koe-erä, jonka painuma rajoitettiin 2,5 millimetriin, testattiin tällä tavalla kolme kertaa. Tämä tehtiin, jotta saataisiin selville missä määrin muodonmuutokset palautuvat kunkin koesarjan jälkeen.

Tässä raportissa myöhemmin esitettävistä tuloksista ilmenee. Että staattinen voima, jonka suuruus on 1 000 N ja joka kohdistettiin koepalan halkaisijalta 70 millimetriä olevan kuormituslevyn avulla, aiheuttaa noin 2,5 millimetrin painuman.

### 3.1.2 Staattinen rasitus

Staattinen rasitus testattiin kahden kolmesta näytteestä koostuvan koe-erän avulla. Toista erää rasisutettiin vuorokausi ja toista erää seitsemän vuorokautta. Kumpaakin koe-erää painettiin kokoon siten. Että lamellin alaosa osui sen alla olevaan tukilautaan (noin 5 mm, joka vastaa noin 50 prosentin kokoon painumista). Testit suoritettiin kolme kertaa. Vaahtomuovisuikaleen palautumista rasituksen jälkeen seurattiin. Mittaukset tehtiin kuutena ajankohtana 28 päivän aikana.

## 3.2 4 x 4 metrin kokoisella lattialohkolla tehdyt testit

Jotta lattialohkoon voitaisiin kohdistaa riittäviä staattisia ja dynaamisia rasituksia, lohkon päälle asennettiin teline (katso valokuvat 3 ja 4, liite 3). Telineettä voitiin siirtää suhteessa lattialohkoon, joten rasituskohtaa oli helppo siirtää ympäri lattialohkoa.

### 3.2.1 Dynaaminen rasitus

Koelattian kolmeen eri kohtaan kohdistettiin 100 000 rasisussykliä. Voima tuotettiin paineilman avulla. Rasitusvaiheitten välinen aika oli noin 4,5 sekuntia. Voimaa säädettiin siten, että muodonmuutos oli 2,5 – 3 millimetriä. Kaikki rasituskohdat olivat lamellien pitkittäisten saumojen kohdalla.

### 3.2.2 Staattinen rasitus

Lattialohkon kolmesta eri pisteestä mitattiin sen muodonmuutos pystysuoran rasituksen funktiona. Voima tuotettiin hydraulisella nosturilla. Jonka tuottamaa voimaa suurennettiin 250 N kerrallaan. Voima kohdistettiin lattialohkoon halkaisijaltaan 70 millimetriä olevan kuormituslevyn avulla. Lohkoon kohdistettu voima mitattiin Boforsin puristusanturin avulla.

Muodonmuutos mitattiin kahden sähköisen muodonmuutosanturin avulla kuormituslevyn reunoilta. Muodonmuutosmittausten tarkkuus oli 1/100 millimetriä.

Rasitusta lisättiin, kunnes koko parketin alaosa oli painettuna alla olevaa lattiaa vaste.

## 4. Koetulokset

### 4.1 Vaahtomuovisuikaleiden dynaamisesta rasituksesta johtuvan pysyvän muodonmuutoksen selvittämiseksi tehdyt kokeet

Taulukko 4.1.1 Ilman painumisen rajoitusta rasisutettujen näytteiden palautuminen 15 000 syklin jälkeen. Kolmen näytteen keskiarvo.

Yhden testauskerran jälkeen	Korkeus mm ennen testiä	Korkeus millimetreinä 15 000 syklin jälkeen					
		Mittauksen ajankohta:					
		5 min.	1 h	1 pv	3 pv	7 pv	28 pv
	27,65	26,93	27,15	27,37	27,45	27,47	27,52

Taulukko 4.1.2 Näytteiden palautuminen 15 000 syklin jälkeen, kun painuminen oli rajoitettu noin 2,5 millimetriin. Kolmen näytteen keskiarvo.

	Korkeus mm ennen testiä	Korkeus mm 15 000 syklin jälkeen					
		Mittauksen ajankohta:					
		5 min.	1 h	1 pv	3 pv	7 pv	9 pv
1. koe	27,47	27,24	27,29	27,37	27,40	27,42	27,44
2. koe	27,44	27,24	27,29	27,37	27,42	27,44	
3. koe	27,44	27,19	27,29	27,36	27,40	27,44	

4.2 Vaahtomuovisuikaleiden staattisesta rasituksesta johtuvan pysyvän muodon-muutoksen selvittämiseksi tehdyt kokeet.

Taulukko 4.2.1 Näytteiden palautuminen vuorokauden kestäneen staattisen rasituksen jälkeen. Ei painumisen rajoitusta. Kolmen näytteen keskiarvo.

	Korkeus mm ennen testiä	Korkeus mm vuorokauden rasituksen jälkeen					
		Mittauksen ajankohta:					
		5 min.	1 h	1 pv	3 pv	7 pv	14 pv
1. rasitus	27,52	23,84	24,17	26,05	27,32	27,32	
2. rasitus	27,32	23,74	24,02	25,85	27,19	27,29	27,32
3. rasitus	27,32	23,73	24,02	25,90	27,15	27,25	27,32

Taulukko 4.2.1 Näytteiden palautuminen seitsemän vuorokautta kestäneen staattisen rasituksen jälkeen. Ei painumisen rajoitusta. Kolmen näytteen keskiarvo.

	Korkeus mm ennen testiä	Korkeus mm 7 vuorokauden rasituksen jälkeen.					
		Mittauksen ajankohta:					
		5 min	1 h	1 pv	3 pv	7 pv	14 pv
1. rasitus	27,75	23,55	23,80	25,38	26,72	27,50	27,57
2. rasitus	27,65 <sup>1)</sup>	23,48	23,68	25,22	26,93 <sup>2)</sup>	27,55	
3. rasitus	27,55	23,50	23,70	25,35	26,81	27,33	27,45

- 1) Toisen rasituskerran aloitusarvo poikkeaa ensimmäisen kerran 14 päivän arvosta, koska toinen rasituskerta aloitettiin kolme viikkoa 14 päivän arvon mittaamisen jälkeen.
- 2) Seitsemännen päivän arvo puuttuu, koska päivä sattui pääsiäispyhien kohdalle.

4.3 4 x 4 metrin lattialohkolle saumojen rasituskestävyyden arvioimiseksi tehdyt kokeet.

4.3.1 Dynaaminen rasitus

Kun kolmeen valittuun kohtaan oli kuhunkin kohdistettu 100 000 rasitusyhtiä, rasitetut alueet irrotettiin lohkoista, ja niistä etsittiin merkkejä vahingoista. Missään kohdassa ei ollut havaittavissa merkkejä saumojen aukeamisesta tai muista vahingoista.

4.3.2 Staattinen rasitus

Taulukko 4.3.2

Muodonmuutos kappaleeseen kohdistetun pystysuoran rasituksen funktiona. Kolmen kohdan keskiarvo.

Rasitus (kilopondia)	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250
Muodonmuutos (mm)	0,49	1,1	1,8	2,43	3,11	3,67	4,28	4,56	4,74	4,79
Rasitus (kilopondia)	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500
Muodonmuutos (mm)	4,85	4,87	4,98	5,00						

Kokeen jälkeen rasitetut kohdat irrotettiin lattialohkosta. Lohkon saumoissa ei ollut havaittavissa merkkejä vahingoittumisesta.

Kun lattian staattisen rasituksen kestävyyttä testattiin, lattian alle oli asennettu ainoastaan yksi 10 millimetrin vaahtomuovisuikale. Kun lattiaa käytetään urheilutilan lattiana, juuri nämä suikaleet joustavat lattiaa rasitettaessa. Tämän vuoksi yllä olevan voiman ja muodonmuutoksen suhdetta esittelevän taulukon tulokset vastaavat muodonmuutoksia ainoastaan noin 3,25 millimetrin painumaan asti. Tätä suuremmat painumat alkavat varsinaisessa lattiarakenteessa puristaa myös toista vaahtomuovi- suikaletta (katso liitteenä olevaa lattiarakenteen piirrosta). Tämän vuoksi yllä olevassa taulukossa mainittujen muodonmuutosten saavuttamiseksi on todellisuudessa käytettävä enemmän voimaa.

## 5. Huomautuksia

### 5.1.1 Vaahtomuovisuikaleiden rasituskesto ilman pysyviä muodonmuutoksia

#### 5.1.1 Dynaaminen rasitus

Ei painumisen rajoitusta (painettu noin 5 millimetriä kokoon)

Muodon palautumista kuvaavasta taulukosta ilmenee, että 28 päivän kuluttua rasituksesta vaahtomuovisuikaleen paksuus oli edelleen noin 0,13 millimetriä pienempi kuin nimellispaksuus. Kun vaahtomuovisuikaleen nimellispaksuus on 10,0 millimetriä, paksuuden muutos on 1,3 %. Tämän lisäksi taulukosta ilmenee, että 5 minuuttia rasituksen jälkeen paksuus on 0,72 millimetriä pienempi kuin nimellispaksuus. Tämä tarkoittaa, että kun koepalaa on painettu 25 000 kertaa 5 millimetriä, viiden minuutin kuluttua rasituksesta vaahtomuovisuikaleen paksuudesta on palautunut noin 4,3 millimetriä.

Kokeiden tuloksesta ilmenee, että joustavat vaahtomuovisuikaleet palautuvat melko nopeasti noin 95 prosenttiin alkuperäisestä paksuudestaan, mutta että lopun paksuuden palautumiseen kuluu verrattain pitkä aika. Lisäksi tuloksesta ilmenee, että näyte ei ole täysin palautunut alkuperäiseen paksuuteensa vielä 28 päivää rasituksen jälkeenkään.

Testattaessa näytteitä, joiden kokoon painuminen oli rajoitettu noin 2,5 millimetriin, voitiin havaita rasitusyöklien määrää lisättäessä 15 000 syklistä ensin 30 000 sykliin ja lopuksi 45 000 sykliin, että paksuus ei pienentynyt ensimmäisen 15 000 syklin jälkeen.

Tämä vuoksi oletamme, että paksuuden pysyvä pienentyminen olisi ollut vähäinen myös jos testejä ilman painumisen rajoitusta olisi jatkettu. Testejä ei suoritettu, koska ei ole todennäköistä, että urheilutilan lattian yhteen ja samaan kohtaan kohdistuisi vastaava rasitus.

NBI:n urheilutilojen latioista saamien kokemusten mukaan kokeissa mitattu vaahtomuovisuikaleiden pysyvä muodonmuutos ei olisi mitattavissa lattian urheilutoiminnallisia ominaisuuksia testattaessa.

Painuminen rajoitettu noin 2,5 millimetriin

Kokeiden tuloksesta ilmenee. Että 9 päivää ensimmäisten 15 000 rasitusyöklin jälkeen vaahtomuovisuikale on menettänyt noin 0,03 millimetriä paksuudestaan. Lisäksi tuloksesta ilmenee, että paksuuden menetys ei lisääntynyt 30 000 ja 45 000 rasitusyöklin jälkeen. Viisi minuuttia rasituksen jälkeen vaahtomuovisuikaleiden paksuus oli palautunut 97,5 prosenttiin alkuperäisestä paksuudesta.

Toisin sanoen lattian urheilutoiminnalliset ominaisuudet eivät ole heikentyneet, kun lattian yhtä kohtaa on rasitettu 45 000 kertaa painamalla sitä noin 2,5 millimetriä.

### 5.2 Staattinen rasitus, ei painumisen rajoitusta (painuma noin 5 millimetriä)

#### Rasituksen kesto yksi vuorokausi

Testeissä ilmeni, että ensimmäisen rasituskerran jälkeen vaahtomuovisuikaleen pysyvä muodonmuutos seitsemän päivää rasituksen jälkeen on 0,2 millimetriä. Kaksi seuraavaa rasitusjaksoa ei lisännyt pysyvän muodonmuutoksen määrää. Kun näytteeseen oli kohdistettu staattinen rasitus, se palautui ensimmäisen vuorokauden aikana huomattavasti hitaammin kuin näyte, johon oli kohdistettu dynaaminen rasitus.

#### Rasituksen kesto seitsemän vuorokautta

Ensimmäisen rasituskerran jälkeen vaahтомуovisuikaleen paksuuden pienentyminen oli 14 päivää rasituksen jälkeen 0,18 millimetriä. Seuraavien kahden rasitusjakson jälkeen vaahтомуovisuikaleen paksuus pieneni edelleen. Lattian yhteen ja samaan kohtaan kohdistettu pitkäaikainen rasitus saattaa siis vaikuttaa lattian urheilutoiminnallisiin ominaisuuksiin paikallisesti. On kuitenkin syytä huomauttaa, että lamelliparketin painamiseksi täysin alla olevaan lattiaan asti vaaditaan huomattavan suuri voima. Kohdan 4.3 voiman ja muodonmuutoksen suhdetta kuvaavasta taulukosta ilmenee, että parketin alapinnan painamiseksi alla olevaan lattiaan asti halkaisijaltaan 70 millimetriä olevan rasituslevyn avulla vaaditaan yli 3 000 newtonin voima.

#### 5.2 4 x 4 metrin lattialohkon rasitus

Kokeessa käytettyyn lattialohkoon kohdistetut rasitukset eivät vahingoittaneet lohkoa.

#### 6. Johtopäätös

NBI on testannut Boen Brukin valmistaman uuden BOFLEX P1-urheilutilan lattiarakenteen. Kokeissa on ilmennyt, että lattia kestää pitkäaikaisia dynaamisia rasituksia ilman urheilutoiminnallisten ominaisuuksien heikkenemistä.

Useita päiviä jatkuvat staattiset rasitukset saattavat heikentää lattian jousto-ominaisuuksia pysyvästi. Tämä johtuu vaahтомуovisuikaleiden pienistä pysyvistä muodonmuutoksista. Lyhytaikaisten (yksi vuorokausi) staattisten rasitusten vaikutus lattiarakenteeseen on erittäin pieni.

Lamelliparketin saumat ovat kestäneet niihin kohdistetut dynaamisen rasitustestin (100 000 rasitusyhtiä) ja staattisen rasitustestin vahingoittumatta.

Testin tulosten perusteella rakenne sopii hyvin käytettäväksi urheilutilan lattioissa. Lattian jousto-ominaisuuksien voidaan katsoa kestävän normaalia käyttöä heikentymättä.

Oslo 3.6.1991  
Morten Gabrielsen