

KELLARISEINÄN ULKOPUOLINEN ERISTÄMINEN KAHDELLA ERI MENETELMÄLLÄ

Janne Nevala
Opinnäytetyö AMK
Syksy 2025
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Talorakennustekniikan suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Janne Nevala

Opinnäytetyön otsikko: Kellariseinän ulkopuolinen eristäminen kahdella eri menetelmällä

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: syksy 2025

Sivumäärä: 27

Rakennusten kellarikerrokset ovat alttiita kosteusteknisille haasteille, erityisesti silloin, kun ne sijaitsevat osittain tai kokonaan maanpinnan alapuolella. Ulkopuolinen eristäminen on vakiintunut menetelmä, jolla voidaan parantaa rakenteiden kosteudenhallintaa ja energiatehokkuutta.

Työn lähtökohtana oli Oulun Nokelassa sijaitseva vuonna 1957 rakennettu paritalo, jonka kellarikerroksessa oli kosteudesta johtuvia ongelmia. Tavoitteena oli vertailla kahta eristämistapaa, XPS-eristettä ja Fuktisol-eristettä, sekä selvittää niiden tekniset ominaisuudet, työmenekki ja kustannukset kellarin ulkoseinän ulkopuolisessa eristämisessä.

Työssä käytiin läpi molempien eristeiden rakenteelliset periaatteet, asennusmenetelmät ja tekniset ominaisuudet. Lisäksi toteutettiin työmenekkilaskelmat ja kustannusvertailut mallikohteessa. Vertailu sisälsi myös käytännön asennusvaiheiden erittelyn ja työvaiheiden keston arvioinnin.

XPS-eriste osoittautui nopeammin asennettavaksi ja edullisemmaksi vaihtoehdoksi, mutta Fuktisol tarjosi parempaa kosteudenhallintaa ja rakenteen kuivumista ulospäin. Fuktisolin työmenekki oli suurempi, mutta sen diffuusioavoin rakenne voi parantaa sisäilman laatua ja rakenteen pitkäaikaista toimivuutta. Molemmat eristystavat ovat teknisesti toimivia, mutta niiden valinta riippuu kohteen erityisvaatimuksista.

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Program in Civil Engineering
Option of Building Construction and Production

Author: Janne Nevala

Title of thesis: Basement Wall Exterior Insulation with Two Approaches

Term and year when the thesis was submitted: autumn 2025

Number of pages: 27

Basement structures located below ground level are prone to moisture-related challenges due to constant contact with soil and temperature fluctuations. Exterior insulation is a widely used method to improve moisture control and energy efficiency in such constructions.

This thesis compares extruded polystyrene (XPS) and diffusion-open Fuktisol as insulation methods for exterior basement walls. The study focused on a semi-detached house built in 1957 in Oulu, Finland, where moisture problems were present in the basement.

The research included a technical analysis of both insulation types, a breakdown of installation procedures, and calculations of labour and material costs. The results showed that XPS was faster and more cost-effective to install, while Fuktisol provided better moisture management and supported outward drying of the structure. Both methods are technically viable, and the choice depends on the specific requirements of the building.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	5
2 KELLARIN ULKOPUOLINEN ERISTÄMINEN	6
2.1 Kellarikerros asuinkäyttöön	6
2.2 Kellarin ulkopuolinen eristäminen	8
2.2.1 Ominaisuudet ja rakenteen periaate XPS	8
2.2.2 Ominaisuudet ja rakenteen periaate Fuktisol	10
2.3 Työmenekki	12
3 ERISTYSTYÖN TOTEUTUS MALLIKOHTEESSA	14
3.1 Työn kohde	14
3.2 Työmenekit	15
3.2.1 Työmenekki XPS	15
3.2.2 Työmenekki Fuktisol	16
3.3 Kustannukset	17
3.3.1 Materiaalikustannukset	17
3.3.2 Työntekijä- ja työkonekustannukset	18
4 ERISTÄMISTAPOJEN VERTAILU	20
4.1 Ominaisuudet	20
4.2 Työn kesto	21
4.3 Työn kustannukset	22
4.3.1 Työntekijäkustannukset	22
4.3.2 Materiaali- ja työkalukustannukset	22
4.3.3 Kustannukset yhteensä	23
5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	24
LÄHTEET	26

1 JOHDANTO

Rakennusten kellarikerrokset sijaitsevat osittain tai kokonaan maanpinnan alapuolella, mikä altistaa ne erityisille kosteusteknisille haasteille. Maanvastaiset rakenteet ovat jatkuvassa kosketuksessa maaperän kosteuden ja lämpötilavaihteluiden kanssa, minkä vuoksi niiden asianmukainen eristäminen on keskeinen osa rakennuksen pitkäaikaista toimivuutta.

Ulkopuolinen eristäminen on menetelmä, joka mahdollistaa rakenteiden pysymisen lämpiminä ja kuivina, vähentää kosteuden siirtymistä sisätiloihin sekä parantaa energiatehokkuutta. Eristemateriaalin valinnalla on merkittävä vaikutus rakenteen kosteuskäyttäytymiseen.

Tässä opinnäytetyössä on tavoitteena vertailla kahta erilaista tapaa eristää ulkopuolelta maan alla oleva rakennuksen kellarikerros. Tavoitteena on vertailun jälkeen pystyä ymmärtämään kahden erilaisen eristeen ja eristämistavan toimintatavat ja käyttäytyminen kellarin ulkoseinän eristeenä. Tavoitteena on myös selvittää eristämistapojen kustannuksia ja työhön kuluva aikaa.

Opinnäytetyössä käydään läpi kellariseinän ulkopuolinen eristäminen XPS-levyillä sekä diffuusioavoimilla Fuktisol-levyillä. Työssä vertaillaan näiden kahden erilaisen eristemateriaalin vaikutuksia kellarin seinän käyttäytymiseen. Vertailua tehdään myös käymällä läpi eristemateriaalien ominaisuuksia, kustannuksia ja työmenekkiä.

Mallikohteena työssä on Oulun Nokelassa vuonna 1957 rakennettu paritalo, johon kellarin ulkopuolinen eristäminen on tarkoitus myöhemmin toteuttaa. Mallikohteen kellarissa on ollut ongelmia seinästä tihkuvan kosteuden kanssa.

2 KELLARIN ULKOPUOLINEN ERISTÄMINEN

2.1 Kellarikerros asuinkäyttöön

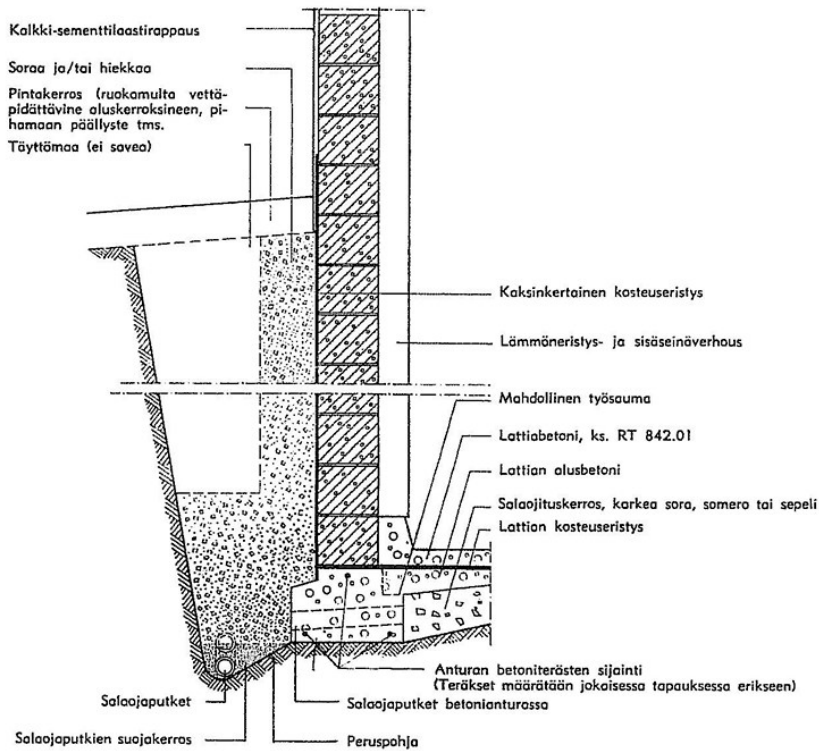
Suomeen rakennettiin sotien päättymisen jälkeen vuosina 1940–1960 paljon pientaloja, joiden kellarikerros oli joko kokonaan tai osittain maan alla. Kellarikerrosta käytettiin yleisesti varastona tai perunakellarina, joten kellareissa oli jo luonnostaan mikrobeja niiden käytön perusteella. (Rakennustaito 2020.)

Tavanomaista oli, että kellarikerros sekä sokkeli eristettiin ympäröivästä maasta bitumisivellyllä, jonka keskimääräinen elinkaari on noin 30 vuotta. Ympäröivän maan kosteudesta johtuva kellarin seinien kastuminen tapahtuu vähitellen vuosien kuluessa. (Rakennustaito 2020.)

Niin sanottujen rintamamiestalojen kellarikerroksia ryhdyttiin muuttamaan asuintiloiksi 1970-luvulla, koska kaikki tilat haluttiin saada asuinkäyttöön. Toiveena oli myös, että kellaritilojen asuinkäyttöön ottaminen nostaisiin kiinteistön arvoa myyntitilanteessa. (Rakennustaito 2020.)

Kellarikerrosten muutostöissä asuintiloiksi tehtiin paljon vääriä ratkaisuja, koska rakenteen toiminnasta ei ollut tietoa. Korjaustöissä ei tiedostettu ulkopuolisen kosteusrasituksen merkitystä, eikä rakenteen bitumisivelyn ikääntymistä. Ajan ohjeiden mukaisesti suositeltiin lämmöneristeen rakentamista seinien sisäpintaan. (Rakennustaito 2020.)

RT-kortissa vuodelta 1961 (RT 813.511 1961) (kuva 1) on esitetty kellarin seinärakenne, jossa kellari eristetään sisäpuolelta. Kyseisessä ohjekortissa myös ohjeistetaan kiinnittämään betonireikätiilen sisäpuoliseen pintaan lahosuojattu puukehikko, joka toimii sisäpuolen pintakerroksen kiinnitysalustana ja jonka väleihin eristelevyt sijoitetaan. RT-ohjekortti on korvattu uudella vuonna 1993.



KUVA 1. Kellarin seinärakenne vuodelta 1961 (RT 813.511 1961, 5)

Vuonna 1993 julkaistun RT-ohjekortin (RT 81–10524 1993). mukaan kellarin seinärakenteen sisäpuolelle voidaan rakentaa lämmöneristyskerros puukoolauksin ja levytyksin. Ulkopuolen kosteuden- ja vedeneristykseen ei kiinnitetty riittävästi huomiota, joten rakenteisiin syntyi melko nopeasti vaurioita. Tyypillistä myös oli, että kellarikerroksen ja asuinkerroksen välinen ovi poistettiin, jolloin tiloista pääsi ilmavirtausten ja lämpö-tilaerojen vuoksi esteettä ilmaa ja sen mukana hajuja ja epäpuhtauksia rakenteista. (Rakennustaito 2020.)

1940–1950-lukujen rintamamiestalon kellarikerroksen ulkoseinässä on niin sanottu kuorimuuraus. Kuorimuurauksen ja perusmuurin välissä oli ilmaväli, huokoinen puukuitulevy, villaa tai Toja-levy. Kuorimuurauksen ja perusmuurin väliin on lähes aina muodostunut mikrobikasvustoa (Rakennustaito 2020).

2.2 Kellarin ulkopuolinen eristäminen

Maanvastaiset rakenteet, kuten kellariseinät, ovat erityisen alttiita kosteudelle ja lämmönvaihtelun aiheuttamille liikkeille. Ulkopuolinen eristäminen on nykyaikaisessa rakentamisessa vakiintunut menetelmä, koska se suojaa kellarin rakenteita sekä mekaanisesti että lämpöteknisesti. Oikein toteutettu eristys vähentää rakenteiden kosteusrasitusta, ehkäisee lämmönhukkaa ja pidentää rakennuksen käyttöikä (Ympäristöministeriö 2020).

Ulkopuolinen eristys tehdään yleensä siten, että kellarin ulkoseinän ulkopintaan asennetaan vedeneristys ja sen päälle lämmöneriste. Yleisimmät eristemateriaalit ovat XPS-levyt (suulakepuristettu polystyreeni) ja diffuusioavoimet Fuktisol-levyt (polystyreenisolumuovi). (Finnfoam 2023; Fuktisol 2022.) (Taulukko 1.)

TAULUKKO 1. Eristeiden mitat ja ominaisuudet

Tekniset ominaisuudet						
Tuotemerkki	Materiaali	Mitat mm	Paksuus mm	Paino kg/m ³	Lämmönjohtavuus λ [W/(m*K)]	Kapillaarisuus mm
Finnfoam CW-300	Suulakepuristettu polystyreeni	2490x590	100	34	0:037	0
Fuktisol 60kPa	Diffuusioavoin polystyreenisolumuovi	1200x750	100	19	0:039	15

2.2.1 Ominaisuudet ja rakenteen periaate XPS

XPS-eristeet ovat polystyreenistä suulakepuristamalla valmistettuja lämmöneristeitä. Eristeen lämmöneristyskyky perustuu sen umpisoluiiseen rakenteeseen ja solujen sisällä olevaan ilmaan tai raskasmolekyylisten kaasujen lämmöneristävyyteen. XPS-eriste on umpisoluiainen lämmöneristemateriaali, joka valmistetaan yhdistämällä polymeeri sulaan polystyreenimassaan korkeassa paineessa. Tämän jälkeen massa puristetaan suuttimen läpi ohjainlevyjien väliin normaalipaineessa, jolloin se laajenee haluttuun paksuuteen ja kovettuu. Käytetty polymeeri vaihtelee valmistajan ja tuotteen mukaan, mutta yleisimmin käytetään hiilidioksidia (CO₂) tai hydrofluorihilivetyä (HFC) -yhdisteitä. (RT 36-11102 2012, 1.)

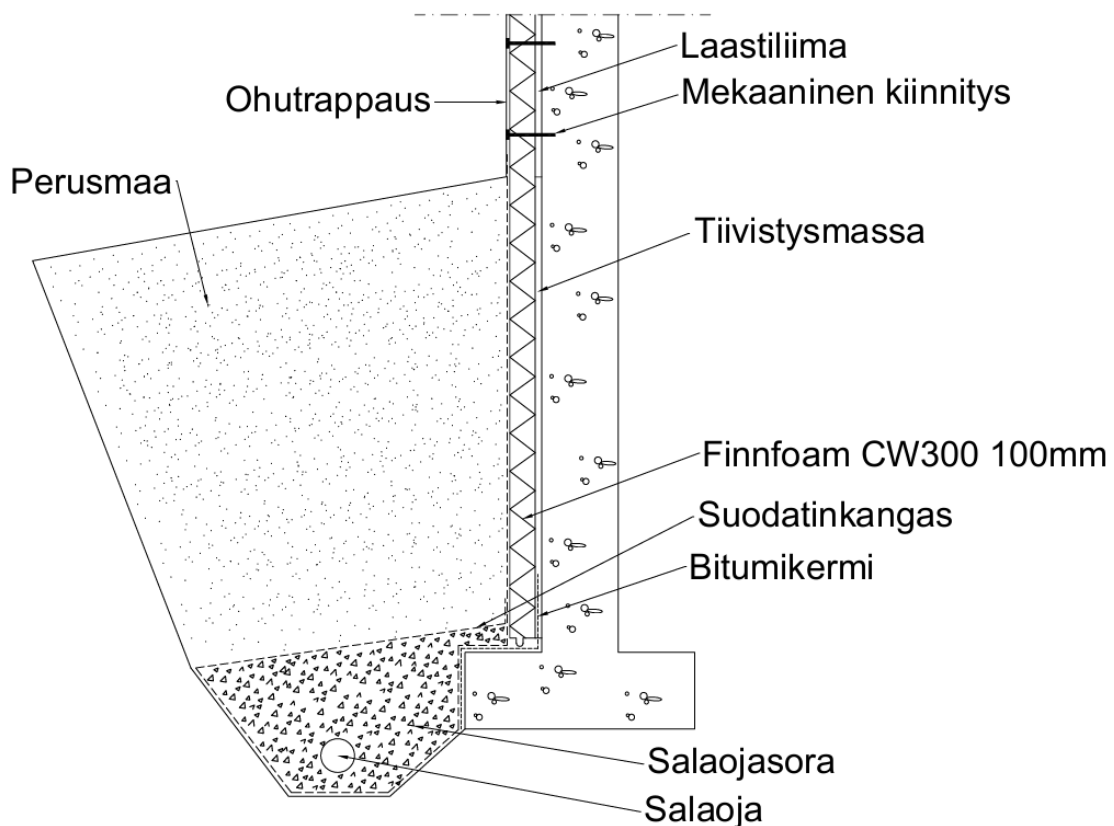
XPS-eristeet ovat rakenteeltaan tiiviitä ja lähes vettä läpäisemättömiä, minkä vuoksi ne kestävät hyvin jatkuvaa kosteutta ja painetta. Materiaalin vesihöyrynläpäisevyys on vähäinen, minkä ansiosta tiiviisti saumattuna XPS-levyjä voidaan käyttää myös höyrynsulkuna. Ne soveltuvat parhaiten maanpinnan alapuolisiin rakenteisiin, kuten kellarin ulkoseinät, perustukset, liikennöidyt tasot, rautatiet ja maantiet sekä tiet, kadut ja piha-alueet, joissa eristeen tulee estää kosteuden tunkeutuminen rakenteeseen sekä suuret kuormitukset. XPS-eristeillä on valmistajakohtaiset vakiokoot, joiden paksuudet ovat 20 mm – 120 mm välillä. Esimerkiksi laminointia varten valmistetaan erikoispaksuuksia sekä tarvittavia paksuuksia matala- ja nollaenergiarakentamiseen. (Finnfoam 2023; RT 36-11102 2012, 1.)

XPS-eristelevyjien väri vaihtelee valmistajittain, ja yleisimpiä sävyjä ovat keltainen, sininen ja vihreä. Levyjen rakenteelliset ominaisuudet mukautetaan käyttötarkoituksen mukaan. XPS-levyjä voidaan valmistaa pontatuin reunoin, uritetuin pinnoin tai päällystettyinä esimerkiksi suodatinkankaalla, pohjarappauksella tai ohuella betonikerroksella. (RT 36-11102, 2.)

XPS-eristelevyjien lujuusominaisuuksiin vaikuttavat eristeen tiheys, joka on tuotteen mukaan 25–50 kg/m³. Lujuusominaisuuksiin vaikuttavat myös solurakenne, kuormitusaika ja lämpötila. Lujuusominaisuudet paranevat, kun tiheys kasvaa. XPS-eristelevyjien lyhytaikainen puristuslujuus mitataan joko murtokuorman perusteella tai kuormalla, joka aiheuttaa 10 %:n kokoonpuristumisen. Pitkäaikainen puristuslujuus puolestaan määritetään kuormana, joka vastaa 2 %:n pysyvää kokoonpuristumista. (RT 36-11102, 2.)

XPS-eristeiden paloluokka määräytyy EN-standardin mukaan ja on joko E tai F sen mukaan, onko valmistuksessa käytetty palonestoainetta. Palotilanteissa vaarallisin palamistuote on hiilimonoksidi eli häkä. Kemiallisesti XPS on hyvin kestävä ja yhteensopiva yleisten rakennusmateriaalien kanssa. XPS sietää tavallisia happoja ja emäksiä. Biologisesti materiaali ei lahoa tai mätäne, sillä sen rakenne ei tarjoa ravintoa mikrobeille eikä sieni-itiöt pääse tunkeutumaan suljettuun solurakenteeseen (RT 36-11102, 2).

Finnfoam CW-300 XPS levyssä on tiivis lukkopontti, jossa olevat vesiurakanavat johtavat veden alaspäin salaojiin. Myös levyn ulkopinnassa on pienet urat, joita pitkin vesi pääsee valumaan. Ulkopinnan kanavat suojataan suodatinkankaalla, jottei täyttömaa pääse tukkimaan niitä. Rakenteen sisäpuolelta tuleva kosteus pääsee poistumaan tuotteessa sokkeliä vasten olevia uria pitkin. Kellarin seinän läpi kondensoitunut kosteus, johdetaan painovoiman avulla levyn alareunan ja anturan väliin jäävästä raosta. Sokkeliä vasten olevat tuuletuskanavat on suljettu ylhäältä, joten rakenteeseen ei pääse vettä eikä maa-ainesta. (Finnfoam 2023.) (kuva 2)



KUVA 2. Kellarin seinän eristäminen Finnfoam CW-300-levyillä, rakenne

2.2.2 Ominaisuudet ja rakenteen periaate Fuktisol

Fuktisol-eristeet soveltuvat sekä uudis- että korjausrakentamiseen. Tyypillisiä käyttökohteita ovat perusmuurit, kellarit, maanvaraiset lattiat, urheilukentät sekä käännetty katot. Tuotteen rakenne mahdollistaa kuivumissuunnan maata kohti,

mikä voi säästää huonekorkeutta ja parantaa sisäilman laatua. (M. Alander Oy 2011.)

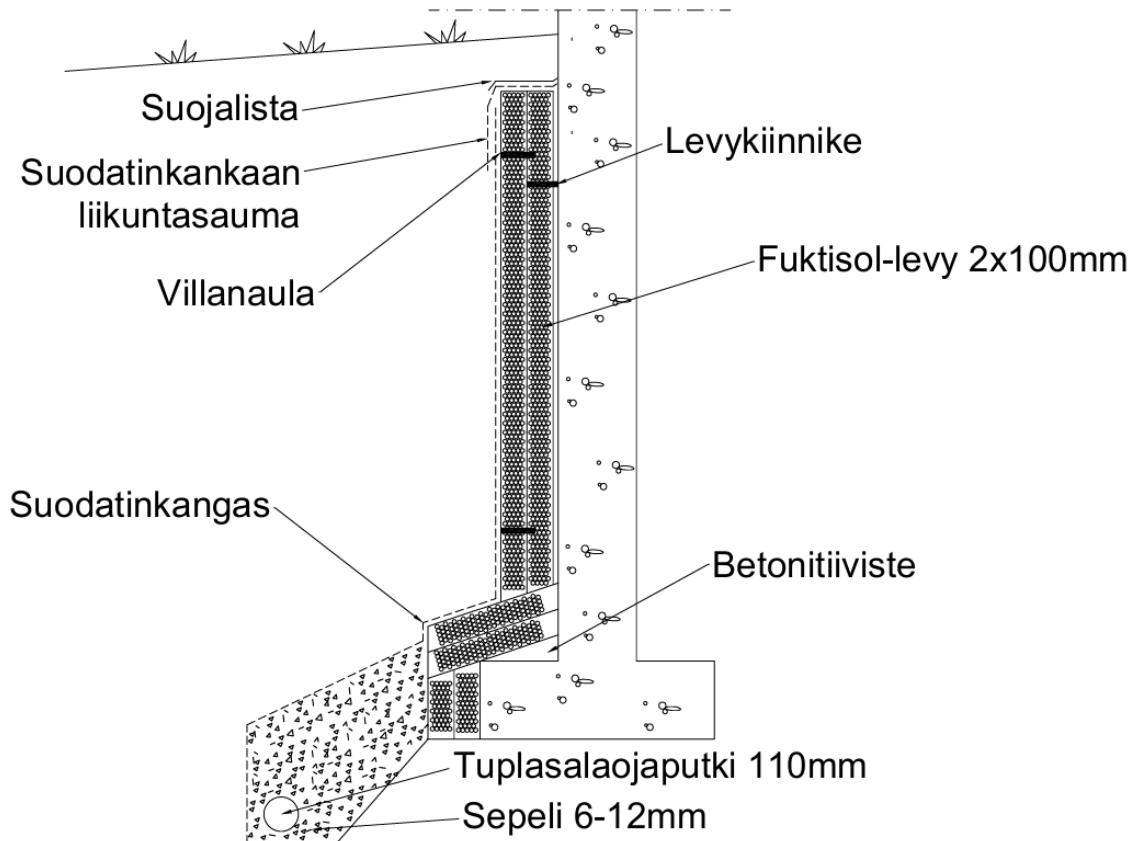
Fuktisol lämmöneristeet valmistetaan liimaamalla solupolystyreenirakeita yhteen bitumilatexilla. Lopputuloksena syntyy huokoinen, mutta vettä läpäisevä rakenne, joka yhdistää useita toimintoja, kuten lämmöneristyksen, kosteudenhallinnan, kapillaarikatkon ja salaojituksen. Tuotteen valmistuksessa hyödynnetään nykyaikaista tuotantotekniikkaa ja sen kehityksessä on painotettu erityisesti pitkäikäisyyttä ja kuivumiskykyä. (M. Alander Oy 2011.)

Fuktisolin rakenne mahdollistaa kosteuden poistumisen rakenteista ulospäin ilman höyrynsulkua, toisin kuin esimerkiksi patolevyissä tai bitumieristeissä. Tuotteessa käytettävä hengittävä Gore-kalvo ja salaojitusmoduulit tehostavat kuivumista aina anturasta lähtien, mikä tekee Fuktisolista erityisen soveltuvan kosteuserkkien rakenteiden, kuten kellarien ja perusmuurien, suojaamiseen. Fuktisol tarjoaa hyvän lämmöneristyskyvyn ja toimii samalla tehokkaana kapillaarikatkona. Umpisoluinen rakenne estää veden imeytymisen ja katkaisee kosteuden nousun maaperästä rakenteisiin. Tämä ominaisuus on erityisen hyödyllinen maanvaraisissa lattioissa ja perusmuureissa, joissa kosteuden hallinta on kriittistä. (M. Alander Oy 2011.)

Fuktisol ei lahoa eikä mätäne, sillä sen rakenne ei sisällä mikrobeille tai sienille sopivia ravinteita. Suljettu solurakenne estää sienirihmastojen tunkeutumisen levyyn. Lisäksi materiaali kestää hyvin tavanomaisia rakennusympäristön happoja ja emäksiä. Eriste ei muodosta höyrynsulkua ulkopintaan, mikä voi vähentää palotilanteessa syntyvän kaasun kertymistä rakenteisiin. Käytännön palotilanteissa vaarallisimpia palamiskaasuja on hiilimonoksidi eli häkä, jota voi muodostua polystyreenipohjaisten eristeiden palaessa (M. Alander Oy 2011).

Fuktisol-levyt on suunniteltu salaojittaviksi. Fuktisol-levyn toimintaperiaate on nostaa kellarin seinän lämpötila maan lämpötilaa korkeammaksi. Lämpimässä vesihöyryyn paine on korkeampi, jolloin paineet pyrkivät tasaantumaan, saaden kosteuden virtaamaan kohti viileämpää maaperää. Fuktisol levyssä ei ole juuri ollenkaan vesihöyryyn vastusta, joten ylimääräinen kosteus siirtyy tehokkaasti

perustusten ulkopuolella olevaan maaperään, pisaroituen vedeksi. Fuktisolin huokoinen rakenne ja sisäiset vedenpoistokanavat mahdollistavat kosteuden johtumisen salaojiin (Fuktisol 2022) (kuva 3).



KUVA 3. Kellarin seinän ja anturan eristäminen Fuktisol-levyillä, rakenne

2.3 Työmenekki

Työmenekillä kuvataan työn suorittamiseen vaadittavaa ajallista resurssia suhteessa tuotettuun yksikköön. Työmenekki toimii keskeisenä työkaluna rakennusprojektien aikataulutuksessa, kustannuslaskennassa ja resurssien mitoituksessa. Työmenekki ilmaistaan työtunteina per tuotantoyksikkö (tth/yksikkö) ja perustuu Rakennustietosäätiön Ratu-kortiston mittaustietoihin. (Mittaviiva oy 2019.)

Rakennustöiden menekit 2020-kirja on työmaan tuotannosuunnittelun työväline. Kirjasta löytyy karkeutetut uudis- ja korjausrakentamisen työ- ja materiaalimenekkitiedot. Kirjan työmenekkitiedot on ilmoitettu työvuoroaikoina, jotka eivät sisällä yli tunnin mittaisia keskeytyksiä tai häiriöitä. Kokonaisaika sisältää myös

pidemmät keskeytykset. Kokonaisaikaa käytetään kustannusten arvioimiseen ja aikataulun laadintaan. Kokonaisaika saadaan, kun kerrotaan työvuoroaika TL#-kertoimella. (Mittaviiva Oy 2019.)

Työmaan olosuhteet vaikuttavat merkittävästi työn tehokkuuteen, joten työmenekkiin lisätään TL3-lisäaikakerroin. TL3-lisäaikakerroin huomioi esimerkiksi työmaan ahtauden, sääolosuhteet ja logistiikan haasteet. TL3-lisäaikakerroin huomioi olosuhteet ja antaa realistisemmän kuvan tehtävän kokonaiskestosta. (Mittaviiva Oy 2019.)

Työmenekki ja TL3-lisäaikakerroin muodostavat perustan projektin aikataulun hallinnalle. Työmenekin avulla saadaan selville, millaisia henkilöresursseja tehtävään työhön tarvitaan. Henkilöressien ja työhön tarvittavan ajan perusteella pystytään laskemaan työlle kustannuksia (Mittaviiva Oy 2019).

3 ERISTYSTYÖN TOTEUTUS MALLIKOHTTEESSA

3.1 Työn kohde

Työn kohteena on vuonna 1957 rakennettu paritalo Oulun Nokelassa. Rakennus ja asuinalue on aikanaan rakennettu VR:n ja läheisen ratapihan työntekijöille. Rakennuksessa on kellarikerros sekä kaksi asuinkerrosta. Kellarikerrokseen on oma sisäänkäynti myös ulkopuolelta.

Tarve ulkoseinien eristämiseksi on lähtöisin tilanteista, joissa vettä on tihkunut seinän läpi kellarin lattialle. Tihkumista on tapahtunut keväällä lumien sulassa ja maan ollessa vielä jäässä sekä kerran rankkasateella.

Rakennuksen kellarikerros on otettu aikanaan asuinkäyttöön ja sinne on rakennettu pesutilat ja sauna. Kellarikerroksessa on myös paljon varasto- ja harrastetilaa. Kellarin seinien sisäpuoli on eristämätön harrastehuonetta lukuun ottamatta. Harrastehuoneen sisäpuolisessa seinässä on puukoolaus, villaeriste sekä lastulevy. Villaeriste oli hyväkuntoinen, kun seinään avattiin reikä rakenteiden kuntotutkimusta varten.

Kellarikerroksen ulkoseinät on rakennettu 200x200x600mm kevytsoraharkoista. Seinien ulkopinnalla on tällä hetkellä pelkkä patolevy ympäröivää maata vasten. Rakennukseen on rakennettu salaojat 90-luvulla, jotka alkavat olla käyttöikänsä loppupäässä.

Tässä työssä tarkasteltava ja eristettävä seinä sijaitsee rakennuksen eteläpuolella. Eristettävän seinän korkeus on 3 m ja leveys 10 m sekä pinta-ala 30 m². Suoraan seinän vieressä on rakennuksen pihatie, jossa ajetaan autolla.

3.2 Työmenekit

Kahdella erilaisella eristeellä on hieman toisistaan poikkeavat asennustavat. Molempien eristeiden asennustavoissa on yhteneväisyyksiä, kuten kaivuu, seinän puhdistaminen piestä, slammaus sekä pintamaan tiivistys, mutta erojakin löytyi.

Asennustapojen perusteella olen laskenut työmenekit molempien eristeiden asentamiselle. Työmenekin perusteella on saatu laskettua aika, joka asentamiseen kuluu.

3.2.1 Työmenekki XPS

XPS-eristeen (Finnfoam CW-300/100 mm) asentaminen alkaa seinänvierustan auki kaivamisella kaivinkoneella. Kaivinkoneella tässä vaiheessa ei mene tuntiaakaan. Maat voidaan kasata lähelle, koska niistä kuljetetaan vain 5 m³ pois. Kuoma-auto vie maamassat pois ja tuo tullessaan vastaavan määrän salaojasoraa.

Kaivuun valmistuttua seinä puhdistetaan piestä ja slammataan, jotta seinästä saadaan tasainen. Slammauksen jälkeen kiinnitetään puhtaaseen anturaan bitumikaista koko seinän matkalle. Eristelevytki kiinnitetään seinään tiivistysmassan, laastiliiman sekä mekaanisten kiinnikkeiden avulla.

Suodatinkangas kiinnitetään eristelevyjen maanpäälle jäävän osan ulkopintaan ja vedetään kaivannon pohjalle. Suodatinkankaan päälle asennetaan salaojasora sekä salaojaputki. Suodatinkangas ulotetaan salaojasoran yli takaisin seinään ja kiinnitetään siihen.

Tässä vaiheessa kaivanto täytetään kaivannosta aluksi kaivetulla perusmaalla. Maan pinta tiivistetään tärylevyllä ja huolehditaan pintamaan kaadot seinästä pois päin. Lopuksi eristelevyn maan yläpuoliseen pintaan tehdään ohutrappaus.

Työmenekiksi XPS-eristeen asentamiselle sain laskettua noin 35 tuntia eli noin neljä ja puoli työvuoroa. Työmenekin laskennassa on otettu huomioon TL3-

lisäaikakertoimet, kun se on ollut työtehtävän kannalta järkevää. Aikaa vievimmat työvaiheet ovat seinän puhdistaminen piestä, slammaus sekä eristelevyjen asennus. (taulukko 2).

TAULUKKO 2. Työmenekit XPS-levyillä eristäminen

Ulkopuolinen eristäminen XPS-levyillä						
Tehtävä	työmenekki tth/yks	määrä, yks	TL3-lisäaikakerroin	kokonaistyömenekki tth	työryhmän koko	tehtävän kesto h
1. Mittaus ja merkintä	0:04 tth/100m ²	30m ²		0:012	1	0:012
2. Kaivuu	0:012 tth/m ³ ktr	45m ³	1:562	0:54	1	0:84348
3. Pien poistaminen	0:4tth/m ²	30m ²		12	1	12
4. Seinien slammaus	0:25tth/m ²	30m ²		7:5	1	7:5
5. Bitumikermin asennus	0:25tth/m ²	10m ²		2:5	1	2:5
6. Finnfoam asennus	0:26tth/m ²	30m ²		7:8	1	7:8
7. Suodatinkangas	0:04tth/m ²	30m ²	1:1	1:2	1	1:32
8. Salaojasora ja -putki	0:1638tth/m ³	5m ³	1:1	0:819	1	0:9009
9. Täyttö ja tiivistys	0:050tth/m ²	15m ²	1:1	0:75	1	0:825
10. Ohutrappaus	0:15tth/m ²	5m ²		0:75	1	0:75
					Yhteensä	34:45138

3.2.2 Työmenekki Fuktisol

Fuktisol-eristeen (2x100mm) asentaminen alkaa seinänvierustan auki kaivamisella kaivinkoneella. Maat voidaan kasata lähelle, koska niistä kuljetetaan vain 5 m³ pois. Kuoma-auto vie maamassat pois ja tuo tulleessaan vastaavan määrän salaojasoraa. Kaivuun valmistuttua seinä puhdistetaan piestä ja seinät slammataan. Anturan päälle valetaan seinästä poispäin kallistuva luiska.

Eristelevyjen kiinnitys aloitetaan anturan pystyosasta, josta jatketaan asentamalla poikittain oleva palanen sekä anturakaista, jonka päälle toinen poikittainen palanen. Tässä vaiheessa asennetaan seinään tuleva alempi eristelevykerros.

Kaivannon reunaan kiinnitetään suodatinkangas, jonka jälkeen asennetaan salaojat ja salaojasepeli. Seinän toinen eristelevykerros asennetaan niin, että levyjen pystysaumot eivät ole kohdakkain. Suodatinkangas käännetään salaojasepelin päältä ja viedään ulomman eristelevyn pintaa pitkin seinään.

Levyjen ja suodatinkankaan päälle kiinnitetään suojalista. Kaivanto täytetään kaivannosta kaivetulla perusmaalla ja pinta tiivistetään tärylevyllä huolehtien pintaan kaadot seinästä poispäin.

Työmenekiksi Fuktisol-eristeen asentamiselle sain laskettua noin 44 tuntia eli noin viis ja puoli työvuoroa. Työmenekin laskennassa on otettu huomioon TL3-

lisäaikakertoimet, kun se on ollut työtehtävän kannalta järkevää. Aikaa vievimmät työvaiheet ovat seinän puhdistaminen piestä sekä eristelevyjen asennus. Seinien slammaus ja anturaluiskan valaminen ovat myös aikaa vieviä työvaiheita. (taulukko 3).

TAULUKKO 3. Työmenekit Fuktisol-levyillä eristäminen

Ulkopuolinen eristäminen Fuktisol-levyillä						
Tehtävä	työmenekki tth/yks	määrä, yks	TL3-lisäaikakerroin	kokonaistyömenekki tth	työryhmän koko	tehtävän kesto h
1.Mittaus ja merkintä	0:04 tth/100m ²	30m ²		0:012	1	0:012
2.Kaivuu	0:012 tth/m ³ ktr	45m ³	1:562	0:54	1	0:84348
3.Pien poistaminen	0:4tth/m ²	30m ²		12	1	12
4.Seinien slammaus	0:25tth/m ²	30m ²		7:5	1	7:5
5.Anturaluiskan valaminen	0:75tth/m ²	3:16m ²		2:37	1	2:37
6.Fuktisol asennus	0:26tth/m ²	60m ²		15:6	1	15:6
7.Suodatinkangas	0:04tth/m ²	42m ²	1:1	1:68	1	1:848
8.Salaojasora ja -putki	0:1638tth/m ³	5m ³	1:1	0:819	1	0:9009
9.Täyttö ja tiivistys	0:050tth/m ²	15m ²	1:1	0:75	1	0:825
10.Suojalista	0:20tth/m	10		2	1	2
						43:89938

3.3 Kustannukset

Materiaalikustannukset on laskettu 4.11.2025 hintatietojen mukaan. Materiaalien hankinnassa on painotettu helppoa saavutettavuutta ja sen jälkeen halvinta hintaa.

3.3.1 Materiaalikustannukset

Molemmissa eristämistavoissa on yhtenevät materiaalikustannukset salaojasoran ja salaojaputkien sekä slammauslaastin osalta. (taulukko 4) (taulukko 5). Materiaalikustannuksista on jätetty pois kaivetun maan pois kuljettamiseen liittyvät kustannukset, koska ne olisivat molemmissa eristämistavoissa samat, eivätkä siten muuttaisi vertailua.

TAULUKKO 4. Materiaalit XPS

Materiaalit XPS-eristäminen			
Materiaali	määrä,yks	€/yks	Hinta € (ALV 25,5%)
Salaojasora 6-12mm sis.kuljetuksen	5m ³	24:9	249
Salojaputki 110mm	10m	2:66	31:9
Slammauslaasti	30m ²	1:1	53:2
Bitumikermi	10m ²	13	130
Finfoam CW-300 100mm	30m ²	20:8	655:2
Suodatinkangas N2	30m ²	0:8	39:95
Ohutrappauslaasti kaksinkertainen	15kg	2	50:95
		Yhteensä	1210:2

TAULUKKO 5. Materiaalit Fuktisol

Materiaalit Fuktisol-eristäminen			
Materiaali	määrä,yks	€/yks	Hinta € (ALV 25,5%)
Salaojasora 6-12mm sis.kuljetuksen	5m ³	24:9	249
Salojaputki 110mm	10m	2:66	31:9
Slammauslaasti	30m ²	1:1	53:2
Anturaluiskasementti	0,075m ³		9:7
Suodatinkangas N2	42m ²	0:8	39:95
Fuktisol 60kPa 100mm	60m ²	30	1890
Suojalista	10m	2:95	29:5
		Yhteensä	2303:25

3.3.2 Työntekijä- ja työkonekustannukset

Työntekijä- ja työkonekustannukset ovat tällä työmaalla osittain päällekkäisiä. Työhön tarvitaan kaivinkonetta ja kaivinkoneen kuljettajaa. Pyytämässäni tarjouksissa ei ole eritelty kaivinkoneen ja kuljettajan hintoja. Kaivinkoneen kuljettajan lisäksi työhön tarvitaan rakennusammattimies, jotta työ saadaan tehtyä.

Työmaalla tarvitaan kaivinkonetta ja kuljettajaa seinänvierustan auki kaivamiseen, salaojasoran levittämiseen sekä kaivannon täyttämiseen. Kaivanto täytetään kaivannosta kaivetulla maalla, joka on kasattu kaivannon läheisyyteen. Lisäksi kaivinkone kuormaa 5 m³ poistettavaa maa-ainesta kuorma-auton lavalle.

Pyysin tarjouksia kaivinkonetöistä Oulun seudun maanrakennusalan yrityksiltä. Tarjouksen valinnassa painotin hintaa. Edullisin saamani tarjous kaivinkonetyölle

sisältäen kuljettajan oli 900 €. Työkonekustannuksia tulee lisäksi tärylätjän vuokraamisesta. Tärylätkeä tarvitaan yhtenä päivänä ja sen edullisin vuokrahinta työmaalle kuljetettuna ja työn jälkeen pois vietyinä on 82 €.

Rakennusammattimiehen tarve XPS-eristämisessä on 35 tuntia, joka vastaa 4,375 työpäivää. Käytän laskelmissani täysiä työpäiviä, joita tässä eristämistavassa tulee 5. Rakennusammattimiehen tarve Fuktisol-eristämisessä on 44 tuntia, joka vastaa 5,5 työpäivää. Täysiä työpäiviä tulee 6.

Rakennusalan työehtosopimuksen mukainen ammattitaitoisen työntekijän tuntipalkka maanrakennustöissä on 17–18,50 €. Tuntipalkan lisäksi työntekijäkustannuksiin on lisättävä työntekijän lakimääräiset sivukulut, jotka ovat noin 35 % tuntipalkasta. Työntekijäkuluihin lisätään myös loma- ja arkipyhäkorvaukset 25 %, yleis- ja hallintokustannukset 15 % sekä yrityksen kate 15 %.

Käytän laskelmissani keskiarvoa tuntipalkasta, joka on 17,75 €. Kun tuntipalkkaan lisätään muut työntekijäkustannukset, saadaan rakennusammattimiehen tuntikustannukseksi 33,75 €.

4 ERISTÄMISTAPOJEN VERTAILU

4.1 Ominaisuudet

Kellarin ulkopuolinen eristäminen on tärkeä osa rakennuksen kosteudenhallintaa ja energiatehokkuutta. Eristemateriaalin valinta vaikuttaa siihen, miten rakenne toimii pitkäaikaisesti kosteuden, lämpötilavaihteluiden ja maapaineen vaikutuksesta. Tässä luvussa tarkastellaan kahta erilaista eristysratkaisua: tiivistä XPS-eristettä ja diffuusioavointa Fuktisol-levyä.

XPS-eristeet, kuten Finnfoam CW-300, ovat rakenteeltaan tiiviitä ja kosteutta hylkiviä. Ne soveltuvat erityisesti kohteisiin, joissa rakenteen tulee kestää jatkuvaa kosteutta ja maaperän painetta. Eristelevyissä on uritettu pinta, jonka tarkoitus on ohjata kosteus hallitusti salaojiin. Levyn lukkopontti ja suodatinkangas estävät maa-aineksen pääsyn vedenpoistokanaviin. Vesihöyryn läpäisevyys on erittäin pieni, mikä tekee XPS-eristeestä tehokkaan kosteuden torjujan. Lämmöneristyskyky on hyvä, ja puristuslujuus riittää vaativiin perustusrakenteisiin.

Fuktisol-eristeet toimivat eri periaatteella. Ne on suunniteltu päästämään vesihöyryä lävitseen, jolloin kosteus siirtyy rakenteesta ulospäin kohti viileämpää maaperää. Tämä perustuu lämpötilaerojen aiheuttamaan paine-eroon, joka ohjaa kosteuden virtausta. Fuktisol-levyissä on huokoinen rakenne ja sisäisiä vedenpoistokanavia, jotka ohjaavat pisaroituneen kosteuden salaojiin. Vaikka lämmöneristyskyky on hieman heikompi kuin XPS-eristeellä, Fuktisol tarjoaa hengittävän ja kosteutta säätelevän vaihtoehdon rakenteille, joissa diffuusio on toivottavaa.

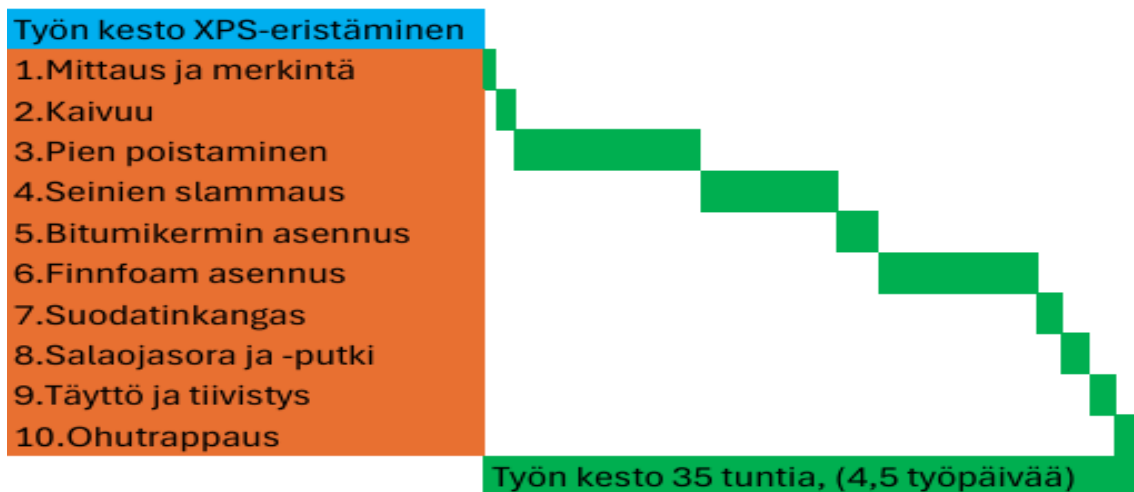
Yhteenvedona voidaan todeta, että XPS soveltuu parhaiten rakenteisiin, joissa kosteuden torjunta ja mekaaninen kestävyys ovat ensisijaisia. Fuktisol puolestaan tarjoaa ratkaisun, jossa kosteuden hallinta perustuu höyryn läpäisevyyteen ja rakenteen hengittävyyteen.

4.2 Työn kesto

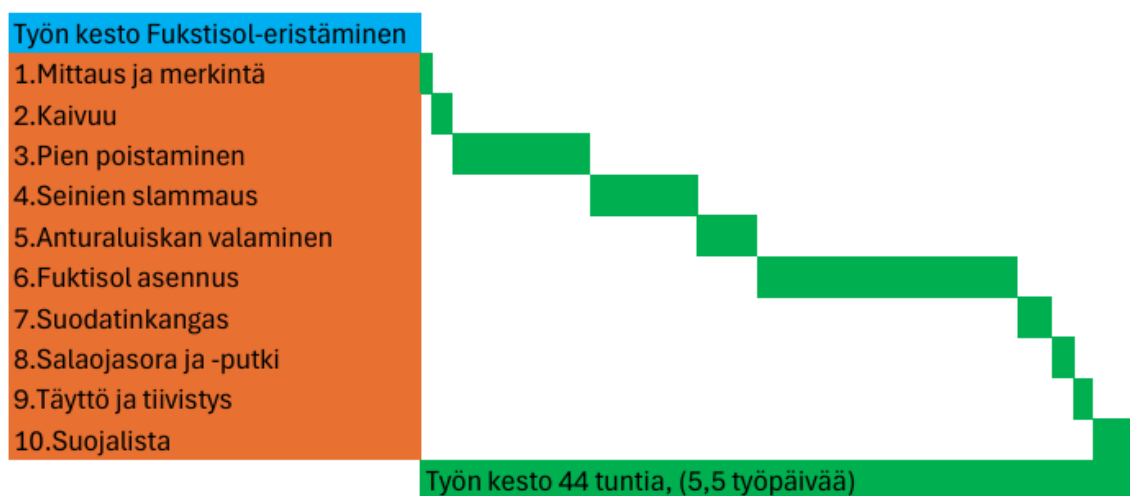
Työn keston kannalta eristämistavoissa on eroa. Työn kohteena olevan rintamamiestalon kellariseinän eristämiseen rakennusammattimieheltä kuluu XPS-eristeitä käyttäen 5 työpäivää (taulukko 6), kun taas Fuktisol-eristeillä työhön kuluu 6 työpäivää (taulukko 7). Lisäämällä toisen rakennusammattimiehen, työt saadaan tehtyä molemmissa eristämistapauksissa yhden työviikon aikana.

Erot työn kestossa tulevat etenkin siitä, että Fuktisol-eristelevyä laitetaan kaksi kerrosta, XPS-eristelevyä vain yksi. Työn kohde on kevytsoraharkkoseinä, joka on Fuktisolin asennusohjeiden mukaan slammattava. Myös XPS-eristelevy tarvitsee tasaisen asennusalustan, joten seinä täytyy oikaista slammaamalla. Anturaluiskan valaminen sekä suojalistan asennus lisäävät työn kestoa Fuktisol-eristämässä verrattuna XPS-eristämiseen.

TAULUKKO 6. Työn eri vaiheiden kesto XPS-eristämässä



TAULUKKO 7. Työn eri vaiheiden kesto Fuktisol-eristämisessä



4.3 Työn kustannukset

4.3.1 Työntekijäkustannukset

Työntekijä kustannuksia syntyy kaivinkoneenkuljettajasta ja rakennusammattimiehestä. Kaivinkoneenkuljettajan palkka sisältyy kaivinkoneen vuokraushintaan, joka on molemmissa eristeratkaisuissa 900 €.

XPS-eristämisessä rakennusammattimiehellä kuluu viisi kokonaista työpäivää, joilta hänelle on maksettava palkkaa. Viiteen työpäivään sisältyy työtunteja 40 ja rakennusammattimiehen tuntikustannus on tässä tapauksessa 33,75 €. Rakennusammattimiehen työstä XPS-eristämisessä pitää maksaa 1350 €. Fuktisol-eristämisessä rakennusammattimiehellä kuluu kuusi kokonaista työpäivää, joten hänestä on maksettava kuluja 48 työtunnilta 1620 €.

4.3.2 Materiaali- ja työkalukustannukset

XPS-eristämisen materiaalikustannukset ovat 1210,20 €.

Fuktisol-eristämisen materiaalikustannukset ovat 2303,25 €.

Työkalukustannuksia muodostuu tärylätjän vuokraamisesta 82 €.

4.3.3 Kustannukset yhteensä

XPS-eristämisen kustannukset kellariseinän eristämistyölle ovat 3542,20 €.

Fuktisol-eristämisen kustannukset kellariseinän eristämistyölle ovat 4823,25 €.

5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä opinnäytetyössä vertailtiin kahta erilaista eristettä sekä eristämistapaa kellarin seinän ulkopuolisessa eristämisessä. Työn kohteena ollut vuonna 1957 rakennettu paritalo tarjosi realistisen ja teknisesti haastavan ympäristön, jossa kosteudenhallinta ja rakenteiden kuivuminen ovat keskeisiä tekijöitä. Kohteen ikä, rakenneratkaisut ja aiemmat kosteusongelmat loivat perustellun tarpeen ulkopuoliselle eristämiselle ja mahdollistivat kahden eri menetelmän vertailun käytännönläheisesti.

XPS-eriste osoittautui työmenekiltään nopeammaksi ja materiaalikustannuksiltaan edullisemmaksi vaihtoehdoksi. Sen tiivis rakenne ja hyvät lämmöneristysominaisuudet tekevät siitä toimivan ratkaisun erityisesti silloin, kun rakenteen kuivumissuunnan ei tarvitse olla ulospäin. Asennusvaiheet olivat selkeitä ja työvaiheiden kesto pysyi hyvin hallittavissa, mikä tekee XPS-eristeestä houkuttelevan vaihtoehdon erityisesti silloin, kun aikataulu ja kustannustehokkuus ovat keskeisiä tavoitteita.

Fuktisol-eriste puolestaan tarjosi parempaa kosteudenhallintaa ja rakenteen kuivumista ulospäin, mikä voi olla ratkaisevaa vanhoissa kellarirakenteissa, joissa sisäpuolinen kuivuminen on rajoittunutta tai riskialtista. Fuktisolin huokoinen rakenne ja salaojittavat ominaisuudet tukevat rakenteen pitkäaikaista toimivuutta, mutta asennus oli työläämpää ja kokonaiskustannukset korkeammat. Työmenekki kasvoi erityisesti kaksinkertaisesta määrästä eristelevyä verrattuna XPS-eristeeseen sekä anturaluiskan valamisen vuoksi.

Kohteen erityispiirteet, kuten vanhat käyttöikänsä päässä olevat salaojat, patolevyn puutteellinen toimivuus ja vesitihkuminen, korostivat ulkopuolisen eristyksen merkitystä. Molemmat menetelmät ovat teknisesti toimivia, mutta niiden valinta riippuu kohteen vaatimuksista, budjetista ja halutusta kosteusteknisestä toiminnasta.

Tässä kohteessa valinta kohdistui Fuktisoliin, koska sen diffuusioavoin rakenne mahdollistaa kosteuden poistumisen rakenteista ulospäin, mikä on erityisen

tärkeää vanhoissa kellareissa, joissa sisäpuolinen eristäminen ei ole järkevä vaihtoehto. Lisäksi Fuktisolín salaojittavat ominaisuudet tukevat rakenteen kuivumista koko seinän ja anturan alueelta. Kohteen aiemmat kosteusongelmat, kuten keväiset vesitihkumiset ja rankkasateiden aiheuttamat kosteusrasitukset, edellyttivät ratkaisua, joka ei pelkästään eristä lämpöä vaan myös hallitsee kosteutta tehokkaasti. Fuktisolín rakenne vastasi näihin vaatimuksiin parhaiten.

Työn aikana havaittiin, että pelkkä materiaalien tekninen vertailu ei riitä. Asennettavuus, työvaiheiden sujuvuus ja rakenteen kuivumiskäyttäytyminen vaikuttavat merkittävästi lopputulokseen. Lisäksi työmaan olosuhteet, kuten ahtaus, sääolosuhteet ja logistiikka, voivat muuttaa työmenekkiä ja kustannuksia merkittävästi. Näiden tekijöiden huomioiminen jo suunnitteluvaiheessa parantaa lopputuloksen laatua ja vähentää riskejä.

Tulevissa korjausrakentamisen hankkeissa olisi hyödyllistä yhdistää tekninen vertailu käytännön asennuskokemuksiin ja pitkäaikaisiin seurantatietoihin. Erityisesti olisi arvokasta tutkia, miten eri eristysratkaisut vaikuttavat rakenteiden kosteustekniseen toimintaan pitkällä aikavälillä ja millaisia vaikutuksia niillä on sisäilman laatuun. Lisäksi olisi hyödyllistä kehittää työkaluja, joilla voidaan arvioida eristämistapojen soveltuvuutta erityyppisiin kohteisiin jo suunnitteluvaiheessa.

LÄHTEET

Björkholtz, D. 1997. Lämpö ja kosteus: Rakennusfysiikka.

Finnfoam Oy 2023. Perusmuurin ja sokkelin lämmöneristys. Haettu osoitteesta <https://www.finnfoam.fi>. Luettu: 15.10.2025.

Fuktisol 2022. Asennusohjeet ja tuote-esitteet. Luettavissa: <https://www.fuktisol.fi>. Luettu: 15.10.2025.

M. Alander Oy 2011. *Fuktisol – Salaojittavat lämmöneristeet (RT 38151)*. Luettavissa: https://www.malander.fi/assets/files/kortit/Fuktisol_RT-kortti.pdf. Luettu: 14.10.2025.

Mittaviiva Oy 2019. Rakennustöiden menekit 2020. Rakennustieto Oy. Helsinki. Luettavissa: <https://kortistot.rakennustieto.fi/api/content/25380#page=1>. Luettu: 13.10.2025.

Rakennustaito 2020. Kellarikerrokset ja perustusten eristys. Luettavissa: <https://rakennustaito.fi/kellarikerrokset-ja-perustusten-eristys/>. Luettu: 13.10.2025.

RT 813_511 1961. Kellarinseinä betonireikätiilistä 1961. Rakennustieto Oy. Helsinki. Luettavissa: <https://kortistot.rakennustieto.fi/api/content/3230#page=1>. Vaatii kirjautumisen. Luettu: 24.9.2025.

RT 36–11102 2012. XPS-eristeet. Lämmöneristystarvikkeet 2012. Rakennustieto Oy. Helsinki. Luettavissa: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2036-11102>. Vaatii kirjautumisen. Luettu: 15.10.2025.

RT 81–10854 2005. Pientalon perustukset ja alapohjan liittymät 2005. Rakennustieto Oy. Helsinki. Luettavissa: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2081-10854>. Vaatii kirjautumisen. Luettu: 2.10.2025.

Ympäristöministeriö 2020. Rakennusten kosteustekninen toimivuus, Ympäristöministeriön ohje rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta. Luettavissa: https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Ohje_Rakennusten-kosteustekninen-toimivuus-2020-F3A686EA_E374_4983_A396_CC15D6830B7B-156354.pdf. Luettu: 15.10.2025.