



**Hannu Kääriäinen, Kauko Tulla &
Erkki Vähäsöyrinki**

Öljysäiliöiden suojarakenteiden kunto ja kunnonhallinta

CISTERI-projekti

Öljysäiliöiden suojarakenteiden kunto ja kunnonhallinta

CISTERI-projekti

Hannu Kääriäinen, Kauko Tulla & Erkki Vähäsöyrinki

VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

ISBN 951-38-6089-2 (URL: <http://www.inf.vtt.fi/pdf/>)
ISSN 1235-0865 (URL: <http://www.inf.vtt.fi/pdf/>)

Copyright © VTT 2002

JULKAISIJA – UTGIVARE – PUBLISHER

VTT, Vuorimiehentie 5, PL 2000, 02044 VTT
puh. vaihde (09) 4561, faksi (09) 456 4374

VTT, Bergsmansvägen 5, PB 2000, 02044 VTT
tel. växel (09) 4561, fax (09) 456 4374

VTT Technical Research Centre of Finland, Vuorimiehentie 5, P.O.Box 2000, FIN-02044 VTT, Finland
phone internat. + 358 9 4561, fax + 358 9 456 4374

VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Kaitoväylä 1, PL 18021, 90571 OULU
puh. vaihde (08) 551 2111, faksi (08) 551 2090

VTT Bygg och transport, Kaitoväylä 1, PB 18021, 90571 OULU
tel. växel (08) 551 2111, fax (08) 551 2090

VTT Building and Transport, Kaitoväylä 1, P.O.Box 18021, FIN-90571 OULU, Finland
phone internat. + 358 8 551 2111, fax + 358 8 551 2090

Toimitus Leena Ukoski

Espoo 2002

Hannu Kääriäinen, Kauko Tulla & Erkki Vähäsöyrinki. Öljysäiliöiden suojarakenteiden kunto ja kunnonhallinta. CISTERI-projekti [Condition and condition management of the protective structures of oil tanks]. Espoo 2002. VTT Tiedotteita – Research Notes 2166. 33 s. + liitt. 22 s.

Avainsanat oil tanks, cisterns, oil heating, condition monitoring, damages, protective structures, basins, concrete structures, bricks, penetration, coatings

Tiivistelmä

Lämmitysöljyn varastoinnin turvallisuus ja ympäristöriskien hallinta (Cisteri) -projektin osahankkeessa ”Öljysäiliöiden suojarakenteiden kunto ja kunnonhallinta” tutkittiin kenttäkartoituksen, laboratoriokokeiden ja kohteissa tehtyjen pinnoitekokeiden avulla suoja-allasrakenteita ja niiden korjausmahdollisuuksia.

Kenttäkartoitus tehtiin rakennusten sisällä oleviin suoja-altaisiin. Kartoituksessa käytettyjen kuntoisuuskriteereiden perusteella havaittiin, että puolet tutkituista allasrakenteista ei täyttänyt tiiviydelle asetettuja vaatimuksia. Rakenteissa oli halkeamia ja rapautumaa, tai materiaali arvioitiin niin hauraaksi, että se vuodon sattuessa voi imeä ja läpäistä öljyä. Öljysäiliön ja suoja-altaan välinen vapaatila oli yleensä varsin pieni.

Allasrakenteiden materiaaleja (betoni, tiili ja rappaus) tutkittiin laboratorioissa, jolloin havaittiin, että kaikki materiaalit imivät jossain määrin öljyä. Tiileen ja laastiin sekä tavanomaiseen vanhaan betoniin öljy imeytyi kymmenen tunnin aikana noin 30–40 mm:n syvyyteen. Yhden vuorokauden kuluttua imeytyminen oli poltetussa tiilessä ja laastissa noin 70 mm, kalkkihiekkatiilessä ja vanhassa, tavanomaisessa betonissa 50 mm. Hyvässä betonissa se oli noin 15 mm. Kokeet osoittivat selkeästi, että yleisimmin käytetyt allasmateriaalit voivat jonkin aikaa estää öljyn läpäisyn, mutta ne imevät itseensä öljyä jo varsin lyhytaikaisen rasituksen aikana. Vain hyvä betoni (lujuus yli 50 Mpa) kykeni kohtuullisesti estämään imeytymisen. Öljyn imeytymisestä on seurauksena hajuhaitta, mistä johtuen vauriotapauksessa rakenteiden öljyyntynyt pintaosaa joudutaan korjaamaan ja pahimmillaan koko rakenne uusimaan. Tämän välttämiseksi tulisi harkita vanhojen altaiden pinnoittamista öljyä imemättömällä ja läpäisemättömällä pinnoitteella. Uudet suoja-altaat tulisi rakentaa imemättömistä ja pitkäaikaiskestävistä materiaaleista, tai imevät materiaalit tulisi pinnoittaa heti uutena tiiviillä ja öljyä kestävällä materiaalilla.

Todellisissa kohteissa tehdyissä pinnoitekokeissa havaittiin, että suoja-altaiden korjaaminen ja tiivistäminen on mahdollista ja siihen löytyy myös soveliaita pinnoiteaineita. Aineiden pitkäaikaiskestävyyttä, etenkin öljyn vaikutuksen osalta, ei tutkittu tässä hankkeessa. Kokeissa havaittiin, että vanhojen altaiden korjaamisessa ja pinnoittamisessa on monia käytännön ongelmia etenkin tilaustaudesta ja öljysäiliön tukirakenteiden mataluudesta johtuen.

Hannu Kääriäinen, Kauko Tulla & Erkki Vähäsöyrinki. Öljysäiliöiden suojarakenteiden kunto ja kunnonhallinta. CISTERI-projekti [Condition and condition management of the protective structures of oil tanks]. Espoo 2002. VTT Tiedotteita – Research Notes 2166. 33 p. + app. 22 p.

Keywords oil tanks, oil heating, condition monitoring, damages, protective structures, basins, concrete structures, bricks, penetration, coatings

Abstract

The "Condition and condition management of the protective structures of oil tanks" sub-project of the Cisteri project dealing with the safety and environmental risk management of heating oil storage utilized field surveys, laboratory tests and on-site tests of protective coatings to examine protective basin structures and assess the possibility of repairing them.

The field surveys concentrated on protective basins located inside buildings. Based on the condition criteria used in the survey, it was noted that about half of the basin structures did not meet the tightness requirements. The structures contained cracks, scaling or material so brittle it could absorb oil and allow it to permeate in case of a leak. The free space between the oil tank and the protective basin was generally quite small.

The materials of the protective structures (concrete, brick and plaster) were examined in laboratories, where it was discovered that all the materials absorbed oil to a certain degree. Brick, plaster and ordinary old concrete absorbed oil to a depth of 30–40 mm during a 10-hour period. After 24 hours, burnt brick and plaster had absorbed oil to a depth of 70 mm, and lime sand brick and ordinary old concrete had absorbed oil to a depth of 50 mm. Oil penetrated good concrete to a depth of 15 mm. The tests clearly indicated that the most commonly used basin materials may prevent oil from permeating for a while, but they absorb oil in a rather short period of stress. Only good concrete (with strength exceeding 50 Mpa) was capable of preventing absorption fairly well. One ill-effect of oil absorption is odor, for which reason in case of damage the oily surface of the structure must be repaired, and in the worst case, replaced completely. To avoid this, consideration should be given to coating old basins with a material that doesn't absorb oil or allow it to permeate. New protective basins should be constructed from non-absorbent, durable materials, or absorbent materials should be coated when new with a non-permeable, oil-resistant material.

In on-site tests of protective coatings it was noted that it is possible to repair protective basins and make them tight, and that there are suitable coating materials available. The long-term durability of coating materials, especially with regard to the effect of oil, was not studied in this project. The tests showed that there are many practical problems involved in coating old basins, particularly due to a lack of space and the shallowness of the protective structures of the tanks.

Alkusanat

Cisteri-projektin tavoitteena oli hankkia luotettavaa ja tutkittua tietoa rakennusten lämmitysöljyn varastoinnin turvallisuusriskeistä. Tutkimustiedon perusteella kehitettiin tehokkaita menetelmiä riskien pienentämiseen ja mahdollisten vahinkojen minimointiin.

Cisteri-projektin osaprojektissa ”Öljysäiliöiden suojarakenteiden kunto ja kunnonhallinta” selvitettiin öljysäiliöiden suoja-altaiden kuntoa ja korjaustarvetta sekä korjausmahdollisuuksia. Hanke käynnistettiin elokuussa 2000. Osaprojektin projektipäällikkönä VTT:llä on toiminut ryhmäpäällikkö Kauko Tulla. Hankkeeseen sisältyvien kenttäkohteiden tarkastuksesta ja kenttäkokeiden suorituksesta on vastannut työtekniikko Erkki Vähäsöyrinki. Laboratoriokokeista on vastannut erikoistutkija Hannu Kääriäinen apunaan työtekniikot Heikki Isohookana, Teijo Karhu ja Pertti Uhlback. Kenttäkohteiden tarkastuksiin on osallistunut myös tutkimusinsinööri Anu Jussi.

Hankkeen rahoituksesta ovat vastanneet kauppa- ja teollisuusministeriö, Turvatekniikan keskus, ympäristöministeriö, sisäasiainministeriö, Öljyalan Palvelukeskus Oy, Suomen Lämmitystieto Oy, VTT ja viisi kuntaa. Hankkeen johtoryhmään ovat kuuluneet seuraavat henkilöt:

Varatoimitusjohtaja	Pekka Huttula, Öljyalan Palvelukeskus Oy, puheenjohtaja
Projektipäällikkö	Jari Mäntylä, Geosalpa
Ylitarkastaja	Pekka Kalliomäki, ympäristöministeriö
Markkinointipäällikkö	Eero Kourula, Öljyalan palvelukeskus
Ympäristöneuvos	Olli Pahkala, ympäristöministeriö
Neuvontatekniikko	Hannu Rauhala, Suomen Lämmitystieto Oy/ÖKY
Johtaja	Heikki Salonen, Turvatekniikan keskus
Ylitarkastaja	Ari Seppänen, ympäristöministeriö
Turvallisuusinsinööri	Osmo Säisä, Turvatekniikan keskus
Ylitarkastaja	Veli Viitala, kauppa- ja teollisuusministeriö
Toimitusjohtaja	Ari Virsunen, Suomen Lämmitystieto Oy/ÖKY
Ryhmäpäällikkö	Kauko Tulla, VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Erikoistutkija	Pasi Vahanne, VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka.

Tutkimusryhmä haluaa esittää parhaimmat kiitokset kaikille tutkimushankkeen etenemiseen myötävaikuttaneille tahoille.

Oulu, lokakuu 2002

Kauko Tulla

Sisällysluettelo

Tiivistelmä.....	3
Abstract.....	4
Alkusanat.....	5
1. Johdanto.....	9
1.1 Taustaa.....	9
1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja suoritus.....	9
2. Kenttätutkimus.....	11
2.1 Tavoitteet.....	11
2.2 Tutkimusmenetelmät.....	11
2.3 Tutkimuskohteet.....	12
2.4 Kenttätutkimuksen tulokset.....	12
2.4.1 Suoja-allasmateriaalit.....	12
2.4.2 Öljysäiliön alustan tukirakenteet.....	13
2.4.3 Tilat suoja-altaan ja öljysäiliön ympärillä.....	14
2.4.4 Suoja-aldaiden kunto.....	14
2.5 Kenttäkokeiden tulosten yhteenveto.....	18
3. Laboratoriotutkimukset.....	20
3.1 Tutkimusmenetelmät.....	20
3.2 Laboratoriokokeiden tulokset.....	20
4. Suoja-aldaiden korjauskokeilut.....	23
4.1 Suoja-aldaiden pinnoitusaineet.....	23
4.2 Pinnoituskokeet todellisissa kohteissa.....	24
4.3 Tulokset kokeilusta.....	26
5. Suoja-aldaiden kunnonhallinta.....	28
5.1 Kunnan arviointi.....	28
5.2 Suoja-aldaiden korjaaminen.....	30
6. Yhteenveto.....	32
Lähdeluettelo.....	33

Liitteet

Liite A: Laboratoriokokeiden tulokset

Liite B: Korjauksissa käytettyjen pinnoitteiden ominaisuuksia

Liite C: Pinnoiteaineiden laatuvaatimuksia ja ominaisuuksia

Liite D: Valokuvia kohteista ja kokeista

Liite E: Tärkeimmät kiinteistöön, pohjaveteen ja ihmiseen kohdistuvat riskit ja toimenpidesuosituksset

1. Johdanto

1.1 Taustaa

Suomessa varastoidaan Lämmitysöljyä öljysäiliössä yli kolmessa sadassa tuhannessa rakennuksessa. Varsin suuri määrä käytössä olevista säiliöistä on valmistettu ja asennettu vilkkaan rakentamisen aikoina 1960- ja 1970-luvuilla.

Laitteiden ja varusteiden ikääntyminen tuo mukanaan erilaisia ongelmia ja riskejä. Ongelmat ymmärrettävästi lisääntyvät iän myötä. Ongelmien laadusta ei ole ollut olemassa analysoitua tietoa. Riskien tunnistaminen antaa parhaat edellytykset vahinkojen ennaltaehkäisyyn.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja suoritus

Vähimmäisvaatimuksena suojarakenteiden tiiviydessä tulee olla säädösten toteutuminen eli suoja-altaan on oltava nesteenpitävä [KTM:n päätös, 1985]. Suojarakenne on yleensä öljysäiliön alaosan ympärille rakennettu tiivis allas (suoja-allas), jonka tehtävänä on kerätä mahdollinen vuotanut öljy ja toisaalta estää sen kulkeutuminen muualle. Altaan tilavuuden on oltava vähintään 1/5 suurimman suoja-altaassa olevan säiliön tilavuudesta.

Rakenteiltaan puutteellisissa olemassa olevissa suoja-altaissa tiiviysvaatimus on mahdollista toteuttaa joko korjaamalla tai uusimalla kiinteistön koko öljynvarastointijärjestelmä entiseen tai täysin uuteen paikkaan. Valitaanpa korjaaminen tai uusiminen, niin ongelmat ovat useimmiten hyvin samankaltaisia eli ne liittyvät siihen, miten vaatimukset täyttävä suojarakenne toteutetaan.

Öljysäiliöiden suoja-aldaiden kuntoa selvitettiin esitutkimuksessa syksyllä 1998 Lahden kaupungin alueella. Tutkittujen 34 omakotitalon öljysäiliöiden suoja-aldaiden kunnossa todettiin puutteita noin 75 %:ssa. Suoja-aldaiden heikosta kunnosta johtuen öljysäiliöt saattavat olla riski ympäristölle. [Mäntylä et al. 1999].

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää laajemmin ja yksityiskohtaisemmin suojarakenteiden kuntoisuutta, korjaustarvetta ja korjausmahdollisuuksia. Tutkimuksella pyrittiin saamaan kokonaiskuva öljysäiliöiden suojarakenteiden kunnosta.

Tutkimuksen tavoitteet voidaan eritellä seuraavasti:

- selvitys suoja-aldaiden tyypeistä ja käytetyistä materiaaleista
- selvitys ja kooste suoja-aldaiden kunnosta ja vaurioista
- yleiset ohjeet ja periaatteet suoja-aldaiden kuntoisuuden arvioinnista

- altaiden korjausmahdollisuudet ja tarpeellisuus sekä korjausperiaatteet
- yleisselvitys korjauksessa käytettävistä tuotteista ja niiden ominaisuuksista
- tarkastelu nykyvaatimusten soveltuvuudesta ja tarvittaessa täydennysehdotusten tekeminen.

Tutkimushanke toteutettiin nelivaiheisena:

1. laaja kenttäkartointi yhdessä säiliötarkastusten kanssa viiden kunnan alueella
2. materiaaliominaisuuksien ja säädösten tarkastelu
3. laboratoriokokeet materiaalien öljynläpäisevyydestä ja pinnoitemateriaalien ominaisuuksista
4. suojarakenteiden korjaamisen pilotointi todellisissa kenttäkohteissa.

Tässä julkaisussa esitetään tutkimushankkeen suoritus vaiheittain sekä saadut tulokset ja niiden perusteella laaditut suositukset.

2. Kenttätutkimus

2.1 Tavoitteet

Kenttätutkimuksen tavoitteena oli selvittää suoja-altaiden kunto ja korjaustarve. Kenttätutkimuksella haluttiin ohjata myös kiinteistöjen omistajien huomiota vanhojen öljysäiliöiden suoja-altaiden kunnosta huolehtimiseen.

2.2 Tutkimusmenetelmät

Suoja-altaita tutkittiin silmämääräisen arvioinnin lisäksi ultraäänilaitteella ja kimmovasaralla. Menetelmiä oli käytetty aiemmin Lahdessa suoritetussa esitutkimuksessa [Mäntylä et al. 1999].

Ultraäänimittauksella selvitettiin silmin näkymättömät halkeamat lattian ja seinän liitoksessa tai eri suoja-allasmateriaalien liitoksissa. Kaikissa kohteissa ei kuitenkaan ollut tilan ahtauden vuoksi mahdollista käyttää ultraäänilaitetta tai kimmovasaraa.

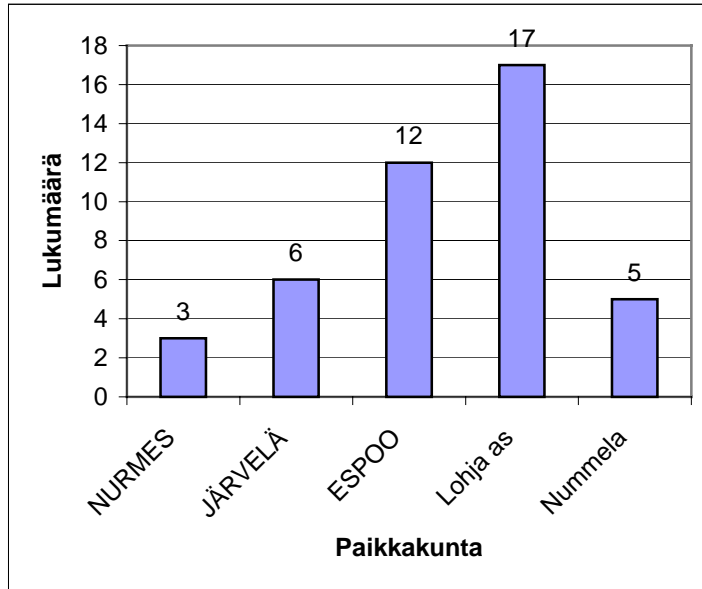
Käytetty ultraäänilaitte koostui lähettimestä ja kädessä pidettävästä vastaanottimesta, joka reagoi ultraääneen. Tutkimusmenetelmä on erikoismenetelmä, koska vastaavan tyyppisiä laitteita ei ole maassamme kovinkaan paljon käytössä. Itse asiassa laitteen varsinainen käyttötarkoitus on putkijohtojen vuotojen paikantaminen. Menetelmällä saatiin hyvää tukitietoa suojarakenteissa esiintyvien rakojen ja halkeamien olemassa olosta ja paikantamisesta.

Kimmovasaralla määritettiin suoja-allasmateriaalin pintakerroksen lujuusominaisuudet. Menetelmää on käytetty vuosikymmenet betonirakenteiden lujuuden mittaamiseen ainetta rikkomatta. Se perustuu vakioidulla voimalla betonin pintaan lyötävän anturin antamaan lukema-arvoon, joka on kalibroitu kokeellisesti betonin lujuuteen [Orantie, 1986]. Kimmovasara soveltuu myös suoja-altaan pinnoituksessa usein käytetyn slammauksen tai rappauksen kiinnittymisen tutkimiseen. Slammaus on ohut, maksimissaan muutaman millimetrin paksuinen, maalimainen kerros rakenteen pinnassa. Rappaus on yleensä paksumpi sementtiaineinen kerros rakenteen pinnassa.

Tärkein tutkimusmenetelmä on kuitenkin kokemukseen perustuva asiantuntijan silmämääräinen tarkastus ja arvio, jota edellä mainitut tekniset menetelmät tukevat. Rakenteita ja materiaaleja tunteva henkilö kykenee silmämääräisesti kohtuullisen luotettavasti arvioimaan suojarakenteen kunnan.

2.3 Tutkimuskohteet

Tutkimuskohteet sijaitsivat Nurmeksessa, Järvelässä, Espoossa, Lohjalla ja Nummelassa. Suoja-altaita tutkittiin yhteensä 43 kiinteistössä. Kohteet sijaitsivat valituilla paikkakunnilla pohjavesialueella tai sen välittömässä läheisyydessä (kuva 1).



Kuva 1. Tutkitut säiliöt kunnittain.

2.4 Kenttätutkimuksen tulokset

2.4.1 Suoja-allasmateriaalit

Yleisimmät suoja-altaan runkomateriaalit olivat tiili, betoni ja harkko (taulukko 1). Eri materiaalien yhdistelmiä oli käytetty myös siten, että tiili ja betoni oli yleisin yhdistelmä. Suoja-allasmateriaalina oli myös kipsilevyä, jota oli käytetty yhdessä tiilen ja betonin kanssa.

Suoja-aitaiden pinnoitteena yleisin oli sementtislammaus. Yhdessä kohteessa pinnoite oli uusittu lasikuituisena. Muovisten öljysäiliöiden suoja-altaana oli neljässä kohteessa peltikaukalo, joista yhdessä oli vuoto. Tiilirakenteisia altaita oli maalattu tiiviyden parantamiseksi.

Taulukko 1. Suoja-allas- ja pinnoitemateriaalit.

Allasmateriaali	Pinnoitemateriaali	kpl	yhteensä
Betoni	lasikuitu	1	
	slammaus	9	
Betoni			10
Harkko	slammaus	3	
Harkko			3
Harkko, betoni	slammaus	1	
Harkko, betoni			1
Pelti	ei mitään	3	
	pelti	1	
Pelti			4
Tiili	maalauk	1	
	slammaus	10	
Tiili			11
Tiili, betoni	slammaus	11	
Tiili, betoni			11
Tiili, kipsilevy, betoni	slammaus	1	
Tiili, kipsilevy, betoni			1
Tiili, harkko, betoni	slammaus	1	
Tiili, harkko, betoni			1
Tiili, betoni, pelti	slammaus	1	
Tiili, betoni, pelti			1
Suoja-altaat yhteensä			43

2.4.2 Öljysäiliön alustan tukirakenteet

Suoja-altaan korjausta ajatellen selvitettiin myös öljysäiliön alla olevat tukirakenteet. Teräs erivahvuisena materiaalina oli yleisin, ja lähes yhtä yleistä oli tukirakenteiden puuttuminen kokonaan. Tällöin öljysäiliö oli asennettu betoniselle alustalleen suoraan ilman minkäänlaista ilmaräilyä. Betonisella alustalla olevalla öljysäiliöllä on riski ruostumiseen ulkopuolelta, koska liittymäpinta on usein kostea ja siihen kerääntyy helposti kosteutta (kondenssivesi). Kahdeksassa kohteessa oli puiset tukirakenteet. Yksittäisissä kohteissa oli muovimatto ja kivipohjainen materiaali, kuten tiili- tai betonikoroke.

2.4.3 Tilat suoja-altaan ja öljysäiliön ympärillä

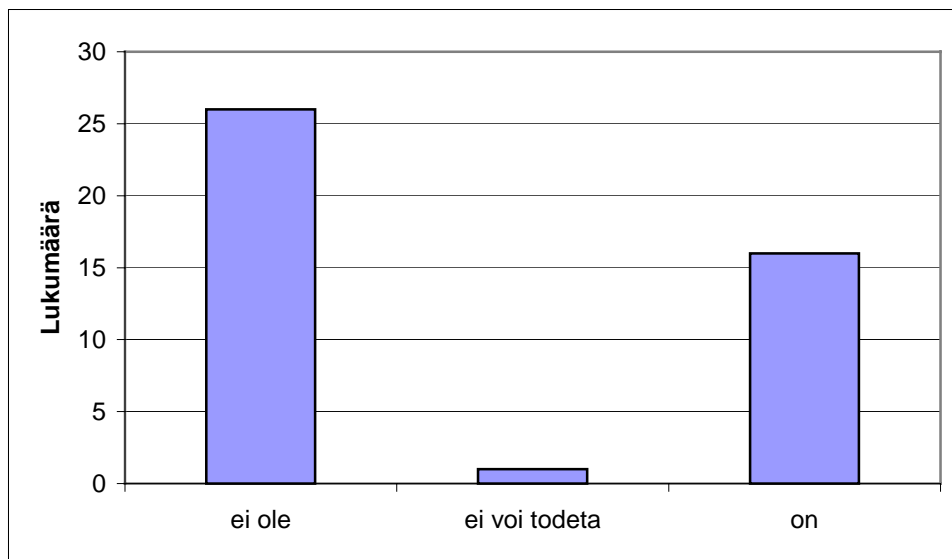
Suoja-altaan ja säiliön ympärillä oli yleensä tilaa hyvin vähän korjaustoimia ajatellen (taulukko 2). Vain viidessä kohteessa (11,5 %) oli yli 400 mm:n tila säiliön ja suoja-altaan välissä. Näistä neljä suoja-allasta oli korjauksen tarpeessa. Hyvin usein suoja-altaan ja säiliön välinen tila oli vain muutamasta senttimetristä 10 cm:iin. Sinänsä vapaat tilat säiliön ympärillä eivät poikenneet kovin oleellisesti määräyksistä: ”Säiliön seinämien etäisyyden sijoituspaikan kahdesta lähimmästä seinästä tulee olla vähintään 0,1 m sekä etäisyyden niiden vastaisista seinistä vähintään 0,5 m” [KTM 1985].

Taulukko 2. Säiliön ja suoja-altaan välisen tyhjän tilan mitat. Mikäli mitta ylittää 400 mm, oletetaan, että altaan korjaamiseen tai tiivistämiseen on jonkinlaiset mahdollisuudet (taulukossa tummennetut mitat).

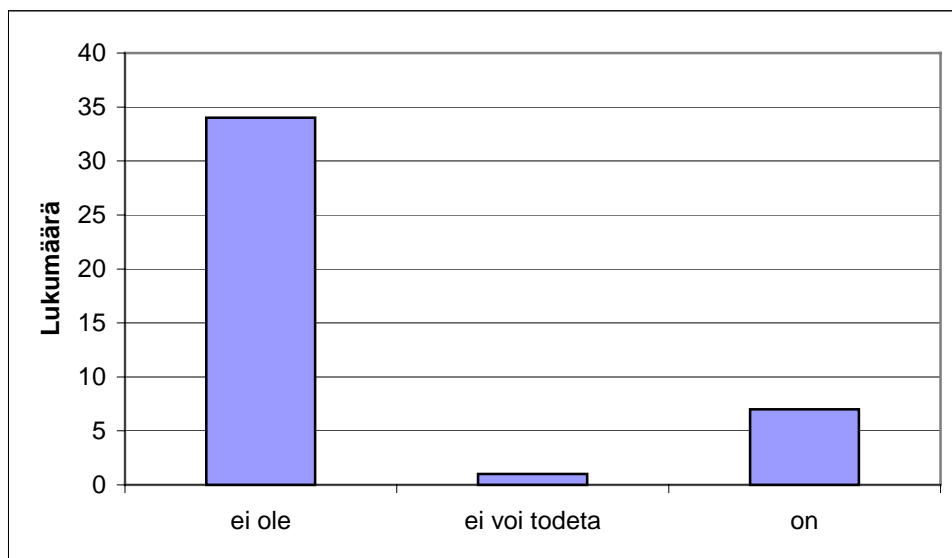
Suoja-altaan kunto	Säiliön ja suoja-altaan välisen tyhjän tilan pienin arvo, mm.																						
	Altaita kussakin ryhmässä, kpl.																						
	0	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	80	100	120	170	250	380	400	460	500	600	Yht	
Korjaustarve suoja-altaalle				1	1	2																4	
Korjaustarve suoja-altaan sisäpuolen pinnoitteelle				2		1	1						1						1			1	7
Suoja-allas kunnossa	3		1	1		3	1	1	2	1	2	1	3		1		1		1			22	
Suoja-allas vuotaa öljysäiliön pettäessä	1	1		1					2				1	1		1			1	1		10	
Yhteensä	4	1	1	5	1	6	2	1	4	1	2	1	5	1	1	1	1	1	1	2	1	43	

2.4.4 Suoja-aitaiden kunto

Suoja-aitaiden kuntoa tutkittaessa kiinnitettiin erityistä huomiota siihen, onko suoja-allas pitävä öljyn päästessä suoja-altaaseen. Siksi halkeamien esiintyminen suoja-altaan seinärakenteissa selvitettiin mahdollisimman tarkasti (kuvat 2 ja 3). Tarkastuksessa pyrittiin määrittämään suoja-altaan pinnan tiiveyden lisäksi suoja-altaan runkorakenteen kunto. Tutkimuksen mukaan 22 suoja-allasta (51 %) oli kunnossa. Suoja-altaista kymmenen (23 %) arvioitiin vuotaviksi. Neljässä kohteessa arvioitiin suoja-altaan runkorakenteen tarvitsevan korjaustoimenpiteitä, ja seitsemässä kohteessa korjaustarvetta oli suoja-altaan pintakerroksissa (slammaus).

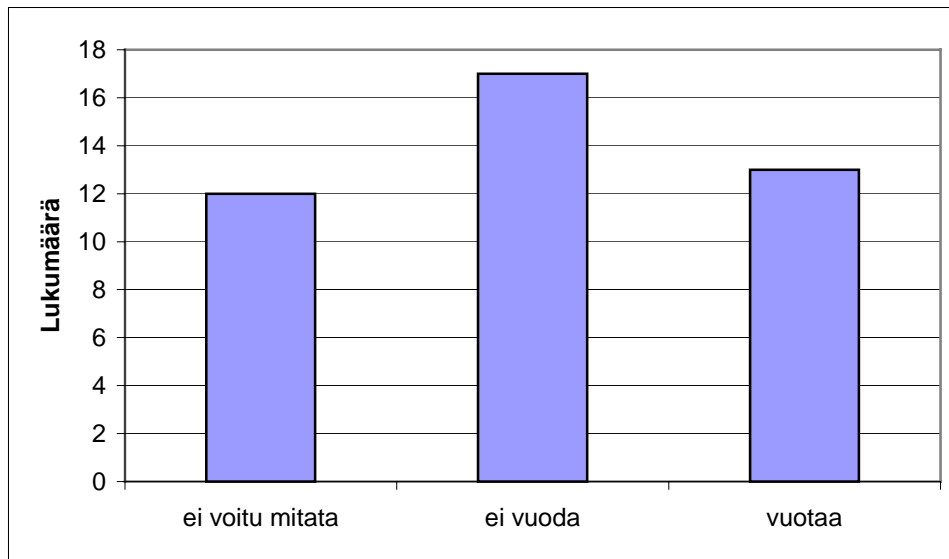


Kuva 2. Suoja-altaan seinien halkeamat.



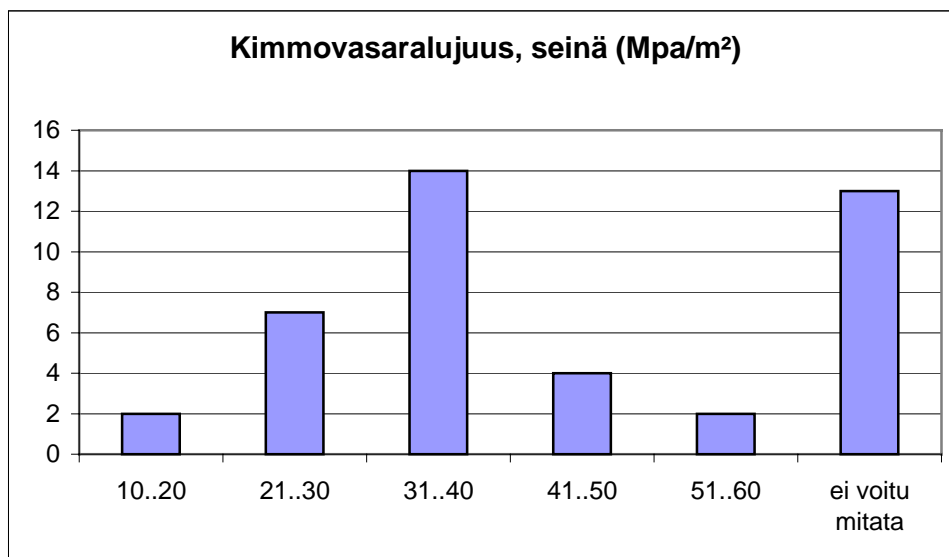
Kuva 3. Suoja-altaan lattian halkeamat.

Ultraäänimittauksia ei voitu tilan ahtauden vuoksi tehdä 12 kohteessa (kuva 4). Suoja-altaista 13:ssa todettiin halkeamia tai hiushalkeamia, joista ultraääni kulkeutui lävitse (ilmavuotoreitti). Vuotoalue saattoi kuitenkin olla niin korkealla, että se ei aiheuta välttämättä korjaustarvetta.



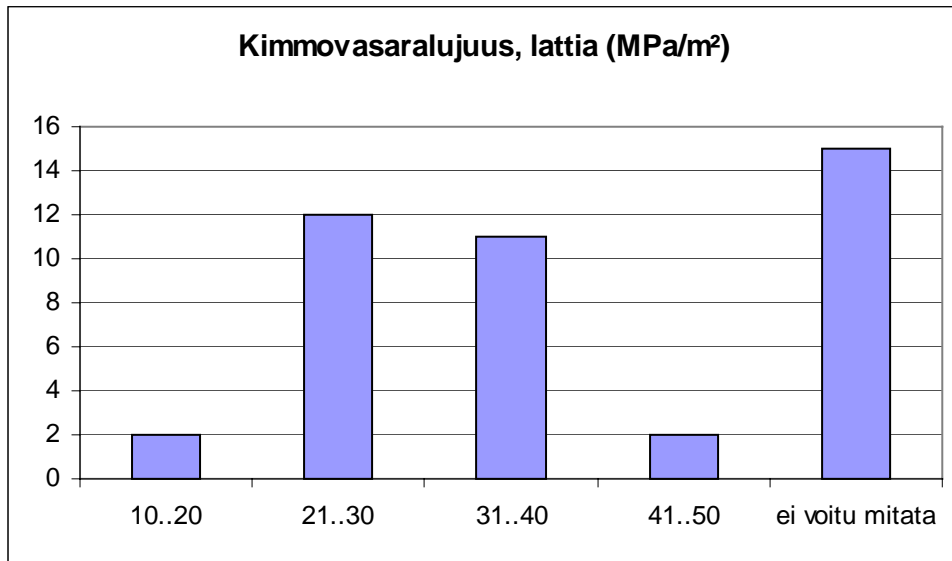
Kuva 4. Ultraäänimittaustulokset.

Kimmovasaratutkimukset tehtiin suoja-altaan lattialle ja seinille niissä kohteissa, joissa se oli mahdollista (kuva 5). Kimmovasaratutkimusta ei voitu tehdä tilanpuutteen vuoksi 13 suoja-altaan seinärakenteille ja 15 suoja-altaan lattiarakenteille. Yleisin suoja-altaan pintarakenteen lujuustaso oli 21–40 MPa/m². Vain kahdessa kohteessa lattian lujuus oli alle 20 MPa/m². Näissä tapauksissa materiaalin on katsottava olevan erittäin huokoista ja siten heikosti öljyä pidättävää.



Kuva 5. Suoja-altaiden seinien kimmovasaratulokset.

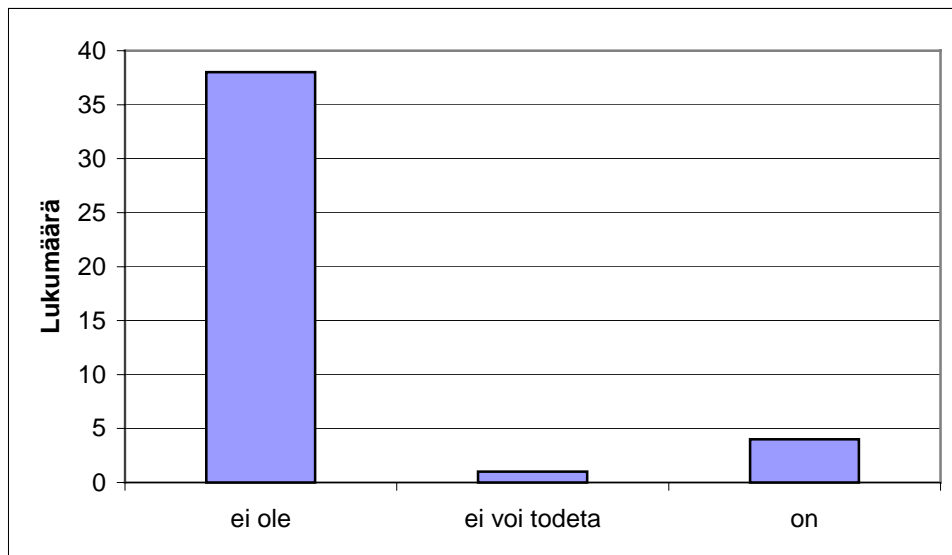
Suoja-altaiden seinistä saadut kimmovasaratulokset olivat samansuuntaisia kuin lattias-takin mitatut arvot (kuva 6).



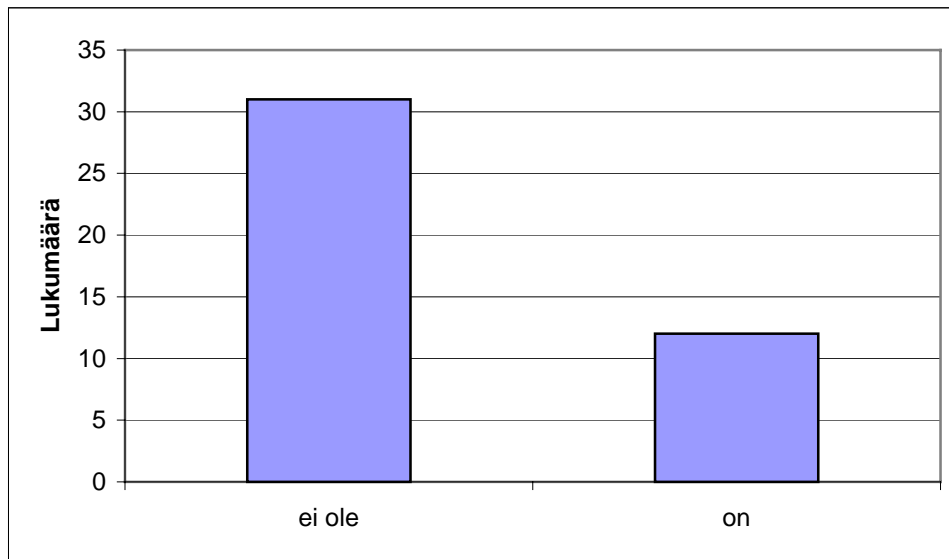
Kuva 6. Suoja-altaiden lattioiden kimmovasaratulokset.

Sementtislammaukset olivat verrattain hyvin kiinni alustassaan (kuva 7). Vain neljässä tapauksessa slammaus oli irti. Sen sijaan slammauksessa oli todettavissa kosteuden aiheuttamaa hilseilyä 12 tapauksessa (kuva 8).

Kahdessa suoja-altaassa oli vettä pohjalla. Kosteutta oli havaittavissa suoja-altaan sisäpinnalla seitsemässä kohteessa.



Kuva 7. Slammauksen irtoaminen suoja-altaassa.



Kuva 8. Slammauksen hilseily suoja-altaissa.

2.5 Kenttäkokeiden tulosten yhteenveto

Kenttätutkimuksella saatiin hyvä käsitys 1960- ja 1970-luvuilla toteutettujen öljysäiliöiden suoja-altaiden tyypillisestä rakennustavasta ja kunnosta. Tutkimuspaikkakunnittain havaittiin olevan jonkin verran eroavuuksia suoja-altaiden rakennustavassa.

Tarkastetuista öljysäiliöiden suoja-altaista on todennäköisesti puutteellisesti toimivia noin 23 %. Suoja-altaiden selkeä korjaustarve tuli esille noin 25 %:ssa. Siten yhteensä noin joka toisessa suoja-altaassa oli havaittavissa toiminnallisia puutteita. Toisaalta on syytä huomata, että aiemmassa selvityksessä vastaavaksi lukemaksi saatiin yli 70 %, joten tässä tutkimuksessa kunnossa olevien suoja-altaiden määrä oli selkeästi suurempi [Mäntylä, 1999].

Säädöksissä todetaan seuraavaa altaan rakenteesta ja tiiviydestä: ”Suoja-altaan rakenteen tulee olla tiivis ja ympäristön vaikutusta kestävä. Suoja-allas voidaan rakentaa erillisenä altaana tai muodostamalla rakennuksessa olevan säiliötilan alaosa tiivis allas. Suoja-allas katsotaan tiiviiksi, jos rakenneaineena on käytetty vesitiivistä tai pinnoittamalla tiivistettyä teräsbetonia taikka korroosiosuojattua terästä tai vastaavaa ainetta. Rakennuksessa olevan säiliötilan alaosa voidaan tiivistää myös siihen kiinnitettävällä muovimatolla, jonka saumat hitsataan tiiviiksi.” Lisäksi todetaan, että ”Suoja-allas on rakennettava siten, että sen pohjalle mahdollisesti vuotanut öljy voidaan havaita. Suoja-altaan ja säiliön seinämien välisen etäisyyden tulee olla niin suuri, ettei säiliöstä mahdollisesti vuotanut öljy pääse suoja-altaan ulkopuolelle. Jos suoja-

altaaseen voi kertyä sadevesiä, se tulee varustaa vesitysyhteellä”. [KTM, 1985]. Edellisten lisäksi RT-kortissa todetaan, että teräsbetoni, jonka lujuusluokka on vähintään K 30, on riittävän tiivistä [RT 52-10356. 1988].

Kenttätutkimuksen tulokset nostavat esille kysymyksen suoja-aitaiden rakenneratkaisujen ja käytettyjen materiaalien tarkistamistarpeesta, koska nyt tutkituissa kohteissa öljyn pitävyyteen tarkoitettun suoja-aitaan pinnoituksen valinnassa ja suoja-aitaan runkorakennemateriaalin valinnassa ei ole täysin onnistuttu. Suoja-aitaan rakennusmateriaalit olivat kovin vaihtelevia, ja eri materiaaleja oli yhdistelty siten, että lopputulos ei ole paras öljytiiviyttä ajatellen. Kaikki suoja-aitaat eivät näytä säilyvän toimintakuntoisina kovinkaan pitkää aikaa. Yhtenä syynä suoja-aitaissa havaituille vioille on suoja-aitaan runkorakenteen liikkuminen, minkä vuoksi seinämiin on syntynyt halkeamia. Suoja-aitaan rakenteisiin ja rakennusmateriaalin valintaan tulisikin kiinnittää erityistä huomiota. Myöskin suoja-aitaan pinnoitusmateriaalilla on keskeinen merkitys.

Kenttätutkimus toi esille ne olosuhteet, joissa korjauksia tullaan suorittamaan. Tilanahaudesta johtuen olosuhteet korjaustyölle eivät ole useinkaan helpot.

3. Laboratoriotutkimukset

3.1 Tutkimusmenetelmät

Öljysäiliötä ympäröivän suojarakenteen tehtävänä on mahdollisissa vuoto- tai vahinkotapauksissa estää öljyn leviäminen altaan ulkopuolelle ja toisaalta myös kerätä vuotanut öljy siten, että vuoto voidaan helposti havaita. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että materiaalien tulee olla öljyä läpäisemättömiä.

Laboratoriotutkimuksen avulla selvitettiin suojarakenteissa käytettyjen yleisimpien materiaalien öljynimeytyvyys ja sitä kautta myöskin -läpäisevyys. Tutkitut materiaalit olivat

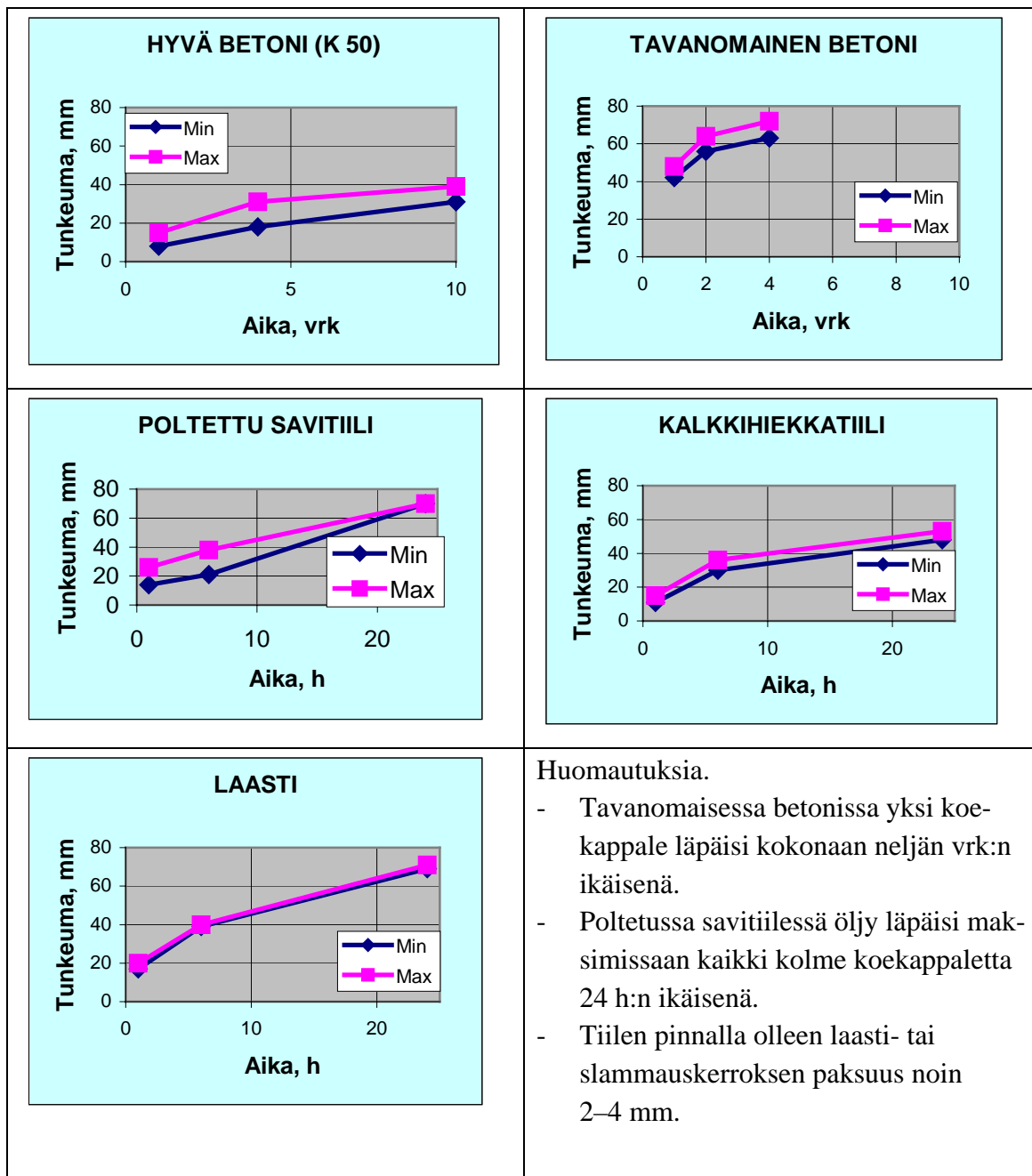
- hyvä betoni
- tavanomainen betoni (vanha lattiabetoni, ikä noin 30 vuotta)
- poltettu savitiili, jossa sementtislammaus pinnassa
- kalkkiahiekkatiili, jossa sementtislammaus pinnassa
- tehdasvalmisteinen laasti.

Öljyntunkeutumiskoetta varten em. materiaaleista irrotettiin timanttikorauksella 100 mm halkaisijaltaan olevat lieriöt, joiden yläpintaan tehtiin koetta varten öljylle reunukset. Koekappaleiden yläpintaan levitettiin noin 10 mm:n paksuinen polttoöljykerros. Etukäteen määrätyn imeytymisajan jälkeen koekappaleet halkaistiin ja määritettiin öljyn tunkeutumissyvyys. Kappaleet myös valokuvattiin (liite D). Kukin imeytyskoe tehtiin kolmen koekappaleen sarjalle.

Pinnoiteaineista määritettiin vetolujuus ja tartunta kalkkiahiekkatiilialustaan. Vetolujuuskokeita varten pinnoitemateriaali levitettiin paperin tai pahvin pinnalle. Tartuntakoetta varten pinnoitteet levitettiin kalkkiahiekkatiilen (kahitiili) pinnalle. Koekappaleet valmistettiin suoja-aitaiden pilottikokeiden yhteydessä käyttäen samoja aineita ja työmenetelmiä.

3.2 Laboratoriokokeiden tulokset

Materiaaleille tehtyjen imeytyskokeiden tulokset esitetään kuvassa 9. Materiaaleista määritettiin myös puristuslujuus, halkaisulujuus, vetolujuus ja tiheys. Nämä tulokset esitetään liitteessä A.



Kuva 9. Öljyn imeyttämiskokeiden tulokset. Huom. betonin osalta aika on ilmoitettu vuorokausina, muiden materiaalien osalta tunteina. Min tarkoittaa keskimääräistä minimi-tunkeumaa ja max keskimääräistä maksimitunkeumaa.

Tulosten perusteella on selkeästi nähtävissä, että kaikki tutkitut materiaalit imevät polttoöljyä. Tiileen imeytymisvyvyys oli noin 50–70 mm yhden vuorokauden aikana (poltettu savitiili läpäisi öljyn, tiilen paksuus oli 70 mm). Sementtilaastiin (laastiin, jota käytettiin tiilen slammauksessa) tunkeutumissyvyys oli samansuuruinen. Tavanomai-

seen betoniin imeytymissyvyys oli jonkin verran pienempi. Poikkeuksen muodosti hyvä betoni, johon imeytyminen oli esim. kymmenen vuorokauden aikana 30–40 mm.

Oleellista tuloksissa on, että huokoisiin materiaaleihin öljy tunkeutui varsin nopeasti: jo yhden tunnin aikana noin 20 mm:n syvyyteen ja vuorokauden kuluessa noin 70 mm:iin. Näin ollen, mikäli öljysäiliöstä pääsee vuotamaan öljyä suoja-altaaseen, se imeytyy nopeasti tiileen ja laastiin sekä heikkolaatuiseen betoniin. Imeytynyt öljy aiheuttaa pitkäaikaisen hajuhaitan tiloissa, ja sen poissaanti edellyttää altaan öljyyntyneen pintakerroksen poistamista tai pahimmillaan koko allasrakenteen uusimista.

Öljyn tunkeutumissyvyys oli helposti silmin nähtävissä murretusta betonipinnasta. Kokeiden lopettamisen jälkeen voitiin havaita, että öljy jatkoi tunkeutumistaan materiaaliin vielä jonkin aikaa. Esim. altaaseen vuotaneen öljyn poistamisen jälkeenkin suojaallasmateriaaliin jo imeytynyt öljy jatkaa tunkeutumistaan syvemmälle.

Pilottikokeissa käytettyjen pinnoiteaineiden laboratoriossa tehtyjen kokeiden murtovoltolujuudet olivat 16–20 Mpa ja murtovenymät 2–60 %. Kalkkihiekkatiilen pinnalle siveltyjen pinnoitteiden tartunta tiilen oli erittäin hyvä: kaikki koekappaleet murtuivat tiilestä, yhdessäkään kokeessa tiilen ja pinnoiteaineen tartunta ei pettänyt. (Liite B.)

4. Suoja-altaiden korjauskokeilut

4.1 Suoja-altaiden pinnoitusaineet

Kenttäkartoituksissa kävi ilmi, että öljysäiliöiden suoja-altaiden materiaalit ovat yleensä betonia (valettua tai harkkoja) tai tiiltä. Tiilen tai betoniharkkojen pinta on käsitelty yleensä sementtilaastilla (rapattu tai slammattu). Mikäli rakenteiden teossa ja pinnoittamisessa ei ole noudatettu riittävää huolellisuutta, näiden materiaalien ongelmana on heikko tiiviys sekä halkeamat. Erityisen ongelmallisia ovat materiaalien liitoskohdat, kuten lattian ja seinän liitos sekä suoja-altaan liittymät perusrakenteisiin, esim. sokkeleihin. Materiaalien toisena ongelmana on niiden huokoisuus. Nesteet imeytyvät niihin, vaikka eivät läpäisisikään rakennetta. Erityisen ongelmallista tämä on öljyn kyseessä ollessa, koska imeytynyt öljy aiheuttaa jatkuvan hajuhaitan, mikä sisätiloissa jo sinällään johtaa rakenteen korjaustarpeeseen.

Edellisen perusteella tiiveydeltään heikkokuntoisen suoja-altaan kunnostus olisi tehtävä siten, että allas tulee öljynpitäväksi ja öljyä imemättömäksi. Myös toimintakuntoisen, huokoisesta materiaalista tehdyn altaan pinnan käsittely imemättömäksi olisi suositeltavaa.

Suoja-altaiden korjausaineilta tulisi vaatia ainakin seuraavia ominaisuuksia:

- öljytiiviyyttä (nestetiiviyyttä)
- öljy ei saa imeytyä materiaaliin
- öljynkestävyyttä (ei saa turmeltua öljyn vaikutuksesta)
- riittävää tartuntaa alustansa (erityisesti likaantuneeseen ja ikääntyneeseen alustaan)
- halkeamien silloituskykyä siten, että öljy ei pääse tunkeutumaan alustarakenteisiin (esim. minimissään 0,5–1 mm:n halkeaman silloituskyky)
- ei-korrosoiva aine (ei aiheuta metallien tai betonin syöpymistä)
- riittävä paloturvallisuus (palo-ohjeiden mukaisesti)
- ei saa erittää haitallisia aineita (emissioita) ilmaan levitettäessä eikä myöskään elinkaarensa aikana
- luotettavasti esitetty työstö- ja työturvallisuusohjeistusta.

Parhaiten soveltuvia aineita vaikuttaisivat olevan erilaiset pinnoitusaineet erikseen tai yhdessä paikkaus-, impregnointi- ja tiivistysaineiden kanssa käytettynä (liitteet B ja C). Myös tavanomaisella maalaus käsittelyllä on mahdollista tiivistää rakenteen pintaa. Vanhoissa suoja-altaissa yhtenä ongelmana on pintojen likaisuus, jolloin tartunta saattaa jäädä heikoksi tai ainakin pitkäaikaistartunta voi olla heikko. Tämä voitaisiin välttää, jos allas muodostaisi itsenäisen suojarakenteen, jolloin tartunta ei olisi edes oleellinen.

Vanhoissa altaissa suurin ongelma ovat ahtaat tilat säiliön ja suoja-altaan välillä, jolloin tärkeätä on pinnoitusaineiden helppo levitettävyyys ja työstettävyys. Tästäkin huolimatta osassa kiinteistöjä altaiden pinnoituksen tekeminen tulee olemaan erittäin vaikeata, jopa mahdotonta, jolloin joudutaan riskiarvion perusteella harkitsemaan muita korjaustoi-menpiteitä (uudelleen rakentamista, uutta sijoitusta tms.).

Pinnoitusaineista löytyy varsin paljon tietoa ja tutkimustuloksia Suomen Rakennusinsinööriliiton (RIL) Veden- ja kosteudeneristysnormeista [RIL 107. 2000] ja Tielaitoksen siltarakenteiden käsittely- ja kunnostusohjeista [SILKO]. Myös VTT Sertifikaattimenet-telystä, erityisesti märkätilojen vedeneristeiden ja vedeneristysjärjestelmien osalta, on löydettävissä sovellettavaa tietoa (<http://www.vtt.fi/rte/testing/palvelut/sertifiointi.htm>).

Suoja-altaiden pinnoituskokeisiin pyydettiin yhteistyökumppanit ja aineet pääasiassa edellisistä lähteistä saatujen tuotetietojen perusteella.

4.2 Pinnoituskokeet todellisissa kohteissa

Kenttätutkimuskohteista valittiin koekohteiksi sellaiset, joissa oli mahdollista toteuttaa suoja-altaan pinnoittaminen (omistaja antoi luvan ja tilaa oli riittävästi pinnoitustyölle). Pinnoituskokeiluja tehtiin kolmessa eri kohteessa 1940-, 1960- ja 1980-luvuilla raken-netuissa taloissa. Kaikissa kohteissa oli suoja-altaan lattiarakenteena betoni. Yhdessä kohteessa oli seinäarakenteena kahitiili, muissa betoni.

Kokeiluun ottivat osaa pinnoituksia suorittavista yrityksistä Oy BoniFacijs Finland Ltd, Heikki Haru Oy ja Semtu Oy. Kustakin yrityksestä tuli yrityksen edustaja toteuttamaan pinnoitustyön. Yritykset valitsivat itse sopivimman pinnoitemateriaalin ja -menetelmät kyseiseen kohteeseen.

Kohde 1

Perustiedot:

- Suoja-altaan mitat 2 800 x 2 500 mm.
- Öljysäiliön koko 3 200 litraa, muodoltaan suorakulmainen
- Säiliön alla metalliset U-palkit
- Betonilattia ja tiiliseinät
- Pinnoitteen asennusliike: Oy BoniFacijs Finland Ltd.
- Pinnoite: BoniCoat Basic 70, harmaa, kaksikomponenttinen uretaanipinnoite.

Työvaiheet:

- Säiliön toisen pään tunkkaus ylös noin 100 mm
- Pohjan ja seinien alaosien imurointi

- Ennakkoon valmistettujen joustavien pinnoitesuikaleiden asennus säiliön jalasten alle yhtenäisen pinnoitekerroksen aikaansaamiseksi
- Em. suikaleiden puhdistus
- Pinnoitekomponenttien sekoitus, aineiden tarkka punnitus
- Liuskojen asennus tukien alle, imurointi vielä paikalta
- Pinnoitteen levitys liuskojen kohdalle lattiaan
- Liuskojen asennus märälle pinnalle tukien kohdalle lattiaan
- Pinnoitemassan levitys säiliön alle
- Säiliön laskeminen tunkilta
- Toinen pinnoitekerros viiden tunnin kuluttua.

Suoja-altaan pinnoittaminen vaati tällä menetelmällä ja materiaaleilla työtä kahtena päivänä.

Kohde 2

Perustiedot:

- Suoja-altaan mitat 1 730 x 3 200 mm
- Öljysäiliön koko 3 000 l, lieriö
- Säiliön alla tyhjää tilaa 10 mm
- Betonilattia ja betoniseinät
- Pinnoitteen asennusliike Heikki Haru Oy
- Pinnoite: kaupan nimi: Mapecoat S Comp-A, tuotenimi: Epoxy S Comp-A, beige. Kaksikomponenttinen epoksi
- Pinnoitteen levityksessä suositellaan hengityssuojainten käyttöä. Aine antaa levitetäessä hajua.

Työvaiheet:

- Suoja-altaan imurointi
- Pohjusteen (primer) levitys telalla ja pensselillä
- Primerin kuivuminen yön yli
- Pinnoitteen komponenttien sekoitus, tarkka punnitus
- Pinnoitteen levittäminen telalla ja siveltimellä seuraavana päivänä.

Primerin kuivumisen vuoksi pinnoitetyö jouduttiin jakamaan kahden päivän ajalle. Pinnoite täytti halkeamat hyvin ja tiiviisti. Säiliötä ei tunkattu, koska säiliön alla ei ollut tyhjää tilaa niin paljon, että tunkin asettelu olisi ollut mahdollista, joten se alue jäi pinnoittamatta.

Kohde 3

Perustiedot:

- Suoja-altaan mitat 2 370 x 3 440 mm
- Öljysäiliön koko 3 000 l, lieriö
- Säiliön alla tyhjää tilaa 160 mm
- Säiliön alla betonivalukorokkeet
- Betonilattia ja betoniseinät
- Pinnoitteen asennusliike: Semtu Oy
- Pinnoite: Hardac PU Seal Coat, harmaa. Kaksikomponenttinen polyuretaani
- Pinnoite antaa levitettäessä voimakasta hajua sisäilmaan. Suositellaan hengityssuojainten käyttöä.

Työvaiheet:

- Suoja-altaan lattialta betoniroiskeiden ja kovettumien poisto mekaanisesti
- Kolojen paikkaus Dry Fast Mortar Motex -merkkisellä pikatasoitteella
- Pintojen imurointi
- Pinnoitteen levitys telalla ja siveltimellä yhteen kertaan, kulutus noin 3,3 l/m²
- Betonisten tukipalkkien sively päältäpäin työn edetessä.

Suoja-allas käsiteltiin vain yhteen kertaan. Pinnoite täytti silmin nähden halkeamat hyvin ja tiiviisti. Kohde tarkastettiin seuraavana päivänä. Kovettuminen tai kuivuminen ei ollut vielä täysin tapahtunut. Pinnoitetyö kesti noin kaksi tuntia kaikkine valmisteluineen ja puhdistuksineen. Säiliön tunkkausta ei tarvittu, koska tilaa oli riittävästi työn suorittamiseen.

4.3 Tulokset kokeilusta

Kaikki käytetyt pinnoitteet osoittautuivat käyttökelpoisiksi öljysäiliöiden suoja-aldaiden pinnoituksiin. Pinnoitustyö vaati kahdella käytetyllä tuotteella ajankäytöllisesti kahden päivän aikana suoritettavia toimenpiteitä. Niillä aineilla, joissa käytetään primeriä, työ jakaantuukin yleensä kahden päivän ajalle. Käytettäessä vain yhtä sivelykerrosta työ voidaan tehdä yhden päivän aikana. Varsinainen työaika pinnoitteiden levittämiseen alkuvalmisteluineen ja jälkisiivouksineen on 3–5 h. Suoritusajkaan vaikuttaa luonnollisesti suoja-altaan koko ja käytettävissä oleva työskentelytila.

Vanhojen suoja-aldaiden pinnoittaminen niissä kohteissa, joissa on tilaa työskennellä suoja-altaan joka puolella, on verrattain helppoa. Mikäli joudutaan nostamaan öljysäiliötä ylöspäin, joudutaan irrottamaan putkistoja öljysäiliön päältä. Sellaisissa kohteissa, joissa ei ole tilaa millään puolella, pinnoitetyö on mahdoton suorittaa ilman öljysäiliön poistamista.

Tehdyissä pinnoitekokeiluissa ei ollut mahdollista käyttää ruiskulevitystä. Ruiskutusmenetelmä sopisi paremmin sellaisiin kohteisiin, joissa tilaa on niukasti. Ruiskutustuloksen lopullinen laatu jäisi kuitenkin arvailun varaan tässä työmenetelmässä..

Uusien suoja-altaiden pinnoittamisessa ei ole ongelmia, koska pinnoitteen levittäminen vastaa maalaustyötä ja se voidaan tehdä ennen säiliön asentamista.

Merkittävä seikka on pinnoitteen hajuttomuus työskentelyn aikana ja erityisesti pinnoitustyön valmistuttua tilojen käytön aikana.

5. Suoja-altaiden kunnonhallinta

Suoja-altaiden kunnonhallinta perustuu siihen, että altaan kuntoisuutta voidaan valvoa. Tähän vaaditaan käyttökelpoisia menetelmiä. Mikäli allas havaitaan puutteellisesti toimivaksi, on oltava menetelmät rakenteen kunnostamiseksi toimivaksi.

Cisteri-projektissa on tämän julkaisun lisäksi tuotettu ”Lämmitysöljyn varastoinnin riskienhallintajärjestelmä”, jossa esitetään myös suoja-allarakenteisiin liittyvät riskianalyysit ja riskien vähentämiskeinot (liite E).

5.1 Kunnan arviointi

Peruslähdekohta on, että kiinteistön omistaja vastaa rakennuksensa kunnosta, niin myös öljylämmityslaitoksesta ja siihen liittyvistä rakenteista (esim. suoja-allas).

Suoja-altaiden kunnan määrittämiseen ei tällä hetkellä ole mitään vakiokäytäntöä. Kun rakennukseen asennetaan öljylämmityslaitteisto, on sen sijaintikunnan palo- ja pelastusviranomaisen katsastettava laitteisto määräajassa. Käytön aikana ns. tärkeillä pohjavesialueilla on maanalaiset säiliöt (suoraan maahan kosketuksissa olevat) tarkastettava määrävlein.

Ölly- ja Kaasulämmitys Yhdistyksen teknillisessä suosituksessa [TS-7. 2002] suositellaan kaikkien säiliöiden tarkastamista tärkeiden pohjavesialueiden maanalaisen säiliöiden tapaan. Ohjeissa on suositeltu arvioitavaksi myös suoja-altaan kuntoa.

Koska öljysäiliötarkastajat eivät useinkaan ole rakennusalan asiantuntijoita, riittänee varsin yleinen kannanotto siitä, onko allas kunnossa vai onko siinä jotain selkeästi havaittavaa puutetta, joka vaatisi tarkempaa tutkimusta rakennusalan asiantuntijalta. Ongelmia voi olla etenkin kivrakenteisissa altaissa (tiili-, kevytbetoni- ja betonialtaissa), koska niissä on epätiiviyttä ja mahdollisesti altaaseen vuotanut öljy imeytyy materiaalin pintaosaan, mikäli pintaa ei ole päällystetty imemättömäksi. Tarkastuksen yhteydessä voitaisiin tuoda esille, että em. tyyppinen suoja-allas on mahdollista pinnoittaa tiiviillä pinnoitteella, joka estää öljyn tunkeutumisen rakenteeseen. Tällöin olisi syytä kiinnittää huomiota myös säiliön ja altaan väliseen vapaaseen tilaan eli siihen, onko pinnoitustyö mahdollista, jos sellainen haluttaisiin tehdä.

Tällä hetkellä rakennuksen sisällä olevia öljysäiliöitä ei määräysten mukaan tarvitse kuitenkaan tarkastaa asentamisen jälkeen lainkaan eikä myöskään ns. bunkkerissa olevia säiliöitä. Siten olisi erittäin tärkeätä, että normaaliin rakennusten kuntotarkastuksiin (kuntoarvioihin ja kuntotutkimuksiin) voitaisiin lisätä myös allarakenteiden silmämääräinen tarkastus ja sen perusteella annettavat suositukset kunnostustoimiin tai tarkem-

paan tarkastukseen. Sama koskisi sinänsä myös öljysäiliöitä ja niiden varusteita, eli myös niiden kuntoisuuteen tulisi kuntotarkastuksissa kiinnittää jatkossa enemmän huomiota. Tosin rakennusala edustavalla tarkastajalla ei ole tähän pätevyyttä. Miten tämä olisi käytännössä järjestettävissä, onkin jo ongelmallisempi asia.

Edellä esitetyt ohjeistukset ja tarkastukset voitaisiin liittää osaksi rakennusten huoltokirjoja, jotka ovat pakollisia uudisrakennuksille mutta ovat myös yleistymässä vanhoissa rakennuksissa. Tämän kautta kiinteistön omistajalla olisi jatkuvasti ajantasainen tieto myös öljylämmityslaitoksen kunnosta ja kaikista tehdyistä korjaustoimista. Jo nyt huoltokirjaohjeissa on maininta lämmitysjärjestelmistä ja niiden yleiskunnon tarkastuksesta, joten mistään suuresta muutoksesta ei ole kysymys.

Rakennusalan asiantuntijan mahdollisuuksia ja menetelmiä selvittää suoja-altaan kuntoisuus esitetään taulukossa 3.

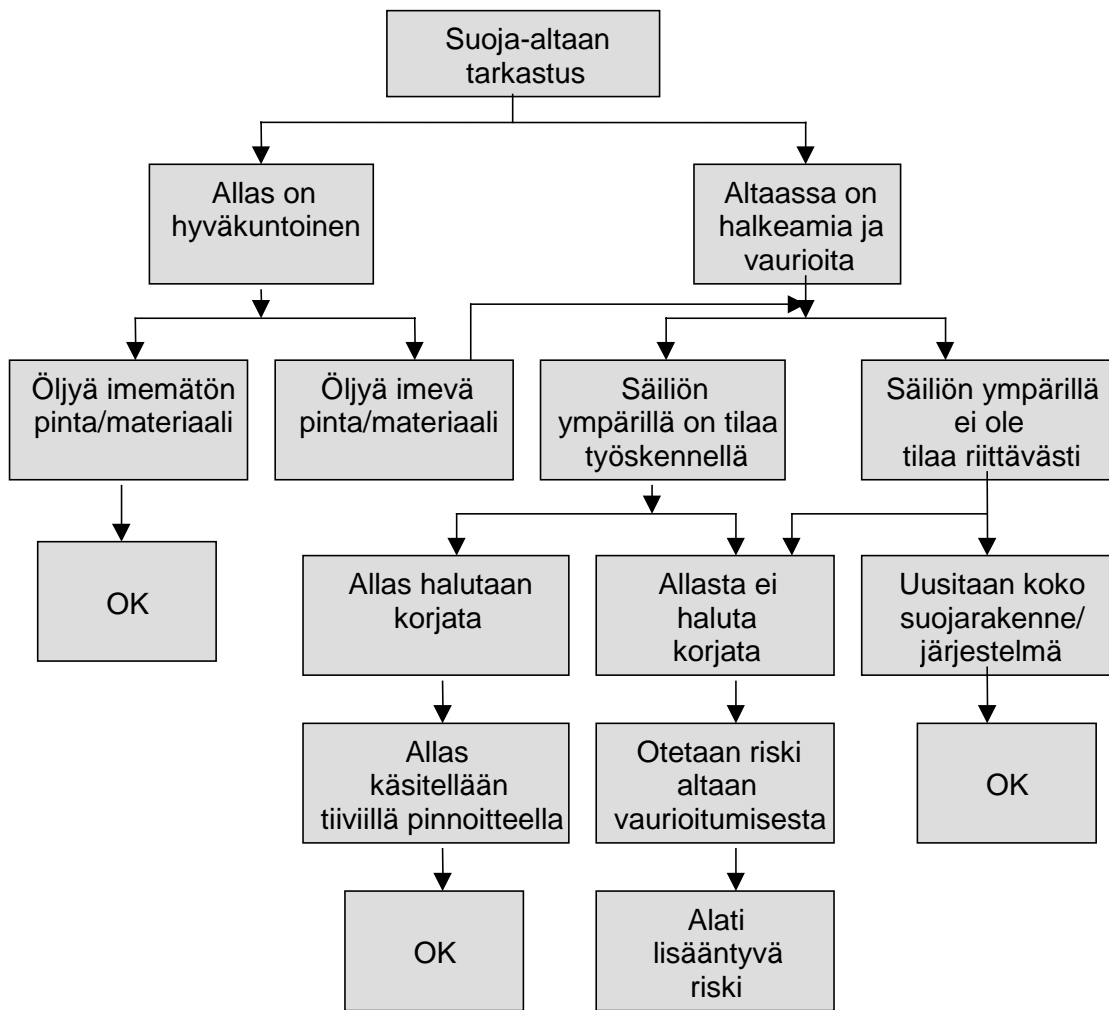
Taulukko 3. Suosituksia rakennusalan asiantuntijalle suoja-altaan kunnan arviointiin.

Menetelmä	Tulokset	Huomautus
Silmämääräinen tarkastus	Asiantuntemukseen perustuen saadaan varsin luotettava käsitys altaan kunnosta ja korjaustarpeesta sekä korjattavuudesta.	Aina sovelias menetelmä. Vaatii ammattitaitoa ja materiaalien tuntemusta.
Materiaalin huokoisuuden arviointi silmämääräisesti.	Saadaan tieto voiko öljy imeytyä materiaaliin vuototapauksessa.	Betoni-, rappaus- ja tiili-materiaaliin öljy imeytyy ainakin jossain määrin. Vain tiivis pinnoite estää imeytymisen kokonaan.
Altaan pohjatason ja viettävyuden silmämääräinen arvio.	Saadaan tieto siitä, kuinka hyvin vuotanut öljy voidaan havaita altaasta.	Vaurion nopea havaitseminen vähentää vaurion vaikutusta.
Pintakerroksen tarkastus koputteleamalla (kopotarkastus)	Saadaan tieto pintakerroksen (esim. slammauksen ja rappauksen) irtonaisuudesta.	Pintakerroksen irtoaminen viittaa usein rakenteen halkeamiin.
Kimmoavasaratutkimus	Saadaan tietoa betonin lujuudesta ja pintakerrosten tartunnasta.	Vrt. edellinen.
Ultraäänitutkimus	Saadaan tietoa altaassa esiintyvistä, rakenteiden läpi menevistä halkeamista.	Tehokas lähinnä lattian ja seinän liitoskohdan tutkimisessa. Eriyismenetelmä, jota tulee tai voidaan käyttää vain harkinnan jälkeen (laitteiden saatavuus).

5.2 Suoja-altaiden korjaaminen

Suoja-altaan korjaamiselle annetaan seuraavassa korjaussuosituksia lähinnä tehtyjen kenttäkokeiden perusteella. Altaiden tiivistämisessä voidaan käyttää luonnollisesti myös muita kuin kokeissa käytettäviä aineita ja menetelmiä. Oleellista on, että aineet täyttävät riittävän hyvin perusominaisuudet: ovat tiiviitä, öljyä imemättömiä, öljyä kestäviä, turvallisia asennuksen ja koko elinkaarensa aikana.

Korjaamista voidaan tarkastella päätösprosessin muodossa kuvan 10 mukaisesti.



Kuva 10. Korjauksen päätösprosessi.

Suoja-allas korjataan seuraavien periaatteiden mukaan:

- Altaan kuntoisuus tutkitaan riittävän hyvin, jotta voidaan olla varmoja siitä, että korjaaminen on järkevä toimenpide ja sillä saadaan allas riittävän tiiviiksi.
- Valitaan ammattitaitoinen korjauksen tekijä, tai jos tehdään itse, perehdytään korjausaineiden toimittajan ohjeisiin huolella.
- Nostetaan tarvittaessa öljysäiliötä siten, että saadaan sen alusta tiivistettyä. Työssä on erityisen tärkeätä huomioida työturvallisuusnäkökohdat ja varmistaa, että nosto ei aiheuta öljysäiliön muiden rakenteiden vaurioitumista. Edukkainta tämä työ on luonnollisesti tehdä silloin, kun säiliö on likimain tyhjillään.
- Puhdistetaan suoja-altaan pinnat.
- Tiivistetään ja pinnoitetaan tarvittaessa tukirakenteiden alustat erikseen.
- Levitetään tarvittaessa paikkausaineet sekä pohjusteaineet ja sen jälkeen ohjeiden mukaisesti varsinainen pinnoite.
- Uusitaan käsittely, mikäli ohjeet sen vaativat.

Mikäli selvästi huonokuntoisen altaan pinnoittaminen ei ole mahdollista tilanahtauden takia, on syytä harkita säiliörakenteiden uusimista. Samalla voidaan säiliölle haluttaessa hakea parempi ja käyttökelpoisempi tila. Nykyisin paljon käytetyissä muovisissa öljysäiliöissä on vakiovarusteena esim. metallinen suoja-allas, jolloin tässä julkaisussa käsitellyjä vanhojen altaiden ongelmia ei ole lainkaan.

6. Yhteenveto

Öljylämmitys on yleisesti käytetty lämmitysjärjestelmä. Osa lämmitysjärjestelmistä on melkoisen vanhoja ja siten kunnostamista kaipaavia. On tärkeätä, että kaikki öljyvahingot estetään tehokkaasti ennakolta. Tässä tutkimuskokonaisuudessa (Cisteri-projektissa) on aiheeseen paneuduttu erittäin syvällisesti ottaen tarkastelukulmaksi koko öljynkäytöketju jakelusta loppukäyttäjään asti.

Suojarakenteiden osalta tarkasteltiin rakenteita ja niiden kuntoa kenttäkartoituksella. Lisäksi tutkittiin käytettyjen suoja-allasmateriaalien öljynimeytymisominaisuuksia sekä selvitettiin suoja-altaiden pinnoittamiseen liittyviä normeja ja ohjeita. Lopuksi tehtiin todellisissa kohteissa suoja-altaiden pinnoittamisen pilotointi, jonka perusteella saatiin hyvä kuva pinnoittamistavoista ja -mahdollisuuksista. Suoja-altaiden kunnonhallintaan voitiin tätä kautta laatia ohjeistus.

Koko projektin yhteydessä laadittu öljyhuoltoketjun riskianalytiikka antaa hyvät mahdollisuudet öljyvahinkojen estämiseen ja, mikäli sellainen sattuisi, niiden hallintaan. Hankkeen tuloksien hyödyntäminen käytännön työssä varmistetaan esim. laajan koulutuksen ja tiedottamisen muodossa..

Suoja-altaiden osalta on tärkeätä kunnostaa puutteelliset altaat korjaamalla vauriot, pinnoittamalla imevästä materiaalista tehdyt altaat tiiviillä, öljynpitävällä pinnoitteella ja uusimalla rakenteet niissä tapauksissa, joissa kunnostaminen ei ole mahdollista. Normaaliin rakennusten ja myös öljysäiliöiden tarkastustoimintaan voitaisiin liittää allasrakenteiden silmämääräinen tarkastus ja sen perusteella annettavat suositukset kunnostustoimiin tai tarkempaan tarkastukseen. Nämä ohjeistukset ja tarkastukset olisi syytä liittää osaksi rakennusten huoltokirjoja, jotka ovat pakollisia uudisrakennuksille mutta ovat myös yleistymässä vanhoissa rakennuksissa.

Säädöksissä on ohjeet suoja-allasrakenteista. Tämän hankkeen aikana on käynyt ilmi, että käytetyt materiaalit eivät kaikilta osilta ole riittävän riskittömiä. Suotavaa olisi, että huokoisesta materiaalista tehdyt altaat pinnoitettaisiin tiiviillä, imemättömällä päällysteellä, jolloin vältettäisiin mahdollisessa vuototapauksessa öljyn imeytyminen rakenteisiin.

Tutkimus- ja kehityshanke kokonaisuudessaan on merkittävä yhteinen ponnistus niin alan teollisuudelta kuin myös viranomaisten taholta. Öljylämmityksen öljyvahinkojen nollatoleranssille on luotu selkeä pohja.

Lähdeluettelo

Asetus öljylämmityslaitteistoista. Suomen säädöskokoelma 1211/1995.

Mäntylä, Jari (toim.). 2002. Cisteri. Lämmitysöljyn varastoinnin turvallisuus- ja riskienhallintaprojekti. Loppuraportti. Helsinki.

Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös öljylämmityslaitteistoista. Suomen säädöskokoelma 314/1985.

Lämmitysöljysäiliöiden tarkastus ja huolto. Helsinki 2002. Öljy- ja Kaasulämmitys Yhdistys ry. Teknillinen suositus TS-7. 53 s.

Mäntylä, Jari, Oksanen, Marjo & Sassi, Jukka. 1999. Liuottimien ja öljytuotteiden aiheuttamat pohjavesiriskit Lahdessa. Lahti: Lahden kaupungin valvonta- ja ympäristökeskus. Julkaisusarja A3/99. 112 s.

Orantie, Kalervo & Punakallio, Eero. 1986. Betonirakenteiden lujuusominaisuuksien kelpoisuuden toteaminen ainetta rikkomattomin menetelmin. Espoo: VTT Tutkimuksia 389. 49 s. + liitt. 36 s.

RIL 107-2000. Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry. 211 s.

Siltojen korjaus. SILKO-kansiot. Tielaitos. Erityisesti kortit:

- Impregnointi- ja tiivistysaineet, kortti 3.252 (3/98).
- Injektointi-, imeytys- ja sulkuaineet, kortti 3.235 (5/95)
- Paikkausaineet, kortti 3.231 (10/00)
- Pinnoitusaineet, kortti 3.253 (3/98)

RT 52-10356. 1988. Öljylämmityslaitteistot. Öljysäiliön, lämmityskattilan ja keskuslämmitysyksikön sijoitus. Rakennustietokortti. Helsinki: Rakennustietosäätiö. 10 s.

Liite A: Laboratoriokokeiden tulokset

CISTERI Projekti
Polttoöljyn imeytyskokeet

Materiaali: Poltettu savitiili + laasti

Paksuus noin 70 mm (tiili + laasti)

Koe kpl:n tunnus	imeytysaika h	Tunkeuma mm		Laastin paksuus mm		Halkaisuvoima kN	Vetolujuus MN/m ²	Puristuslujuus MN/m ²	Tiheys kg/m ³	Tunkeumakeskiarvo		Tunkeutuminen, mm		
		min	max	min	max					min	max	Aika, h	Min	Max
PT/L 1	1	11,4	35,5	3,3	4	26						1	14	26
PT/L 2	1	24,8	28,9	4,6	4,7	34						6	21	38
PT/L 3	1	6,5	13	5,8	6,3	44				14	26	24	70	70
PT/L 4	6	11,4	43,6	5,2	7,5	49								
PT/L 5	6	19,3	32,1	5	5,3	79								
PT/L 6	6	32,9	38,2	5,7	6,2	40				21	38			
PT/L 7	24	Läpi	Läpi	4,3	4,7	40								
PT/L 8	24	49,6	Läpi	3,6	4,8	37								
PT/L 9	24	Läpi	Läpi	5,1	6,5	69				läpi	läpi			
55							1,64		1643					
56							1,15		1553					
57							2,97		1847					
58								62,9	1748					
59								48,8	1596					
60								43,3	1538					
Keskiarvot						46	1,92	52	1654					

Materiaali: Kalkkiehkatilli + laasti

Paksuus noin 78 mm (tiili + laasti)

Koe kpl:n tunnus	imeytysaika h	Tunkeuma mm		Laastin paksuus mm		Halkaisuvoima kN	Vetolujuus MN/m ²	Puristuslujuus MN/m ²	Tiheys kg/m ³	Tunkeumakeskiarvo		Tunkeutuminen		
		min	max	min	max					min	max	Aika, h	Min	Max
KT/L 1	1	10	12,8	4	4,1	68						1	11	15
KT/L 2	1	10,6	14,8	4,2	3,2	65						6	30	36
KT/L 3	1	11	16,4	3	3,4	58				11	15	24	48	53
KT/L 4	6	22,7	Läpi	3,4	3,8	45								
KT/L 5	6	36,4	36,6	2,8	3,7	56								
KT/L 6	6	29,4	35,3	4,1	4,3	50				30	36			
KT/L 7	24	43,1	46,8	3,6	4,4	58								
KT/L 8	24	33,9	40,1	5,1	5,3	68								
KT/L 9	24	67,1	71	3,5	4,1	60				48	53			
40							3,29		1940					
44							2,48		1948					
42							4,41		1960					
43								42,6	1910					
44								44,9	1966					
45								46,1	1966					
Keskiarvot						59	3,39	44,5	1948					

Materiaali: Tehdaslaasti

Optiroc M 100/600 (samaa tuotetta käytetty myös tiilien slammauksessa). Koestusikä 28 vrk.

Koe kpl:n tunnus	meytysaika h	Tunkeuma mm		Halkaisuvoima kN	Vetolujuus MN/m ²	Puristuslujuus MN/m ²	Tiheys kg/m ³	Tunkeumakeskiarvo		Tunkeutuminen		
		min	max					min	max	Aika, h	Min	Max
ML 7	1	17,5	22	7						1	17	20
ML 8	1	18,1	19,7	5						6	39	40
ML9	1	14,5	18	7				17	19	24	69	71
ML10	6	39,4	39,5	7								
ML11	6	41	42	6								
ML12	6	36,5	38,7	8				39	40			
ML13	24	70,2	69	7								
ML14	24	67,8	70,8	7								
ML15	24	69,4	72,7	8				69	71			
M1					0,48		1607					
M2					0,43		1601					
M3					0,48		1607					
M4						5,23	1607					
M5						4,43	1603					
M6						5,56	1642					
Keskiarvot				7	0,46	5,07	1611					

Testit standardin mukaan
EN 1052-1
EN 1015-6

Materiaali: Hyvä betoni

Paksuus noin 82 mm

Koestusikä 28 vrk.

Koe kpl:n tunnus	meytysaika vrk	Tunkeuma mm		Halkaisuvoima kN	Vetolujuus MN/m ²	Puristuslujuus MN/m ²	Tiheys kg/m ³	Tunkeumakeskiarvo		Tunkeutuminen		
		min	max					min	max	Aika, vrk	Min	Max
HB 1	1	6	17,7	60						1	8	15
HB 2	1	9,2	15	63						4	18	31
HB 3	1	7,6	12,1	61				8	15	10	31	39
HB 4	4	20,6	25,6	61								
HB 5	4	18	30,4	63								
HB 6	4	14,9	37,9	61				18	31			
HB 7	10	32,4	38,9	60								
HB 8	10	27	40,5	65								
HB 9	10	34,9	38,9	63				31	39			
HB10					2,5		2248					
HB 11					2,13		2274					
HB 12					2,07		2259					
HB 13						52,1	2238					
HB 14						55,5	2230					
HB 15						54,5	2230					
Keskiarvot				62	2,23	54	2247					

Testausstandardit
Betoni, puristuslujuus SFS 4474
Betoni, halkaisulujuus SFS 5443
Betoni, tiheys SFS 5442
Betoni, vetolujuus SFS 5445
Betoni, koekappaleet SFS 5441

Materiaali: Tvanomainen betoni (vanha)

Paksuus noin 80 mm

Betoni otettu olemassa olevan, vanhan rakennuksen lattialaatasta.

Koe kpl:n tunnus	meytysaik vrk	Tunkeuma mm		Halkaisuvoim kN	Vetolujuus MN/m ²	Puristuslujuus MN/m ²	Tiheys kg/m ³	Tunkeumakeskiarvo		Tunkeutuminen			
		min	max					min	max	Aika, vrk	Min	Max	
VB 16	1	48,7	53,9	32						1	42	48	
VB 17	1	35,9	40,9	36						2	56	64	
VB 18	1	40	48,8	28					42	48	4	63	72
VB 19	2	64,8	68,8	26									
VB 20	2	56,4	58,6	33									
VB 21	2	47	63,2	32					56	64			
VB 22	4	46,9	59	29									
VB 23	4	60,6	78,4	33									
VB 24	4	Läpi	Läpi	32					63	72			
VB 25					1,38		2182						
VB 26					1,07		2159						
VB 27					1,56		2114						
VB 28						31,2	2116						
VB 29						33,4	2131						
VB 30						31,2	2123						
Keskiarvot				31	1,34	31,9	2138						

Liite B: Korjauksissa käytettyjen pinnoitteiden ominaisuuksia

VTT:n tekemät aineiden testaukset (tuloksia ei saa käyttää millään tavoin eri aineiden vertailuun).

Ominaisuus	BoniCoat Basic 70	Mapecoat S Comp-A	Hardac PU Seal Coat
Vetolujuus, Mpa	18,0	19,9	16,6
Paksuus, mm	1,53	0,77	0,33
Paksuuden vaihtelu, min–max, mm	1,14–1,79	0,57–0,92	0,22–0,46
Venymä, %	60	2,3	12
Tartuntalujuus, Mpa	>2,54 ⁽¹⁾		
Pinnoitteen paksuus, mm	1,2	0,67	0,28
Paksuuden vaihtelu, min–max, mm	0,9–1,4	0,3–1,05	0,15–0,35

Sovellettu standardia SFS 5011 (Bitumi- ja kumibitumikermit. Testausmenetelmät)

1) Kaikki koekappaleet murtuivat tiilestä, joten pinnoiteaineiden tartuntalujuus alustansa on esitettyä arvoa suurempi.

Vetolujuus määritettiin koekohteessa paperin päälle ruiskutetusta ainekerroksesta. Puhon vaikutus vetolujuuteen on pyritty erottamaan tuloksista.

Tartuntalujuus määritettiin koekohteissa kalkkihiiekkatiilen pinnalle ruiskutetusta ainekerroksesta.

Liite C: Pinnoiteaineiden laatuvaatimuksia ja ominaisuuksia

Suoja-altaiden pintakäsittelyaineet ja tiivistysaineet

Tämä tarkastelu perustuu pääasiassa seuraaviin lähteisiin:

1. Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. RIL 107-2000.
2. Silko-kansiot, Tielaitos. Erityisesti ohjeet betonin suojaamisesta ja aineiden laatuvaatimukset.

Lisäksi VTT Sertifikaatti -menettelyn märkätilojen vedeneristysaineet ja -menetelmät, on löydettävissä soveltamiskelpoista tietoa.

Laatuvaatimukset

Suoja- ja tiivistysaineille on asetettu laatuvaatimuksia lähinnä kahdella taholla: Suomen Rakennusinsinöörien Liiton (RIL) ohjeissa ja Tielaitoksen SILKO-kansioissa.

Rakennusten kylpyhuoneiden vedeneristyksessä käytettävien aineiden laatuvaatimuksia on esitetty lähteessä [RIL 107. 2000]. Ohjeessa on annettu vaatimukset seuraaville aineryhmille:

1. Nestemäisenä levitettävät vedeneristystarvikkeet
2. Muovimatot ja -tapetit
3. Muovitaipetit seinissä
4. Kermieristeet.

Cisteri-projektin kannalta kiinnostavimpia ovat nestemäisenä levitettävät aineet sekä muovimatot ja -tapetit. Tosin tässä tapauksessa nestemäiset aineet on tarkoitettu lähinnä muiden pintamateriaalien alla käytettäväksi, eivät itsenäisenä pinnoitteena.

Kylpyhuoneiden vesieristysaineille ja -järjestelmille on materiaalintoimittajien mahdollista hakea VTT Sertifikaatti, jolloin aineet testataan ja myös niiden yhteensopivuus muiden vesieristysten osajärjestelmien (läpivientien, lattiakaivojen) kanssa tutkitaan tarvittavassa laajuudessa. Sertifikaatteja on myönnetty noin 30 tuotteelle tai järjestelmälle (vuonna 2002).

Tielaitoksen ohjeissa [SILKO] käsitellään taas nimenomaan betonille tarkoitettuja pinnoiteaineita ja niiden vaatimuksia. Vaatimukset ovat varsin kovia, koska kyseessä on siltarakenteiden päällystäminen siten, että estetäisiin betonin rapautuminen ja hidastettaisiin terästen korroosiota. Pinnoitteen pitää pysyä kiinni ulkoilman olosuhteissa ja

kestää mm. suolarasituksia. Sen sijaan öljyrasituksen keston ohjeissa ei juurikaan puututa. Silko-ohjeiden mukaiset suoja-aineiden laatuvaatimukset esitetään jatkossa.

Silko-ohjeissa on esitetty ne suoja-aineet, joille on tehty testaukset ja jotka ovat täyttäneet vaatimuksen:

- Pinnoitusaineet, kortti 3.253 (3/98)
- Injektointi-, imeytys- ja sulkuaineet, kortti 3.235 (5/95)
- Paikkausaineet, kortti 3.231 (10/00)
- Impregnointi- ja tiivistysaineet, kortti 3.252 (3/98).

Silko-ohjeet sisältävät myös ohjeita työn suorittamiseen.

Pinnoitusaineiden ja -materiaalien ominaisuuksia em. lähteiden mukaan.

SILKO-ohjeiden hyväksytyt pinnoitusaineet.

Taulukko 1. Silko-ohjeissa esitetyt hyväksytyt pinnoitusaineet [Silko 3.253, 3.98].

Tuotenimike	Hyväksymisvuosi	Valmistaja	Myyjä	Silloitus
Polymeeripinnoitteet				
Bufasillin + Bufa-Wetterhauf	1988	Busing & Fasch GmbH & Co Oldenburg, Saksa	Uratek-Elastomer Oy Tampere	
Bonding Primer + Decadex	1992	Liquid Plasrtics Ltd Preston, Englanti	Piimat Oy Helsinki	
Polymert Coating 940	1994	Heidelberger Bauchemic GmbH Leimen, Saksa	Best Seller Oy Degerby	++
ARC791	1998	Chesterton Industries B. V. Dublin, Irlanti	Centerrial Oy Espoo	++
StoCrete TF + StoCryl RB	1998	StoScandinavia Ab Linköping, Ruotsi	Finexter Oy Tampere	
Nitocote Dekquard	1988	Fosroc Ltd Birmingham, Englanti	Espoon Lattia- pinnoite Oy Espoo	
Nanten betonilakka	1988	Oy Finnpack Ab Tuusula	Oy Finnpack Ab Tuusula	

NM 50 Tretoshield tasoituslaasti + Tretoshield joustava pinnoite	1988	Nils Malmgren Ab Kungälv, Sverige	Oy Tremco Finland Ltd Helsinki	+
2K-Epirex	1988	Teknos Winter Suomi	Teknos Winter Oy Helsinki	
Cemaline NL	1988	Tikkurila Oy	Tikkurila Coatings Oy Vantaa	
Rescon Epoxy I	1988	Rescon AS Norja	TeknoBetoni Oy Espoo	
LF-pinnoite	1988	Fescon Oy Hyvinkää	Fescon Oy	
Findur Julkisivumaali	1992	Dindur HT Oy Pirkkala	Findur HT Ky	
Musifix Brushcoat + Mulsicoat Smooth	?	SBD Ltd Englanti	Semtu Oy Helsinki	

Sementtipohjaiset pinnoitteet				
Thorseal Thorseal FX 100	1998	HSC Belgium N.V.	Betton Oy Turku	+++
Vandex OS 95	1992	Vandex Saksa	Muottikolmio Oy Espoo	+
Synthomer 29 Y 41 + (Renofix RT 310 PV) Synthomer 33 Y 20 (Renofix RT 200)	1994	Renotech Oy Turku	Renotech Oy Turku	++
Cem-Elastic	1998	Rescon AS Norja	TeknoBetoni Oy Espoo	+++
Mapelastix + Vahvikeverkko	1998	Mapel S.p.a Italia	Heikki Haru Oy Vantaa	+++
Flexcrete FCR 851	1988	Liquid Plastics Ltd Englanti	Piimat Oy Helsinki	

Silloituskyky: (+++) > 1,0 mm. (++) 0,6–1,0 mm. (+) 0,3–0,6 mm. Pystyvät kestämaan rikkoutumatta em. kokoisen halkeaman.

Märkätilojen ohjeet [RIL]

Taulukko 2. Märkätilojen nestemäisenä levitettävien vedeneristeiden vaatimusprofiilit [RIL 107. 2000, sivulla 146].

Ominaisuus	Yksikkö	Menetelmät	Vaatimus
Märkämenekki	kg/m ²	punnitus	ilmoitetaan
Ohjeellinen kuiva- kalvonpaksuus	mm	ISO 2808	ilmoitetaan
Vesitiivisyys	mm vesi- patsas	prEN 1928 100 mm/14 vrk	vesitiivis
Lattiakaivon ja ve- deneristeen liitoksen vesitiivisyys		NKB:n tuotesääntö nro 17, Product rules for floor gul- lies	ilmoitetaan sovel- tuva kalvo ja laippa tai tiivistys
Vesihöyrynläpäisy, S _d	kg/m ² sPa	prEN ISO 12572 tai DIN 52615 (n. 92-95/50 % RH)	ilmoitetaan
Halkeaman silloitus- kyky ¹	mm	prEN 1062-7 (mod)	ilmoitetaan, ≥0,5 tai ≥1,5
Alkalinkestävyys ²	mm	56 vrk, kyll. Ca(OH) ₂ / + 23 °C prEN 1062-7 (mod)	- tiivis - halkeaman silloi- tuskyky, (vaati- mukset yllä)
Levysaumojen tai rakenteen vesitiivisyys	vesitiivis	SFS 3930 suihkutuskoe	seinä: vesitiivis rakenne: vesitiivis
Kosteuden läpäisy ³	g/kappale	SP 1737	painon kasvu ≤10 g

¹ Halkeaman silloituskykyvaatimus on 1,5 mm uusissa betonirakenteissa (≤ 8 kk) tai halkeiluriskialttiilla alustoilla. Alustoilla, joissa halkeiluriskiä ei ole, halkeamansilloituskyvyn tulee olla vähintään 0,5 mm. Halkeamansilloituskykyä edellytetään myös vedeneristetyiltä levysaumoilta.

² Alkalinkestävyys edellytetään tuotteilta, joita käytetään uusissa betonirakenteissa tai sementtisideaineisten laastien alla.

³ Vapaaehtoisesti ilmoitettava ominaisuus.

Taulukko 3. Märkätilojen lattioissa käytettävien muovimattojen vaatimusprofiilit [RIL 107. 200, sivulla 147].

Ominaisuus	Yksikkö	Menetelmä	Vaatimus
Mitat - pituus - leveys - m ² -massa - paksuus ¹	- m - mm - g/m ² - mm	- EN 426 - EN 426 - EN 426 - EN 428/prEN 13553	- ei nimellisarvoa alhaisempi - ei nimellisarvoa alhaisempi - välillä -10... +13 % - a) ≥ 1,5 tai b) ≥ 2,0
Jäännöspainuma	mm	EN 433	≤ 0,1
Dimensiostabiliteetti	%	EN 434	≤ 0,44
Reunan nousu	mm		≤ 8
Taipuisuus	Taivutus Ø 10 mm sylinterin ympäri	EN 435/prEN 13553	Ehjä
Sauman lujuus	N/50 mm	EN 684/prEN 13553	a) ≥ 250 tai b) ≥ 400
Raskaan pyörän rasi-tuskoe (kovalle kulu-tukselle joutuvat koh-teet, ei asuintilat)	N/mm ²	prEN 1818	Ilmoitetaan tartunnan muu-tos, painuma ja silmämääräi-set muutokset
Vesitiiviys jasauma	mm vesipatsas	prEN 13553, Annex A	200
Alkalinkestävyys	N/50 mm ja venymä-%/sauma	56 vrk kyll. Ca(OH) ₂ ja EN 684	Sauman ja maton lujuus ja venymä eivät saa oleellisesti muuttua
Lattiakaivon ja veden-eristeen liitoksen vesi-tiiviys		NKB:n tuote-sääntö nro 17	Ilmoitetaan soveltuva kaivo ja laippa tai tiivistys
Emissiot	mg/m ² h	viite ²	M1

¹ Luokka b) suositellaan alustoille, jotka ovat herkkiä veden vaikutukselle.

² Julkaisuun ”Sisäilmaston, rakennustöiden ja pintamateriaalien käyttöluokitus”, 15.6.1995, Sisäilmayhdistys, julkaisu 5, määrittelemillä testimenetelmillä.

Taulukko 4. Märkätilojen seinissä käytettävien muovipäällysteiden (tapettien) vaatimusprofiilit [RIL 107. 2000, sivulla 148].

Ominaisuus	Menetelmä	Vaatus
Paksuus		≥ 1 mm
Vesitiivisyys	SFS 3930/SP 1737	Vesitiivis/painonousu ≤ 10 g
Veden vaikutus mittoihin	SFS 3933	Muutos ≤ 0,3 %
Lämmön vaikutus mittoihin	SFS 3933	Muutos ≤ 0,3 %
Lämmön vaikutus painoon	SFS 3933	Muutos ≤ 0,3 %
Liiman tarttuvuus	NT Build 141	20+20+20 N

Taulukko 5. Märkätilojen kermieristeiden vaatimusprofiilit [RIL 107. 2000, sivulla 149].

Ominaisuus	Yksikkö	Menetelmä	Vaatus
Paksuus	mm	prEN 1849 -1	ilmoitetaan
m ² -paino	g/m ²	prEN 1849 -1	ilmoitetaan
Vesitiivisyys		prEN 1928	tiivis
Lattiakaivon ja vedeneristeen liitoksen vesitiivisyys		NKB:n tuotesääntö nro 17	Ilmoitetaan soveltuva kaivo ja laippa tai tiivistys
Vesihöyrynläpäisy		prEN 1931 tai DIN 52615	ilmoitetaan
Halkeaman silloituskyky	mm	prEN 1062-7 (mod)	≥ 0,5 tai ≥ 1,5
Alkalinkestävyys	mm	56 vrk, kyll. Ca(OH) ₂ /+23 °C prEN 1062-7 (mod)	- tiivis - halkeaman silloituskyky, (vaatimukset yllä)
Vetolujuus	kN/m	prEN 12311-1	ilmoitetaan
Murtovenymä	%	prEN 12311-1	ilmoitetaan
Sauman vetolujuus	kN/m	prEN 12317-1	≥ kermin vetolujuus
Dimensiostabiilitetti	%	prEN 1107	≤ 0,3 %

SILKO-ohjeet (Tielaitos ja VTT)

Taulukko 6. Betonin suoja-aineiden laatuvaatimukset (Silko-ohjeet ja VTT:n ohjeet).

Ominaisuus	Menetelmä	Pinnoitteet	Impregnointi-aineet	Tiivistys-aineet
Veden-, vesihöyryn- ja kloridienläpäisevyys	Silko-testi	P	P	P
Karbonatisoitumisen estäminen	NT Build 357	P	V	V
Jäädytys-sulatuskoe	SFS 5447, Silko-testi	P		
Tartunta	SFS 5446	P		P
Puhdistettavuus	Silko-testi	P	V	V
Pakkas-suolakoe	SFS 5447, Silko-testi		P	P
Tunkeutumissyvyys	Silko-testi		P	
Pakkas-suolakoe karbonisoiduilla koekappaleilla	SFS 5447, Silko-testi		V	V
Halkeaman silloituskyky	prEN 1062-7	V		
Poistettavuus	Silko-testi	V	V	V
Vaikutus potentiaalimittaukseen	Silko-testi	V	V	V
UV-kestävyys		¹⁾		
Kuivan kalvon paksuus		P		P

P = pakollinen testi, V = Vapaaehtoinen testi

¹⁾ prEN 1062-11:n mukainen UVA-rasituskoe. Aineen edustajan ilmoitettava.

Taulukko 7. Suoja-aineet jaotellaan Silko-ohjeissa ja VTT:n sovellusohjeissa seuraavan taulukon mukaisesti (impregnointiaineet, tiivistysaineet ja pinnoitteet).

Suoja-aine	Vaikutus	Alustan sallitut tai vaaditut ominaisuudet
Impregnointiaine	<ul style="list-style-type: none"> - Vettä hylkivä - Vesihöyryn läpäisevä - Ei kemiallista kestävyyttä 	<ul style="list-style-type: none"> - Hienohuokoinen
Tiivistysaine	<ul style="list-style-type: none"> - Vähentää veden läpäisyä - Parantaa veden- ja vesihöyrynkestävyyttä - Ei kemiallista kestävyyttä 	<ul style="list-style-type: none"> - Tasainen pinta - Huokoseton tai hienohuokoinen - Ei halkeamia
Ohut pinnoite ≤ 100 µm	<ul style="list-style-type: none"> - Vesi- ja vesihöyrytiivis - Vaurioituu mekaanisessa rasituksessa - Kestää jossain määrin kemiallista rasitusta - Kestää jossain määrin lämpörasitusta - Muodonmuutoskykyä ts. halkeamien silloituskykyä voidaan parantaa kuidutuksella 	<ul style="list-style-type: none"> - Tasainen pinta - Huokoseton tai hienohuokoinen - Ei halkeamia
Paksu pinnoite 100–500 µm	<ul style="list-style-type: none"> - Vesi- ja vesihöyrytiivis - Parempi kemiallinen kestävyys kuin ohuella pinnoitteella - Parempi lämmönkesto kuin ohuella pinnoitteella - Silloittaa pienet säröt 	<ul style="list-style-type: none"> - Tasainen pinta - Huokoseton tai hienohuokoinen - Saa olla hiushalkeamia
Epäorgaaninen laastipinnoite 500 µm – 5 mm	<ul style="list-style-type: none"> - Suhteellisen vesitiivis - Vesihöyrynläpäisevä - Ei kemiallista kestävyyttä (lukuun ottamatta erikoistuotteita) - Hyvä mekaaninen kestävyys - Muodonmuutoskykyä ts. halkeamien silloituskykyä voidaan parantaa kuidutuksella 	<ul style="list-style-type: none"> - Ei suuria huokosia tai rakkuloita - Saa olla liikkumattomia hiushalkeamia
Orgaaninen pinnoite 500 µm – 5 mm	<ul style="list-style-type: none"> - Vesi- ja vesihöyrytiivis - Hyvä mekaaninen kestävyys - Kemiallinen kestävyys vielä parempi - Muodonmuutoskykyä ts. halkeamien silloituskykyä voidaan parantaa kuidutuksella 	<ul style="list-style-type: none"> - Ei suuria huokosia - Saa olla liikkumattomia hiushalkeamia

Taulukko 8. Pinnoitteiden laatuvaatimukset [Silko 1.251–9.98]

Ominaisuus	Menetelmä	Koetus	Vaatus	
			Karbonatisoitumisen estäminen	Kloridien tunkeutumisen estäminen
Pakolliset kokeet				
Tartunta	SFS 5446	Tartuntalujuus, Mpa	> 1,5 (>0,8 ²⁾)	>1,5 (>0,8 ²⁾)
Karbonatisoituminen	NT Build 357	Karbonatisoitumissyvyys % vertailukappaleesta	<20	Ei vaatimusta
Kloridienläpäisevyys	Silko-testi	% vertailukappaleesta	Ei vaatimusta	<20
Vedenläpäisevyys	Silko-testi	% vertailukappaleesta	Ei vaatimusta	< 60
Vesihöyrynläpäisevyys	Silko-testi	C % C _{vert.} :sta ¹⁾	>60	>60
Jäädytys-sulatuskoe	SFS 5447, Silko-testi	Silmämääräishavainnot, tartuntalujuus	Pinnoitteessa saa olla vain vähäisiä vaurioita ³⁾ ja tartuntalujuuden on oltava kokeen jälkeen vähintään 0,8 N/mm ² halkeamat silloittavilla pinnoitteilla ⁴⁾ ja muilla 1,5 N/mm ²	
Puhdistettavuus	Silko-testi	Silmämääräisarvio vertailukappaleeseen verrattuna		
Kuivan kalvon paksuus	Silko-testi	Minimi, µm	≥ 300 ⁵⁾ ≥ 2000 ⁶⁾	≥ 300 ⁵⁾ ≥ 2000 ⁶⁾
Vapaaehtoiset kokeet				
Halkeaman silloituskyky	prEN 1062-7 Silko-testi	Betonin halkeama- leveys pinnoitteen revetessä	> 0,3 mm	> 0,3 mm
Poistettavuus	Silko-testi	Poiston helppous ja tehokkuus Silmämääräisarvio	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta
Vaikutus potentiaali- mittaukseen	Silko-testi	Potentiaalimittaus- tuloksen ero vertailuun	Ei vaatimusta	Ei vaatimusta
UV-kestävyys	prEN 1062-11 UVA- lamppu	Silmämääräis- havainnot	⁷⁾	

¹⁾ C = kappaleesta poistuvan vesihöyrymäärän suhde sisään tunkeutuvaan vesimäärään.

²⁾ Koskee halkeamat silloittavia pinnoitteita.

³⁾ Pinnoite ei saa lisätä betonin vaurioita.

⁴⁾ Mikäli murtuminen tapahtuu koheesiomurtumana, sisäisen vetolujuuden pitää olla ≥ 0,4 N/mm².

⁵⁾ Polymeeripinnoitteet.

⁶⁾ Sementtipohjaiset pinnoitteet.

⁷⁾ Aineen valmistajan ilmoituksen mukaan.

Taulukko 9. Suojaustyön laatuvaatimukset [SILKO].

Työ tai olosuhde	Vaatus		Testausmenetelmä
	Sementtipohjaiset suoja-aineet	Polymeeripohjaiset suoja-aineet	
Tartuntapinnan vetolujuus	1,5 N/mm ²	1,5 N/mm ²	Tartuntavetokoe, SFS 5446 tai BS 1881 Part 207
Alustan kloridipitoisuus	0,05 % happoliukoisena betonin painosta	0,05 % happoliukoisena betonin painosta	Kemiallinen analyysi, SFS 5451 tai BS 1881 Part 216DB
Alustan kosteuspitoisuus	Kostea (ei kiiltävä)	Tuotekohtainen vaatimus	Suhteellisen kosteuden mittaus, Vaisala HMP 36 tai HMP 44 tai vastaava. Absoluuttisen kosteuden mittaus, VTT 2650
Ilman ja alustan lämpötila	Pintaan ei saa kohdistua suoraa auringon säteilyä, jos ilman lämpötila ≥ 20 °C.	5–30 °C ja alustan lämpötila vähintään 3 °C kastepisteen yläpuolella	ISO 8502-4
Ilman suhteellinen kosteus	Tuotekohtainen vaatimus	Alustan lämpötila vähintään 3 °C kastepisteen yläpuolella.	ISO 8592-4
Halkeamien liike	Tuotekohtainen vaatimus	Tuotekohtainen vaatimus	BS 1881 Part 206

Lähteet

Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. RIL 107-2000.

Siltojen korjaus. SILKO-kansiot. Tielaitos. Erityisesti kortit:

- Pinnoitusaineet, kortti 3.253 (3/98)
- Injektointi-, imeytys- ja sulkuaineet, kortti 3.235 (5/95)
- Paikkausaineet, kortti 3.231 (10/00)
- Impregnointi- ja tiivistysaineet, kortti 3.252 (3/98).

Liite D: Valokuvia kohteista ja kokeista



Kuva 1. Suoja-allas, jossa on runsaasti tilaa ympärillä.



Kuva 2. Muurattu suoja-allas suorakulmaisen öljysäiliön ympärillä.



Kuva 3. Suoja-altaan miesaukko.



Kuva 4. Muovisen öljysäiliön suoja-allas.



Kuva 5. Erittäin huonokuntoinen suoja-allas ja säiliörakennelma.



Kuva 6. Eräs öljysäiliön sijoitusratkaisu.



Kuva 7. Öljysäiliön alla oleva puinen tukirakenne.



Kuva 8. Tukirakenteena lauta säiliön alla.



Kuva 9. Teräksinen tukirakenne öljysäiliön alla.



Kuva 10. Seinänurkkauksen halkeama suoja-
altaassa.



Kuva 11. Peltinen suoja-allas.



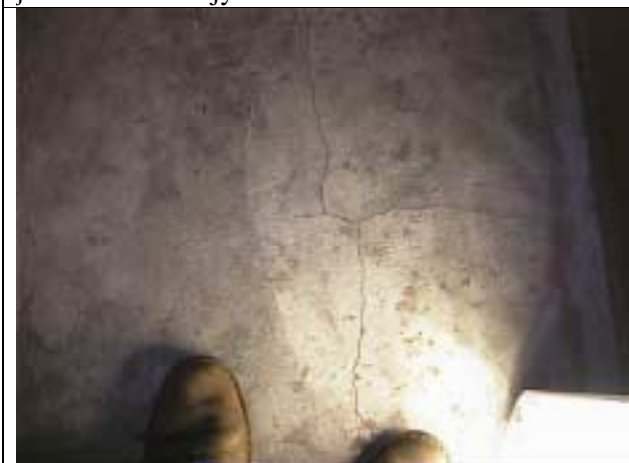
Kuva 12. Suoja-altaan luukku.



Kuva 13. Lattian ja seinän liitoksessa on rako, josta vuotanut öljy menee rakennuksen alle.



Kuva 14. Alunan muodostusta lattian rajassa kosteuden seurauksena.



Kuva 15. Lattian halkeamia.



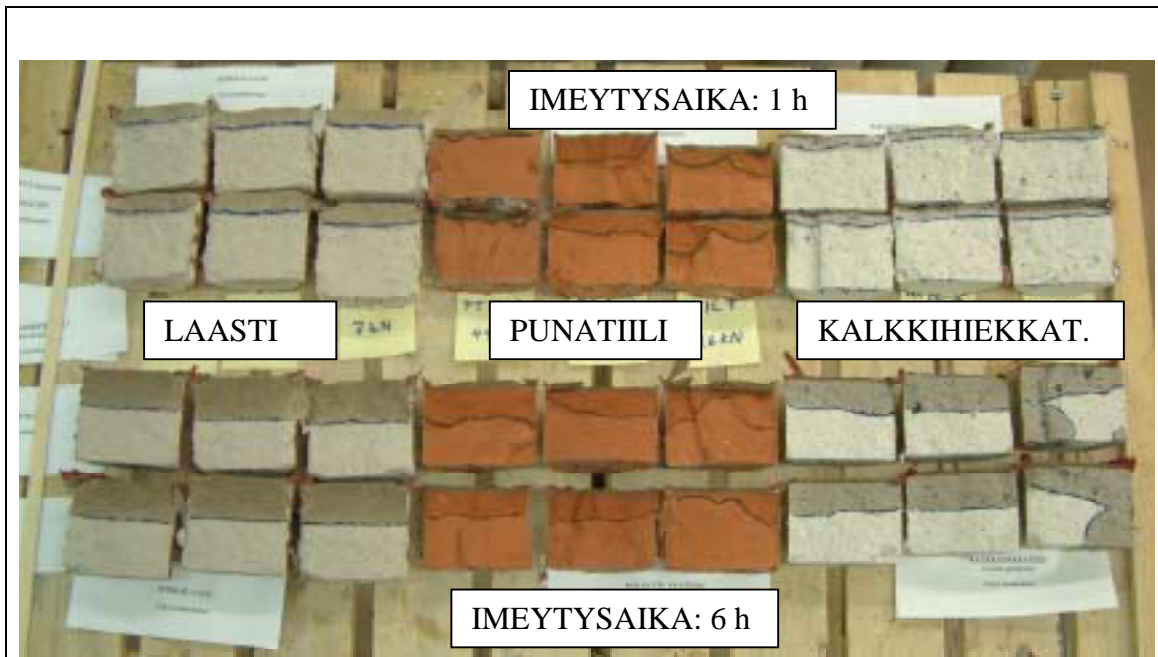
Kuva 16. Lattian rajan rako suoja-altaassa.



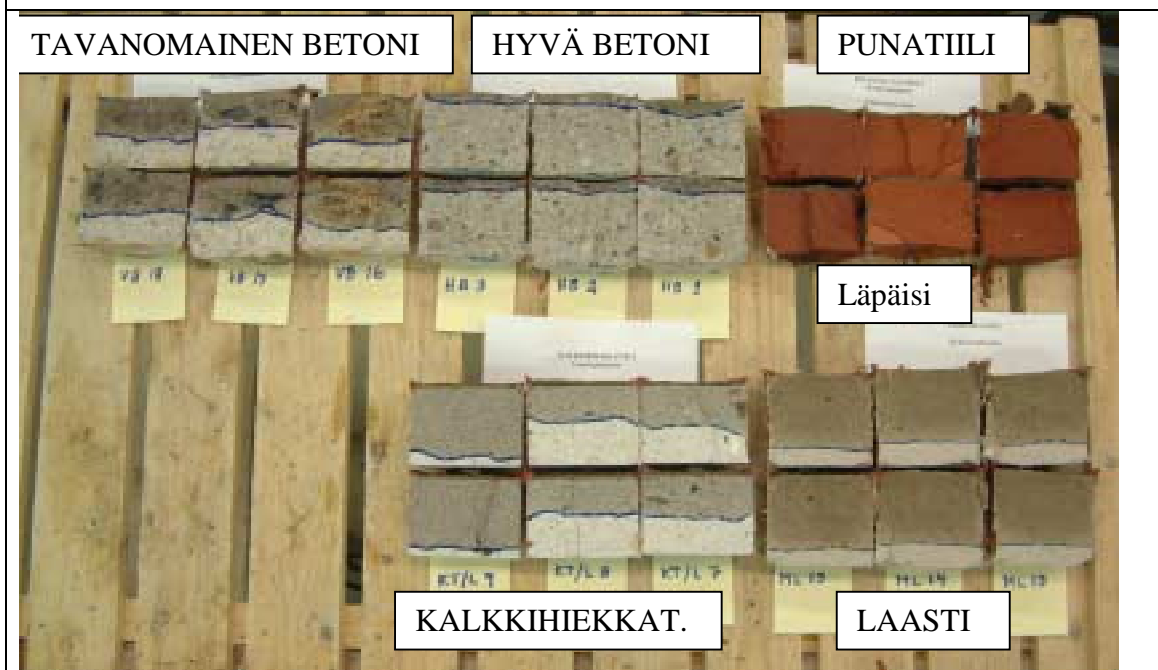
Kuva 17. Alunan muodostusta suoja-altaan rakenteissa.



Kuva 18. Halkeama suoja-altaan lattiassa.



Öljyn imeytyskoe. Imeytysaika 1 tuntia ja 6 tuntia.



Öljyn imeytyskoe. Imeytysaika 24 tuntia

	
<p>Allas ennen pinnoitusta.</p>	<p>Allas valmiiksi pinnoitettuna.</p>
	
<p>Tunkkaus.</p>	<p>Tukien alustan käsittely.</p>
	
<p>Pinnoitustyö meneillään.</p>	<p>Halkeamien ja kolojen paikkaus.</p>

Liite E: Tärkeimmät kiinteistöön, pohjaveteen ja ihmiseen kohdistuvat riskit ja toimenpidesuosituks

Taulukossa esitetyt tiedot perustuvat Cisteri-projektin yhteydessä pidettyjen asiantuntijatiimien tuottamaan tietoon. Riskit luokiteltiin vahingon sattua oletetun ”leviämisen todennäköisyys” ja ”merkitys vahingon kokoon” -tekijöiden tulona. Minimiriskin arvo on 1 ja maksimiriskin 25. Seuraavassa taulukossa on esitetty ne tekijät, joiden riskiarvo on yli 16.

Kiinteistöön kohdistuu merkittävä vahingon leviämiskilmi (I LK), näihin tekijöihin tulee kiinnittää erityistä huomiota päästötilanteessa (16–25 pistettä)		
Ongelmatilanteen aiheuttaja		Toimenpideehdotukset vuotojen leviämisen ehkäisemiseksi
Havaitsemisaika (Ha)		
En3 (25)	Havaitsemisaika yli 7 vrk	Vuotoa epäiltäessä on otettava välitön yhteys pelastusviranomaiseen. Ennaltaehkäisyssä on tärkeää öljynkulutuksen seuranta ja nopea kulutuspoikkeamiin reagointi esim. hälyttävien mittarien avulla.
Vuodon koko ja nopeus (Vu)		
Vu1 (16)	Suuri, nopea	Vuotoa epäiltäessä on otettava välittömästi yhteys pelastusviranomaiseen. Ennaltaehkäisyssä on tärkeää öljynkulutuksen seuranta ja nopea kulutuspoikkeamiin reagointi esim. hälyttävien mittarien avulla (Huom. öljy imeytyy varsin nopeasti pinnoittamattomaan tiili tai betonirakenteeseen).
Vu2 (25)	Suuri, hidas	
Vu3 (16)	Pieni, nopea	
Öljyn varastointitapa (Va)		
Va1 (16)	Säiliö maan alla pohjaveden yläpuolella	Uusi säiliö olisi hyvä asentaa maanpinnalle joko ulos tai sisälle. Uudet modernit pakettisäiliösystemit ovat yleensä lähes riskittömiä.
Va2 (25)	Säiliö maan alla pohjavesivyöhykkeessä	Suoraan maassa olevat heikkokuntoiset säiliöt kannattaa korvata uusilla maan päällisillä säiliöratkaisuilla.
Va7 (25)	Säiliö rakennuksessa ilman suoja-allasta	Säiliö varustetaan tiiviillä öljyä läpäisemättömällä suoja-allalla.
Suojarakenne rakennuksessa (Su)		
Su3 (16)	Betonista tai tiilistä valmistettu suoja-allas	Suosittelaa vanhojen kiviaineisten pinnoittamattomien (betoni, harkko, tiili) suojarakenteiden pinnoittamista öljyä imemättömällä ja läpäisemättömällä materiaalilla.
Su4 (20)	Harkosta valmistettu suoja-allas	Suosittelaa uusien kiviaineisten suojarakenteiden pinnoittamista öljyä imemättömällä ja läpäisemättömällä pinnoitteella (säännösten muutostarve).
Su5 (25)	Rakennuslevystä valmistettu suoja-allas	Heikkorakenteinen suoja-allas tulisi poistaa ja korvata kestäväällä ja tiiviillä suoja-allalla.

Rakennus, viemäri, pohjarakenteet (Ra)		
Ra1 (20)	Iältään yli 40 v. rakennukset, joissa säiliöhuoneessa betonilaatta	Vanhemmissa rakennuksissa on syytä kiinnittää erityistä huomiota koko lämmitysjärjestelmän toimivuuteen ja vuotoriskien minimoimiseen.
Ra4 (16)	Säiliöhuoneessa seinämateriaalina tiili	Tiilen pinnoittaminen esim. uretaanilla seinän alaosaan (rakenteen kosteustekninen toimivuus huomioitava)
Ra6 (20)	Säiliöhuoneessa seinämateriaalina puu tai rakennuslevy	Seinän pinnoittaminen esim. uretaanilla seinän alaosaan (rakenteen kosteustekninen toimivuus huomioitava)
Ra8 (20)	Viemäriputken materiaalina on betoni	Uusissa rakennuksissa ja uusittaessa viemäreitä käytetään nykyisin poikkeuksetta muoviputkia.

Pohjavesiesiintymään kohdistuu merkittävä vahingon leviämiskahva (I LK), näihin tekijöihin tulee kiinnittää erityistä huomiota päästötilanteessa (16–25 pistettä)		
Ongelmatilanteen aiheuttaja		Toimenpide-ehdotukset vuotojen leviämisen ehkäisemiseksi
Maa- ja kallioperä (Ma)		
Ma1 (25)	Sorasta ja hiekasta koostuva täyttö	Selvitä luonnontilaisen maaperän laatu, mahdollisten täyttömaa-alueiden sijainti ja täytön alapuolisen perusmaan laatu.
Ma5 (25)	Rikkonainen kallioperä	
Ma6 (25)	Maaperä on soraa	
Ma7 (20)	Maaperä on hiekkaa	
Ma11 (16)	Maaperä on karkearakeista moreenia	
Kerrosrakenne (Kr)		
Kr1 (25)	Tasalaatuinen maanpinnasta pohjavedenpintaan asti	Arvioi maaperän kerrosrakennetta maalajien ja maaperämuodostumien perusteella, huomioi mahdolliset täytöt ja putkikanaalit.
K2 (16)	Hienoaineskerroksia pääosin hyvin vettä johtavassa maaperässä	
Kr3 (20)	Karkeita kerroksia pääosin huonosti vettä johtavassa maaperässä	
Vuotokohta pohjavedenpinnan syvyyteen nähden (Ps)		
Ps1 (25)	Pohjavedenpinnan alapuolella	Arvioi pohjaveden pinnan asema esim. kaivojen, lähteiden, lähiympäristön vesistöjen vedenpintojen ja maaston muotojen perusteella.
Ps2 (25)	Pohjaveden pinnan yläpuolella, etäisyys pohjavedenpintaan 0–2 m	
Ps3 (16)	Pohjaveden pinnan yläpuolella, etäisyys pohjavedenpintaan 2–5 m	
Vuodon koko ja nopeus (Vu)		
Vu1 (16)	Suuri, nopea	Selvitä vuodon kesto ja arvioi sen suuruus.
Vu2 (25)	Suuri, hidas	

Ihmisiin kohdistuu merkittävä altistumisriski (I LK), näihin tekijöihin tulee kiinnittää erityistä huomiota päästötilanteessa (16–25 pistettä)		
Pohjavesialueen luokka (Pl)		
Pl3 (20)	Yhteiskunnan kannalta II-luokan pohjavesialue	Selvitä alueen mahdollinen pohjavesiluokitus.
Pl4 (25)	Yhteiskunnan kannalta I-luokan pohjavesialue	
Sijainti luokitellulla pohjavesialueella (Sp)		
Sp2 (20)	Varsinaisella muodostumisalueella	Selvitä vahinkopaikan sijainti pohjavesialueen rajoihin nähden.
Sp3 (25)	Vedenottamon lähisuojavyöhykkeellä	
Pohjaveden nykyinen käyttö (Pa)		
Pa4 (25)	Vedenottamo	Selvitä, onko alueella vedenottamo
Etäisyys kaivoon (Ek)		
Ek1 (25)	Kaivo välittömässä läheisyydessä (20–30 m) ja virtaussuunta kaivoon päin	Tarkista etäisyys vedenottamoon tai kaivoihin, tarvittaessa vedenotto on lopetettava öljyn leviämisen hidastamiseksi.
Ek2 (16)	Kaivo välittömässä läheisyydessä (20–30 m) ja virtaussuunta kaivosta pois päin	
Ek3 (16)	Kaivo ei välittömässä läheisyydessä (yli 20–30 m) ja virtaussuunta kaivoon päin	
Pintavesien haavoittuvuus (Ve)		
Ve3 (16)	Vuotokohta mäellä	Selvitä lähiympäristön vesistöjen ja ojien sijainti, päättelee maaston muodoista öljyn leviämiskäsi.
Ve4 (25)	Vuotokohta vedenjakajalla	
Ve5 (15)	Vuotokohta ojitetulla alueella	
Ve6 (20)	Vuotokohta lähellä vesistöä	
Ve7 (25)	Vuotokohta lähellä vedenhankintavesistöä	
Ve7 (25)	Vuotokohta lähellä vedenhankintavesistöä	



Tekijä(t) Kääriäinen, Hannu, Tulla, Kauko & Vähäsöyrinki, Erkki			
Nimeke Öljysäiliöiden suojarakenteiden kunto ja kunnonhallinta CISTERI-projekti			
Tiivistelmä Lämmitysöljyn varastoinnin turvallisuus ja ympäristöriskien hallinta (Cisteri) -projektin osahankkeessa ”Öljysäiliöiden suojarakenteiden kunto ja kunnonhallinta” tutkittiin kenttäkartoituksen, laboratoriokokeiden ja kohteissa tehtyjen pinnoitekokeiden avulla suoja-allasrakenteita ja niiden korjausmahdollisuuksia. Kenttäkartoitus tehtiin rakennusten sisällä oleviin suoja-altaisiin. Kartoituksessa käytettyjen kuntoisuuskriteerien perusteella havaittiin, että puolet tutkituista allasrakenteista ei täyttänyt tiiviydelle asetettuja vaatimuksia. Rakenteissa oli halkeamia ja rapautumaa, tai materiaali arvioitiin niin hauraaksi, että se vuodon sattuessa voi imeä ja läpäistä öljyä. Öljysäiliön ja suoja-altaan välinen vapaatila oli yleensä varsin pieni. Allasrakenteiden materiaaleja (betoni, tiili ja rappaus) tutkittiin laboratorioissa, jolloin havaittiin, että kaikki materiaalit imivät jossain määrin öljyä. Tiileen ja laastiin sekä tavanomaiseen vanhaan betoniin öljy imeytyi kymmenen tunnin aikana noin 30–40 mm:n syvyyteen. Yhden vuorokauden kuluttua imeytyminen oli poltetussa tiilessä ja laastissa noin 70 mm, kalkkihiekkatiilessä ja vanhassa, tavanomaisessa betonissa 50 mm. Hyvässä betonissa se oli noin 15 mm. Kokeet osoittivat selkeästi, että yleisimmin käytetyt allasmateriaalit voivat jonkin aikaa estää öljyn läpäisyn, mutta ne imevät itseensä öljyä jo varsin lyhytaikaisen rasituksen aikana. Vain hyvä betoni (lujuus yli 50 Mpa) kykeni kohtuullisesti estämään imeytymisen. Öljyn imeytymisestä on seurauksena hajuhaitta, mistä johtuen vauriotapauksessa rakenteiden öljyyntynyt pintaosaa joudutaan korjaamaan ja pahimmillaan koko rakenne uusimaan. Tämän välttämiseksi tulisi harkita vanhojen altaiden pinnoittamista öljyä imemättömällä ja läpäisemättömällä pinnoitteella. Uudet suoja-altaat tulisi rakentaa imemättömistä ja pitkäaikaiskestävistä materiaaleista, tai imevät materiaalit tulisi pinnoittaa heti uutena tiiviillä ja öljyä kestäväällä materiaalilla. Todellisissa kohteissa tehdyissä pinnoitekokeissa havaittiin, että suoja-altaiden korjaaminen ja tiivistäminen on mahdollista ja siihen löytyy myös soveliaita pinnoiteaineita. Aineiden pitkäaikaiskestävyyttä, etenkin öljyn vaikutuksen osalta, ei tutkittu tässä hankkeessa. Kokeissa havaittiin, että vanhojen altaiden korjaamisessa ja pinnoittamisessa on monia käytännön ongelmia etenkin tilanahtaudesta ja öljysäiliön tukirakenteiden mataluudesta johtuen.			
Avainsanat oil tanks, cisterns, oil heating, condition monitoring, damages, protective structures, basins, concrete structures, bricks, penetration, coatings			
Toimintayksikkö VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Kaitoväylä 1, PL 18021, 90571 OULU			
ISBN 951-38-6089-2 (URL: http://www.inf.vtt.fi/pdf/)		Projektinumero	
Julkaisu-aika Lokakuu 2002	Kieli Suomi, engl. tiiv.	Sivuja 33 s. + liitt. 22 s.	Hinta B
Projektin nimi CISTERI		Toimeksiantaja(t) Kauppa- ja teollisuusministeriö (KTM), Turvatekniikan keskus, ympäristöministeriö (YM), sisäasiainministeriö (SM), Öljyalan Palvelukeskus Oy, Suomen Lämmitystieto Oy, VTT, viisi kuntaa	
Avainnimeke ja ISSN VTT Tiedotteita – Research Notes 1455-0865 (URL: http://www.inf.vtt.fi/pdf/)		VTT Tietopalvelu PL 2000, 02044 VTT Puh. (09) 456 4404, Faksi (09) 456 4374	

Published by



Vuorimiehentie 5, P.O.Box 2000, FIN-02044 VTT, Finland
Phone internat. +358 9 4561
Fax +358 9 456 4374

Series title, number and
report code of publication

VTT Research Notes 2166
VTT-TIED-2166

Author(s) Kääriäinen, Hannu, Tulla, Kauko & Vähäsöyrinki, Erkki			
Title Condition and condition management of the protective structures of oil tanks			
Abstract <p>The "Condition and condition management of the protective structures of oil tanks" sub-project of the Cisteri project dealing with the safety and environmental risk management of heating oil storage utilized field surveys, laboratory tests and on-site tests of protective coatings to examine protective basin structures and assess the possibility of repairing them.</p> <p>The field surveys concentrated on protective basins located inside buildings. Based on the condition criteria used in the survey, it was noted that about half of the basin structures did not meet the tightness requirements. The structures contained cracks, scaling or material so brittle it could absorb oil and allow it to permeate in case of a leak. The free space between the oil tank and the protective basin was generally quite small.</p> <p>The materials of the protective structures (concrete, brick and plaster) were examined in laboratories, where it was discovered that all the materials absorbed oil to a certain degree. Brick, plaster and ordinary old concrete absorbed oil to a depth of 30–40 mm during a 10-hour period. After 24 hours, burnt brick and plaster had absorbed oil to a depth of 70 mm, and lime sand brick and ordinary old concrete had absorbed oil to a depth of 50 mm. Oil penetrated good concrete to a depth of 15 mm. The tests clearly indicated that the most commonly used basin materials may prevent oil from permeating for a while, but they absorb oil in a rather short period of stress. Only good concrete (with strength exceeding 50 Mpa) was capable of preventing absorption fairly well. One ill-effect of oil absorption is odor, for which reason in case of damage the oily surface of the structure must be repaired, and in the worst case, replaced completely. To avoid this, consideration should be given to coating old basins with a material that doesn't absorb oil or allow it to permeate. New protective basins should be constructed from non-absorbent, durable materials, or absorbent materials should be coated when new with a non-permeable, oil-resistant material.</p> <p>In on-site tests of protective coatings it was noted that it is possible to repair protective basins and make them tight, and that there are suitable coating materials available. The long-term durability of coating materials, especially with regard to the effect of oil, was not studied in this project. The tests showed that there are many practical problems involved in coating old basins, particularly due to a lack of space and the shallowness of the protective structures of the tanks.</p>			
Keywords oil tanks, cisterns, oil heating, condition monitoring, damages, protective structures, basins, concrete structures, bricks, penetration, coatings			
Activity unit VTT Building and Transport, Kaitoväylä 1, P.O.Box 18021, FIN-90571 OULU, Finland			
ISBN 951-38-6089-2 (URL: http://www.inf.vtt.fi/pdf/)		Project number	
Date October 2002	Language Finnish, Engl. abstr.	Pages 33 p. + app. 22 p.	Price B
Name of project CISTERI		Commissioned by Finnish Ministry of Trade and Industry (KTM), Safety Technology Authority (TUKES), Finnish Ministry of the Environment (YM), Finnish Ministry of the Interior (SM), Öljyalan Palvelukeskus Oy, Suomen Lämmitystieto Oy, VTT, five municipalities	
Series title and ISSN VTT Tiedotteita – Research Notes 1455-0865 (URL: http://www.inf.vtt.fi/pdf/)		VTT Information Service P.O.Box 2000, FIN-02044 VTT, Finland Phone internat. +358 9 456 4404 Fax +358 9 456 4374	

