

Kaukolämpöelementtien läpivientien tiivistys- ja vedeneristysvaihtoehtojen kehittäminen

Lauri Teränen

Opinnäytetyö

Huhtikuu 2018

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), rakennustekniikan tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Teränen, Lauri	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä toukokuu 2018
	Sivumäärä 47	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Kaukolämpöelementtien läpivientien tiivistys- ja vedeneristysvaihtoehtojen kehittämisen		
Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikka		
Työn ohjaaja(t) Konttinen Jukka (JAMK), Lähdesmäki Pekka (JAMK)		
Toimeksiantaja(t) Jyväskylän Energia Oy		
Tiivistelmä <p>Kaukolämpö on Suomessa käytetyin rakennusten lämmitysmuoto. Vuosittain useita kaukolämpöelementtien läpivientejä rikkoutuu aiheuttaen korjaustoimenpiteitä ympäröiville rakenteille ja itse kaukolämpöelementille.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli kerätä tietoa läpivientien toiminnan vaikuttavimmista riskitekijöistä, käytetyistä läpivientitekniikoista, mahdollisista parannuksista nykyisiin tekniikoihin ja vanhemman rakennuskannan läpivientitekniikoista. Lisäksi tavoitteena oli vertailla erilaisten tekniikoiden toteutuskustannuksia ja luoda työohje läpivientien yhdenmukaiseen rakentamiseen.</p> <p>Aineistona käytettiin rakennusalan kirjallisuutta, maankäyttö- ja rakennuslakia, rakennusinsinööriin antamia ohjeistuksia, sekä LVI-alan kirjallisuutta ja säädöksiä. Vanhemmista läpivientitekniikoista saatiin tietoa vanhoja detaljeja ja kuvia tarkastelemalla.</p> <p>Tuloksena valmistui erilaisten läpivientivaihtoehtojen työkuvia, sekä ohjeistus niiden soveltamisesta käyttökohteista. Opinnäytetyötä voidaan käyttää apuna myös alustavassa läpiviennin kustannuslaskennassa.</p> <p>Opinnäytetyön johtopäätöksenä huomattiin, että läpiviennin tiiveyteen vaikuttaa moni asia. Läpiviennin tiiveys ei aina ole riippuvainen läpiviennin suunnittelusta, rakentamisesta tai käytetyistä materiaaleista.</p>		
Avainsanat (asiasanat) kaukolämpö, läpivienti, vedeneristys, vedenpaine-eristys		
Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)		

Author(s) Teränen, Lauri	Type of publication Bachelor's thesis	Date May 2018 Language of publication: Finnish
	Number of pages 47	Permission for web publication: x
Title of publication Development of inlet sealing and waterproofing options for a district heating element		
Degree programme Civil Engineering		
Supervisor(s) Konttinen Jukka (JAMK), Lähdesmäki Pekka (JAMK)		
Assigned by Jyväskylän Energia Oy		
Abstract <p>District heating is the most used way to heat buildings in Finland. Yearly, some district heating element's inlets break down causing remedies to surrounding structures and district heating element itself.</p> <p>Target of the thesis was to collect information about risk factors to inlets proper functioning, about current inlet building techniques, about inlet building techniques in older build stock and to develop possible better techniques and solutions. The target of the thesis was also to compare building costs for different parts and techniques and create a working instruction for inlets uniform construction.</p> <p>Relevant literature from construction and HVAC field as well as legislation, guidelines and journals were used as a informatic material for the thesis. Information about old inlets was also collected from pictures and detail pictures.</p> <p>Technical drawings, guidelines on inlet type usages in different circumstances and preliminary avail for cost accounting were the results of this thesis.</p> <p>As conclusion, it was noticed how many different things collectively influences to proper function of the sealing and waterproofing. The tightness of the inlet is not always dependent on the designing, building or material used in the inlet.</p>		
Keywords/tags (subjects) district heating, inlet, waterproofing, water pressure isolation		
Miscellaneous (Confidential information)		

Sisältö

1	Johdanto	4
2	Kaukolämpö	5
2.1	Tuotanto	6
2.2	Jakeluverkko	7
2.2.1	Uudet jakeluverkot	7
2.2.2	Vanhat jakeluverkot.....	8
3	Läpivientejä suunniteltaessa huomioonotettavia seikkoja.....	8
3.1	Paloturvallisuus	8
3.2	Vedeneristys	9
3.3	Suunnittelu	10
4	Kaukolämpöelementin läpiviennin sijainti	11
5	Perusmuurin ja maanvastaisen seinärakenteen vedeneristys ja vedenpaineeristys.....	13
6	Rakennuspohjan kuivatus	15
7	Kaukolämpöelementin läpivientivaihtoehdot	17
8	Vanhat läpiviennit ja läpivientien pettämisestä koituvat saneeraustoimenpiteet	20
8.1	Olemassa olevat riskit	20
8.2	Riskien minimointi ja ennaltaehkäisy.....	24
8.3	Saneeraustoimenpiteet.....	25
8.4	Käytöstä poistetun läpivientiaukon tiivistys	27
8.5	Käytöstä poistetun kaukolämpökaivon toimenpiteet.....	29

9	Toteutuskustannuksia	29
10	Pohdinta.....	33
	Lähteet	35
	Liitteet.....	37
	Liite 1. Roxtec RS UG läpivienti vedenpaine-eristetyssä maanalaisessa betoniseinässä.....	37
	Liite 2. Laippaläpivienti vedenpaine-eristetyssä maanalaisessa betoniseinässä.....	38
	Liite 3. Läpivientikumilla tiivistetty läpivienti maanalaisessa betoniseinässä. 39	
	Liite 4. Betonirunkoisessa ulkoseinässä oleva kaukolämpöelementin läpivienti. 40	
	Liite 5. Palosuojattu betonirunkoisessa ulkoseinässä oleva kaukolämpöelementin läpivienti.	41
	Liite 6. Puurunkoisessa ulkoseinässä oleva kaukolämpöelementin läpivienti. 42	
	Liite 7. Palosuojattu puurunkoisessa ulkoseinässä oleva kaukolämpöelementin läpivienti.	43
	Liite 8. Betonisandwich-elementissä oleva kaukolämpöelementin läpivienti. 44	
	Liite 9. Betonisandwich-elementissä oleva mansetilla palosuojattu kaukolämpöelementin läpivienti.	45
	Liite 10. Palosuojattu betonisandwich-elementissä oleva kaukolämpöelementin läpivienti.	46
	Liite 11. Käytöstä poistetun kaukolämpökaivon paikkaus.	47

Taulukot

Taulukko 1 Kaukolämmön tuotannon polttoaineet Suomessa vuonna 2016 (Tilastokeskus 2017).....	6
Taulukko 2 Vedeneristyksen valintaan vaikuttavat tekijät (RIL 107-2012, 55).....	10
Taulukko 3 Vauriot vaurioituneen johto-osan mukaan jaoteltuina 2015, kpl (Energiateollisuus ry 2016).....	21
Taulukko 4 Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän mukaan 2015, kpl/km (Energiateollisuus ry 2016).....	22
Taulukko 5 Vauriot vaurioituneen johto-osan mukaan jaoteltuina 2016, kpl (Energiateollisuus ry 2017).....	22
Taulukko 6 Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän mukaan 2016, kpl/km (Energiateollisuus ry 2017).....	23

1 Johdanto

Tutkimuksessa kehitetään kaukolämpöelementtien tiiveyden varmuutta ja kustannustehokkuutta. Kaukolämpöelementtien läpiviennissä ei ole yhtenäistä linjausta, kuinka se tulisi suorittaa ja tämän vuoksi riskialttiit ratkaisut voivat olla mahdollisia. Putkiurakoitsija on aina vastuussa läpiviennin rakentamisesta ja sen takuuajan sisäisestä toiminnasta. Toisinaan, jos läpiviennin tiiveys pettää 10 vuoden sisään rakennuksen rakentamisesta, on läpiviennin rakentanut yhtiö vastuussa saneeraustöistä ja niiden kustannuksista.

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimivalla Jyväskylän Energialla on ollut tavoitteena jo jonkin aikaa luoda työohje putkiurakoitsijoille. Tässä opinnäytetyössä pyritään tuottamaan kyseinen työohje Jyväskylän Energialle tulevaisuudessa tehtävien läpivientien rakentamiseen ja laadunvarmistukseen, sekä työohje ja muistilista saneerauskohteiden työvaiheisiin. Työohje tehdään kirjalliseen muotoon ja sen tueksi luodaan detaljikuviä. Työssä vertaillaan myös erilaisten ratkaisujen kustannustehokkuutta hinnan ja elinkaaren mittareilla.

Tilaaaja tarvitsee yhdenmukaisen ratkaisumallin kaukolämpöelementtien läpivientien rakentamiseen, laadunvarmistukseen ja kustannusten tasaamiseksi. Näin myös myöhemmin mahdollisesti tehtävät saneeraushankkeet ovat helpommin suoritettavissa.

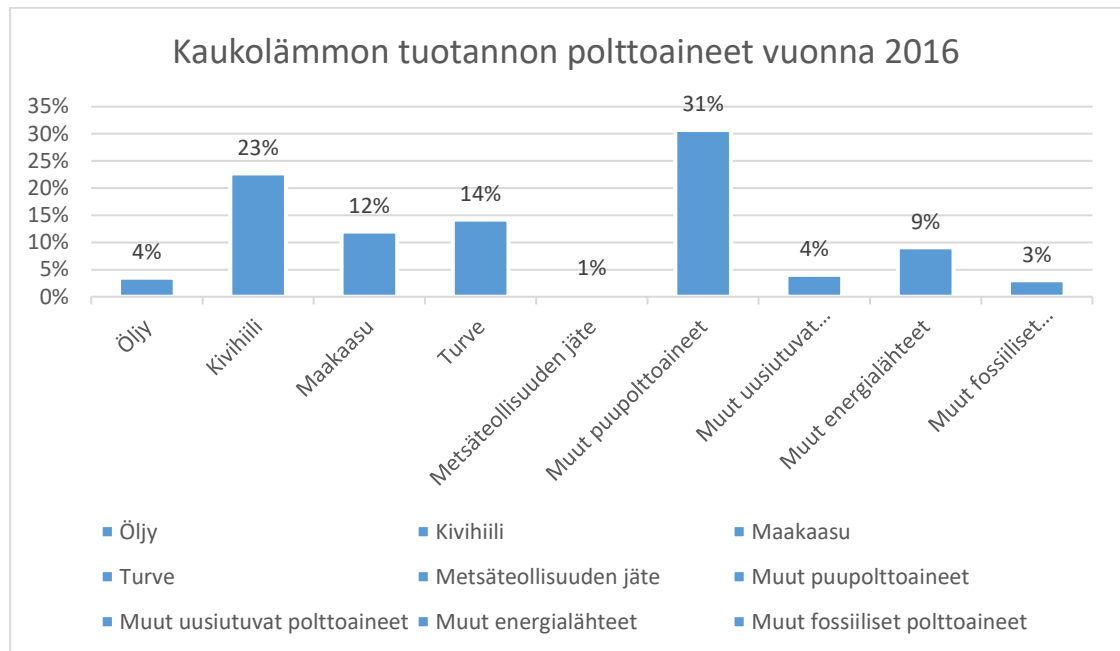
Tieto kerätään rakennus- ja LVI-alan kirjallisuudesta sekä määräyksistä sekä urakoitsijoina toimineiden toimihenkilöiden kokemuksista. Tietoa kerätään yleisimmistä rakenneratkaisuista, sekä niihin sopivimmista läpivienti- ja vedeneristysratkaisuista.

Jyväskylän Energia Oy on JE-konsernin emoyhtiö, joka on alun perin perustettu 1902 Jyväskylän kaupungin toimesta. Jyväskylän kaupunki omistaa Jyväskylän Energia Oy:n edelleen sataprosenttisesti. Jyväskylän Energia Oy:n tytäryhtiöihin kuuluvat JE-Siirto Oy ja Jyväskylän Energiantuotanto Oy, jotka ovat täydellisesti Jyväskylän Energian omistuksessa, sekä Jyväskylän Voima Oy, joka on 81,4% Jyväskylän Energian omistuksessa. Jyväskylän Energia-yhtiöiden yhteenlaskettu liikevaihto vuonna 2016 oli noin 194 miljoonaa euroa. Työntekijöitä yhtiöillä on noin 260. Yhtiön myynti oli vuonna 2016:

- sähkö 859 GWh
- sähkön siirto, oma jakelualue 649 GWh
- lämpö 1120 GWh
- laskutettu vesi 7,4 miljoonaa kuutiolitraa.
(Jyväskylän Energia n.d.)

2 Kaukolämpö

Kaukolämpö on yleisin rakennusten lämmitysmuoto Suomessa. Suomessa kaukolämmöntuotanto on suurinta Pohjoismaissa, suhteutettuna väkilukuun. Kaukolämpö tuotetaan tuotantolaitoksessa eli voimalaitoksessa. Yleensä kaukolämpöä ja sähköä tuotetaan yhteistuotantona. Yhteistuotannon osuus on noin 70 prosenttia kaukolämmön kokonaistuotannosta. Kaukolämmön tuotantoon käytetään pääsääntöisesti polttoaineena kivihiiltä, maakaasua, turvetta, jätettä, öljyä, biomassaa tai puuta tuotantolaitoksesta ja sen sijainnista riippuen. Kaukolämmön tuotannossa pyritään täysin hiilineutraaliin energiantuotantoon, jonka vuoksi fossiilisten polttoaineiden käyttö energiantuotannossa on vähentynyt. Kaukolämmön toiminta perustuu maan alla kulkevaan putkiverkostoon, jonka sisällä kulkee lämmitettyä vettä. Veden lämpötila vaihtelee kesä- ja talvikausina. Kesäaikana veden lämpötila on noin 70C ja talviaikana hieman yli 100C. Asiakkaalta palaava vesi on 40-60C. Verkosto siirtää lämpimän veden asiakkaan kiinteistöön, jossa vesi kiertää lämmityslaitteissa ja palaa takaisin putkiverkostoon. Kaukolämpöverkossa kiertävä vesi on käsitelty epäpuhtauksien poistamisen ja putkien sisäpuolen kulumisen suojaamiseksi. Vesi on myös usein värjätty, jotta mahdolliset vuotokohdat olisivat helpommin paikannettavissa. Väriaine ei ole haitallista ympäristölle eikä ihmiselle. (Kaukolämpöverkkoja lähes 15 000km n.d.)



Taulukko 1. Kaukolämmön tuotannon polttoaineet Suomessa vuonna 2016 (Energiantuotanto polttoaineittain 2017.)

2.1 Tuotanto

Suomessa tärkeimmät energialähteet kaukolämmöntuotannossa ovat metsähake ja puutähdde, joka syntyy teollisuuden sivutuotteena. Polttoaineina toimii myös maakaasu, turve ja kivihiili. Usein yksi kaukolämpöverkko voi olla yhteydessä useampaan voimalaitokseen. Nämä laitokset voivat tuottaa energian eri polttoaineita käyttäen. Tällöin lämmönjakelu ei katkea, vaikka toisessa tuotantolaitoksessa tuotanto katkeaisi väliaikaisesti. Kaukolämmöllä on lähes 100% varmuus jakelun jatkuvuudelle. (Energiateollisuus ry 2016.)

Kaukolämmön ja sähkön yhteistuotanto on lähes kaksi kertaa yhtä tehokasta kuin yksittäinen tuotanto. Sähköä tuottaessa syntyvä lämpöenergia pystytään hyödyntämään kaukolämmön tuotannossa, joka muuten menisi hukkaan. Polttoaineen teho hyödynnetään yhteistuotannossa noin 90 prosenttisesti. (Energiateollisuus ry 2016.)

2.2 Jakeluverkko

2.2.1 Uudet jakeluverkot

Uudet jakeluverkot tehdään kiinnivaahdotetuista putkielementeistä, joista käytetään lyhennettä Mpuk ja 2Mpuk. Polyeteenistä tehdyn suojakuoren sisässä kulkee metalliputki, jossa kaukolämpövesi kiertää. Metalliputken ja polyeteenisuojakuoren väliin on pursotettu polyuretaanieriste, joka estää putken liikkumisen suojaputken sisällä. (Koskelainen, Saarela, Sipilä 2006.)

Kiinnivaahdotettua putkea hyödynnetään myös saneerauskohteissa, joissa vanhoja putkielementejä vaihdetaan uusiin. Johtotyyppi on otettu käyttöön 1970-luvun puolella välissä ja 1980-luvun puolen välin jälkeen muiden putkityyppien asentaminen on lopetettu. Putkijärjestelmän suosio on kasvanut yksinkertaisen ja toimintavarmen rakenteen vuoksi, maan painumisen vaikuttamattomuuden vuoksi sekä eri valmistajien elementtien yhteensopivuuden vuoksi. (Koskelainen, Saarela, Sipilä 2006.)

Kiinnivaahdotettuihin johtoihin muodostuu paljon voimia lämpötilavaihteluiden vuoksi. Voimat siirretään maaperään maaperän ja putken väliin syntyvän kitkan avulla. (Energiateollisuus ry 2013.)

Yksiputkijohtojärjestelmässä maan alle on asennettu kaksi putkea, jotka kulkevat erillisissä suojakuorissa. Toisessa putkessa kiertää menovesi ja toisessa paluuvesi. 2Mpukin elementin halkaisija on >125mm, virtausputken halkaisija 20-1200mm ja elementin pituus 6-18m. (Koskelainen, Saarela, Sipilä 2006.)

Kaksiputkijohtojärjestelmässä maan alle on asennettu yksi putki, jonka sisään on kiinnivaahdotettu kaksi putkea, joissa kiertää meno- ja paluuvesi. Mpuk elementin putkien halkaisijat vaihtelevat 20-250mm välillä ja elementin halkaisija on >125mm. Kaksiputkijohdon etu on pienemmät lämpöhäviöt, materiaalikustannukset sekä asennus- ja työkustannukset. (Energiateollisuus ry 2013.)

Joustavat johdot ovat putkia, jotka ovat taivuteltavissa asennusvaiheessa. Joustavat johdot ovat joko yksi- tai kaksiputkisia. Joustavien johtojen putkien halkaisijat vaihtelevat 20-80mm välillä. Joustavia johtoja käytetään yleensä pientalojen liittämässä jakeluverkkoon. (Koskelainen, Saarela, Sipilä 2006.)

2.2.2 Vanhat jakeluverkot

Betonikanavajohdoissa (Emv) johdoille kaivettuun kaivantoon asennetaan betoninen kourua muistuttava rakenne, jonka sisään putket asennetaan kannakkeiden ja kiinnikkeiden avulla. Betonikanavassa kulkee sekä meno-, että paluuvesi. Kourun päälle asennetaan toinen kourua muistuttava betonirakenne, joka sulkee johdot kanavan sisään. Kanavassa käytetään eristeenä mineraalivillaa tai polyuretaania. Betonikanavan heikkoudet ovat huono lämmöneristys, sekä kastuessaan kourun betonirakenne yleensä käyristyy. Betonikanavaajohtojen osuus olemassa olevista kaukolämpöverkostoputkista on noin 15 prosenttia. (Koskelainen, Saarela, Sipilä 2006.)

Vapaasti liikkuvassa putkessa (Mpul ja 2Mpul) metalliset putket lepäävät kannakkeiden päällä suojakuoren sisässä. Putket pääsevät liikkumaan vapaasti suojakuoren sisässä. Suojakuori on usein tehty lasikuidusta. Vapaasti liikkuvien putkien osuus Suomen kaukolämpöverkkojen putkista on noin 13 prosenttia. Vapaasti liikkuva putki on altis maaperän painumalle ja liikehdinnälle. Putkien toiminta voi häiriintyä, sillä liitosten ja kannakkeiden liikahtaessa paikoiltaan putki ei välttämättä liiku suunnitellulla tavalla. (Koskelainen, Saarela, Sipilä 2006.)

3 Läpivientejä suunniteltaessa huomioonotettavia seikkoja

3.1 Paloturvallisuus

Läpivienti palo-osastoivan rakenteen läpi tulee suorittaa siten, että se ei olennaisesti heikennä rakennusosan osastoivuutta. Lämmöneristeet ovat suojattava palolta paloluokan asettamin vaatimuksin. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi vaaditut kriteerit täyttävällä palokatkomassalla. Ulkoseinien läpiviennit saavat olla E15-luokkaa. (Ympäristöministeriö 2017.)

Kaukolämpöputkien läpivienneissä paloturvallisuus tulee ottaa huomioon vain, jos putken läpivienti on maanpinnan yläpuolella. Ulkoseinän läpiviennin suunnittelussa tulee ottaa huomioon palon leviämisen mahdollisuus niin ulkoseinärakenteen sisäkuin ulkopinnassa, sekä osastoivien rakennusosien liitoksessa.

Maanvastaisen kellarin seinän läpi kellariin tai alapohjan kautta tekniseen tilaan läpituotavaa kaukolämpöelementin läpivientiä ei ole tarvetta palosuojata osastoivana, sillä palo ei pääse etenemään läpiviennin kautta kriittisiin kohteisiin. Yleensä perusmuurissa ja maanvastaisessa alapohjassa käytettävä EPS- tai XPS-eriste sulaa palotilanteessa ja täten estää palokuorman ja lämmön leviämisen muihin rakenteisiin.

3.2 Vedeneristys

Vedeneristeellä tarkoitetaan ainekerrosta, jonka pääasiallinen tehtävä on estää haitallinen veden tunkeutuminen rakenteeseen. Vedeneristeen tulee kestää jatkuvaa kastumista. (RIL 107-2012.)

Vedenpaine-eristyksellä tarkoitetaan ainekerrosta, jonka pääasiallinen tehtävä on estää haitallinen veden tunkeutuminen rakenteeseen. Vedenpaineeneristeen tulee toimia saumoineen jatkuvan vedenpaineen alaisena. Rakenteelle on asetettu vedenpainevaatimus, joka vedenpaineeneristyksen tulee kestää. (RIL 107-2012.)

Läpiviennin tulee täyttää ympäröivän rakenteen vesitiiveysvaatimukset. Läpivienti tulee tiivistää tapauskohtaisesti rakennesuunnitelman mukaan. Läpivienti tulee tehdä ennen vedeneristysten asentamista tai samaan aikaan vedeneristystä asennettaessa. (Infra 12-710059 2011.)

Perusmuurin vedeneristys tulee tehdä pohjavedenpinnan tasosta ja maaperästä riippuen joko jatkuvalla tai epäjatkuvalla vedeneristyksellä.

Pohjaveden pinnan taso	Maaperän kuivumisominaisuudet	Voidaanko rakennuksen ympäristö kuivattaa tai salaoittaa tehokkaasti?	Vedeneristysten vaatimukset, jos maaperässä ei ole haitallisia kaasuja	Vedeneristysten vaatimukset, jos maaperässä on haitallisia kaasuja, esim. radon
Vedenpinta jatkuvasti selvästi perustamistason alapuolella	erinomaiset tai hyvät	kyllä	epäjatkua vedeneristys tai jatkuva vedeneristys	jatkuva vedeneristys ja sen pääasiallinen tarkoitus on estää haitallisten kaasujen kulkeutuminen rakenteiden läpi
Vedenpinta jatkuvasti selvästi perustamistason alapuolella	huonot	kyllä ¹⁾	jatkuva vedeneristys	jatkuva vedeneristys ja sen tarkoitus on estää haitallisten kaasujen kulkeutuminen rakenteiden läpi
Vedenpinnan taso nousee välillä perustamistasolle	mikä tahansa hyvästä huonoon	ei ¹⁾	jatkuva vedeneristys	jatkuva vedeneristys ja sen tarkoitus on estää haitallisten kaasujen kulkeutuminen rakenteiden läpi
Vedenpinta jatkuvasti perustamistason yläpuolella	mikä tahansa hyvästä huonoon	ei ¹⁾	jatkuva vedeneristys	jatkuva vedeneristys ja sen tarkoitus on estää haitallisten kaasujen kulkeutuminen rakenteiden läpi

Taulukko 2. Vedeneristysten valintaan vaikuttavat tekijät (RIL 107-2012.)

Perusmuurin ja läpiviennin vedeneristysten tulee myös täyttää radoneristysten velvoitteet, mikäli maaperästä nousee radon-kaasua. Myös muiden haitallisten kaasujen pääseminen rakenteeseen tulee estää. (RT 83-11032 2011.)

Kellarin maanvastaisen ulkoseinän ulkopintaan tai seinän ulkopuolella olevan lämmöneristysten sisäpuolelle on asennettava vedeneristys tai vedenpaine-eristys, joka estää veden tunkeutumisen seinärakenteen läpi. (A 782/2017.)

3.3 Suunnittelu

Suunnittelussa tulee aina ottaa huomioon rakennuspaikan yksilölliset olosuhteet. Läpiviennin paikka tulee suunnitella kohtaan, jossa perusmuurin eristeet eivät ole vetojännityksen alaisena. Jos vetojännitystä ilmenee, tulee rakenteen liikuntasaumasta ja liikuntasauaman päälle tulevat eristeet suunnitella tapauskohtaisesti. Eri reittivaihtoehtot ja niihin liittyvät kustannuserot tulee ottaa huomioon. (Infra 12-710059 2011.)

Urakkasuunnittelussa tulee läpivientien osalta ottaa huomioon urakoitsijoiden väliset velvoitteet ja osuudet töihin. Läpiviennin reiän valmistuksesta huolehtiva urakoitsija ei yleensä valmista läpivientiä itsessään. Osuudet voivat olla kirjallisesti määritetty urakka-asiakirjoissa.

Läpivienti tulisi tiivistää mahdollisimman nopeasti, kun se on mahdollista. Aukinaisen läpiviennin kautta kosteus, vesi ja epäpuhtaudet pääsevät rakenteen sisään. Urakoitsijoiden on hyvä pitää tiiviisti yhteyttä läpiviennin valmistumisen edistymisestä, jotta läpivienti saataisiin mahdollisimman nopeasti tiiviiksi.

Suunnittelussa tulee huomioida myös myöhempi korjaustarve ja korjauksen mahdollisesti aiheuttavat tekijät. Näin myöhempi saneeraus onnistuu helpommin ja läpiviennin rakenteellinen toimintavarmuus säilyy. (Infra 12-710059 2011.)

Jos kaukolämpöjohdon on mahdollista liikkua lämpöenergian muutoksista johtuen, tulee läpivienti rakentaa siten, että kaukolämpöelementti pääsee liikkumaan sen sisässä tiiveyden muuttumatta. (Energiateollisuus ry 2013.)

Maan painuma saattaa myös aiheuttaa kaukolämpöelementin liikehdintää läpiviennissä. Tämän kompensoimiseksi on hyvä käyttää Z-kulmaa läpiviennin ulkopuolella johdon joustavuuden lisäämiseksi. Tällöin Z-kulma vastaanottaa liike-energian ja siirtää sen maaperään. (Energiateollisuus ry 2013.)

Läpiviennille tehtävä reikä tulee olla halkaisijaltaan minimissään 120mm. Läpiviennin kohdan suunnittelussa tulee ottaa huomioon elementin etäisyys sisäpuolella viereisestä seinärakenteesta, jonka tulee olla vähintään 100mm, etäisyys kattorakenteesta, jonka tulee olla vähintään 200mm sekä etäisyys mahdollisesta toisesta kaukolämpöelementistä, johonka etäisyyttä tulee olla vähintään 150mm. Myös suojaputken läpivienti vähintään 50mm läpäistävän rakeen sisäpinnan yli tulee ottaa huomioon suunnittelussa. (Jyväskylän Energia n.d.)

4 Kaukolämpöelementin läpiviennin sijainti

Läpivienti pyritään sijoittamaan mahdollisimman korkealle perusmuuriin, mutta kuitenkin vähintään 600mm maanpinnan alapuolelle, jotta vedenpaine ei vaikuttaisi läpiviennin kohdalla. Vedenpaine voi aiheuttaa heikentyntä tiiveyttä, jolloin vesi voi päästä rakenteen sisään. Maanpinta kallistetaan perusmuurin reunasta kolmen metrin matkalta kaltevuudella 1:20. Läpiviennin sijainti tulee suunnitella niin, että se ei ole huleveden poistojärjestelmän välittömässä läheisyydessä.

Läpivienti tulee sijoittaa mahdollisimman lähelle asiakaslaitetta, kuitenkin niin, että asennustilaa jää tarvittava määrä putkien ja asiakaslaitteen väliin. Asiakaslaite sijaitsee yleensä sille suunnitellussa teknisessä tilassa. Läpivientikohtaa suunniteltaessa tulee ottaa huomioon läpiviennin tarvitsema pinta-ala.

Kaukolämpöelementin läpivienti voidaan suorittaa maan päällä, jolloin kaukolämpöputken tulee kulkea 600mm maanpinnan alapuolella ja valmiin kaukolämpöputken maanpäällisen osan ympärillä tulee olla suojaava kabiini, joka ulottuu maanpinnan alapuolelle (Jyväskylän Energia). Maanpinnan alapuolella tehtävä läpivienti on kuitenkin parempi vaihtoehto putkien suoruuden, lämpöhukan sekä ulkoisen kulumisen kannalta. Maanpinnan yläpuolella läpivienti tehdään esimerkiksi silloin, kun maanalainen vedenpaine on niin kova, että vedeneristettä ei haluta rikkoa, rakennuksen tekninen tila sijaitsee ensimmäisessä kerroksessa tai alkuperäinen lämmitysmenetelmä ei ole ollut kaukolämpö, jolloin asiakaslaite on jouduttu sijoittelemaan käytettävissä olevaan tilaan.



Kuva 1. Maanpinnan yläpuolelle nostettu joustava kaukolämpöelementti. (Jyväskylän Energia n.d.)

5 Perusmuurin ja maanvastaisen seinärakenteen vedeneristys ja vedenpaine-eristys

Maanvastaiset rakenteet suunnitellaan käyttöiältään perustusten kanssa yhtä pitkäksi. Vedeneriste ja vedenpaine-eriste vaikuttavat kriittisesti käyttöiän saavuttamiseen, joten eristeet pyritään suunnittelemaan ja rakentamaan huolellisesti niin, että myöhempiä korjauksia ei tarvita. Suunnittelun lähtökohtana ovat aina rakennuspaikan yksilölliset olosuhteet. (RT 83-11032 2011.)

Perusmuurin kosteusteknisen toiminnan varmistamiseksi huolehditaan riittävästä salaojituksesta ja kallistuksista sekä rakennetaan lattian yläpinta vähintään 0,3m viereisen maanpinnan yläpuolelle. Kevytsoraharkoista muurattu sokkeli lisäksi slammataan tai pinnoitetaan käyttötarkoitukseen soveltuvilla laasteilla sekä näkyvältä että maan alla olevalta osaltaan. (RIL 107-2012 2012.)

Kevytsoraharkoista tai betonista tehdyt matalaperustukset voidaan tehdä ilman ulkopuolista vedeneristystä, kun huolehditaan rakenteellisesti hallitusta vedenpoistosta perustusten vierestä. Maanvastaisen lattian yläpinnan ja viereisen maanpinnan välisen etäisyyden ollessa vähemmän kuin 0,3m, vedeneristetään perusmuuri ulkopuolelta (RIL 107-2012 2012.)

Kun rakennuksen maanalaiset rakenteet eivät ole vedenpaineelle alttiita, vedeneriste voidaan tehdä epäjatkuvalle vedeneristeellä. Epäjatkuvana vedeneristeinä käytetään nystyräistä perusmuurilevyä. Nystyräinen perusmuurilevy jättää ilmaraon perusmuurin ja maa-aineksen väliin. Tämä mahdollistaa veden kondensoitumisen perusmuurin pintaan ja valumisen pintaa pitkin salaojajärjestelmään. Perusmuurin ja anturan taitteeseen tulee asentaa bitumikermikaista, joka ohjaa veden anturan alle. Perusmuurilevy ja bitumikermikaista tulee limittää niin, että bitumikermikaista tulee perusmuurilevyn sisäpuolelle. Perusmuurin epäjatkuva vedeneriste tulee asentaa siten, että se kestää maataytöistä aiheutuvat kuormitukset liikkumatta. Perusmuurilevyn tulee kestää myös mahdolliset routimisen, maanpaineen ja maan painuman aiheuttamat liikkeet maaperässä. Kiinnitys suoritetaan materiaalitoimittajan ohjeiden mukaan. Perusmuurilevyn yläreuna tulee tiivistää, jotta sade-, roiske-, perus- ja valumavedet

eivät pääse perusmuurilevyn ja perusmuurin väliseen tuuletustilaan. Tiivistyksessä voidaan käyttää esim. reunalistaa. Perusmuurilevyjen saumat tulee limittää materiaalivalmistajan ilmoittamien ohjeiden mukaan. (RunkoRYL 2010.)

Yleisin vedenpaine-eristysratkaisu rakennuksissa on bitumikermi. Bitumikermi suojaa kosteudelta, vedeltä sekä radonilta. Kermi asennetaan sokkelin yläpintaan asti, josta se taivutetaan alapohjan laatan alle. Näin radonsuoja on tiiveimillään. Bitumikermi toimii niin vedeneristeenä kuin vedenpaine-eristeenä. Jos kermi asennetaan kellarillisen rakennuksen perusmuuria vasten, tulee kermin ulkopuolelle asentaa EPS- tai XPS-eriste, joka estää rakenteen sisäpuolisen kosteuden kondensoitumisen kermin sisäpintaan ja täten rakenteen kastumisen ja mahdollisen kosteusvaurion syntymisen. Kermiä asennettaessa asennuspinnalle levitetään ensiksi kumibitumiliuos, jonka tarkoituksena on parantaa kermin tartuntakykyä. Liuosta levitetään 0,3-0,5 litraa neliometriä kohden. Asennuspinnan tulee olla puhdas, jotta liuos tarttuu kauttaaltaan pintaan. Myös pinnan kosteus voi estää tartunnan. Tämän jälkeen kermiä kuumennetaan nestekaasuliekillä ja kermi asennetaan bitumiliuoskäistellylle pinnalle. Kermien limitys tulee olla 100mm ja päädyissä 150mm. Jos kermi vahingoittuu asennuksen jälkeen, voidaan vahingoittunut kohta paikata hitsaamalla pala kermiä vaurioituneen kohdan päälle. Bitumikermistä tehdään viisto anturan ja perusmuurin taitoskohtaan, jotta vesi ei jäisi taitokseen makaamaan. (RT-38792 2016.)

Vedenpaineeneristys voidaan tehdä massaeristeillä. Massaeristeet ovat hyvä valinta, jos bitumikermin asentaminen kohteeseen on haastavaa esimerkiksi sen muodon takia. Levitettäviä massaeristeitä on useita erilaisia ja niiden ominaisuudet poikkeavat toisistaan, joten eritettäessä tulee noudattaa valmistajan antamia ohjeita. Levitettäviä massaeristeitä ovat esimerkiksi:

- vesipohjaiset bitumimassaeristeet
- epoksipohjaiset massaeristeet
- polyuretaanipohjaiset massaeristeet
- sementtipohjaiset massaeristeet.

(RIL 107-2012.)

Bentoniittivedeneriste on erikoissavea, joka on pehmeää ja helposti muovautuvaa. Bentoniittieriste pystyy sitomaan suuria määriä vettä runkoonsa, minkä seurauksena olosuhteiden salliessa bentoniitti voi kasvaa kooltansa jopa kymmenkertaiseksi. Bentoniittieristys sopii kahden suoraviivaisen turpoamisvoimia vastaanottavan rakenteen väliin. (RIL 107-2012.)

Maanvastaisten seinien ja perusmuurien vedenpaineeneristykseen voidaan käyttää bentoniittimattoa, joka koostuu kahdesta polypropeenikuitukankaasta ja niiden välissä olevasta bentoniittimassasta. Bentoniitin kastuessa se muodostaa yhtenäisen tiiviin pinnan myös mattojen saumojen kohdalta. Bentoniittia käytetään vaikeissa olosuhteissa bitumikermin kanssa yhdessä. Bentoniitti tukkii paisuessaan pienet raot ja halkeamat maanalaisissa rakenteissa. (RIL 107-2012.)

6 Rakennuspohjan kuivatus

Rakennuspohjan kuivatukseen kuuluvat tekijät ovat salaojat, piha-alueiden korkeuserojen tasaus sekä liikenne- ja piha-alueiden maarakenteet. Rakennuspohjan kuivatuksella ja rakennuspohjan vesien hallinnalla voidaan estää veden ja kosteuden aiheuttamat kosteusvauriot maanvastaisissa rakenteissa. Kuivatus voi olla myös perusta sille, että tietyn rakennusaleen suunniteltu kantavuus saavutetaan. Läpivientejä ajatellen rakennuspohjan kuivatus poistaa läpivienniltä kosteusrasitusta. (RT 81-11000 2010.)

Rakennuspohjan kuivatusratkaisuissa pyritään toimintavarmuuteen läpi koko suunnitellun käyttöiän. Kuivatus muodostuu hulevesien ohjailu- ja kokoojarakenteista, vesiä johtavat rakenteet kuten ojat ja putket sekä salaojat ja salaojien maarakenteet. Kuivatustarve tontilla riippuu tontin osan käyttötarkoituksesta. (RT 81-11000 2010.)

Hulevedet tulee ohjata pois läpiviennin läheltä. Hulevesien kokoaminen tapahtuu pintojen kallistuksien ja mekaanisten ohjureiden, kuten reunakivien avulla sadevesikaivoihin, sadevesikouruihin, linjakuivatusjärjestelmään tai avo-ojiin. Vesi ohjataan

niistä tontin ulkopuolisiin sadevesiviemäriverkostoihin. Vedelle tulee olla aina suunniteltuna tulvareitti sadevesijärjestelmän tukkeutumistapauksia varten. Sadevesiä ei saa johtaa salaojaverkoston. (RT 81-11000 2010.)

Perusmuurin ulkopuolella tulee olla perusmuuria vasten vähintään 200 mm paksuinen kapillaarikerros, mikäli rakennetta ei vedeneristetä. Salaojat pyritään sijoittamaan mahdollisimman lähelle anturoita ja perusmuuria. Jos pohjaveden pinta sijaitsee perustustason alapuolella, riittää että salaojia on vain rakennuksen ympärillä. Jos pohjaveden pinta sijaitsee kuivatettavan tason yläpuolella, tulee salaojia sijoittaa alapohjan alle niin, että veden virtausmatka salaojituskerroksessa ei tule liian pitkäksi. Perusmuuriin ja anturoihin tehdään halkaisijaltaan 100mm kokoisia reikiä, jotta vesi pääsee virtaamaan vapaasti lähimpään salaojaan. (RT 81-11000 2010.)

Salaojaverkosto suunnitellaan niin, että vesien purku tapahtuisi vaihtoehtoista reittiä ennen salaojien tulvimista. Salaojan tulviessa vesi nousee hyvin todennäköisesti perusmuuria ja läpivientiä vasten. Salaojaputki asennetaan suoraan tasatun pohjamaan päälle. Salaojaputken ympärille täytetään salaojakerros, joka ulottuu vähintään 200mm putkesta ulospäin sivuille ja yläpuolelle. Alapohjan alla olevan kapillaarikatkokerroksen tulee olla yhteydessä salaojituskerrokseen. Kapillaarikatkokeros sekä salaojakerros voidaan tarvittaessa erottaa suodatinkankaalla tai -kerroksella ympäröivästä pohjamaasta, jotta kapillaarikatko- ja salaojakerroksen vedenläpäisevyys ei heikkene pohjamaan hienoainesten vaikutuksesta. Routasuojamattoman salaojan peitesyvyyden tulee olla vähintään 0,8m Etelä-Suomessa, 1,0m Keski-Suomessa ja 1,2m Pohjois-Suomessa. Lumettomilla alueilla näihin mittoihin lisätään 500mm tai salaojaputki eristetään. Salaojaputki ei saa päästä jäätymään missään olosuhteessa. Salaojien kaltevuus kokoamispaisteisiin tulee olla minimissään 1:200 (RT 81-11000 2010.)

Mikäli salaojaverkosto menisi liian syvälle maaperään tai salaojitus alentaisi ympäristön pohjavedenpintaan niin, että siitä aiheutuisi ympäristölle tai ympäröiville rakenteille haittoja, voidaan salaojitus jättää tekemättä. Tällöin rakenteet tulee suojata vedenpaine-eristyksellä ja rakenteiden vuotamista varten varaudutaan rakennuksen sisällä olevalla vuotovesi- ja kuivana pito-järjestelmällä. (RT 81-11000 2010.)

7 Kaukolämpöelementin läpivientivaihtoehdot

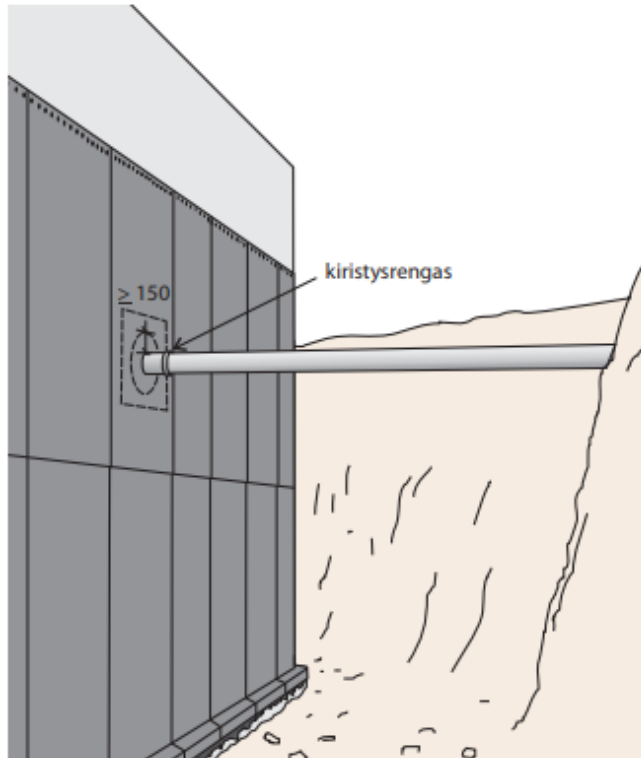
Läpivientivaihtoehtoa valittaessa tulee ottaa huomioon suunniteltu veden- tai vedenpaine-eriste, sekä radonsuojaus. Läpiviennin tulee yhdistyä yhtenäiseksi kokonaisuudeksi näiden kosteusteknisten rakenteiden kanssa. Käytettävien läpivientiosien ja materiaalien yhteensopivuus vedeneristeen ja vedenpaine-eristeen kanssa tulee varmistaa. (Infra 12-710059 2011.)

Isompaan rakennukseen tehtävä kaukolämpöelementin läpivientiaukko tehdään joko timanttiporaamalla tai elementtitehtaalla elementtiä valettaessa. Kaukolämpöelementti työnnetään läpivientiaukon läpi ja nostetaan oikeaan korkeuteen, jos reiässä on liikkumavaraa. Läpivientireiän sisään jäävä tyhjä tila voidaan täyttää joko pursotettavalla polyuretaanieristeellä tai pursotettavalla polyuretaanieristeellä ja jälkivalulla. Jälkivalulla pinnasta saadaan yhtenäisempi ja paremman näköinen. Jälkivalettu läpivienti ottaa vähemmän aksiaalisia voimia vastaan kuin pehmeillä eristeillä tehty. Tämä pitää ottaa voimien siirtämisen suunnittelussa huomioon. Voimia voidaan siirtää maaperään esimerkiksi läpiviennin läheisyyteen asetettavalla Z-kulmalla.

Mikäli läpivienti rakennetaan ilman jälkivalua, tulee läpiviennin sisä- ja ulkopintaan asentaa elastinen kitti, joka osaltaan auttaa tiiveyden parantamisessa, sekä tekee pinnasta tasaisemman. Elastinen kitti toimii tiivistemassana. Sisäpuolella oleva elastinen kitti tekee läpiviennistä myös huolitellumman näköisen. Kaukolämpöelementin läpivienti olisi vedeneristyksen toimivuuden kannalta parasta asentaa ennen maanvastaisen rakenteen vedeneristyksen tekemistä, jotta kaukolämpöelementin ympärille tuleva kaulus saataisiin limitettyä rakenteen pintaan tulevan vedeneristyksen alle. (Infra 12-710059 2011.)

Vedenpaineen alaisena olevaan rakenteeseen läpivienti voidaan tehdä joko valmisläpiviennillä tai laippaläpiviennillä. Laipan tulee ulottua 150mm putken ulkopinnasta ulospäin. Laippa on metallia tai EPDM-kumia. Laippa limitetään vedenpaine-eristeen

alle. Vedenpaine-eristeen tiivis kiinnittyminen laippaan ja sen ympärille tulee varmistaa. (Infra 12-710059 2011.)



Kuva 2. Laippäläpivienti vedenpaine-eristetyn seinän läpi. (Infra 12-710059 2011.)

Läpivientireikään voidaan asentaa valmisläpivienti, joka sisältää joko pelkän kehyksen tai kehyksen ja tiivistyksen. Osa asetetaan timanttiporattuun läpivientireikään tai läpiviennille suunniteltuun kohtaan ennen valua. Valmisläpivienti voidaan kiinnittää reikään joko juotosvalulla tai osassa jo valmiina olevilla kiristimillä, jotka ovat yleensä ruuveja. Ruuveille porataan reiät betoniin ja reikiin asennetaan ankkurit.

Pientaloon tuotava kaukolämpöelementti voidaan asentaa haluttuun kohtaan jo valettaessa. Paikallavalettaessa kaukolämpöelementin ympärille asennetaan profiilikumi-tiiviste ennen valua. Profiilikumi-tiiviste toimii vedeneristeenä ottaen samalla vastaan pienestä aksiaalisesta liikkeestä aiheutuvia voimia. Valun jälkeen läpivientiputken ympärille ei tarvitse tehdä jälkivaluja. Läpivientielementin ympärille tulee asentaa ulkopuolelta elastista kittiä betonin ja profiilikumi-tiivisteen saumakohtiin. Harkkoseinää tehtäessä, harkkoihin tehdään reikä läpivientiputkea varten ja kiinnitys

tapahtuu jälkivaluna tai harkkovalun aikana. Samaa tekniikkaa voidaan käyttää harkkorakenteisessa perusmuurissa. Läpivientikumi soveltuu kohteisiin, jossa läpiviennin rasisolosuhteet ovat kevyet, esimerkiksi kohde jossa ei tarvita vedeneristystä tai vedeneristyksenä toimii perusmuurilevy. (Lämpölaitosyhdistys ry 1992.)

Läpivientikumi voidaan myös asentaa timanttikorattuun läpivientireikään rakenteen ulkopuolelta. Tämän jälkeen kaukolämpöelementti työnnetään tiivisteiden läpi. Tiivisteiden tulee olla sopivan kokoinen läpivientireikään, jotta läpiviennistä tulee vesitiivis. Väärän kokoinen läpivientitiiviste ei pysy läpivientireiässä kaukolämpöelementin lämmönvaihteluiden aiheuttaman liikkeen vuoksi. Läpivienti ei tällöin ole tiivis ja veden pääseminen läpiviennin lähistölle altistaa rakenteen kastumisen sisäpuolelta. Läpivientikumia käytettäessä tulee läpivientiin aina lisätä elastista saumausmassaa läpiviennin tiiveyden varmistamiseksi. (Lämpölaitosyhdistys ry 1992.)

Jos rakennukseen tuodaan kaukolämpöelementti maanpinnan yläpuolella, tulee rakennuksen höyrynsulun tiiveys ottaa huomioon läpivientiä suunniteltaessa ja rakennettaessa. Jos höyrynsulku ei ole yhtenäinen, tulee rakenteelle pistemäistä kosteusrasitusta avoimesta kohdasta. Uudiskohteissa rakenteilta vaaditaan kokonaisvaltaista tiiveyttä. Kaukolämpöelementin ympärille on mahdollista asentaa EPDN-kumista valmistettu läpivientitiiviste, jonka ulkopinnassa on liimapinta. Tiiviste kiinnittyy höyrynsulkumuoviin liimapinnalla. Asennusta tehtäessä höyrynsulkumuovi tulee painaa huolellisesti kiinni läpivientitiivisteeseen. (Kosteudenhallinta.fi 2015.)

Läpivientiä tehtäessä rakenteeseen, jossa lämmöneriste on rakenteen sisässä, kuten sandwich-elementtiin tai rakennuksen maanpäälliseen ulkoseinään, tulee mahdolliset kylmäsillat eliminoida. Kaukolämpöelementin ympäryksessä eristekerroksen kohdalla tulee eristää yhtenäiseksi muun eristepinnan kanssa.

8 Vanhat läpiviennit ja läpivientien pettämisestä koituvat saneeraustoimenpiteet

8.1 Olemassa olevat riskit

Läpiviennin rakenteelliselle tiiveydelle suurin riski on veden pääseminen läpiviennin sisään, jolloin perusmuuri- tai alapohjarakenne altistuu suunnittelemattomalle kosteusrasitukselle. Tällöin korjaustoimenpiteenä joudutaan rasittunutta rakennetta kuivattamaan, sekä läpivienti ja läpivientiin oleellisesti liittyvät osat uusimaan. Pitkittynyt kosteuden kerääntyminen rakenteeseen vaikuttaa rakenteen kestävyteen ja asumisterveyteen sisäilman laadun heikkenemisenä.

Vanhemmissa rakennuksissa perusmuurin vedeneristys voi olla puutteellinen, kuten myös perusmuuriin tehdyssä kaukolämpöelementin läpiviennissä. Yleisin läpiviennin eristys vanhemmissa pientalorakennuksissa on läpiviennin aukon ja putken väliin pursotettu polyuretaanivaaho. Perusmuurin ulkopuolella putken ympärille on saatettu asetella PUR-eristelevy. Polyuretaanivaaho ei sellaisenaan kestä vedenpainetta tai jatkuvaa kastumista. Vaahdon pettäessä vesi pääsee rakenteen sisään ja sisäpuolelle.

Epäjatkuvalla vedeneristyksellä tai ilman vedeneristystä toteutettu perusmuuri, jonka takana ei ole kellaria saattaa jäädä huomioimatta riskiarvioinnissa, sillä se ei välttämättä aiheuta asumisterveydellisiä haittoja. Läpiviennin sisään päässyt vesi voi jäätymällä ja aiheuttaa perusmuuriin sekä kaukolämpöelementtiin huomattavia vahinkoja. Läpivientiin päässyt vesi voi aiheuttaa useita paikallisia halkeamia perusmuurirakenteeseen. Perusmuurin kantavuus laskee halkeamien syntyessä.

Routaeristyksen puutteellisuus voi mahdollistaa läpiviennin tiiveyden pettämissen. Jos routa pääsee vaikuttamaan perusmuurin ympäristössä olevaan maaperään, on läpivienti suurimmassa vaarassa halkeilulle, koska se on rakenteen heikoin osa. Routa-

eristys voi olla painunut maan painon vuoksi tai rakennusvaiheessa se on jätetty kokonaan pois. Routaeristuksen toiminnan pettäessä joutuvat myös salaojat riskialttiiksi. Putket jäätyvät ja rikkoutuvat jäätyamisen tai routanousun seurauksena. Tämä aiheuttaa veden mahdollisen nousun läpiviennin tasolle. (Sisäilmayhdistys ry n.d.)

Perusmuurilevyn ulkopuolinen lämmöneristys on oleellinen osa rakennuksen lämmöneristystä. Sen puuttuessa tai ollessa puutteellinen perusmuurilevyyn kondensoituva vesi pääsee jäätymään kiinni perusmuuriin ja mahdollisesti vaikuttamaan läpiviennin tiiveyteen.

Energiateollisuus ry on kerännyt tilastoja jäsenyrityksiltään korjauksiin johtaneista vaurioista. Energiateollisuus ry:n keräämiä taulukoita vaurista johdon osan ja käyttöään mukaan:

Vaurioitunut johto-osa	Johtotyyppi							
	Mpuk	2Mpuk	Mpul, 2Mpul	Ekb, Emv, Epu, Epu, Wmv	Taipuisat johtorakenteet	Vaurio kaivossa	Muut rakenteet	Yhteensä
Virtausputki	35	137	93	57	3	27	20	372
Ilmanpoisto, maa-asennus	1	9	-	-	-	1	1	12
Ilmanpoisto kaivossa	-	2	-	-	-	9	-	11
Tyhjennys, maa-asennus	-	3	-	-	-	-	-	3
Tyhjennys, kaivossa	-	2	-	1	-	9	-	12
Sulkuventtiili, maa-asennus	2	10	-	-	-	-	-	12
Sulkuventtiili, kaivossa	-	1	-	-	1	8	-	10
Haarointu, porausliitos	3	2	-	-	-	-	-	5
Haarointu, muu	1	17	6	2	1	-	2	29
Tasain	-	2	1	12	-	1	-	16
PE-suojakuori	3	28	10	1	1	4	1	48
Eristys	5	27	4	1	1	4	2	44
Kiintopiste	-	6	3	2	-	1	1	13
Läpivienti	-	1	5	2	-	2	-	10
Muu	2	3	-	-	1	1	2	9

Taulukko 3. Vauriot vaurioituneen johto-osan mukaan jaoteltuina 2015, kpl (Energiateollisuus ry 2016.)

Käyttöikä vuotta	Johtotyyppi												Yhteensä	
	Mpuk, 2Mpuk		Mpul, 2Mpul		Ekb, Emv, Epu, Epuk, Wmv		Taipuisat johtorakenteet		Vaurio kaivossa		Rakenne "Muut"		kpl	kpl/km
	kpl	kpl/km	kpl	kpl/km	kpl	kpl/km	kpl	kpl/km	kpl		kpl	kpl/km	kpl	kpl/km
0	3	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0,02
1	5	0,03	-	-	-	-	-	-	1	2	1,00	8	0,05	
2	3	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0,02	
3	2	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,01	
4	3	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0,01	
5	6	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	0,02	
6	3	0,01	-	-	-	-	-	-	-	2	0,40	5	0,02	
7	3	0,01	-	-	-	-	-	-	-	1	0,20	4	0,02	
8	3	0,02	-	-	-	-	-	-	1	-	-	4	0,02	
9	5	0,03	-	-	-	-	-	-	-	1	0,25	6	0,04	
10	4	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0,02	
11	1	0,01	-	-	-	-	1	0,25	-	-	-	2	0,01	
12	2	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,01	
13	3	0,02	-	-	-	-	1	0,25	-	-	-	4	0,03	
14	3	0,02	-	-	-	-	1	0,25	-	-	-	4	0,03	
15	4	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0,03	
16-20	12	0,02	1	1,00	-	-	-	-	2	1	0,07	16	0,02	
21-25	36	0,05	-	-	-	-	-	-	2	2	0,07	40	0,05	
26-30	39	0,04	9	0,23	2	0,04	1	-	3	1	0,02	55	0,05	
31-	66	0,06	78	0,14	67	0,11	1	-	37	13	0,03	262	0,10	
tuntematon	28		18		4		-		3	1		54		

1) Perustuu yhteensä 437 vaurioon, joista vaurioituneen johdon rakennusvuosi ilmoitettiin

Taulukko 4. Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän mukaan 2015, kpl/km (Energiateollisuus ry 2016.)

Vaurioitunut johto-osa	Johtotyyppi							
	Mpuk	2Mpuk	Mpul, 2Mpul	Ekb, Emv, Epu, Epuk, Wmv	Taipuisat johtorakenteet	Vaurio kaivossa	Muut rakenteet	Yhteensä
Virtausputki	47	217	97	62	8	18	39	488
Ilmanpoisto, maa-asennus	1	5	-	-	-	-	-	6
Ilmanpoisto kaivossa	-	-	-	-	-	6	-	6
Tyhjennys, maa-asennus	-	6	-	-	-	-	-	6
Tyhjennys, kaivossa	-	4	1	2	-	12	1	20
Sulkuventtiili, maa-asennus	3	10	-	-	-	2	1	16
Sulkuventtiili, kaivossa	-	5	1	2	-	9	1	18
Haarointu, porausliitos	2	4	-	-	-	1	-	7
Haarointu, muu	2	21	6	1	1	3	1	35
Tasain	-	2	3	8	-	1	-	14
PE-suojakuori	3	9	3	-	2	1	1	19
Eristys	1	30	1	-	1	1	-	34
Kiintopiste	3	9	5	7	-	3	3	30
Läpivienti	-	1	1	2	-	1	1	6
Muu	-	3	3	-	-	-	2	8

Taulukko 5. Vauriot vaurioituneen johto-osan mukaan jaoteltuina 2016, kpl (Energiateollisuus ry 2017.)

Käyttöikä vuotta	Johtotyyppi													
	Mpuk, 2Mpuk		Mpul, 2Mpul		Ekb, Emv, Epu, Epuk, Wmv		Taipuisat johtorakenteet		Vaurio kaivossa		Rakenne "Muut"		Yhteensä	
	kpl	kpl/km	kpl	kpl/km	kpl	kpl/km	kpl	kpl/km	kpl		kpl	kpl/km	kpl	kpl/km
0	2	0,01	-	-	-	-	1	0,10	-	-	1	0,25	4	0,02
1	5	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	0,02
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	4	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,33	5	0,02
4	3	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,20	4	0,02
5	7	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	0,03
6	5	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,20	6	0,03
7	9	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	0,04
8	4	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,20	5	0,02
9	5	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,20	6	0,02
10	7	0,03	-	-	-	-	1	1,00	-	-	-	-	8	0,04
11	3	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0,01
12	4	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0,02
13	2	0,01	-	-	-	-	1	2,00	-	-	-	-	3	0,01
14	3	0,02	-	-	-	-	-	-	1	-	1	0,20	5	0,02
15	4	0,02	-	-	3	30,00	-	-	-	-	-	-	7	0,03
16-20	25	0,04	1	1,00	-	-	2	0,80	1	-	4	0,20	33	0,05
21-25	24	0,06	-	-	-	-	-	-	1	-	4	0,27	29	0,07
26-30	39	0,05	3	0,12	1	0,04	1	-	5	-	1	0,04	50	0,05
31-	111	0,09	97	0,16	67	0,11	4	-	34	-	28	0,06	341	0,12
tuntematon	66		8		5		-		9		3		91	

1) Perustuu yhteensä 535 vaurioon, joista vaurioituneen johdon rakennusvuosi ilmoitettiin

Taulukko 6. Vaurioiden esiintymistiheys johdon käyttöiän mukaan 2016, kpl/km (Energiateollisuus ry 2017.)

Tilastoista ilmenee, että vuonna 2015 on tilastoitu kymmenen kaukolämpöelementin läpiviennin vaurioitumista. Vuonna 2016 läpivientejä on vaurioitunut kuusi. Tilastoitu määrä verrattuna kaukolämpöputkien kokonaisvaurioihin on verrattain pieni, 4% kaikista vaurioista vuonna 2015 ja 1% vuonna 2016.

Kun verrataan vaurioiden esiintymistiheyttä johdon käyttöiän mukaan tilastoituihin läpivientivaurioihin, voidaan olettaa, että suurin osa läpivientien vaurioista on tapahtunut yli 16-vuotiaille putkille. Tämän oletuksen perusteella kaukolämpöputkien läpivientien toimintavarmuus uudiskohteissa takuuajan aikana on erittäin hyvä. Läpiviennin rakentanut urakoitsija on vastuussa sen toiminnasta rakennuksen takuuajan eli kymmenen vuotta.

Tilastoituina vuosina Mpuk sekä taipuisat johtorakenteet ovat olleet läpivientitekniisesti täysin toimintavarmoja. Uudiskohteissa olisi jatkossakin hyvä suorittaa läpivienti näillä elementtityypeillä. Elementtien läpivienti on helppo tehdä ja lämmönvaihtelusta aiheutuvat voimat rasittavat läpiviennin ja läpivietävän kerroksen rakenteita verrattain vähän, sillä voimat saadaan ohjattua melko hyvin maaperään.

Suurin riskiryhmä läpivientien toiminnan osalta on yli 30 vuotta käytössä olleet elementit ja niiden läpiviennit. Läpivientien huolto- ja korjaustyöt ovat harvinaisia, ellei elementtien vaihdolle tai perusmuurin korjaamiselle nähdä tarvetta. Läpivienti ja sen ympärillä oleva vedeneriste tai vedenpaineeneriste voivat olla erittäin puutteellisia. Salaojajärjestelmä voi puuttua kokonaan tai olla asennettu antura linjan yläpuolelle, jonka vuoksi sen teho ei ole välttämättä riittävä.

8.2 Riskien minimointi ja ennaltaehkäisy

Vedeneristysten ja läpivientien korjaus- ja muutostyöt tulee aina tehdä erillisen suunnitelman mukaan. Suunnitelman laatii pätevyyden omaava toimihenkilö. Vaurioituneet vedeneristeet ja läpivientien uloimmat osat korjataan yhteensopivalla vedeneristyskappaleella tai -tarvikkeella. Korjauksessa erityistä huomiota tulee kiinnittää uuden ja vanhan eristeen saumakohtiin. Saumat tulee tarkastaa ennen maatäyttöjä. Läpiviennin ympärillä olevan laipan tiivis liittyminen muuhun rakenteeseen tulee myös tarkistaa. Maan päällä olevien läpivientien kunto tulee tarkastaa viiden vuoden välein. (RIL 107-2012.)

Paras keino välttää läpiviennin toiminnan estyminen on selvittää, onko läpiviennin toiminnalle kriittisesti ratkaisevissa rakenteissa puutteita tai riskimahdollisuuksia. Vanhoissa pientaloissa salaojituksen toimivuus tulee tarkistaa ja salaojat tulee puhdistaa säännöllisin väliajoin. Salaojan pääasiallinen tarkoitus on estää kosteuden nousua perustuksiin johtamalla maaperässä olevaa kosteutta pois kuivattaen maaperää. Salaojien toimintaan oleellisesti kuuluu myös toimiva sadevesijärjestelmä, joka johdtaa sadevedet salaojiin. Sadevesijärjestelmän putkien ja räystäiden puhtaus tulee myös tarkistaa säännöllisesti. Jos puutteita huomataan, tulee ne korjata välittömästi. Salaojan häiriintyneen toiminnan merkkejä ovat sokkelin pinnoitteiden irtoilu rakenteisiin nousevan kosteuden tai veden johdosta. Kuivatusjärjestelmien ohjeistetut tarkastus ja huoltotoimenpiteet ovat seuraavat:

- salaojien tarkastus salaojakaivojen välityksellä kolmen vuoden välein

- sadevesikourujen puhdistus kahdesti vuodessa, syksyisin puiden läheisyydessä olevat kourut puhdistetaan kahden viikon välein tai tarvittaessa useammin
- sadevesikaivojen puhdistus kahdesti vuodessa
- sadevesi- ja salaojaviemäriverkostojen puhdistus 10 vuoden välein.

(RIL 107-2012.)

8.3 Saneeraustoimenpiteet

Saneeraustoimenpiteisiin lähdetessä tulee tarkastaa seuraavat asiat maanvastaiselta seinärakenteelta:

- miten maanvastaisten seinärakenteiden ja perustusten edellyttämä ulkopuolinen vedeneristys on toteutettu ja onko se toimiva?
- onko sisäpinoissa havaittavissa pinnoitteiden kupruilua, suolakiteytyymiä tai mikrobikasvua? Haiseeko sisäilma?
- mitkä ovat maanvastaisen seinärakenteen ulkopuoliset pintarakenteet? Onko sisäpuolella helposti kosteusvaurioituvia materiaaleja, kuten puuta, sementtilastuvillalevyä tai mineraalivillaa? Ovatko pintamateriaalit kosteusrasitusta kestäviä ja veden höyryä hyvin läpäiseviä?
- onko seinärakenteessa verhomuurauksen tai betonirakenteiden välissä eristettä, kuten sementtilastuvillalevyä tai korkkia? Mikä on eristeiden kunto?
- onko maanvastaisessa seinärakenteessa sisäpuolella veden- tai kosteudeneriste? Vanhemmissa rakennuksissa on käytetty bitumisivelyä, joka mahdollisesti sisältää asbestia ja/tai haitallisia määriä PAH-yhdisteitä
- onko tiloissa kreosoottiin viittaavaa hajua? Onko maanvastaisen seinärakenteen lämpö- ja kosteustekninen toiminta oikea?

(Pitkäranta, Miia 2016.)

Jos rakennukselle tulevaa putkityyppiä vaihdetaan esimerkiksi perusparannuksen yhteydessä, pyritään vanha läpivienti hyväksikäyttämään uuden putken toimintaa suunniteltaessa. Parhaassa tapauksessa vanha läpivienti on niin hyvässä kunnossa, että se voidaan säästää ja kaukolämpöelementti katkaistaan läpiviennin ulkopuolelta. Uusi elementti kiinnitetään vanhaan hitsaamalla. Ongelmana usein tällaisessa tilanteessa on suojakuoriliitoksen tiiviiksi saattaminen sekä lämpöliikkeiden hallintaan saaminen. Lämpöliikkeiden tasaus suoritetaan uusilla tasaimilla tai jo valmiiksi olemassa olevilla tasausratkaisuilla. Lämpöliikkeiden hallinnan muutos voi huonosti suunniteltuna raskastaa läpivientä niin, että läpiviennin tiiveys pettää esimerkiksi repeämisen johdosta. (Energiateollisuus ry 2016.)

Saneerausta tehtäessä ensin tulee paikantaa ongelman aiheuttaja ja korjata se, jotta ongelma ei uusiudu. Ongelman aiheuttajan korjaamisen jälkeen voidaan alkaa korjaamaan läpiviennille aiheutuneita vaurioita. Vauriot voidaan korjata ulko- tai sisäpuolelta. Sisäpuolelta korjattaessa kastuneet rakenteet tulee kuivattaa lämmittämällä ja tuulettamalla. Vuotavan läpiviennin ympärille porataan viistosti reikiä läpivientiin asti. Reikien kautta läpivientiin injektoidaan tiivistysmassaa, joka tiivistää läpiviennin. (Infra 12-710059 2011.)

Ulkopuolelta korjattaessa tehdään tarpeen mukaan seuraavia muutos- tai korjaustöitä:

- salaojituksen tehostus
- rakenteen kuivaus
- vedeneristyksen korjaus tai lisäys
- roudaneristyksen korjaus tai lisäys.

(Infra 12-710059 2011.)

Sisäilmaongelmien korjaus aloitetaan homehtuneiden rakennusosien osittaisella ja kokonaan vaihtamisella, jos se on teknisesti ja taloudellisesti mahdollista ja järkevää. Kaukolämpöelementin läpivienti rakennuksen sisään menee yleensä kantavan rakenteen läpi, jolloin tämä ei ole käytännöllistä. (RT 80-10712 1999.)

Kastunut tai homehtunut rakennusosa tiivistetään ja kuivataan. Lisäksi kuivattu rakennusosa pinnoitetaan uudelleen kosteutta läpäisevällä maalilla tai verhouksella, jotta rakenteen on mahdollista kuivua sisälle päin. (RT 80-10712 1999.)

Salaojien korjaustoimenpiteisiin kuuluu:

- salaojasepelin vaihto. Raekoko 6-30mm ja kapillaarisuus alle 100mm
- salaojitustason alentaminen
- jäätymissuojaaminen lämmöneristyksellä tai tarvittaessa sähkölämmityskaapelilla
- pumppukaivon rakennus.

(RT 80-10712 1999.)

Kellarin seinää korjattaessa sisäpuolinen lämmöneriste ja levyverhous tulee aina poistaa ja lämmöneriste siirtää rakenteen ulkopuolelle. Ulkopuolinen lämmöneriste on paljon vähemmän altis kosteusvaurioille. (RT 80-10712 1999.)

Pahimmat kosteusvauriot johtuvat rakennuksen korkeusaseman huonosta suunnittelusta. Alapohjan ollessa maanpinnan tasolla tai sen alla tai vierusmaan kallistuminen rakennusta kohti aiheuttaa kosteusvaurioita. Ulkopuolen maanpinnan korkeusasmaa joudutaan tällöin muuttamaan siten, että rakennuksen vieressä maa kallistuu 1:20 kaltevuudessa pois päin rakennuksesta. (Ympäristöministeriö 1997.)

8.4 Käytöstä poistetun läpivientiaukon tiivistys

Muutos- ja korjaustöissä tai käyttötarkoituksen muutostöissä kosteusteknisesti toimintanut rakenne voidaan korjata tai muuttaa rakennusaikaista rakentamistapaa ja kosteustiiveyttä noudattaen. Jos rakenteessa ei ole huomattu kosteusteknisen toimivuuden vajavuutta suunnittelu- tai toteutusvirheestä johtuen, tulee rakennetta korjattaessa tai muuttaessa noudattaa ensisijaisesti alkuperäisen rakenteen toimintatapaa.



Kuva 3. Käytöstä poistettu kaukolämpöelementin läpivientireikä valettu umpeen. (Jyväskylän Energia n.d.)

Perusmuurissa oleva reikä tulee valaa umpeen. Sisäpuolinen valun stoppari on helppompi asettaa kiinni perusmuuriin. Valustopparin tiiveys tulee varmistaa huolella, ettei massa pääse valumaan sisätiloihin. Ulkopuolinen valun tiiveyden varmistaminen voi olla huomattavasti haastavampaa. Perusmuurin vedeneristettä ja ulkopintaa rikkomatta stopparin kiinnitys tulee tehdä kiilaamalla stoppari ympäröivään maahan tai rakentamalla täytettävän aukon ympärille pieni uloke, joka voidaan myöhemmin piikata tasaiseksi. Valun laskeminen aukkoon on tällöin myös helpompaa.

Täytetty aukko vedeneristetään yhtenäiseksi muun vedeneristyksen kanssa. Vedeneristyksen limitys tulee tehdä tuotevalmistajan antaman ohjeen mukaan. Epäjatkuvaa vedeneristettä käytettäessä tulee salaojien toiminta varmistaa. Bitumin sively paikatun aukon päälle ja ympärille, sekä bitumikermipalan asentaminen paikatun aukon päälle antaisi paikkaukselle tuplavarmuuden veden tunkeutumista vastaan.

8.5 Käytöstä poistetun kaukolämpökaivon toimenpiteet

Vanhemmille kaukolämpöelementtien läpiviennille rakennukseen on aiemmin käytetty kaukolämpökaivoa, joka on rakennettu rakennuksen alle. Kaivo on suorassa rakenteellisessa yhteydessä rakennuksen alapohjaan. Kaivon tarkoitus on ollut pitää avattavat liitokset helposti tarkastettavina ja vaihdettavina. Myös putkesta mahdollisesti vuotava vesi johtuu kaivon kautta maaperän kuivatusjärjestelmään. Uusia kaukolämpöelementtejä käytettäessä kaivo ei ole tarpeellinen.

Tutkimuksen kaivon aiheuttamista ongelmista tekee aina rakennusalan asiantuntija. Kaivo on mahdollista jättää sellaisenaan rakennuksen alle, jos siitä ei aiheudu rakennuksen rakenteille aiheutuvaa haittaa. Kaivoon kaadetaan routimatonta täyttömaata ja kaivon päällinen uusitaan ulkoasultaan rakennukseen sopivaksi.

Kaivo voi aiheuttaa kosteusteknisiä tai lämpötekniisiä ongelmia alapohjan toiminnalle. Kaivon kohdalla alapohjan lämmöneristystä on jouduttu muokkaamaan kaivolle sopivaksi. Alapohjarakenteen toimivuuden kannalta parasta olisi saada rakenne yhtenäiseksi joka puolelta. Näin ei tule pistemäistä kylmäsiltaa, kosteusrasitusta eikä radonkaasun aiheuttamaa rasitusta. Jos kaivo aiheuttaa ongelmia alapohjan toiminnalle, kaivo puretaan rakennuksen alta. Tyhjä tila täytetään routimattomalla maataytöllä ja rakennuksen alapohja eristetään yhtenäisesti.

9 Toteutuskustannuksia

Timanttikorattuun tai elementtitehtaalla valmistettuun läpivientireikään asennettavien valmisläpivientiosien hintataso vaihtelee jonkin verran. Maanalaiseen käyttöön muun muassa kaukolämpöelementtien läpivienteihin suunniteltujen Roxtec RS UG-tiivisteiden hinta vaihtelee valmistajan ohjeisvähittäishinnastossa koon mukaan seuraavasti:

Nimi	Hinta (alv 0%)	Kaapelikoko (mm)
------	----------------	------------------

RS 70 UG	45,49€	0+9-33
RS 90 UG	66,59€	0+24-53
RS 100 UG	53,30€	39-63
RS 125 UG	108,25€	55-88
RS 135 UG	133,60€	65-98
RS 150 UG	143,66€	80-113
RS 185 UG	321,13€	115-148
RS 200 UG	243,29€	130-163
RS 225 UG	264,33€	146-179
RS 250 UG	285,20€	171-204

(Hinnasto 2017.)

Kaapelikoossa 0 tarkoittaa, että osa voidaan jättää umpinaisena läpivientireikään tiivistämään reikä esimerkiksi tulevaisuudessa tuotavaa kaukolämpöelementtiä varten tai tiivistämään väärään kohtaan tullutta läpivientireikää. Hintataso kasvaa huomattavasti läpiviennin reiän koon kasvaessa.



Kuva 4 Roxtec RS 100 UG valmisläpivienti. (Sewatek 2017.)

Roxtec tarjoaa myös vaihtoehdon ostaa ydinmoduuli ja kehykset erikseen ja näin lisää läpivientikokojen mahdollisuuksia. Kehyksien hinnat vaihtelevat seuraavasti:

Nimi	Hinta (alv 0%)
R 100 UG	73,03€
R 150 UG	113,56€
R 200 UG	149,21€

(Hinnasto 2017.)

Ydinmoduulien hinnat vaihtelevat kaukolämpöelementin koon mukaan seuraavasti:

Nimi	Hinta (alv 0%)	Kaapelikoko (mm)
RM 20 UG	4,49€	0+4-13
RM 20w40 UG	8,16€	0+4-13
RM 30 UG	6,73€	0+10-23,5
RM 40 UG	10,95€	0+9,5-31
RM 60 UG	27,25€	0+24-52
RM 80 UG	64,78€	0+48-68
RM 90 UG	80,50€	0+48-68
RM 120 UG	111,93€	0+67,5-96

(Hinnasto 2017.)

Roxtec-osat ovat ominaisuuksiltaan erittäin haastaviin kohteisiin soveltuvia läpivientitiivisteitä. Osat kestävät veden jatkuvaa painetta 0,3 baria ja hetkellistä painetta 1 barin verran. Osat ovat täysin kaasun ja pölynkestäviä. Osaa valitessa olisi hyvä kohdekohtaisesti suunnitella, onko tällaisille varmuuksille tarvetta. Kohteissa, joissa voidaan jo suunnitteluvaiheessa olettaa olevan ongelmia vedenpaineen tai maaperän aiheuttaman korroosion kanssa, Roxtecin maanalaiseen käyttöön suunniteltu läpivientiosa on turvallinen valinta.

Roxtec-läpivientitiivisteitä voidaan käyttää myös paikalle valetuissa kohteissa, jolloin reikä tiivisteelle joko timanttitorataan tai reikä tehdään valua ennen asetettavalla knock-out läpivientikotelolla. Valuholkkien hinnat vaihtelevat koon mukaan seuraavasti:

Nimi	Hinta (alv 0%)
KOS 100	25,24€
KOS 125	26,65€
KOS 150	28,06€
KOS 200	30,85€

(Hinnasto 2017.)

Muut valmistajat eivät tuota kokonaisuudessaan läpivientiiä kaukolämpöelementin läpivientitarkoituksiin. Mahdollisuutena on ostaa erikseen läpivientiholkki, joka asennetaan läpivientipaikalle ennen valua tai timanttitorata reikä jälkikäteen ja tiivistää reikä muilla keinoin.

Kaukolämpöputken ympärille asennettavan EPDM-muovisen läpivientikauluksen hinta vaihtelee valmistajan, myyjän, laipan koon ja kauluksen mukaan 4,5€-25€ välillä. Laippa kiinnittyy kiinnitettävään pintaan joko liimapinnalla tai teipillä. Liimapintaa varten tartuntapintaan voidaan joutua asentamaan tartunta-ainetta. Primerin litrahinta vaihtelee 10€-15€ välillä. Litraa primeria saa kiinnitettyä usean kymmentä laippaa, sillä laipan vaatima pinnoitettava ala on 500mm x 500mm.

Kauluksen kaukolämpöelementin päälle tuleva osa kiristetään metallisella kiristyspannalla, joiden hinnat ovat alle 5€ kappaleelta.

Pursotettavat polyuretaanit maksavat 7€-15€/litra. Yhdellä 750ml pullolla saa tiivistettyä täysin kaukolämpöelementin läpiviennin putken koosta riippumatta.

Elastista kittiä myydään noin 300ml pakkauksissa. Pakkausten hinnat vaihtelevat valmistajan ja ominaisuuksien mukaan 7€-15€. Yksi pakkaus riittää läpiviennin sisä- ja ulkopuoliseen saumaukseen.

Roxtec-valmisläpivienti on edullisimmillaankin lähestulkoon saman hintainen kuin polyuretaanilla, jälkivalulla, läpivientikauluksella ja elastisella kitillä varustettu läpivienti. Roxtec-läpiviennin valmistamiseen työmaalla käytetty aika on pienempi kuin mitä muilla tavoin valmistettuun läpivientiin, joten työn hinta on pienempi. Läpiviennin lopullinen hinta tulee kuitenkin olemaan kalliimpi valmisläpiviennillä valmistettuna.

Nykyiset valmistustavat ovat pitkäikäisiä. Läpivienti kestää hyvällä todennäköisyydellä takuuajan läpi huoltamatta, jos ympäröivissä olosuhteissa ei tapahdu suunnittelemaa muutosta.

10 Pohdinta

Energiayhdistyksen Energiateollisuus ry:n tekemästä vaurioiden tilastoinnista voidaan huomata, että läpivientien tiiveyden pettäminen ei ole kovinkaan yleinen ongelma uudiskohteissa. Vanhempien läpivientien ja kaukolämpöelementtien toiminnan pettämisessäkin yleensä alkuperäisenä ongelman lähteenä on jokin läpiviennin toimintaan vaikuttavan osan toiminnan estyminen, kuten salaojituksen tukkiutuminen, vedeneristyksen eroosio tai sadevesijärjestelmän tukkiutuminen.

Läpivienti tulee suunnitella jokaiselle kohteelle yksilöllisesti yhtä tiiviiksi vedenpainetta, vettä, kosteutta ja radonia vastaan kuin ympäröivä rakenne. Ympäröivät rakenteet tulee ottaa suunnittelussa huomioon. Tavoitteena on mahdollisimman yhtenäinen rakennekokonaisuus.

Läpivienti on rakenteessa yleisesti ensimmäinen vaurioituva osa, koska se on yleensä myös heikoin. Läpiviennin toiminta voi estyä monesta eri syystä, joiden aiheuttaja on läpiviennistä riippumaton. Läpiviennin suunnittelussa ei välttämättä ole otettu huomioon muiden rakenteiden toiminnan estymistä, jolloin läpivienti ei myöskään kestä suunnittelemtomia olosuhteiden muutoksia.

Läpiviennin pettämisen riski on aina pienin, kun läpivienti suunnitellaan ja tehdään valmisläpiviennillä tiivistettäväksi. Tällöin työmaalla tehtyjen työvirheiden mahdollisuus on minimissään. Valmisläpiviennin tiiveys pystytään myös testaamaan luotettavasti painetestillä. Painetestin epäonnistussa läpivientiä voidaan vielä korjata. Työmaalla valmistetun läpiviennin tiiveyttä on vaikea testata. Valmisläpiviennin ydin on joustavaa ja kestävä materiaalia, joka ei vaurioidu ulkopuolisesta paineesta, eikä putken lämpötilaerojen aiheuttamasta liikkeestä.

Jos perusmuuri on rakennettu vedeneristämättömänä, ei läpivienninkään tarvitse kestää veden aiheuttamaa rasiusta ympäröivää rakennetta enempää. Läpiviennin tulee silti olla aina tiivis. Tällöin salaojajärjestelmän tai sadevesijärjestelmän toiminnan pettäessä läpivienti on täysin suojaaton veden tunkeilulta rakenteeseen. Tulevaisuudessa voisi olla hyvä tiivistää läpiviennit varmuudeltaan muiden rakenteiden vaatimuksia paremmalla varmuudella. Tällä tavoin voidaan ehkäistä edullisesti rakenteita kalliilta korjaustoimilta.

Koska läpiviennin oikeaan toimintaan vaikuttaa moni asia, on rakenteiden ylläpito tärkeää. Oikea-aikaisilla tarkastuksilla ja käytön aikaisilla huoltotoimenpiteillä pystytään pidentämään niin läpiviennin kuin tarkastettavan rakenteen elinikää. Puutteiden ilmettyä olisi välitön korjaustoimenpiteiden suorittaminen rakennuksen elinkaarta ajatellen suotavaa.

Lähteet

Infra 12-710059. 2011. Perusmuurien veden- ja kosteudeneristys. Helsinki: Rakennustieto.

Kaukolämmöntuotanto polttoaineittain. 2017. Tilastokeskus, Energiateollisuus ry.

Kaukolämpö tuotetaan lähellä asiakasta. 2016. Kuvaus Energiateollisuuden sivuilla. Viitattu 2.3.2018. [https://energia.fi/perustietoa_energia-
alasta/energiantuotanto/kaukolammon_tuotanto](https://energia.fi/perustietoa_energia-
alasta/energiantuotanto/kaukolammon_tuotanto)

Kaukolämpöverkkoja lähes 15 000 km. N.d. Kuvaus Energiateollisuuden sivuilla. Viitattu 2.3.2018. [https://energia.fi/perustietoa_energia-
alasta/energiaverkot/kaukolampoverkot](https://energia.fi/perustietoa_energia-
alasta/energiaverkot/kaukolampoverkot)

Kaukolämpöverkon vaurioutilasto 2015. 2016. Helsinki: Energiateollisuus ry.

Kaukolämpöverkon vaurioutilasto 2016. 2017. Helsinki: Energiateollisuus ry.

Kiinteistön liittäminen kaukolämpöön. Ohjeistus Jyväskylän Energian verkkosivuilla. Viitattu 25.3.2018. [https://www.jyvaskylanenergia.fi/rakentajalle/rakentamisen-
alkaessa](https://www.jyvaskylanenergia.fi/rakentajalle/rakentamisen-
alkaessa)

Kiinnivaahdotettujen muovisuojakuoristen kaukolämpöjohtojen läpiviennit, Suositus L13/1992. Lämpölaitosyhdistys ry. Astunut voimaan 1.9.1992.

Koskelainen, Lasse, Saarela, Rauli & Sipilä, Kari. 2006. Kaukolämmön käsikirja. Helsinki: Energiateollisuus ry.

A782/2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017. Annettu 24.11.2017. Viitattu 20.4.2018. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782>

A 848/2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017. Annettu 28.11.2017. Viitattu 19.4.2018. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170848>

Pitkäranta, M. 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Ympäristöopas 2016. Ympäristöministeriö. Julkaistu 28.9.2016. Viitattu 17.4.2018. <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4626-8>

Rakenteet, yksityiskohdat. Kosteudenhallinta.fi. Ohjeistus Kosteudenhallinta.fi-sivustolla. Julkaistu 30.9.2015. Viitattu 5.4.2018. [http://www.kosteudenhallinta.fi/attachments/article/144/Kosteudenhallinta_YKSITY-
ISKOHDAT_30092015.pdf](http://www.kosteudenhallinta.fi/attachments/article/144/Kosteudenhallinta_YKSITY-
ISKOHDAT_30092015.pdf)

Ratu 0430. 2015. Perustusten vedeneristys. Helsinki: Rakennustieto.

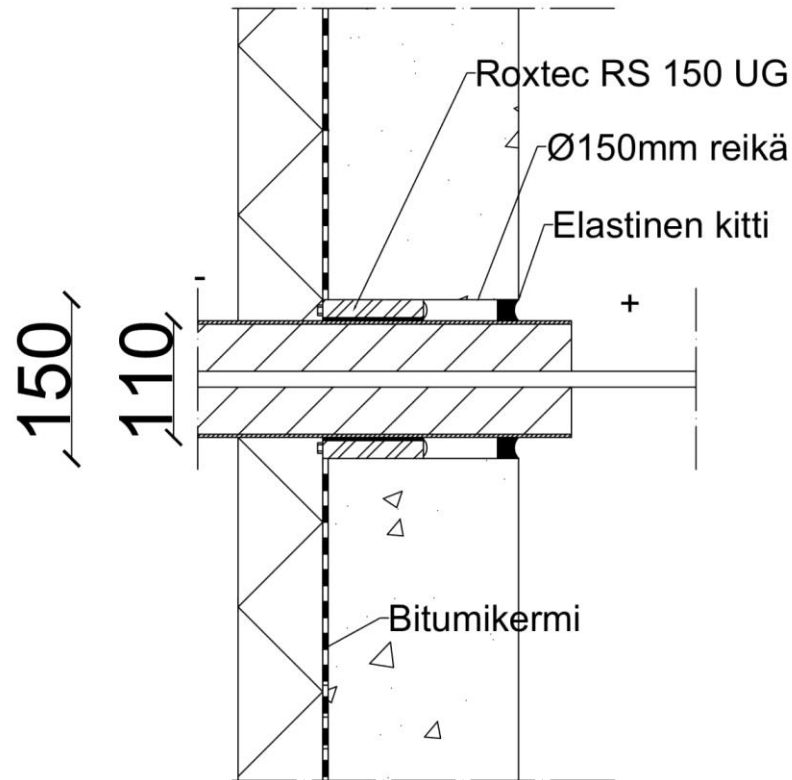
Routavauriot. Sisäilmayhdistys ry. Tiedoksianto Sisäilmayhdistyksen verkkosivuilla. Viitattu 15.4.2018. [http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-
korjaaminen/Kuivatusjarjestelmat/Routavauriot](http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-
korjaaminen/Kuivatusjarjestelmat/Routavauriot)

RT 38792. 2016. Perustusten kosteuden ja radonin eristys Katepal Oy. Helsinki: Rakennustieto.

- RT 28-10979. 2009. Elastiset saumaussmassat. Helsinki: Rakennustieto.
- RT 80-10712. 1999. Rakennuksen kosteus- ja mikrobivauriot. Helsinki: Rakennustieto.
- RT 81-11000. 2010. Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus. Helsinki: Rakennustieto.
- RT 83-11032. 2011. Vedenpaineeneristys. Helsinki: Rakennustieto.
- RunkoRYL 921. 2010. Ulkopuolinen vedeneristys. Helsinki: Rakennustieto.
- Hinnasto. 2017. Sewatek-läpivientien hinnasto. Viitattu 4.4.2018.
<http://sewatek.fi/hinnasto>
- RIL 107-2012. Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL Ry. Hansaprint Oy, 2009.
- Suositus L7/2016. Kaukolämpöverkon suunnitelmallinen perusparantaminen. Helsinki: Energiateollisuus ry.
- Suositus L11/2013. Kaukolämpöjohtojen suunnittelu- ja rakentamisohjeet. Energiateollisuus ry. Päivitetty 30.1.2018. Viitattu 26.4.2018.
https://energia.fi/files/2353/SuositusL11_2013_KI-johtojen_suunnittelu-ja_rakentamisohjeet_paivitetty_20180130.pdf
- Ympäristöministeriö. 1997. Ympäristöopas: Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus. Helsinki. Tammer-Paino Oy, 1997.

Liitteet

Liite 1. Roxtec RS UG läpivienti vedenpaine-eristetyssä maanalaisessa betoniseinässä.



Reikä max. 5mm suurempi, kuin läpivienti.

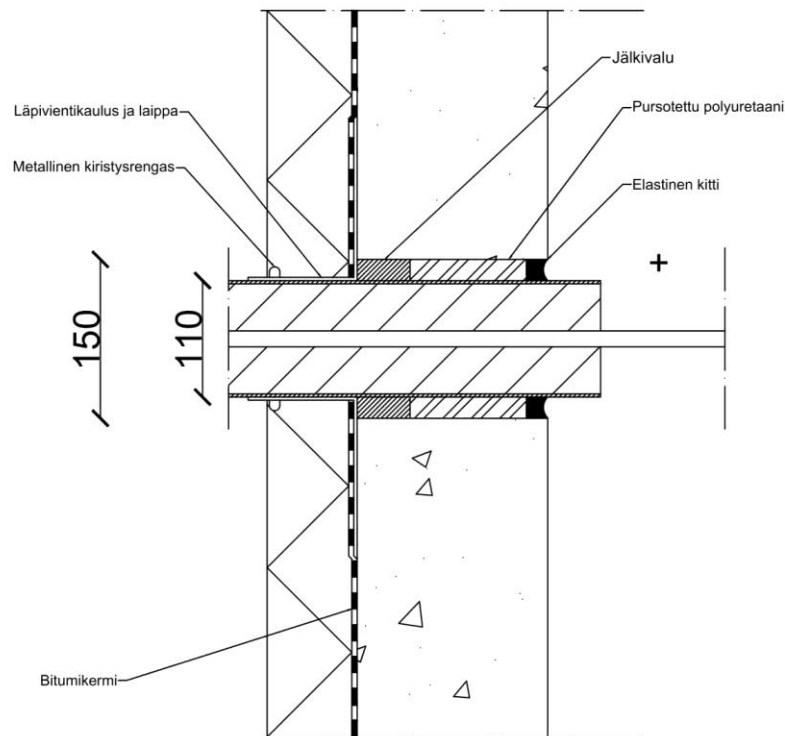
1. Läpivienti asennetaan seinän ulkopintaan.
2. Puhdista asennusreikä.
3. Vedä kaapeli tai putki reiästä läpi.
4. Poista tarvittava määrä liuskoja läpivientiosasta.
5. Sovita putki läpivientiin. Moduulin puolikkaiden väliin jää 0 - 1.0 mm:n rako.
6. Rasvaa läpiviennin sisäpinnat hyvin, ulkopinnat kevyesti mukana tulleella rasvalla
7. Aseta läpiviennin puoliskot yksitellen asennusreikään.
8. Kiristä ruuvit ristikkäin.
9. Kireys on sopiva kun musta kumi pullistuu jokaisesta tarkastusreiästä.

Lämmöneristys eristyssuunnitelman mukaan.

Betonin laatu betonisuunnitelman mukaan.

K.OSA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSLOMENPIDE LÄPIVIENNI			PIIRUSTUSLAJI DETALJI	JUOKS.No 1
RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ ROXTEC_RS_150_UG	MITTAKAAVAT 1:10
LT		SUUN.AL	TYÖ No	PIIR.No
			OPINNÄYTETYÖ	
		PÄIVÄYS 28.4.2018	YHT.HENK. LAURI_TERÄNEN	MUUTOS

Liite 2. Laippaläpivienni vedenpaine-eristetyssä maanalaisessa betoniseinässä.



Läpivientikaulus EPDM-kumia.

Läpivientilaippa erikseen metallista tai vastaavasta tai yhdistettynä kaulukseen, jolloin EPDM-kumia.

Läpiviennin ympärille tulevan tiivisteän limitys 150mm putken ulkopinnalta ulospäin bitumikermin alle.

Läpiviennin sisään jäänyt tyhjä tila eristetään pursotettavalla polyuretaanilla ja jälkivalulla.

Kaulus kiinnitetään kaukolämpöelementtiin metallisella kiristysrenkaalla.

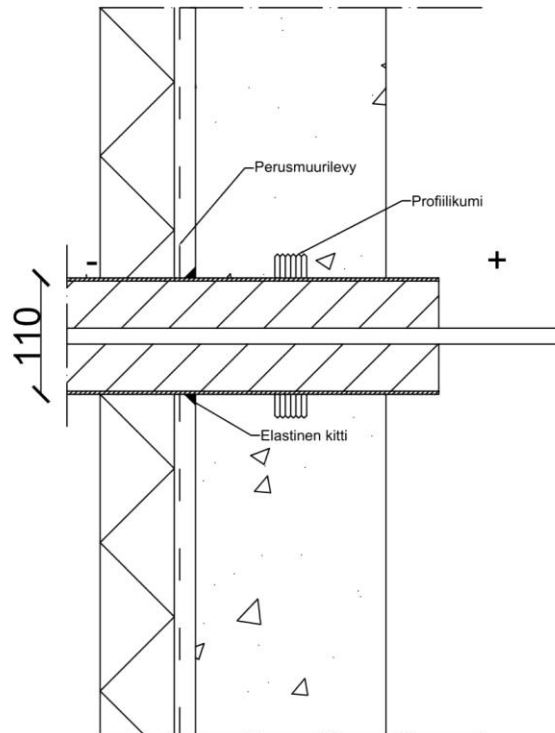
Renkas ei saa vahingoittaa kumia, mutta kiinnityksen tulee olla tiivis.

Lämmöneriste eristyssuunnitelman mukaan.

Betonin laatu suunnitelman mukaan.

K.O.SA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSTOMENPIDE			PIIRUSTUSLAI	JUOKS.No
LÄPIVIENNI			DETALJI	1
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAKAAVAT
			LAIPPALÄPIVIENNI	1:5
LT			SUUNNALA	TYÖ No
			PIIR.No	MUUTOS
			OPINNÄYTETYÖ	
			PÄIVÄYS	YHT.HENK.
			28.4.2018	LAURI_TERÄNEN

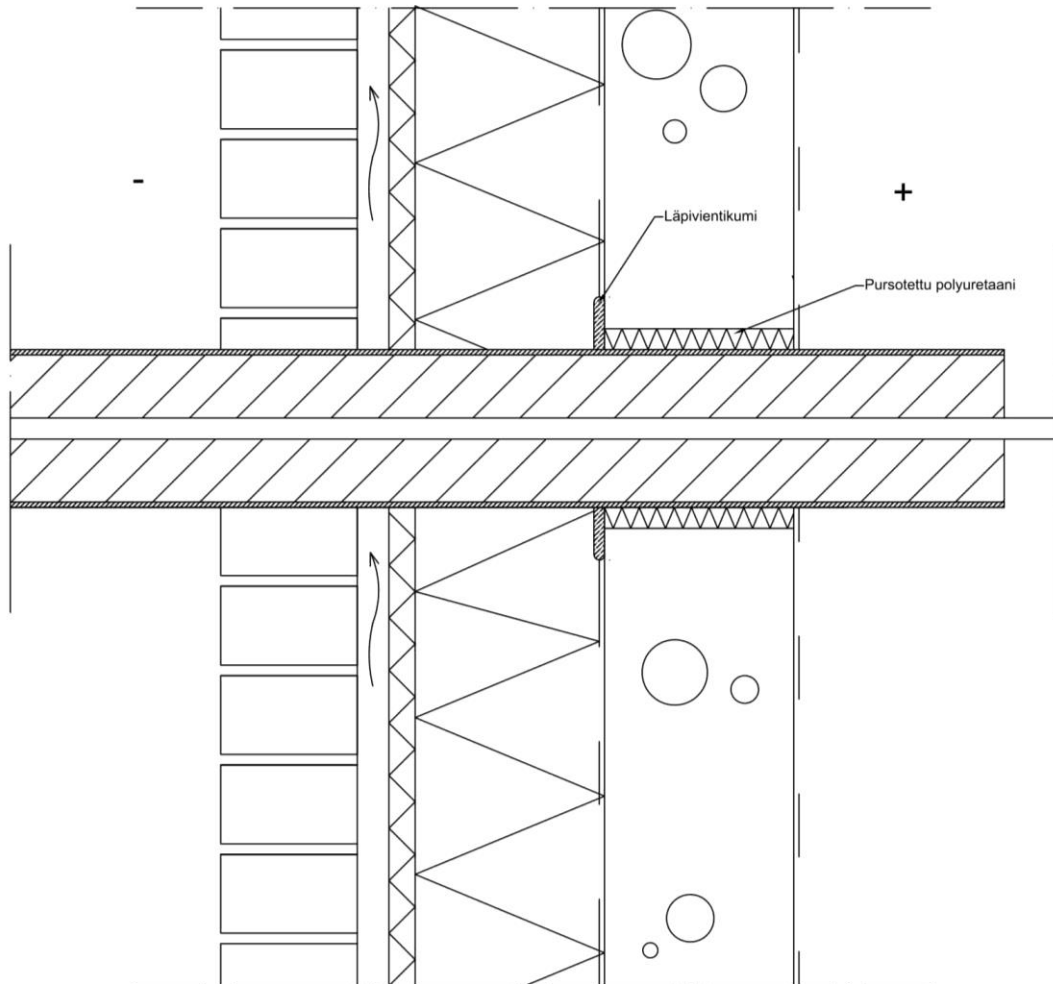
Liite 3. Lämpivientikumilla tiivistetty läpivienti maanalaisessa betoniseinässä.



EPDM-kuminen profiilikumi.
 Profiilikumi asennetaan kaukolämpöelementin päälle ennen valua.
 Läpiviennin ulkosaumat tiivistetään elastisella kitillä.
 Läpiviennille tuleva kosteusrasitus tulee varmistaa minimaaliseksi.
 Lämmöneristys lämmöneristys suunnitelman mukaan.
 Betonin laatu suunnitelman mukaan.

K.OSA	KORTTELI/TILA	TONTTI/Rno	RAKENNUSLUVAN TUNNUS		
RAKENNUSLOMENPIDE			PIIRUSTUSLAJI		JJOKS.No
LÄPIVIENTI			DETALJI		1
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ		MITTAKAAVAT
			LÄPIVIENTIKUMI		1:5
LT			SUUNNALA	TYÖ No	PIIR.No
			PÄIVÄYS	YHT.HENK.	
			28.4.2018	LAURI_TERÄNEN	
				MUUTOS	

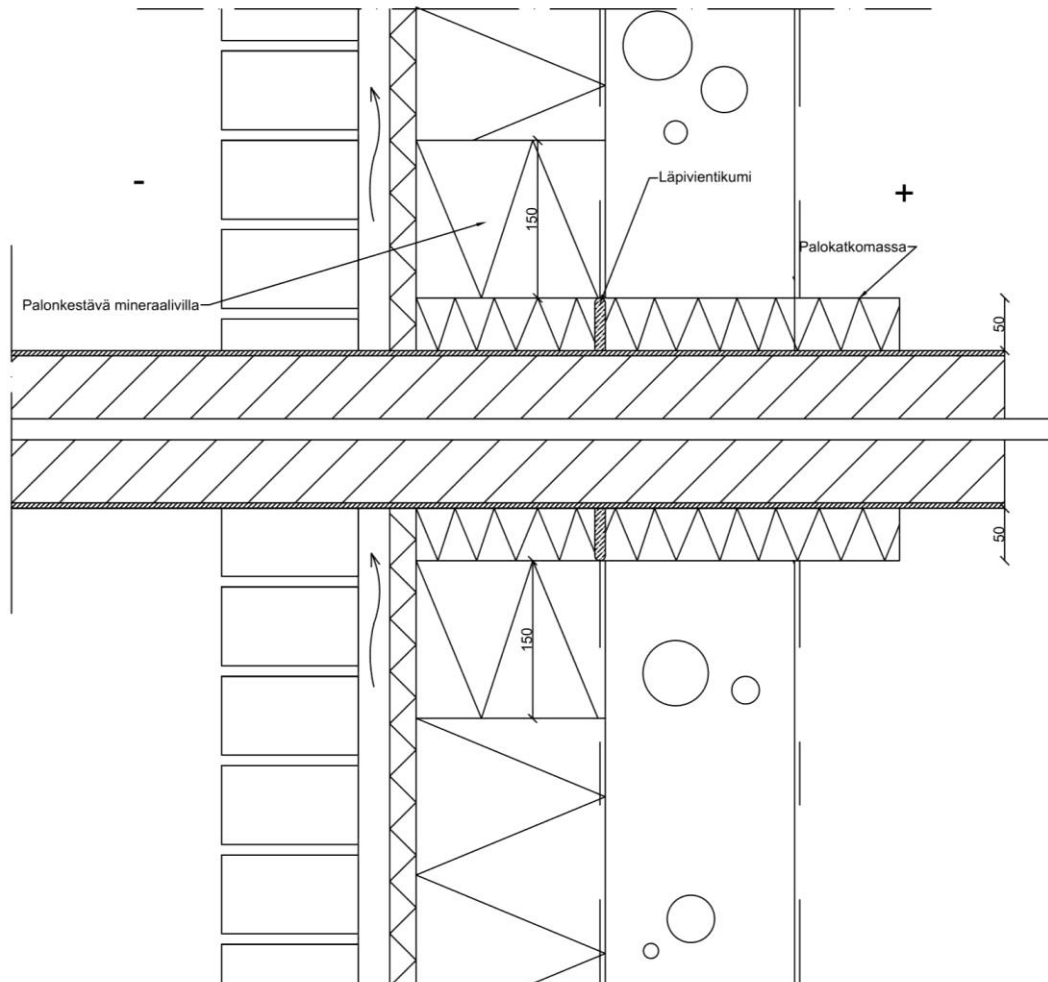
Liite 4. Betonirunkoisessa ulkoseinässä oleva kaukolämpöelementin läpivienti.



Läpivientikumi liimataan tiiviisti kiinni höyrynsulkuun.

K.O.SA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSTOMENPIDE		PIIRUSTUSLAAJ		JUOKS.No
LÄPIVIENTI		DETALJI		1
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE		PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ		MITTAKAAVAT
		PALOSUOJATTU_LÄPIVIENTI		1:5
LT		SUUNNALA	TYÖ No	PIIR.No
			OPINNÄYTETYÖ	MUUTOS
		PÄIVÄYS	YHT.HENK.	
		28.4.2018	LAURI_TERÄNEN	

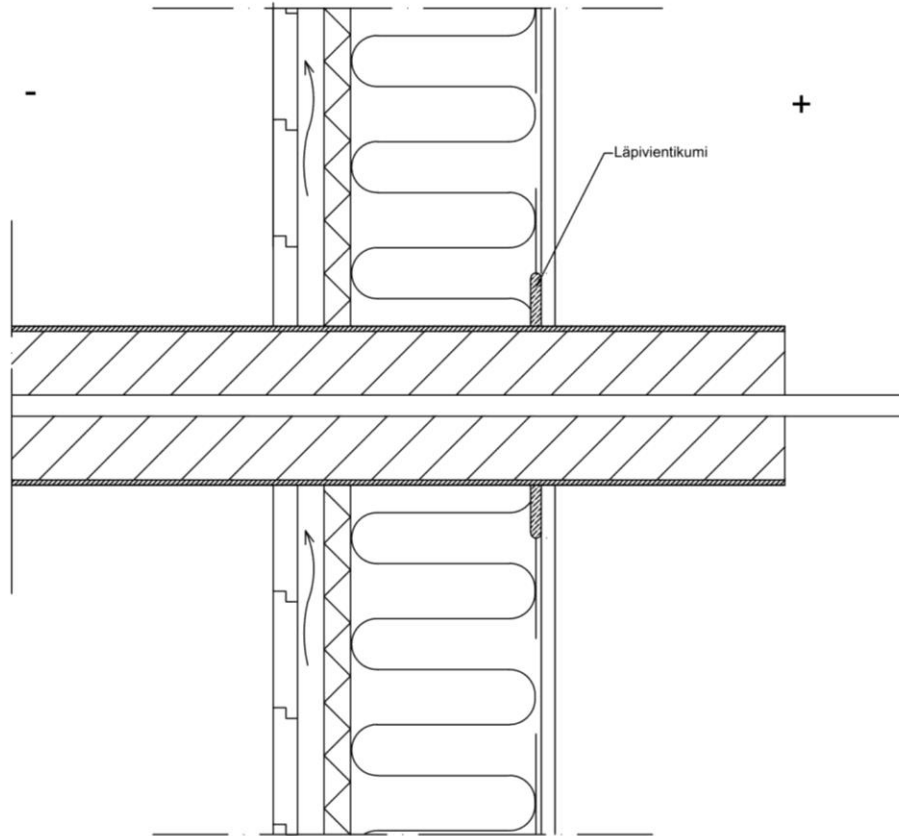
Liite 5. Palosuojattu betonirunkoisessa ulkoseinässä oleva
kaukolämpöelementin läpivienti.



Läpivientikumi liimataan tiiviisti kiinni höyrynsulkuun
Palokatkotuotteet valitaan rakennuksen vaaditun
palonkestoajan perusteella.
Palonkestävä mineraalivilla asennetaan työntämällä paikoilleen

K.O.SA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RN:o	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSLOMENPIDE LÄPIVENTI			PIRUSTUSLAIJ DETALJI	JUOKS.No 1
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE			PIRUSTUKSEN SISÄLTÖ PALOSUOJATTU_LÄPIVENTI	MITTAKAAVAT 1:5
LT			SUUNNALA	TYÖ No
			PIR.No	MUUTOS
			OPINNÄYTETYÖ	
			YHT.HENK. LAURI_TERÄNEN	
			PÄIVÄYS 28.4.2018	

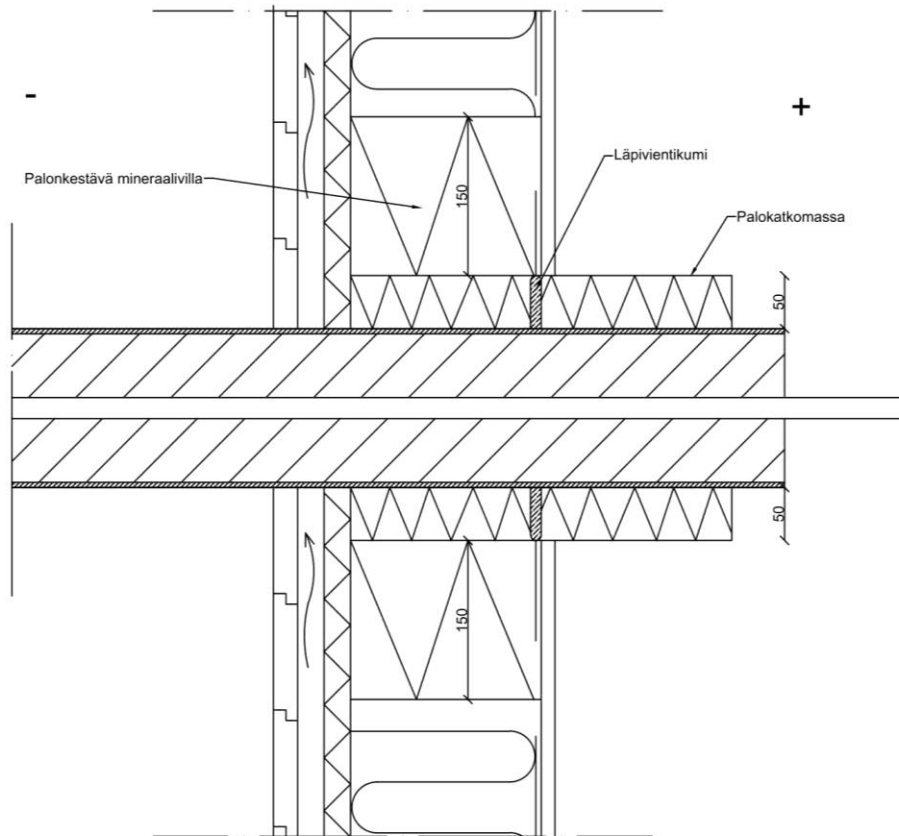
Liite 6. Puurunkoisessa ulkoseinässä oleva kaukolämpöelementin läpivienti.



Läpivientikumi liimataan tiiviisti kiinni höyrynsulkuun.

K.O.SA	KORTTELI/TILA	TONTTI/Rno	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSLOMPPIDE			PIIRUSTUSLAJI	JUOKS.No
LÄPIVIENTI			DETALJI	1
RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAKAAVAT
			PALOSUOJATTU_LÄPIVIENTI	1:5
LT		SUUNNALLA	TYÖ No	PIIR.No
			OPINNÄYTETYÖ	
PÄIVÄYS		YHT.HENK.		
28.4.2018		LAURI_TERÄNEN		

Liite 7. Palosuojattu puurunkoisessa ulkoseinässä oleva kaukolämpöelementin läpivienti.

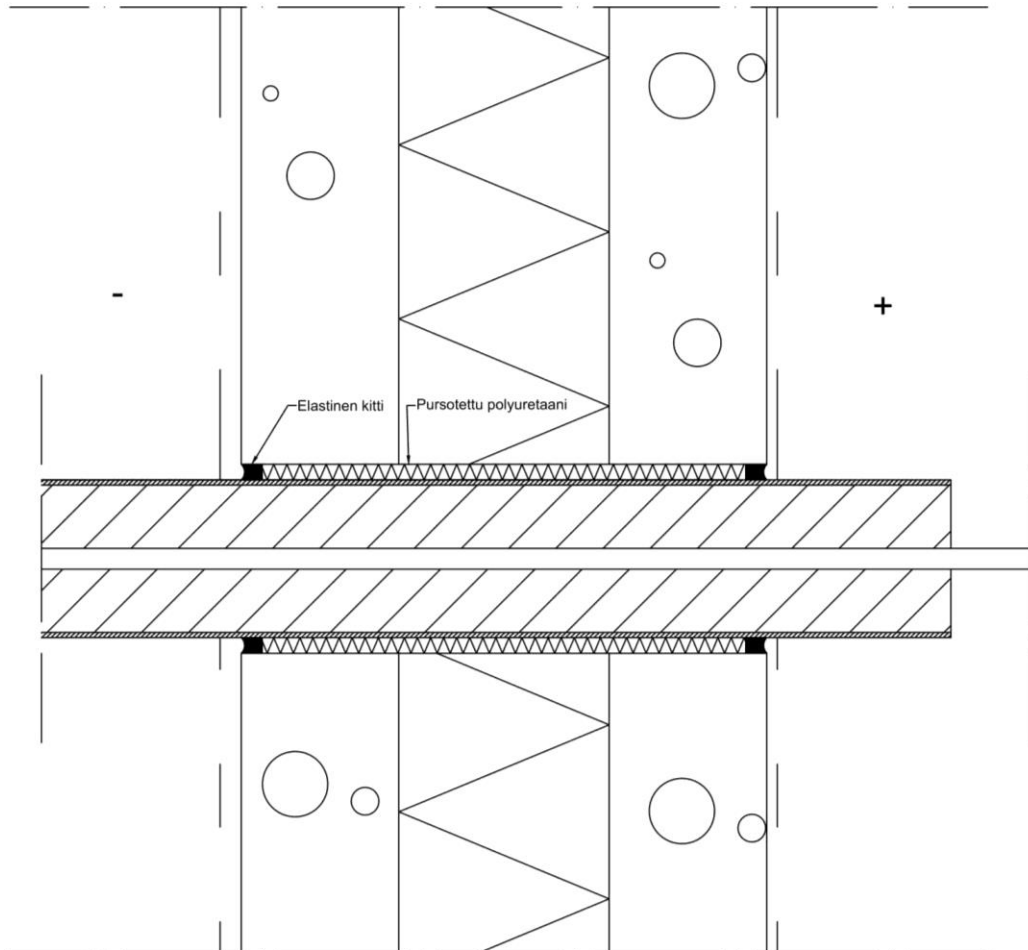


Läpivientikumi liimataan tiiviisti kiinni höyrynsulkuun. Palokatkotuotteet valitaan rakennuksen vaaditun palonkestoajan perusteella. Palonkestävä mineraalivilla asennetaan työntämällä paikoilleen.

K.O.SA	KORTTELI/TILA	TOINTI/Rno	RAKENNUSLUVAN TUNNUS
RAKENNUSTOMENPIDE LÄPIVENTI			PIIRUSTUSLAJI DETALJI
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ PALOSUOJATTU_LÄPIVENTI
			JUOKS.No 1
			MITTAKAAVAT 1:5
			SUUNNALA
			TYÖ No
			PIIR.No
			MUUTOS
			OPINNÄYTETYÖ
			PÄIVÄYS 28.4.2018
			YHT.JENK. LAURI_TERÄNEN

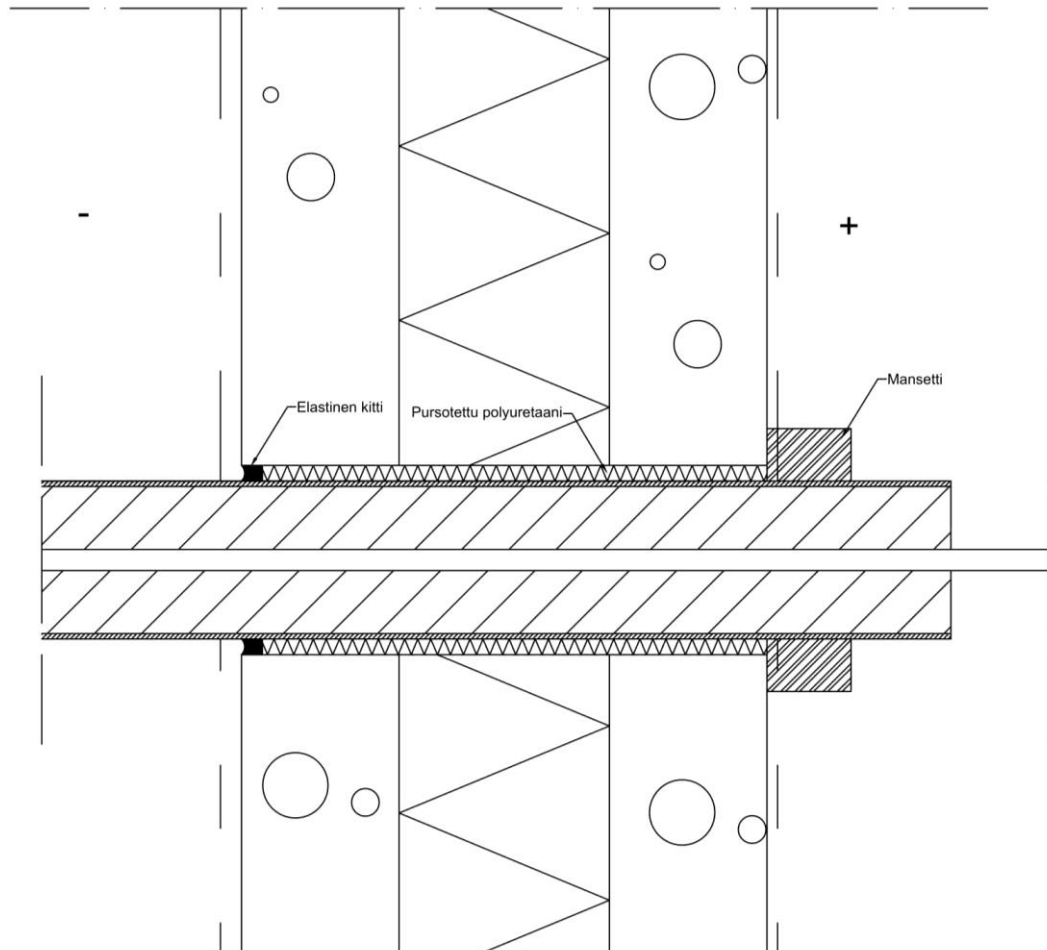
LT

Liite 8. Betonisandwich-elementissä oleva kaukolämpöelementin läpivienti.



K.Osa	Kortteli/Tila	Tontti/RnNo	Rakennusluvun tunnus	
Rakennusstomienpide			PIRUSTUSLaji	JJKS.No
LÄPIVIENTI			DETALJI	1
Rakennuskohteen nimi ja osoite			PIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAKAAVAT
			LÄPIVIENTI	1:5
LT	Suunnala	Työ No	PIR.No	Muutos
			OPINNÄYTETYÖ	
	Päiväys	Yht.Henkilö		
	28.4.2018	LAURI_TERÄNEN		

Liite 9. Betonisandwich-elementissä oleva mansetilla palosuojattu
kaukolämpöelementin läpivienti.

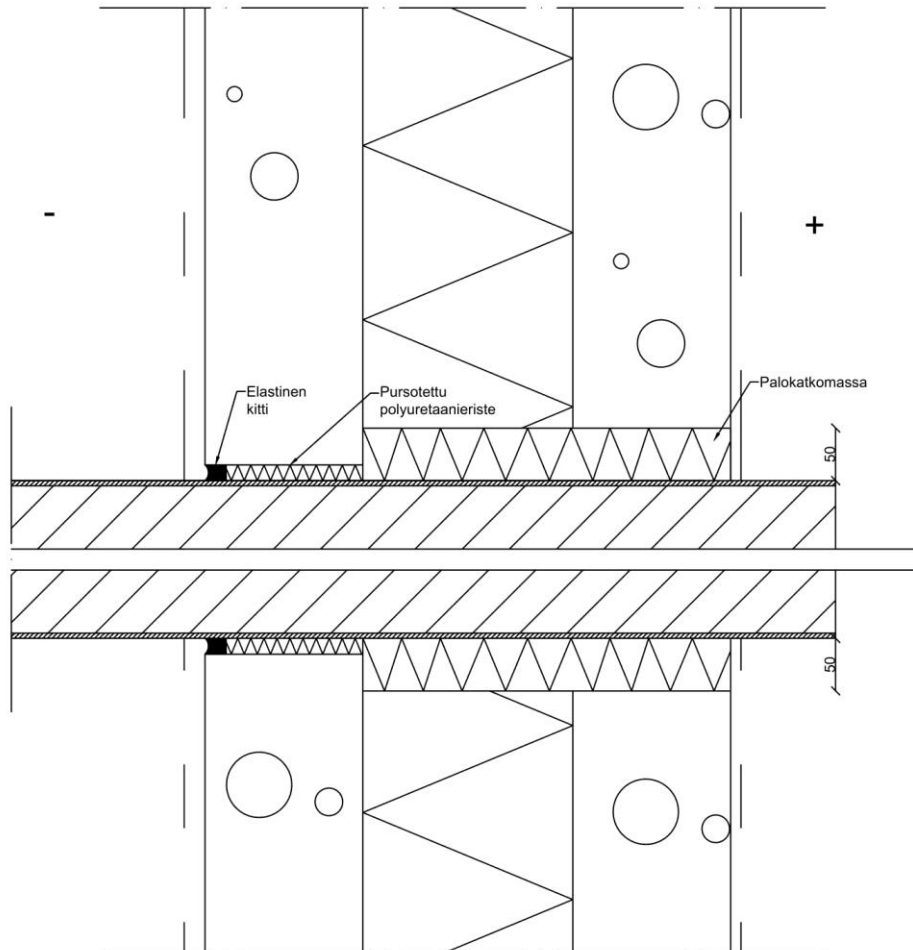


Mansetti valitaan palonkesto aika vaatimusten perusteella.

Mansetti asennetaan valmistajan ohjeiden mukaisesti.

K.O.SA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS		
RAKENNUSTOIMENPIDE			PIIRUSTUSLAI	JUOKS.No	
LÄPIVIENTI			DETALJI	1	
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OSOITE			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAKAAVAT	
			PALOSUOJATTU_LÄPIVIENTI	1:5	
LT			SUUNNALLA	TYÖ No	PIIR.No
				OPINNÄYTETYÖ	
			PÄIVÄYS	YHT.HENK.	
			28.4.2018	LAURI_TERÄNEN	
			MUUTOS		

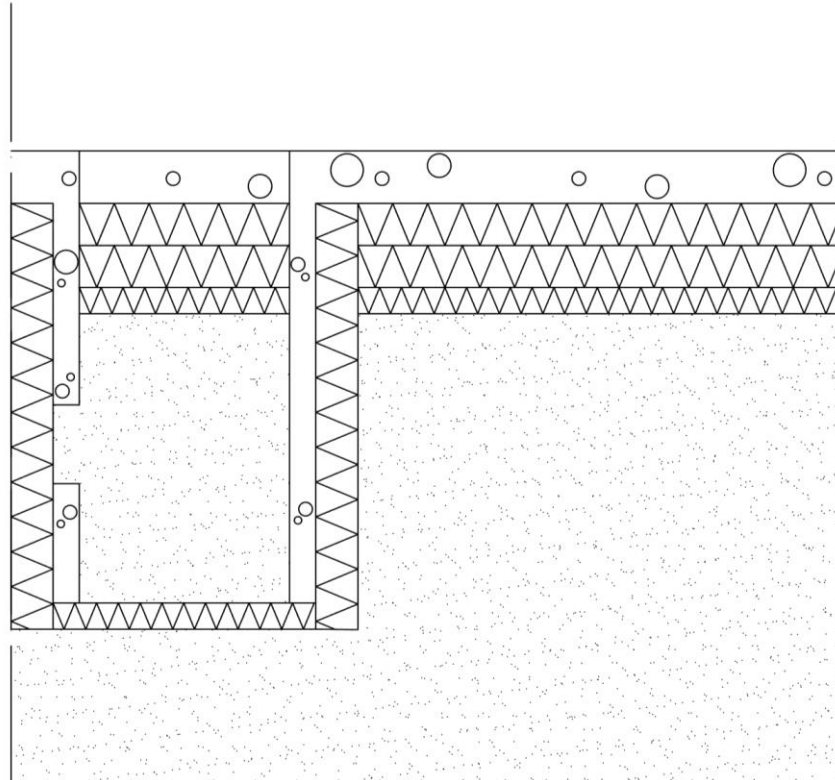
Liite 10. Palosuojattu betonisandwich-elementissä oleva kaukolämpöelementin läpivienti.



Palokatkotuotteet valitaan rakennuksen vaaditun palonkestoajan perusteella.
 Palonkestävä mineraalivilla asennetaan työntämällä villa paikoilleen.

K.OSA	KORTTELI/TILA	TONTTI/RNo	RAKENNUSLUVAN TUNNUS	
RAKENNUSLOMENPIDE			PIRUSTUSLAI	JAKS.No
LÄPIVIENTI			DETALJI	1
RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSOITE			PIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAKAAVAT
			LAIPPALÄPIVIENTI	1:5
LT		SUUNN. ALA	TYÖ No	PIR.No
			OPINNÄYTETYÖ	
		PÄIVÄYS	YHTYENK.	
		28.4.2018	LAURI_TERÄNEN	

Liite 11. Käytöstä poistetun kaukolämpökaivon paikkaus.



Kaivo eristetään ja täytetään yhtenäiseksi ympäröivien rakenteiden kanssa.
Kylmäsiltojen eliminoinnin vuoksi eristyksen jatkuvuuteen tulee kiinnittää erityistä huomiota.

K.O.S.A.	KORTTELI/ALUE	TORITTI/Alue	RAKENNUSLUUVAN TUNNUS	
RAKENNUSALUEKORTTI	KÄYTTÖTARKOITUKSEN MUUTOSTYÖ		PIIRUSTUSLAJI	JÄRJESTYS
RAKENNUSOHJEEN NIMI JA OSOITE			DETALJI	1
			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MITTAKAAVA
			KAUKOLÄMPÖKAIVON_TÄYTTÖ	1:10
LT			SISÄKAAVA	TYÖ N:o
				OPINNÄYTETYÖ
			PÄIVÄYS	YHTÄJENK.
			28.4.2018	LAURI_TERÄNEN