



# SPU-eristeisten betonisandwich-elementtien uritus- tarve

Tilaaaja: SPU-Systems Oy



---

**Tilaja** SPU-Systems Oy  
Pasi Käkelä  
PL 98  
38701 Kankaanpää

**Tilaus** Sähköposti 1.8.2009

**Yhteyshenkilö VTT:ssä**  
Erikoistutkija Tuomo Ojanen  
PL 1000  
02044 VTT  
Puh.0207224743  
Sähköposti Tuomo.Ojanen@vtt.fi

---

**Tehtävä** **SPU-eristeisten betonisandwich-elementtien uritustarve**

Tämän työn tuloksena esitetään VTT:n käsitys urituksen tarpeellisuudesta betonisandwich –rakenteissa silloin, kun lämmöneristeenä on joko alumiini-pinnoitettu tai pinnoittamaton SPU:n polyuretaanieriste.

**Tausta** Betonisandwich –rakenteissa uritettu lämmöneristevilla parantaa kosteuden kuivumiskykyä rakenteesta. Urituksesta on tullut lähes käytäntö ja sitä on alettu edellyttää kaikilta betonisandwich –rakenteilta lämmöneristeen materiaalista riippumatta.

Polyuretaanieristettä käytettäessä urituksen hyödyt saattavat olla rajalliset, sillä kosteudensiirto umpisoluisessa lämmöneristeessä poikkeaa olennaisesti siitä, mitä se on esimerkiksi villaeristeissä. Lisäksi uritus voi jonkin verran heikentää lämmöneristyskykyä ja se edellyttää ylimääräistä työvaihetta eristyksen valmistuksessa.

Tämän selvityksen tavoitteena on esittää VTT:n käsitys urituksen tarpeellisuudesta betonisandwich –rakenteissa silloin, kun lämmöneristeenä on joko alumiini-pinnoitettu tai pinnoittamaton polyuretaanieriste.

**Toteutus** Työssä käytettiin VTT:n asiantuntemusta.

**Lämmöneristeen urituksen vaikutus tuuletusilmavirtaan**

Tuuletuskanaviston rakenteesta ja dimensioista johtuen on ilman virtausmäärä rakenteessa ja sen tuuletusurissa hyvin pieni.

Ilman virtausaukot ulkoilmaan (tuuletusputket) ovat tyypillisesti pystysauman kohdalla elementin kulmissa. Halkaisijaltaan pienet tuuletusputket kuristavat virtausta ja ovat merkittävin tuuletuskanavan virtaukseen vaikuttava tekijä. Virtauksen jakautuminen elementin sisällä useisiin kanaviin (uriin) ei tuo

olennaista lisäystä kokonaisilmavirtaan verrattuna urattoman eristetapauksen ilmavirtaukseen pelkän pystysauman kohdalla.

Urituksen tavoitteena on jakaa tuuletusvirtaus mahdollisimman laajalle alueelle elementissä, jolloin rakenteen eri kohtiin sitoutunut vähäinen kosteus saadaan tuuletettua ulos. Tämä tavoite toteutuu mineraalivillaeristeisen rakenteen urituksessa, jossa kosteus voi levitä laajalle alueelle rakenteessa ja tuuletusvirtauksen jakaminen koko elementin alueelle on perusteltua. Mineraalivillassa kosteus voi siirtyä urien tuuletusvirtaamaan diffuusiona, joten tuuletus urien kautta periaatteessa tuulettaa koko rakenteen eristetilan.

PU-eristeen tapauksessa urituksen hyöty on kyseenalainen, koska kosteus ei voi merkittävässä määrin siirtyä umpisoluisen lämmöneristeen läpi sen tuuletusuriin.

## **Betonisandwich -rakenteen rakennekosteuden kuivuminen**

### Sisäkuori

Rakenteen tuulettaminen lämmöneristeen tuuletusurien avulla kuivattaa sekä ulompaa että sisempää betonikerrosta, silloin kun eristemateriaalina on hyvin kosteutta läpäisevä mineraalivilla. Mikäli rakenteessa käytetään eristeenä polyuretaanilevyä, tapahtuu sisemmän betonikerroksen kuivuminen pääasiassa sisäpinnan kautta sisäilmaan päin. Tällöin sisemmän betonikerroksen kuivuminen kestää kauemmin kuin mineraalivillalla eristetyssä rakenteessa.

PU-eristeen ulkopinnan urituksella ei ole vaikutusta sisäkuoren kuivumiseen.

### Ulkokuori

Ulomman betonikerroksen kuivuminen on kaikissa tapauksissa sisemmän betonikerroksen kuivumista hitaampaa. Mineraalivillaeristeisessä seinässä tuuletus edistää ulomman betonikuoren kuivumista enemmän kuin polyuretaanieristeisessä, koska kosteus voi siirtyä avo- huokoisessa eristeessä diffuusiolla tuuletusuriin. PU-eristeisessä rakenteessa urat edistävät betonikuoren kuivumista lähinnä vain urien kohdalla.

Ulkokuoren kuivuminen ulkopinnan kautta ulospäin on mineraalivilla- ja PU-eristeisissä rakenteissa hallitsevaa silloin, kun ulkopinnan vesihöyryn läpäisevyyttä ei ole rajoitettu, ts. ulkopinta on maalattu, rapattu tmv. vesihöyryä läpäisevä. Tällöin ulkokuoren kuivumisnopeus on riittävä ilman, että rakenteen tuuletusreitit muutetaan uritetun eristeen avulla. Siten polyuretaanieristetyksen urituksella ei saavuteta olennaista hyötyä ulkokuoren rakennekosteuden (rakentamisen jälkeisen ylimääräisen alkukosteuden) kuivumisen kannalta.

Poikkeuksena ovat klinkkerilaatoin tai vastaavin vesihöyryä jokseenkin läpäisemättömin materiaalikerroksin päällystetyt betonikuoret. Niiden kuivumista ei voi jättää pelkästään klinkkerilaattojen saumojen kautta tapahtuvan diffuusion varaan, vaan niillä tulee olla lämmöneristykseen tyyppiin soveltuva riittävä tuuletus eristeen ja kuoren rajalla. Tämä edellyttää riittävän tiheää uritusta

erityisesti PU-eristeeseen. Tämän urituksen mitoitukseen ei tässä työssä oteta kantaa.

### **Sisäilmasta lähtöisin oleva kosteuskuormitus**

Sisäilmasta diffuusiona sisäpuolen betonikuoren ja PU-eristeen läpi rakenteeseen tuleva kosteusvirta on hyvin pieni, eikä sen kuivumisen kannalta ole olennaista merkitystä sillä, onko eristeen ulkopinnassa uritus vai ei.

### **Muut satunnaiset kosteuskuormat ja niiden kuivuminen**

Rakennekosteuden ja sisäilmasta peräisin olevien kosteuskuormien lisäksi kuivumiskykyä edellyttävä kuormitus betonisandwich-rakenteeseen on peräisin ulkopuolisen veden (sateen) mahdollisesta tunkeutumisesta rakenteeseen. Tämä voi johtua esimerkiksi rakenteen aukkojen puutteellisesta suojauksesta, elementtisaumojen tiivistyksen pettämisestä, veden valumisesta muiden rakeneosien kautta tai rakennusvaiheen aikaisesta vuodosta. Tällöin on kyse rakenteen toimivuuden virheestä.

Tällaisen vesivuodon aiheuttamaa ylimääräistä kosteuskuormitusta ei voida mitoitaa, mutta jonkinasteinen varautuminen siihen parantaa rakenteiden selviytymiskykyä pienten ja satunnaisten kuormien tapauksissa. Varautuminen tarkoittaa veden leviämisen estämistä rakenteessa ja ylimääräisen kosteuden poistamista viemäröimällä ja tuulettamalla.

#### Ylimääräinen kosteus mineraalivillaeristyksessä

Mineraalivillalla eristetyin rakenteen tapauksessa vesi voi vuotaa laajalle alueelle rakennetta. Kuivumista edistää, kun eristeen ulkopinnassa on pystyurat jotka jakavat tuuletusvirtauksen koko elementin alueelle. Kuitumainen lämmöneristysmateriaali mahdollistaa kosteuden siirtymisen diffuusiona tuuletusuriin ja edelleen tuuletusvirtauksen mukana ulos rakenteesta. Mineraalivillassa voi myös esiintyä vähäistä ilmavirtausta, mikä edelleen edistää kosteuden siirtymistä.

#### Ylimääräinen kosteus PU-eristeisessä rakenteessa

Kun vettä pääsee betonikuoren sisäpuolelle PU-eristetyssä sandwich-rakenteessa, poikkeaa veden kulkeutuminen ja varastoituminen rakenteessa merkittävästi mineraalivillaeristetyn rakenteen vastaavasta ilmiöstä.

Urituksen tarpeen ja mitoituserusteiden esittäminen PU-eristyksen tapauksessa on vaikeaa, koska rakenteen materiaalit absorboivat kosteutta vain vähän. Kosteus voi sitoutua betoniin, mutta satunnaisessa ja lyhytaikaisessa vesikosketuksessa sitoutuneet kosteusmäärät ovat vähäisiä. Kosteuden siirtyminen umpisoluiseen lämmöneristykseen tapahtuu vesihöyryn diffuusiona hyvin hitaasti ja hygroskooppisesti sitoutunut kosteusmäärä on jokseenkin merkityksellisen ulkoseinän hetkellisissä vesirasituksissa.

Tuuletuksen tarve perustuu satunnaisiin virhetilanteisiin, joissa vesi jää vetenä rakenteeseen. Urittamattomassa tapauksessa rakenteen ulkokuoren sisäpuolelle joutunut vesi päättyy pääasiassa eristyksen saumakohtien ja elementtien vaaka- ja pystysaumojen pohjanauhan takana oleviin onteloihin.

Rakenteesta riippuen vähäinen määrä vettä voi päästä uloimman betonikuoren ja lämmöneristeen väliin, jos materiaalikerrosten välinen sauma ei ole täysin tiivis. Tähän vaikuttaa mm. elementtien tekotapa. Jos sisäkuori valetaan eristeen päälle, näiden välinen sauma on varsin tiivis. Tässä tapauksessa saumakohtaan veden vuototilanteessa mahdollisesti tunkeutuva kosteus määrä jää hyvin vähäiseksi, eikä edellytä tuuletusta.

Joissain tapauksissa PU-eristyksen uritus voi edistää veden kertymistä rakenteeseen. Veden päästessä ulkokuoren sisäpuolelle, pääsee vesi uria pitkin siirtymään rakenteessa ja sillä on lisää tilaa varastoitua rakenteeseen. Urien seinämiin voi jäädä vähäisiä määriä kosteutta ja urissa oleva ilmatila voi edistää hetkellisten paine-erojen syntymistä betonikuoren ulko- ja sisäpuolen välille ja siten lisätä veden tunkeutumista rakenteeseen verrattuna tiiviisti betonikerrosta vasten olevaan mahdollisimman yhtenäiseen eristepintaan.

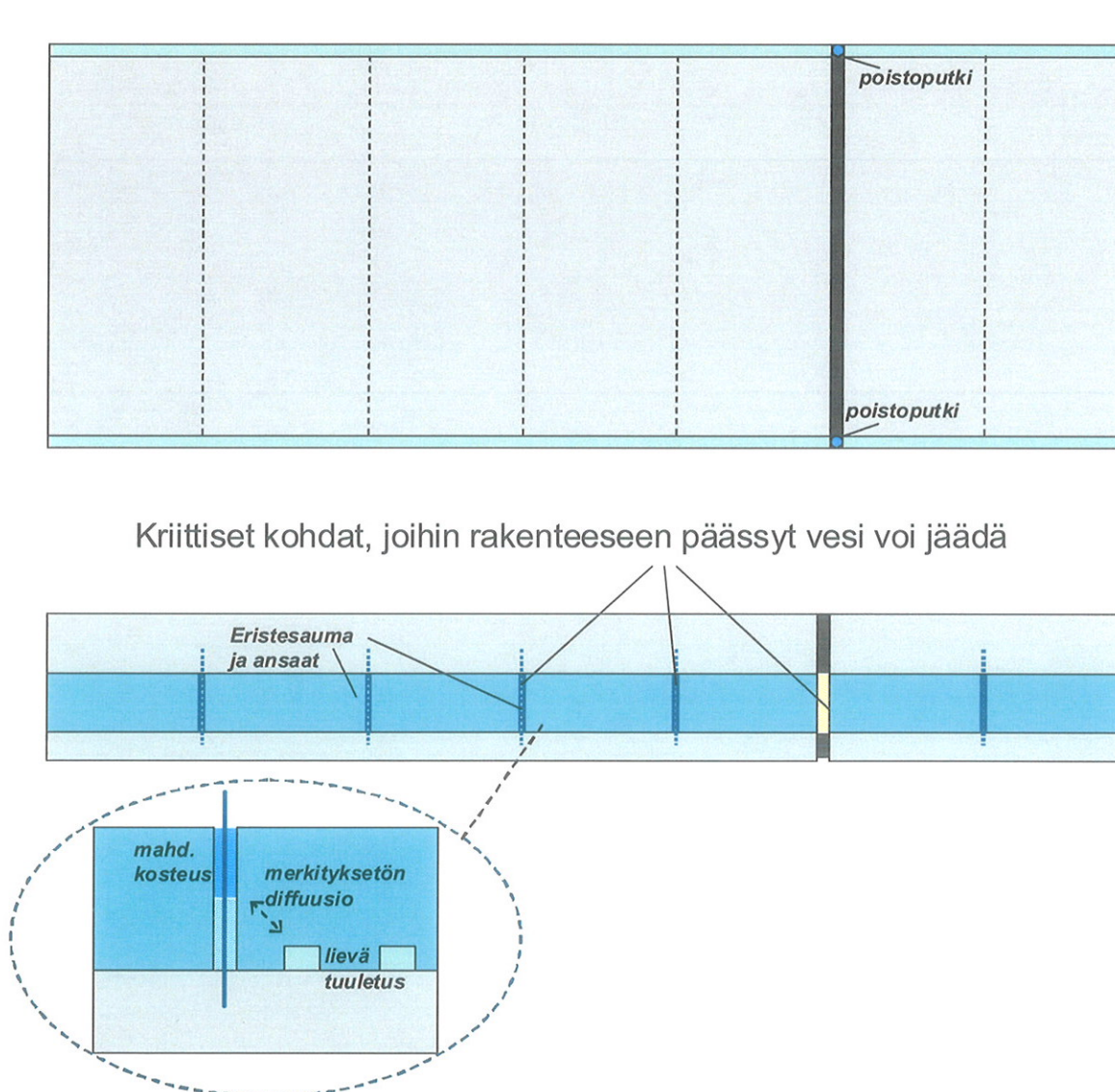
Oikein toimivassa rakenteessa pystysauman kohdalla rakenteeseen päässyt ylimääräinen, materiaaleihin sitoutumaton vapaa vesi poistuu elementin tuuletusputkien kautta. Rakenteeseen paikallisesti pystysauman kohdalle sitoutuneen vähäisen kosteus määrän tuulettamiseen riittää poistoputkien ja sauman taustan kautta tapahtuva tuuletus. Lämmöneristeessä olevien tuuletusurien merkitys elementin pystysauman kohdassa olevan kosteuden tuuletuksessa on olematon. Ilman virtausaukot ulkoilmaan (tuuletusputket) ovat pystysauman kohdalla elementin kulmissa, eikä kosteus juuri liiku lämmöneristeessä tai betonissa sivusuuntaan mahdollisten urien ilmatilaan päin. Sen sijaan mineraalivillaeristeessä laajalle alueelle leviävä kosteus on syytä poistaa koko kostuneen alueen kattavalla tuuletuksella.

Jos vesi pääsee vaakasauman kohdalla rakenteeseen, se voi levitä sauman onteloissa paikallista vuotokohtaa laajemmalle alueelle. Uritettu lämmöneriste voi edistää veden jakautumista edelleen pystysuunnassa. Suurin kosteuden kerääntymisriski liittyy eristesaumojen välisiin kohtiin, joissa on teräsansaat eristeen läpi. Tyypillisesti saumakohtat on suojattu uretaanilla vaahdottaen, mutta tämän toteutuksen tasosta riippuu, paljonko vettä voi päästä näihin väleihin. Tässäkin tapauksessa eristeen uritus ei auta tämän paikallisen kosteuden tuuletuksessa, koska urat ovat heikosti kosteutta läpäisevän eritekerroksen takana. Vähäisen tuuletusvirtauksen jakautuminen kaikkiin uriin voi heikentää tuuletusilman virtausta rakenteen kosteuskertymän kannalta kriittisissä kohdissa kuten pystysaumojen kohdalla.

Kuva 1 esittää kosteuden mahdolliset kertymäpaikat polyuretaanieristeiseen betonisandwich-elementtiin silloin, kun rakenteen ulkokuoren kautta pääsee vauriotapauksessa vettä rakenteeseen. Vettä voi varastoitua pääasiassa eristeen ja elementin saumakohtiin. Tuuletuksen lisääminen urituksen avulla umpisoluisen lämmöneristeen ulkopinnassa ei edistä saumakohtiin päässeen pai-

kallisen kosteuden tuulettumista rakenteesta. Olennaista on suojata eristekerroksen saumat siten, että niihin ei pääse kertymään vettä vuototilanteissa. Tuuleuksesta on hyötyä silloin, kun se kohdistuu näihin kriittisiin elementtisaumoihin. Tätä varten ei tarvita eristeen ulkopinnan uritusta. Sivusuuntaisten tuuletusreittien toimivuus elementtien vaakasaumojen kohdalla mahdollistaa pienen tuuletusvirtauksen eristeen pystysaumojen kohtiin.

Joka tapauksessa tuuletusvirtaus on betonisandwich-rakenteessa niin vähäinen, että eristemateriaalista ja sen urituksesta riippumatta, sen avulla ei voida tuulettaa kuin pieniä määriä ylimääräistä kosteutta rakenteesta.



Kuva 1. Elementin ja PU-eristeen saumat ovat kriittisiä kohtia veden paikallisen varastoitumisen kannalta silloin, kun ulkokuoren kautta pääsee tunkeutumaan vettä rakenteeseen. Eristeen ulkopinnan uritus ei edistä saumakohtien kuivumista, koska kosteus ei merkittävästi siirry umpisoluisen eristemateriaalin läpi tuuletusuriin.

## Yhteenveto

Lämmöneristeen materiaalista riippumatta jää tuuletusvirtaus betonisandwich-rakenteissa aina hyvin pieneksi. Tuuletuksen kuivaava vaikutus on vähäinen, eikä sillä voida poistaa merkittävien vesivuotojen aiheuttamia kertymiä. Lämmöneristeyksen urituksella voidaan jakaa tuuletusta tarvittaviin kohtiin rakennetta.

Mineraalivillaeristeyksen tapauksessa rakenteeseen päässyt kosteus voi levitä laajalle alueelle rakenteessa ja se edellyttää rakenteiden tuuletusta kauttaaltaan, mihin eristeen uritus on sopiva ratkaisu.

Rakennekosteuden kuivaamiseen ei tuuletusuritusta tarvita, kun ulkokuoren pinta on maalattua, rapattu tai muuten vesihöyryä tavanomaisesti läpäisevä.

Poikkeuksena ovat tapaukset, joissa ulkokuoren pinta on klinkkeriä tai muuta vastaavaa vesihöyryä heikosti läpäisevää materiaalia. Kun kosteus ei poistu rakenteesta riittävässä määrin diffuusiona, tarvitaan eristeen ja betonikuoren rajapintaan tuuletus. Mineraalivillan tapauksessa uritus on usein riittävä toimenpide takaamaan koko ulkokuoren tuuletuksen. PU-eristeyksen tapauksessa uritus tulee mitoittaa siten, että se mahdollistaa riittävän tasaisen ulkokuoren kuivumisen.

Urituksen kuivumista edistävä toimivuus perustuu siihen, että rakenteeseen jakautunut kosteus voidaan tuulettaa koko kostuneelta alueelta. Jos ylimääräistä kosteutta ei ole urien kohdalla, ei uritettu ratkaisu tehosta kosteuden poistumisesta rakenteesta. Polyuretaanieristeyksen tapauksessa eristepinnan uritus ei edistä rakenteen kuivumista sen kriittisistä kohdista. Kosteuden varastoituminen rakenteeseen on olennaisesti villaeristeisestä rakenteesta poikkeava. Vettä voi ulkokuoren vuototilanteessa kasaantua lähinnä eristelevyjen saumakohtiin, joten mahdollinen ylimääräinen tuuletus tulisi kohdistaa niihin. Yleensä saumojen detaljit mahdollistavat pienen tuuletusvirtauksen näissä kohdin, eikä pinnan uritus kauttaaltaan edistä kuivumista näissä kriittisissä kohdin.

Veden mahdollisuudet tunkeutua ja varastoitua PU-eristeiseen elementtiin ovat vähäisempiä kuin mineraalivillaeristeisen elementin tapauksessa. Uritus PU-eristeyksessä voi joissain tapauksissa lisätä ulkokuoren kautta päässeeseen veden kulkeutumista ja varastoitumista rakenteessa.

Urituksen yleistä tarvetta PU-eristeisten betonielementtirakenteiden eristeen ulkopinnassa ei voida perustella muulloin, kuin ulkopinnastaan rajoitetusti vesihöyryn diffuusiota läpäisevissä tapauksissa.

Olennaista eroa kosteusteknisessä toimivuudessa ei ole verrattaessa alumiinipintaista, lähes täysin diffuusiotiivistä ja paperipintaista PU-lämmöneristettä. Esitetyt päätelmät pätevät molemmille tapauksille.

---

Espoo, 2.9.2009



Juhani Hyvärinen  
Palvelupäällikkö



Tuomo Ojanen  
Erikoistutkija

JAKELU

Tilaaaja  
VTT / Kirjaamo

Alkuperäinen  
Alkuperäinen