

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Rakennustuotanto

Tutkintotyö

Aki Puska

**VÄESTÖNSUOJAN RAKENTAMISTAVAN VERTAILU,
PAIKALLAVALUTEKNIikka VASTAAN ELEMENTTITEKNIikka**

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 2007

DI Hannu Kauranen
NCC Rakennus Oy, Lasse Alkula

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Rakennustuotanto

Puska, Aki

Väestönsuojan rakentamistavan vertailu, paikallavalu vastaan elementit

Tutkintotyö

44 sivua + 13 liitesivua

Työn ohjaaja

DI Hannu Kauranen

Työn teettäjä

NCC Rakennus Oy, Lasse Alkula

Huhtikuu 2007

Hakusanat

väestönsuoja, VSS, vertailulaskelmat, paikallavalu, elementit

TIIVISTELMÄ

Rakennusalalla on herännyt mielenkiinto myös väestönsuojan kustannustehokasta rakentamista kohtaan. Väestönsuojan rakentaminen onkin nykypäivää sekä asunto- että toimitilakohteissa. Myös nykyinen noususuhdanne asettaa yhä useampia rakentamistapoja vertailun kohteiksi. Edellä esitetyt seikat sekä nykyrakentamisen luomat mahdollisuudet edesauttavat tutkimaan toteutustapojen valintaa.

Tutkintotyön tarkoituksena oli selvittää, millä rakennustavalla väestönsuoja on kilpailukykyisin toteuttaa. Rakennusalalla on väestönsuojan osalta vakiintunut kaksi vahvaa toteutusmuotoa paikallavalutekniikka ja elementtitekniikka, joiden välillä tarkastelut suoritettiin.

Lisäksi työn taustalla on ollut työn teettäjän, NCC Rakennus Oy:n mielenkiinto aihetta ja eritoten väestönsuojan elementtirakentamisen kustannuksia kohtaan. He kun ovat toteuttaneet Pirkanmaalla väestönsuojansa järjestelmällisesti paikallavaluna.

Aihetta on tarkasteltu kustannusvertailujen kautta. Vertailujen avulla on otettu huomioon eri tekniikoiden aiheuttamat työ- ja materiaalikustannukset sekä välilliset kustannukset, mm. työmaatekniset kustannukset.

Pelkkien rakentamisen aikaisten kustannusten vertailu osoittaa, että paikallavalutekniikalla toteutetut väestönsuojat pärjäävät kilpailussa paremmin. Tutkimus osoittaa myös, että lopullisen vertailun tekemiseksi tulee huomioida aikasidonnaiset kustannukset ja tuotot, koska koko hankkeen kannaltahan näillä on suuri taloudellinen merkitys.

Vertailutuloksia voidaan hyödyntää rakentamistavan valinnassa, mutta valinnassa tulee käyttää kuitenkin aina tarkkaa harkintaa sekä maalaisjärkeä. Aina ei pidä tehdä ratkaisuja pelkkien numeroiden perusteella. Rakennustapaa valittaessa tulee kiinnittää erityistä huomiota siitä seuraaviin työmaateknisiin kustannuksiin, koska juuri nämä saattavat tehdä valitusta rakennustavasta joko halvemman tai kalliimman vaihtoehdon.

Tulosten nojalla voidaan todeta, että jatkossa yrityksen tulisi ennen töiden aloittamista arvioida rakennuspaikan olosuhteiden aiheuttamat kustannukset ja tehdä niiden arvioiden perusteella lopullinen rakentamistavan valinta. Tutkimuksessa havaittiin myös, että kustannustehokkuuden selvittämiseksi yrityksen sisällä tulisi toteumatietojen litteointiin kiinnittää enemmän huomiota.

TAMPERE POLYTECHNIC

Construction technology

Construction management

Puska, Aki

Bomb shelters building method comparison between,
cast on site –technique and element technique

Final Thesis

44 pages + 13 appendixes

Supervisor

Hannu Kauranen (MSc)

Work provided by

NCC Rakennus Oy, Lasse Alkula

April 2007

Keywords

bomb shelter, comparison, cast on site, prefabricated

ABSTRACT

In construction it is very common to try to compare different building methods to achieve cost-effective solutions. In this research the cost-effectiveness of two different building methods are compared. These methods were casting on site and using prefabricated units. Research results show that when only the timeline of construction project is taken into account the using of cast on site -technique can be more efficient. However it isn't easy to make a decision between the building methods. The use of prefabricated units might be more economical when time bound matters are considered. The results of this study can be used to make a decision between these building methods. Thus, you should always consider what to do, basing by the conditions of the site etc. In the future, if the company wants to know which is the cheapest way to build they should pay attention to the lettering of bomb shelter.

ALKUSANAT

Tutkintotyöni aihe on mielestäni mielenkiintoinen ja ajatuksia herättävä. Tutkimus on tehty ennen kaikkea työn tilaajan tarpeisiin, mutta samalla se on avartanut myös omaa käsitystäni väestönsuojan rakentamiseen liittyvistä vaiheista. Tutkimus on antanut laajan käsityksen paikallavalutekniikan ja elementtitekniikan vertailtavista eroista myös yleispätevästi, ei vaan väestönsuojan osalta.

Haluan kiittää kaikkia tutkintotyön valmistumista edesauttaneita tahoja. Eritoten työn teettäjää, Lasse Alkulaa NCC Rakennus Oy:stä sekä työn ohjaajaa Hannu Kaurasta. Lisäksi haluan kiittää tutkimukseen materiaalia toimittaneita Rakennusbetoni- ja elementti Oy:tä sekä Hietalahti ja pojat Oy:tä.

Mielenkiintoisia ja ajatuksia avartavia lukuhetkiä toivottaen,

Aki Puska 20.4.2007

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO.....	5
1 JOHDANTO	7
2 YLEISTÄ VÄESTÖNSUOJISTA.....	8
2.1 Väestönsuojan rakentamisvelvollisuus	8
2.2 Suojaluokitus.....	9
2.3 Suunnittelun perusteita.....	10
2.3.1 Väestönsuojan tilat.....	10
2.3.2 Väestönsuojan korkeus	13
2.3.3 Väestönsuojan rakenteet	14
2.3.4 Sirpalesuojaus	18
2.3.5 Säteilysuojaus	18
3 TOTEUTUSTEKNIIKAT	18
3.1 Paikallavalutekniikka.....	18
3.2 Elementtitekniikka	20
4 TUTKIMUSMENETELMÄT	21
4.1 Vertailulaskelmat	21
4.2 Kyselykaavake	21
5 TULOKSET	22
5.1 Paikallavalutekniikan ja elementtitekniikan vertailu	22
5.1.1 Paikallavalutekniikka.....	22
5.1.2 Elementtitekniikka	27
5.1.3 Rakennustapojen vertailu.....	28
5.1.4 Kyselykaavake	29
5.2 Korkeuden vertailu.....	30
5.2.1 Vertailulaskelma	30
5.2.2 Kyselykaavake	36

6	TULOSTEN TARKASTELO	37
6.1	Paikallavalun ja elementtirakentamisen vertailu	37
6.2	Korkeuden vertailu	38
6.3	Kyselykaavake	39
7	JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO	40
7.1	Paikallavalun ja elementtirakentamisen vertailu	40
7.2	Korkeuden vertailu	42
	LÄHDELUETTELO	44

LIITTEET

- 1 Väestönsuojan rakentamisen kyselykaavake
- 2 Väestönsuojan korkeuden aiheuttamien kustannusten vertailu
- 3 Malthus-muottikaluston esite
- 4 Kustannusvertailu, paikallavalutekniikka vastaan elementtitekniikka
- 5 Rakennusbetoni- ja elementti Oy:n tarjoukset toimitusehtoineen

1 JOHDANTO

Tutkintotyön lähtökohtana on selvittää, millä rakennustavalla väestönsuoja on kilpailukykyisin toteuttaa. Rakennusalalla on väestönsuojan osalta vakiintunut kaksi vahvaa toteutusmuotoa, jotka muodostavat siis viitekehyksen tälle tutkimukselle. Nämä toteutustavat ovat paikallavalutekniikka ja elementtitekniikka. Työssä on tarkoitus tehdä vertailulaskelmia näiden kahden rakentamistavan välillä. Lähtökohtana työlle toimii myös työn teettäjän halu tietää elementtirakentamisen kustannukset väestönsuojan osalta. He ovat perinteisesti tehneet Pirkanmaalla väestönsuojat paikallavalutekniikalla, vaikka osa kilpailijoista toteuttaa väestönsuojat elementtitekniikalla.

Tutkintotyössä ei pyritä hakemaan uusia innovaatioita eikä uusia toteutusmahdollisuuksia väestönsuojan rakentamiseksi, koska nämä toteutustavat ovat jo niin vakiintuneita. Molemmilla tavoilla on väestönsuojia rakennettu jo pitkään, jolloin vertailulaskelmistakin saadaan melko hyvää ja konkreettista tietoa eivätkä laskelmat perustu vain arvailuihin ja teoreettisiin oletuksiin.

Vertailulaskelmien ohella on tarkoitus tutkia myös väestönsuojien korkeutta. Normaalisti kerroskorkeus on 3000 mm, mutta työn teettäjän kohteissa on väestönsuojan sisäkorkeutena ollut 2300 mm ja katon vahvuutena 300–400 mm. Tällöin ongelmaksi on muodostunut välitilan täyttö. Välitilan täytön ongelmat liittyvät usein logistiikkaan ja välitilan kuivana pitämiseen. Rakennusalalla on käytössä myös tekniikka, jossa väestönsuoja rakennetaan siten, että väestönsuojan katon yläpinta on 3000 mm väestönsuojan lattiasta. Korkeuden osalta tulisi tutkia kustannuseroja näiden kahden erilaisen toteutustavan välillä.

2 YLEISTÄ VÄESTÖNSUOJISTA

2.1 Väestönsuojan rakentamisvelvollisuus

Uudisrakentamisen yhteydessä

Väestönsuoja on rakennettava rakennusta tai samalla tontilla tai rakennuspaikalla olevaa rakennusryhmää varten,

- jonka kerrosala vähintään 600 m² ja
- joissa asutaan tai työskennellään pysyvästi.

Kahta tai useampaa rakennusta varten rakennusvalvontaviranomainen voi sallia rakennettavaksi yhteisen väestönsuojan, jos väestönsuoja rakennetaan 5 vuoden kuluessa ensimmäisen rakennuksen valmistumisesta. /4/

Muutos- ja korjausrakentamisen yhteydessä, vain suojelukohteissa *

Väestönsuoja on rakennettava, (jos se ilman suuria vaikeuksia ja kohtuullisin kustannuksin käy päinsä)

- Valmista rakennusta varten, jossa ei ole väestönsuojaa, tehdään rakennuslupaa edellyttävä > 1000 m² koskeva muutos- tai korjaustyö, minkä jälkeen rakennuksessa asutaan tai työskennellään pysyvästi
- Valmista rakennusta varten, jonka kerrosala on > 1000 m² ja jossa ei asuta tai työskennellä pysyvästi, tehdään rakennuslupaa edellyttävä käyttötarkoituksen muutos.

Väestönsuojan rakentamisvelvollisuus määräytyy rakennuskohtaisesti. /4/

* (Suojelukohde = Pelastustoimesta vastaava ministeriö voi määrätä suojelukohdeeksi asutus-, teollisuus-, liikenne- tai muun niihin verrattavan keskuksen, koko kunnan alueen tai osan siitä (Pelastustoimilaki 561/1999, 55 §). Suojelukohdeet on lueteltu Sisäasiainministeriön päätöksessä suojelukohdeista.)

Ei väestönsuojan rakentamisvelvoitetta

Rakentamisvelvollisuus ei koske

- rakennuksia, joiden valmistumisesta on kulunut yli 5 vuotta rakennusluvan hakemiseen mennessä
- rakennuksia, joita varten on väestönsuoja
- tilapäisiä rakennuksia, jotka ovat käytössä enintään 5 vuotta

- rakennusta tai rakennusryhmää, joissa ei asuta eikä työskennellä pysyvästi
- maatalouden tuotantorakennuksia
- tapauksia, joissa lääninhallitus on myöntänyt vapautuksen väestönsuojan rakentamisvelvollisuudesta ilman ehtoja. /4/

Muutos- ja korjaustyöt valvonta-alueella *

ei väestönsuojan rakentamisvelvollisuutta. /4/

* (Muut alueet = Alueet, jotka eivät ole suojelukohteita. Tässä tutkintotyössä tästä käsitteestä käytetään nimitystä ”valvonta-alue”.)

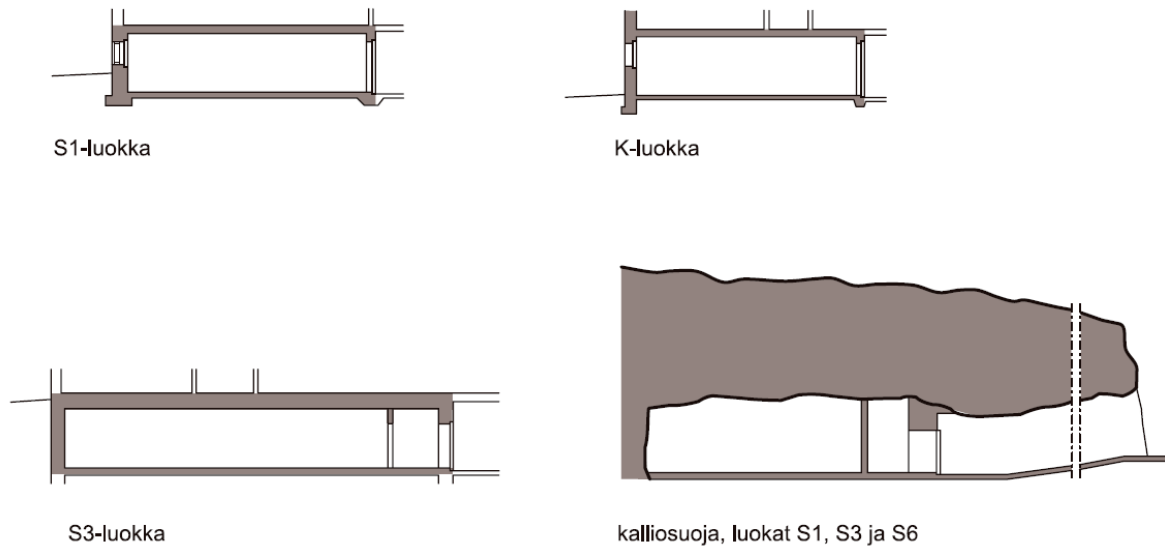
2.2 Suojaluokitus

Väestönsuojat jaetaan K-, S1-, S3- ja S6-luokkiin varsinaisen suojatilan mukaan. Suojaluokat esitetään taulukossa 1. Perustellusta syystä rakennusvalvontaviranomainen voi myöntää luvan suojaluokan muuttamiseen. Kuvassa 1 on leikkauspiirroksia K-, S1-, S3- ja S6-luokan väestönsuojista.

Taulukko 1. Väestönsuojan suojaluokat, varsinainen suojatila ja laskennallinen henkilömäärä. Suojaluokka osoittaa paineaallon kuormituksen, jonka väestönsuoja kestää.

Suojelukohteissa			
Suojaluokka	Varsinainen suojatila enintään (m ²) 0,75 m ² /henkilö	Laskennallinen henkilömäärä enintään	Kuormitus jonka väestönsuoja kestää (bar)
K-luokan väestönsuoja 1)	20	26	0,25
K-luokan väestönsuoja peruskorjattavissa rakennuksissa	180	240	0,25
S1 teräsbetoniväestönsuoja	90	120	1
S1 kalliosuoja	90	120	1
S3 teräsbetoniväestönsuoja	450	600	3
S3 kalliosuoja	1800	2400	3
S6 kalliosuoja	3600	4800	6
Muulla alueella (valvonta-alueella)			
K-luokan väestönsuoja	180	240	0,25
S1 teräsbetoniväestönsuoja	360	480	1
S3 teräsbetoniväestönsuoja	450	600	3
S1 kalliosuoja	1800	2400	1
S3 kalliosuoja	3600	4800	3
S6 kalliosuoja	3600	4800	6

1) Muutos- tai korjaustyön yhteydessä suojelukohteessa valmiiseen rakennukseen rakennettavan K-luokan väestönsuojan suojatila saa olla enintään 180 m² /6/



Kuva 1. Väestönsuojien suojaluokat K, S1, S3 ja S6. /6/

2.3 Suunnittelun perusteita

Koska työn teettäjän rakentamat väestönsuojat ovat yleensä S1-luokan väestönsuojia, käsitellään tämän kappaleen alla pääasiassa vain kyseisiä suojia. Tekstissä esiintyy myös viittauksia K-luokan väestönsuojiiin, mutta niihin liittyvien asioiden käsittely on jätetty vähemmälle.

2.3.1 Väestönsuojan tilat

Väestönsuoja koostuu varsinaisesta suojatilasta, sulkutilasta (sulkutelta tai -huone) ja käymälöistä. Väestönsuojaan voi kuulua myös muita tiloja. Väestönsuojaan kuuluvia tiloja ovat kaikki ns. painesuojauksen sisäpuolella olevat tilat.

Varsinainen suojatilan koko määräytyy pelastustoimiasetuksen mukaan, ja tilan tulee olla vähintään 2 %

- asuinrakennusten
- liike- ja toimistorakennusten
- muiden vastaavien uudisrakennusten kerrosalasta.

Väestönsuojan varsinaisen suojatilan tulee olla vähintään 1 %

- teollisuus- ja tuotantorakennusten
- kokoontumisrakennusten
- varastotilojen

osalta. /4/

Jos kerrosalan mukaan saatu ala poikkeaa huomattavasti rakennuksessa työskentelevien ja oleskelevien määrästä teollisuus-, tuotanto- ja varastorakennuksissa sekä opetus- ja hoitoalan rakennuksissa (Väestörekisterikeskuksen rakennusluokituksen mukaan), varsinainen suojatila lasketaan henkilömäärän mukaan ($> 0,75 \text{ m}^2/\text{henkilö}$). /4/

Varsinainen suojatila käsittää yhden tai useampia suojahuoneita. Näiden huoneiden lukumäärä määräytyy S1-luokan väestönsuojissa mitoitusaulukon 2 perusteella. Suojahuoneita ei saa tehdä epäkäytännöllisen mutkikkaiksi tai kapeiksi. Suunnitelmissa on otettava huomioon, että suoja on voitava poikkeusoloissa jakaa majoitusosaan sekä oleskeluosaan. Suojatilassa (lukuun ottamatta alle 20 m^2 :n K-luokan väestönsuojia) tulee olla vesipisteen yhteydessä pesuallas ja lattiakaivo. Ne sijoitetaan käymäläryhmän ja suojaoven lähelle.

Väestönsuojan varsinaisen suojatilan lisäksi on tehtävä seuraavat aputilat ja tilavaraukset:

- sulkutelttä, jolle on varattava lattiapinta-alaa vähintään $2,5 \text{ m}^2$ tai sulkuhuone, jonka huonealan tulee olla vähintään 4 m^2
- käymälät 1 kpl/alkavaa 20 m^2 varsinaista suojatilaa; suunnitelman mukaiset käymäläkomerot tai wc-tilat. Käymäläkomeroilta varataan tilaa vähintään $0,7 \text{ m}^2/\text{kpl}$
- ilmanvaihtolaitteistoille vähintään $1,5 \text{ m}^2/\text{kpl}$
- ensiaputila 6 m^2 , kun varsinainen suojatila on yli 90 m^2 . /4/

Varsinaisen suojatilan tulee sisältää seuraavat aputilat:

- keittiölle varattava tila (n. 2 m^2)
- paikka varavesisäiliöille. Suojassa tulee olla mahdollisuus veden säilyttämiseen siten, että käytettävissä on vettä vähintään 40 litraa/m^2 varsinaista suojatilaa.
- paikka jäteastioille (15 litraa/m^2 varsinaista suojatilaa). Väestönsuojan jätehuolto tulee järjestää tarkoituksenmukaisella tavalla. /4/

Varsinaiseen suojatilaan ei lasketa

- suojaan rakennettujen tai rakennettavien keveiden väliseinien alaa
- alle 1,6 m korkeita tiloja
- alle 2 m leveitä tiloja. Tällaisiin kapeisiin tiloihin voidaan kuitenkin sijoittaa suo-
jan teknisiä tiloja, kuten käymälät, varavesisäiliöt, ilmanvaihtolaitteistot, kun var-
mistetaan niihin riittävät kulkutilat. /4/

Seuraavassa on esitetty taulukko 2, jonka perusteella tilat ja laitteet mitoitetaan. Lisäk-
si taulukon osalta on esitetty käyttöesimerkki. /4/

Taulukko 2. S1-luokan väestönsuoja. Tilojen mitoitus, tilojen ja varusteiden lukumäärä. Jos väestön-
suoja mitoitetaan henkilömäärän mukaan, mitoitus muutetaan henkilömäärämitoitukseksi.

rakennuksen tai ra- kennusryhmän ker- rosala, m ² (1 %)	600 1000 2000 3000 4000 5000 6000 7000 8000 9000
rakennuksen tai ra- kennusryhmän ker- rosala m ² (2 %)	750 1000 1500 2000 2500 3000 3500 4000 4500
henkilömäärä	20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120
varsinainen suoja- tila 0,75 m ² /henk.	20 30 40 50 60 70 80 90
suojuhuoneiden lu- kumäärä vähintään	1 1 kpl/90 m ² suojati- laa
sulkutila	sulkutilta > 2,5 m ² tai sulkuhuone > 4 m ²
ilmanvaihtolaitteis- tot IVL-1/45 (kpl)	1 2 1 kpl/45 m ² suojati- laa
käymälät, kpl/m ²	2/1,4 3/2,1 4/2,8 5/3,5 1 kpl/20 m ² suojati- laa, n x 0,7 m ²
ensiaputila, tilavaraus	- 6 m ² , kun varsi- nainen suojatila > 90 m ²

Ilmanvaihtolaitteistoja voi olla 1...2 kpl/suojuhuone

Käymälöiden lukumäärää mitoitettaessa väestönsuojassa olevat WC-tilat otetaan huomioon erikseen

Varsinaiseen suojatilaan kuuluvat tilat:

- keittiölle varattava tila 2 m²
- paikka varavesisäiliöille, > 40 litraa/m² varsinaista suojatilaa
- paikka jäteastioille (jäteastioiden määrä 15 litraa/m² varsinaista suojatilaa)

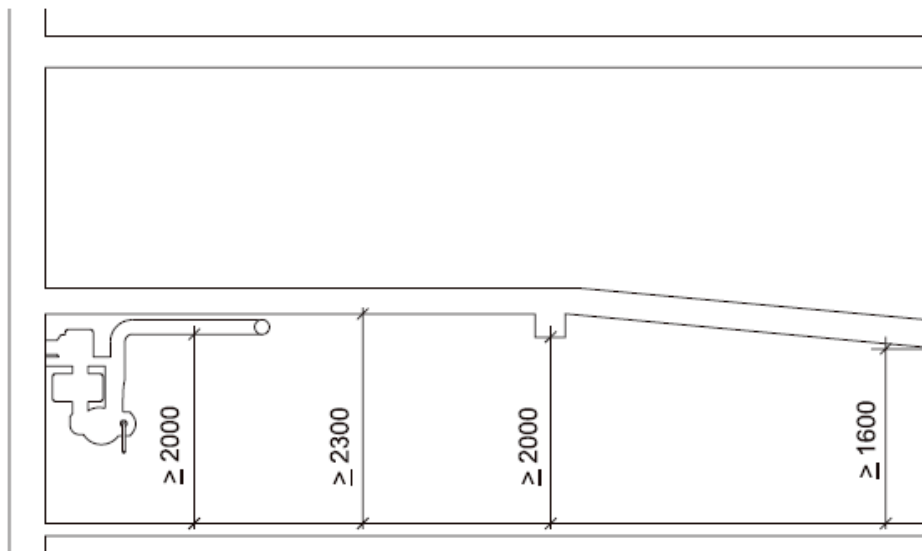
Taulukon 2 käyttöesimerkki (merkitty katkoviivalla)

Rakennuksen kerrosala on 4100 m² ja rakennus on sellainen, että suojan varsinainen suojatila lasketaan 2 %:n mukaan, jolloin taulukosta saadaan seuraavat tiedot:

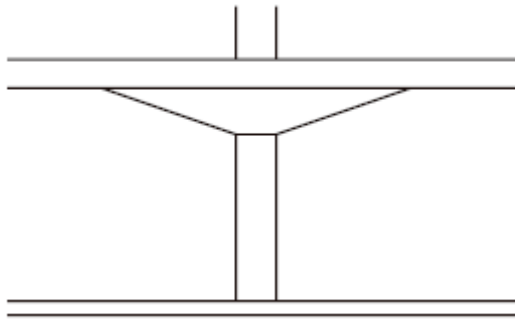
- Varsinainen suojatila on 82 m².
- Suojahuoneita tarvitaan vähintään 1 kpl.
- Sulkutila on rakennettava.
- Ilmanvaihtolaitteistoja tarvitaan 2 kpl.
- Käymälöitä tarvitaan 5 kpl.
- Erillistä ensiaputilaa ei tarvitse rakentaa.
- Suojatilan laskennallinen henkilömäärä on 108.

2.3.2 Väestönsuojan korkeus

Suojatilan huonekorkeuden tulee olla vähintään 2,3 m. Palkkien ja kanavien kohdalla suojatilan vapaan korkeuden tulee olla vähintään 2,0 m. Elementtikaton ripojen alapinnoista mitattuna huonekorkeuden tulee olla vähintään 2,3 m. Huonekorkeus esitetään kuvissa 2 ja 3. /4/



Kuva 2. Suojatilan korkeuden tulee olla vähintään 2300 mm. Vähäisiltä osin kuten palkkien ja kanavien kohdalla, huonetilan korkeus voi olla matalampi kuin 2300 mm, kuitenkin vähintään 2000 mm. /4/



Kuva 3. Seinän tai pilarin vieressä olevan tilan korkeus voi olla alle 2000 mm. Alle 1600 mm korkeita tiloja ei lasketa varsinaiseen suojatilaan. /4/

2.3.3 Väestönsuojan rakenteet

2.3.3.1 Ympärysrakenteet

Suojan rakenteet voivat muodostaa osan rakennuksen kantavasta rungosta. Ne voidaan tehdä teräsbetonista paikalla valamalla tai betonielementeistä. Suojan ympärysrakenteisiin ei saa tehdä liikuntasauvoja. Rakennuksen muun rakenteen vaatimat liikuntasauumat on sijoitettava väestönsuojan ulkopuolelle. Jos väestönsuojien ympärysseinät koskettavat toisiaan, suojien väliin on jätettävä liikuntasauuma (kuva 4). Liikuntasauomien vaikutus on otettava huomioon suojan ulkopuolelle vaadittavien vahvistettavien rakenteiden mitoituksessa. Väestönsuojan metallirakenteiden, kuten tikkaiden, kaiteiden ja välitasojen on oltava korroosionkestävyydeltään vähintään kuumasinkittyjä. /4/

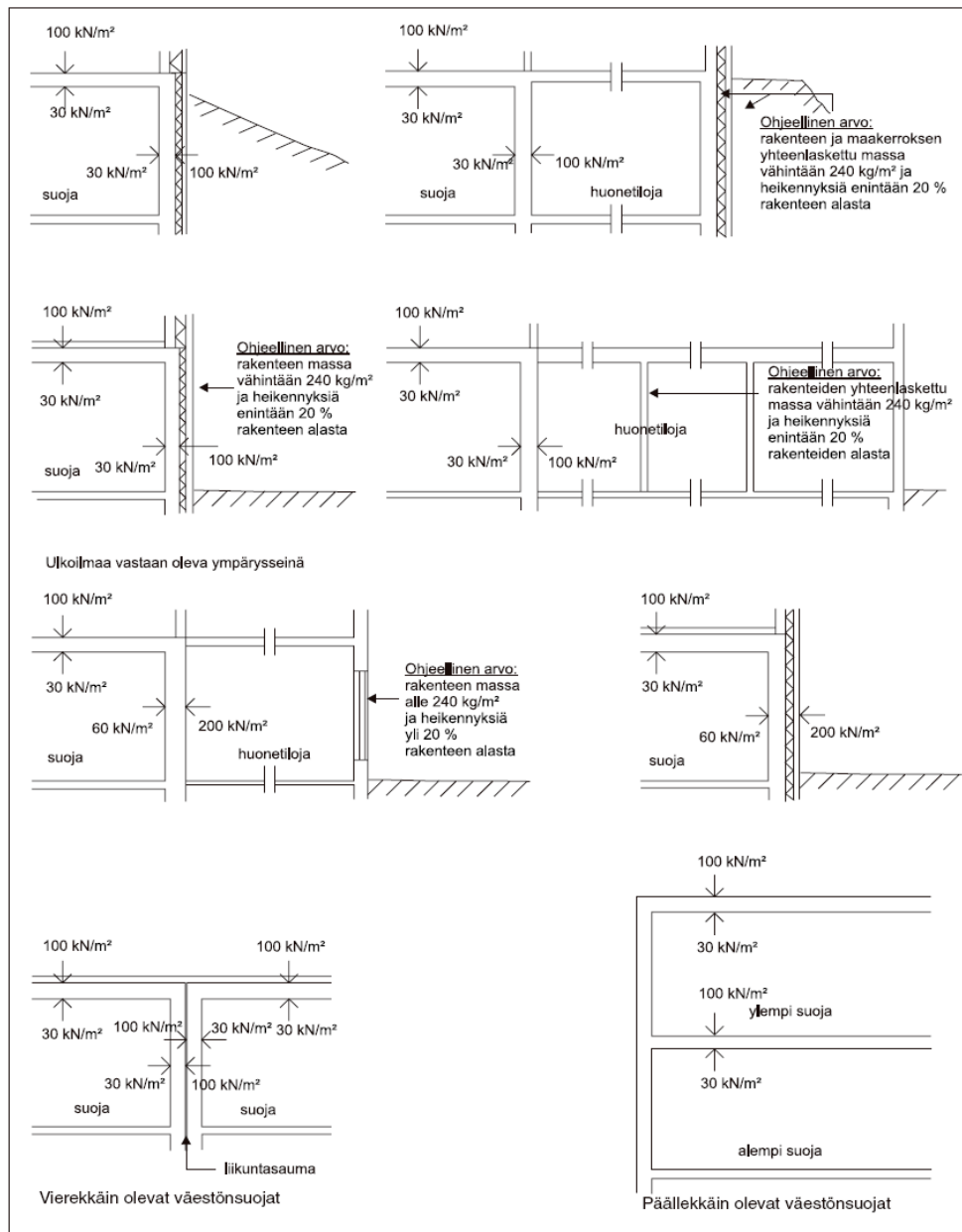
Väestönsuojan kantavat sisärakenteet on tehtävä teräsbetonista tai teräksestä. Väestönsuojan ympärysrakenteet tulee mitoittaa S1-luokan väestönsuojissa tavanomaisen kuormituksen lisäksi seuraaville, taulukossa 3 esitetyille, asevaikutuksen paineaallon aiheuttamille kuormituksille (kN/m²):

Taulukko 3. Mitoituskuormat /1/

	kN/m ²
Katto	100
Ympärysseinä, maanalainen tai raskaiden rakenteiden suojaama (< 240 kg/m²)	100
Ympärysseinä, maanpäällinen tai kevyiden rakenteiden suojaama (< 240 kg/m²)	200
Lattia, alapohja ulkoilmaa vastaan	100
Hätäpoistumiskäytävä	25

Nämä ja muut kuormitukset esitetään kuvassa 4. Kaikki väestönsuojan rakenteet on mitoitettava mielivaltaisesta suunnasta vaikuttavalle tärähdyskuormalle, joka vastaa vähintään väestönsuojan rakenteen massaa kaksinkertaisena. Sisäasiainministeriön asetuksessa säädetään /5/

- rakenteiden kuormituksesta ja mitoituksesta
- betonin laadusta ja raudoituksesta.



Kuva 4. Maanalainen tai siihen verrattavalla tavalla suojattu sekä ulkoilmaa vastaan oleva S1-luokan väestönsuojan katto, ympärysseinät ja ilmaa vasten oleva lattia tulee tavanomaisen kuormituksen lisäksi mitoitettava kuvassa esitetyille asevaikutuksen paineaallon aiheuttamille kuormille. K-luokan väestönsuojan katto, ympärysseinät ja ilmaa vasten oleva lattia on mitoitettava tavanomaisten kuormitusten lisäksi 25 kN/m² sortumakuormalle. Väestönsuojan kuormituksesta säädetään sisäasiainministeriön asetuksessa S1- ja K-luokan teräsbetoni- sista väestönsuojista 974/2001 (RT SM-21194) /4/

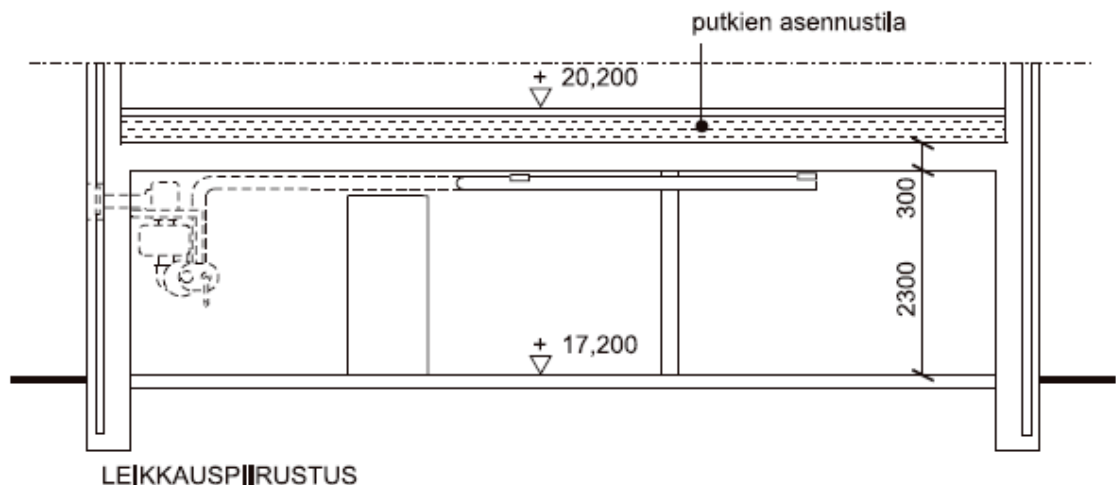
2.3.3.2 Rakenteiden paksuus

Läpivientien, ovien ja luukkujen standardimittojen vuoksi rakenteiden paksuuksien tulee olla vähintään S1-luokan väestönsuojassa seuraavat:

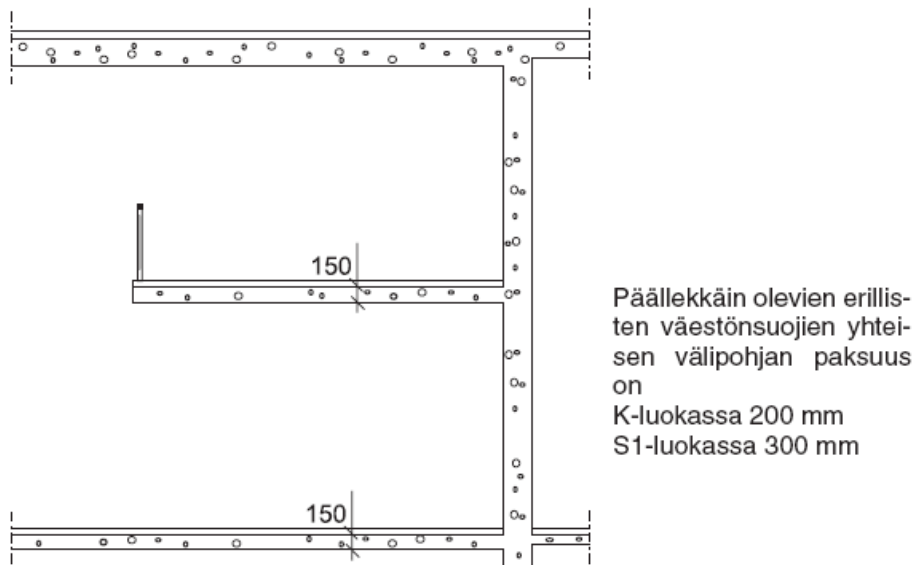
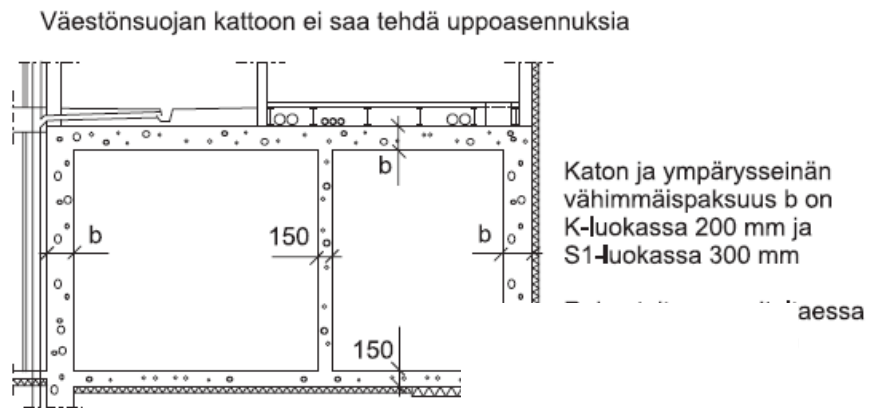
- Ympäryseinät ja katto ovat teräsbetonia. Niiden vähimmäispaksuus on 300 mm. Läpivientien ja ovien karmien standardimittojen vuoksi suositeltavat seinän paksuudet ovat 300 mm, 350mm ja 400 mm.
- Lattian ja kantavien teräsbetonisten väliseinien paksuus on 150 mm. Kaksikerroksisen väestönsuojan teräsbetonisen välipohjan paksuus on 150 mm. /5/

Ympäryseinäin tehtävät uppoasennukset

Väestönsuojan ympäryseinäin voidaan tehdä väestönsuojaan kuuluvia uppoasennuksia. Väestönsuojan kattoon ei saa tehdä uppoasennuksia. Mahdolliset väestönsuojan yläpuolella olevat LVIS-asennukset tehdään niille tarkoitettuun asennustilaan (kuvat 5 ja 6). /4/



Kuva 5. Leikkauspiirustus, jossa on näkyvissä putkien asennustila /4/



kaksikerroksinen väestönsuoja

Väestönsuojan lattian, kantavien teräsbetonisten väliseinien ja pilarien sekä kaksikerroksisen väestönsuojan teräsbetonisen välipohjan tulee olla vähintään 150 mm paksu (RT SM-21194).

Mikäli väestönsuojan kaikki seinät on kokonaan perustettu ja ankkuroitu kalliin, lattia voidaan tehdä 100 mm paksuksi

Kuva 6. Väestönsuojan rakenteiden paksuus /4/

2.3.4 Sirpalesuojaus

Väestönsuojan ovet, luukut ja venttiilit sekä muut laitteet suojataan sivulta tai ylhäältä suojaavilla rakenteilla sirpaleilta tai luodeilta, jotka tulevat 45°:n tai tätä jyrkemmässä kulmassa. Jos suojaavassa rakenteessa on aukko tai heikennys, muissa samaan suojaukseen kuuluvissa rakenteissa tällä kohtaa tarvitaan vastaavasti enemmän suojaavaa rakennetta. Suojaukseen saadaan laskea mukaan kaikki rakenteet, joiden etäisyys suojattavasta kohteesta on 10 m tai pienempi. Sirpaleenkestäviä hätäpoistumisaukon ilmanvaihdon sulkulaitteita ja suojaovia ei tarvitse suojata sirpaleilta. /4/

2.3.5 Säteilysuojaus

Väestönsuojaan kuuluvat tilat suojataan radioaktiiviselta säteilyltä. Säteilysuojaukseen lasketaan mukaan ympäryseinien lisäksi kaikki suojan ja ulkoilman välillä olevat kiinteät rakenteet, jotka suojaavat ympärysrakenteen pintaan kohdistuvalta säteilyltä. Suojan katon osalta otetaan lisäsuojauksena huomioon vain suoraan katon yläpuolella olevat rakenteet. /4/

3 TOTEUTUSTEKNIIKAT

3.1 Paikallavalutekniikka

Paikallavalutekniikka perustuu rakennuskohteessa paikan päällä tehtävään muottiin, sen raudoitukseen ja betonivaluun. Paikallavalutekniikka koostuu siis itse muottityöstä, raudoituksesta ja betonoinnista. Paikallavalussa kustannusten ja aikataulun kannalta oleellista osaa näyttelee ensiksi mainittu muottityö ja sen toteutus. Muotti voidaan toteuttaa monella erilaisella tavalla tai järjestelmällä. Muotti voidaan tehdä kappaletavarasta tai sitten voidaan hyödyntää muottikalustoa. Kappaletavarasta tehtäessä muottipintana toimii tavallisesti lauta tai vaneri ja tukirakenteena on yleensä puuta, joskus myös terästä. Käytännössä lautamuoteista on isojen pintojen osalta luovuttu. Väestönsuojan rakentamisen kannalta käytetyimpiä muotteja ovat valmismuotit, kuten kevyet kasettimuotit tai suurmuotit. Suurmuotti muodostuu kahdesta seinän korkuisesta muottipuoliskosta. Muotin nostamiseen tarvitaan nosturia. Muottien valupintana on

yleensä muottivaneri. Rungoltaan ne ovat terästä. Vanerit voidaan liittää toisiinsa ponttisaumoilla tai vaneri voi olla muotin kokoinen suurlevy. Kevyt kasettimuottikalusto on kevyttä käsiteltävää ja sitä voidaan asentaa käsivoimin. Muotit ovat kapeita, ja tästä johtuen niitä joudutaankin laittamaan useita vieretysten. Muottipinta on normaalisti muottivaneria ja rungon muodostaa puu-, alumiini-, tai teräskehikko. Työn teettäjä käyttää muottikalustoa Pirkanmaalla paikallavalettavissa väestönsuoja kohteissaan. He käyttävät mm. Malthusin kasettimuottikalustoa. Tämän kaluston rakentamis- ja toimintaperiaatteita on esitelty Malthusin omassa esitteessä (liite 3) /12/.

Raudoituksen osaltakin vaihtoehtoja löytyy useita. Perinteisen tankoraudoituksen ohella paikan päällä tehtävissä valuissa voidaan käyttää teollisia verkko- tai mattoraudotteita. Tankoraudoitus on yleisin rauditusmuoto väestönsuojia rakennettaessa. Myös verkkoraudoituksia hyödynnetään muun muassa väestönsuojan sirpaleverkkoina. Mattoraudoitusta sitä vastoin ei yleensä sovellu käytettäväksi väestönsuojan raudotteina, se on pikemminkin laajojen pinta-alojen raudote (kuva 7). Väestönsuojan osalta on huomioitava, että kaupunkien rakennusvalvontaviranomaiset saattavat rajoittaa verkkoraudotteiden käyttöä väestönsuojissa.



Kuva 7. Mattoraudoitusta käytännössä /11/

Paikallavalu kohteiden betonointi toteutetaan normaalisti pumppaamalla. Vaihtoehtona edellä mainitulle toimii nostoastiabetonointi. Nostoastiabetonointi saattaa olla hyvinkin kustannustehokasta, mikäli työmaan nostokalustoresurssit mahdollistavat nostoastioiden käytön, siten etteivät ne häiritse muuta työmaan toimintaa.

3.2 Elementtitekniikka

Elementtitekniikka perustuu muualla kuin rakennuspaikalla tehtäviin valmiiksi valetuihin betonielementteihin. Elementit valetaan sisätiloissa hyvin valvotuissa olosuhteissa, mikä mahdollistaa tuotteiden tarkan seurannan sekä johdonmukaisen laadun kehittämisen. Muun muassa betonin laatu varmistetaan elementtitehtailla huolella, mistä johtuen elementtitekniikan etuihin voidaan lukea materiaalien tasalaatuisuus.

Elementtitekniikkaan tai pikemminkin elementtirakentamiseen liittyvät työt ovat elementtien asennus, saumarauhoitus, muotitus, juotosbetonointi ja mahdolliset jälkityöt. Työmaatekniikalta elementtirakentaminen vaatii aina nostokalustoa ja tämä luetaankin, ainakin jossain määrin, tekniikan haittapuoleksi. Elementtirakentamisen etuihin kuuluu kuitenkin jo edellä mainittujen lisäksi nopeus. Itse elementtien pystyttäminen ei yleensä vaadi ammattitaitoiselta elementtiasennusryhmältä pitkiä aikatauluvarauksia. Elementtitekniikalla saadaan usein heti valmista pintaa, jolloin jälkitöiden osuuskin pienenee. Toisaalta mm. väestönsuojan holvia rakennettaessa kuorielementtien päälle joudutaan yleensä valamaan ja rauhoittamaan paikan päällä massiivinen betonilaatta, jolloin muodostuu liittorakenne. Tämä valu tekee holvielementtien asennuksesta karrikoiden sanottuna ”ylimääräisen” työvaiheen, kun elementti- ja paikallavalutekniikkaa verrataan keskenään.

Elementtityöt sitovat nostokaluston elementtiasennusryhmän käyttöön, minkä vuoksi kaluston käytönsuunnittelu nousee elementtirakentamisessa arvokkaaksi tekijäksi. Elementit voidaan tilata myös asennettuina. Tällöin kaluston kannalta ei yleensä tule ongelmia, koska asennustöiden tekijöillä on yleensä käytössään oma töihin soveltuva nosturi (esimerkiksi 45–70 tonnin autonosturi).

Työn teettäjä rakentaa väestönsuojiaan myös elementtipainotteisesti Pirkanmaan alueen ulkopuolella.

4 TUTKIMUSMENETELMÄT

4.1 Vertailulaskelmat

Rakentamistapavertailu paikallavalutekniikan ja elementtitekniikan välillä toteutettiin vertailulaskelmien kautta. Laskelmien pohjana toimivat toteutuneiden kohteiden tiedot. Vertailulaskelmien kannalta oleellisia tietoja olivat väestönsuojan koko, työhön käytetyt tunnit sekä hankkeen kustannustiedot. Materiaalia tutkintotyöhön toimittivat työn tilaaja sekä muutamat elementtien toimittajat, kuten Rakennusbetoni ja elementti Oy ja Hietalahti ja pojat Oy. Työn tilaajalta saatu tieto perustui tarkastelukohteiden kustannusarvioihin. Elementtitoimittajien osalta tiedot olivat tarjouksia elementtien toimitamisesta asennettuina. Elementtitoimittajien tarjouksista saatiin arvokasta tietoa, varsinkin kun otetaan huomioon tutkintotyön lähtökohdat. Nämä tiedot antoivat hyvän pohjan vertailulaskelmien arviointiin, koska elementtirakentamisen tarjoukset oli pyydetty jo toteutuneista paikallavalu kohteista.

Tutkintotyössä kustannusvertailu laajennettiin myös väestönsuojan korkeuteen ja tarkemmin ottaen täyskorkean (katon yläpinta 3000 mm) ja välitilallisen (katon alapinta normaalisti 2300 mm) väestönsuojien kustannuksiin. Käytännössä vertailu toteutettiin laskemalla 65 m²:n esimerkkikohteesta välitilan aiheuttamat lisäkustannukset, niin työn kuin materiaalienkin osalta. Lisäksi laskelmissa otettiin huomioon myös mahdollisesta kuivatuksesta aiheutuvat kulut. Laskelmieni pohjana on käytetty tavarantoimittajan, kuivausrakoitsijan sekä työn tilaajan antamia tietoja /6;8;9/. Tiedot koostuivat mm. kevytsorastuksen materiaali ja työ kustannuksista, välitila kuivatuskustannuksista normaaleissa olosuhteissa ja rakennusliikkeen omana työnä tehtävästä pintalaatan (80–100 mm teräsbetonilaatta) valutöistä. Osaksi laskelmissa on hyödynnetty myös Rakennustiedon Rakennusosien kustannuksia 2005 –kirjaa /3/.

4.2 Kyselykaavake

Teoreettisten vertailulaskelmien tueksi tutkimukseen haettiin laadullista informaatiota kyselykaavakkeen kautta. Kaavake on esitetty liitteessä 1 ja se sisältää yksikertaisia

rasti ruutuun -kysymyksiä ja kirjallisia osioita. Kysymykset käsittelevät rakennustapojen ja täyskorkean ja välitilallisen väestönsuojien eroja. Kysely teetettiin töiden eri as-teilla ja sitä kautta tutkimuksen näkökulmaa laajennettiin. Tutkimus teetettiin rakennusalan ammattilaisten keskuudessa.

5 TULOKSET

5.1 Paikallavalutekniikan ja elementtitekniikan vertailu

5.1.1 Paikallavalutekniikka

Paikallavalutekniikan hintatiedot perustuvat NCC Rakennus Oy:n kustannuslaskijan Jari Salon lähettämiin kustannusarvioihin kohteista As Oy Tampereen Kirjovehka ja As Oy Tampereen Pihjalanterttu. Yrityksen sisäisten menekki- ja hintatiedostojen sa-laamiseksi liitteessä 4 on esitetty kustannusarviot vain niiltä osin kuin väestönsuojan vertailulaskelmien kannalta on oleellista esittää. Kustannusarviot ovat vuosilta 2004–2006, joten niiden hintoja on korotettu rakennuskustannusindeksin mukaisesti. /13/. Liitteeseen 4 on kerätty paikallavalutekniikan osalta väestönsuojan rakentamiseen liit-tyvät työvaiheet. Seuraavassa on esitetty kustannukset eriteltyinä asunto-osaakeyhtiöittäin.

AS OY TAMPEREEN KIRJOVEHKA

Asunto-osaakeyhtiö Tampereen Kirjovehkan väestönsuoja on suuruudeltaan noin 38 m² ja se on rakennettu erilliseen rakennukseen. Rakennuksen yhteydessä on myös läm-mönjakohuone ja sähköpääkeskus. Väestönsuojan suojatila on mitoitettu 42 henkilö-lle. Tämä rakennus on esitelty pääpiirteittäin kuvissa 7 ja 8.

Tutkimuksen puitteissa selvitettiin paikallavalutekniikan muodostamat kustannukset esimerkkikohteesta As Oy Tampereen Kirjovehka. Paikalla valaen kustannuksia kertyi yhteensä 22 786 € (alv 0 %). Kustannukset koostuivat väestönsuojan rakentamiseen liittyvistä töistä, kuten muotti-, rauditus- ja betonointitöistä, sekä näihin töihin tarvittavista materiaaleista. Vertailukelpoisuuden vuoksi väestönsuojan kustannuksiin jouduttiin lisäämään myös väestönsuojan suojaoven (SO-1s) ja -luukun (HS-1s) aiheuttamat kustannukset. Lisäksi huomioon otettiin LVIS-läpiviennit ja ilmanotto yhdelle koneelle.

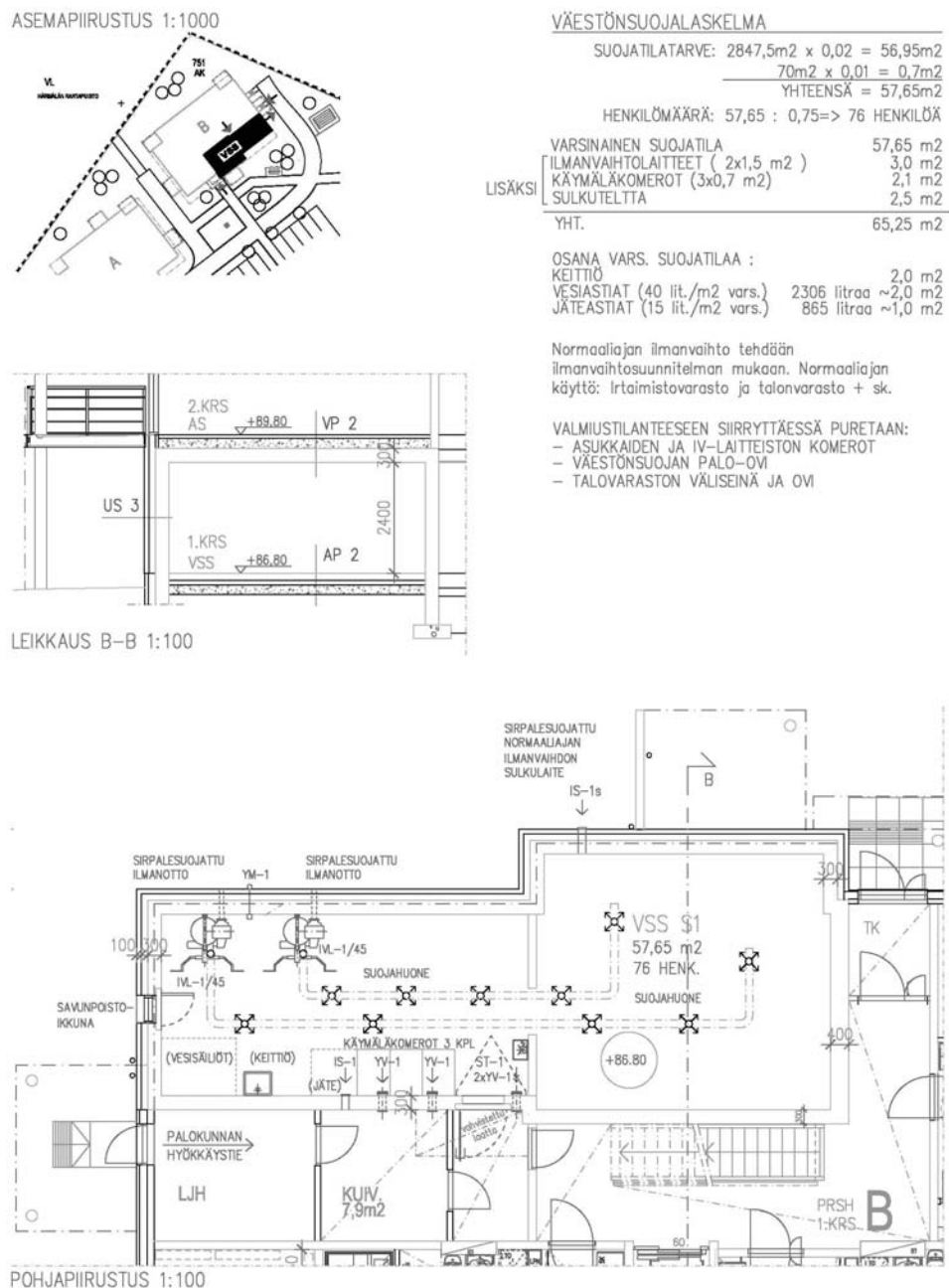
Vertailulaskelmista on jätetty pois laitteet ja varusteet, koska niiden hintaan ei toteutustavan valinnalla voida vaikuttaa. Periaatteessa näiden hintojenhan pitäisi pysyä samana niin paikallavalu- kuin elementtitekniikankin osalta. Todellisuudessa kuitenkin asiaan vaikuttavat yritysten väliset sopimukset. Esimerkiksi väestönsuojaelementtien toimittajilla, jotka tilaavat laitteita ja varusteita usein, voi olla suuremmat alennusprosentit kuin rakennusliikkeillä. Yhtälö on ihan yhtä hyvin mahdollinen toisinkin päin. Edun saajana voi olla rakennusliikekin.

Vertailun kannalta oli tärkeää laskea mukaan myös edellä mainituista töistä kertyvät työntekijöiden sosiaalikulut. Sosiaalikulut laskettiin asunto-, toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry:n internetsivuilla esitettyjen prosenttien mukaan /10/. NCC Rakennus Oy:n kustannusarviossa oli esitetty sosiaalikuluisi 63 %. Tämä prosentti perustuu kuitenkin heidän omaan järjestelmäänsä, jossa sosiaalikuluihin kuuluvia asioita, kuten työvaatteita, matkakorvauksia yms. kirjataan erikseen. Toisin sanoen ne eivät sisälly 63 %:iin. Kun näitä asioita ei hinnoitella erikseen, tulee sosiaalikuluprosenttina käyttää RAKLI ry:n sivuilta löytyvää 70 %, jotta päästään totuudenmukaisiin tuloksiin. Laskelmien lopputuloksena sosiaalikulusta saatiinkin yksi isommista yksittäisistä kustannuseristä. Tämän kaltaisissa vertailulaskelmissa, missä lasketaan aliurakoituja töitä ja omia töitä rinnakkain, on erittäin tärkeää muistaa huomioida juuri sosiaalikulut sekä muut välillisesti vaikuttavat kustannukset. Välillisinä kustannuksina laskettiin vielä työmaantekniikan kustannukset. Työmaatekniikan aiheuttamat kustannukset on arvioitu kyselykaavakkeiden mukana tulleen yrityksen sisäisen vertailulaskelman pohjalta /7/. Vertailun kohteena oli ollut 136 m²:n paikallavalettu väestönsuoja, joten työmaateknisiä kustannuksia jouduttiin tietysin osin suhteuttamaan Kirjovehkan 38 m²

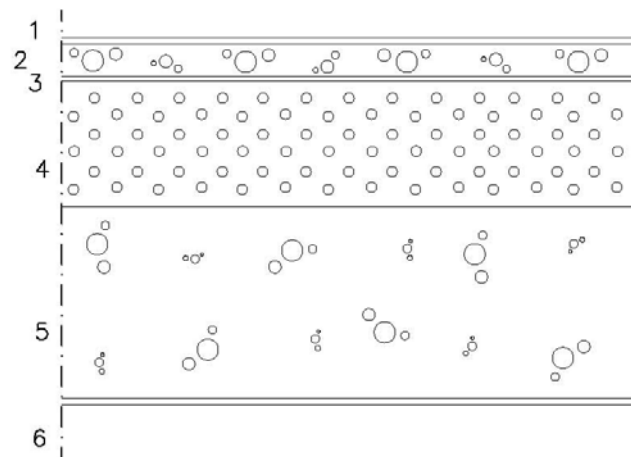
väestönsuojaan. Edellisen perusteella työmaateknisten kustannusten suhteelliseksi osuudeksi arvioitiin tämän kohteen osalta 15 %. Paikallavalutekniikan kustannuslaskelmiin lasketut kustannukset on esitetty eriteltyinä liitteessä 4.

AS OY TAMPEREEN PIHLAJANTERTTU

Asunto-osakeyhtiö Tampereen Pihlajantertun väestönsuoja on sijoitettu nelikerroksisen talon ensimmäiseen kerrokseen ja se on suuruudeltaan 66 m². Väestönsuojan suojatila on mitoitettu 76 henkilölle. Kohde on esitelty pääpiirteittäin kuvissa 9 ja 10.



Kuva 9. Pihlajantertun väestönsuojan asema-, leikkaus- ja pohjapiirustus sekä väestönsuojalaskelma



- 80mm 1 PINTAKÄSITTELY HUONESELITYKSEN MUKAAN
2 PINTABETONI BY45 LUOKKA C-4-30,
TERÄSTYS: VERKKO 5-150 B 500 K
3 SUODATINKANGAS
220mm 4 KEVYTSORA KS820, RAEKOKO 8...20 mm,
300mm 5 TERÄSBETONILAATTA RAKENNEPIIRUSTUSTEN MUKAAN
6 PINTAKÄSITTELY HUONESELITYKSEN MUKAAN

Kuva 10. Pihlajatertun väestönsuojan kattorakenne

Pihlajatertun väestönsuojan rakentamiskustannuksiksi saatiin määritettyä paikallavalutekniikalla 32 659 €(alv 0 %). Kustannukset koostuivat väestönsuojan rakentamiseen liittyvistä töistä ja materiaaleista. Koska elementtitoimittajan tarjoushinta sisälsi väestönsuojan suojaoven (SO-1s) ja -luukun (HS-1s), jouduttiin kyseiset kustannukset lisäämään paikallavalutekniikankin kustannuksiin. Lisäksi laskelmissa huomioitiin LVIS-läpiviennit ja ilmanotto kahdelle koneelle.

Toteutustapojen vertailukelpoisuuden vuoksi laitteet ja varusteet jätettiin laskuista pois myös As Oy Tampereen Pihlajatertun osalta.

Paikallavalutekniikan kokonaiskustannuksia merkittävästi nostavat sosiaalikulut (70 %) ja työmaatekniset kustannukset (15 %) huomioitiin kuitenkin laskelmissa. As Oy Tampereen Pihlajatertun kustannustenvertailun tuloksena esille nousi, vielä As Oy Tampereen Kirjovehkaankin tarkemmin, sosiaali- ja työmaateknistenkustannusten merkitys kokonaiskustannuksiin. Laskelmat osoittavat, että sosiaali- ja työmaateknistenkustannusten aiheuttama kustannuserä on tässä kohteessa yli 21 % väestönsuojan rakentamisen kokonaiskustannuksista. Työmaatekniset kustannukset on arvioitu sa-

moin perustein kuin As Oy Tampereen Kirjovehkankin osalta. Paikallavalutekniikan kustannuslaskelmiin lasketut kustannukset on esitetty eriteltyinä liitteessä 4.

5.1.2 Elementtitekniikka

Elementtitekniikan osalta hintatiedot perustuvat Rakennusbetoni- ja elementti Oy:n tuotepäällikön Eeva Konstin lähettämiin tarjouksiin kohteista As Oy Tampereen Kirjovehka ja As Oy Tampereen Pihlajanterttu. Rakennukset on esitetty pääpiirteittään kuvissa 7–10. Tarjoukset on annettu S1-luokan maanpäällisistä väestönsuojista asennettuina. Tarjoukset on esitetty, toimitusehtoineen liitteessä 5. Elementtitekniikan osalta kokonaiskustannukset on kerätty liitteeseen 4. Seuraavassa on esitetty kustannukset eriteltyinä asunto-osakeyhtiöittäin.

AS OY TAMPEREEN KIRJOVEHKA

As Oy Tampereen Kirjovehkan kokonaiskustannuksiksi elementtitekniikalla toteutettuna kertyy 21 400 €(alv 0 %). Kustannus sisältää tarjouksessa esitetyn hinnan lisäksi tilaajan toimittaman betonimassan, jonka menekki saumoihin ja kattolaatan jälkivaluihin on noin 15 m³. Laskelmissa elementtitekniikan osalta on huomioitava että Rakennusbetoni- ja elementti Oy:n tarjoukset sisältävät väestönsuojan suojaoven (SO-1s) ja -luukun (HS-1s) sekä LVIS-läpiviennit ja ilmanoton yhdelle koneelle. Lisäksi on huomioitava että tarjous sisältää myös elementtientoimittajan oman 45–70 tonnin autonosturin kustannukset.

Rakennusbetoni- ja elementti Oy on sisällyttänyt kokonaistarjoukseensa myös laitteiden ja varusteiden lisähinnat. Vertailutuloksen parantamisen vuoksi nämä kustannukset on kuitenkin jätetty pois laskelmista. Varusteista ja laitteista koostuvien hintojen, kuten jo paikallavalutekniikan osalla todettiin, pitäisi pysyä samana rakennustavasta riippumatta.

AS OY PIHLAJANTERTTU

As Oy Tampereen Pihlajantertun kokonaiskustannuksiksi elementtitekniikalla toteutettuna kertyy 37 530 €(alv 0 %). Kustannus sisältää tarjouksessa esitetyn hinnan lisäksi tilaajan toimittaman betonimassan, jonka menekki saumoihin ja kattolaatan jälkivaluihin on noin 19 m³. Pihlajantertun osalta Rakennusbetoni- ja elementti Oy:n tarjoukset sisältävät myös väestönsuojan suojaoven (SO-1s) ja -luukun (HS-1s) sekä LVIS-läpiviennit ja ilmanoton kahdelle koneelle. Hinta sisältää elementtitoimittajan oman 45–70 tonnin autonosturin kustannukset. As Oy Tampereen Pihlajantertun osaltakin laitteiden ja varusteiden hinnat on jätetty huomioimatta.

5.1.3 Rakennustapojen vertailu

Tämä kappale sisältää tulosten vertailun. Vertailun tulokset perustuvat edellä esitettyjen kappaleiden (5.1.1 ja 5.1.2) sekä liitteen 4 tuloksiin. Rakennustapavertailun tulokset on esitetty seuraavassa asunto-osakeyhtiöittäin.

AS OY TAMPEREEN KIRJOVEHKA

Asunto-osakeyhtiö Tampereen Kirjovehkan osalta rakennustapojen vertailun lopputulokset on esitetty taulukossa 4 ja liitteessä 4. Taulukon tiedoista käy ilmi, että kyseessä oleva S1-luokan maanpäällinen 38 m² väestönsuoja on lähes yhtä kallis toteuttaa rakennustavasta riippumatta. Tutkimuksen mukaan paikallavalutekniikalla toteutettuna väestönsuojan rakentamiskustannukset nousevat noin 6,1 % kalliimmiksi elementtitekniikkaan nähden. Tutkimuksen kannalta ei tosin voida sanoa, onko paikallavalun hinta ihan todellinen, koska se perustuu kustannusarvioon. Kustannusarviosta voi helposti jäädä huomioimatta joitakin vaiheita. Tutkimus piti alun perin tehdä toteutuneiden paikallavalukustannusten ja elementtitarjouksien välillä. Tutkimuksen edetessä todettiin, ettei toteumatietojen litterointi mahdollista vertailun tekemistä. Näin oli mielekkäämpää käyttää vertailulaskelmien pohjana eriteltyjä kustannusarvioita. Aiheesta lisää tulosten tarkastelu -osiossa.

Taulukko 4. Kirjovehkan 38 m²:n väestönsuojan rakentamistavan vertailutulokset

LOPPUTULOKSET	HINTA €	€/m²
Paikallavalutekniikka	22 786	349
Elementtitekniikka	21 400	328
EROTUS	1 386	21

AS OY PIHLAJANTERTTU

Asunto-osakeyhtiö Tampereen Pihlajantertun osalta rakennustapojen vertailun lopputulokset on esitetty taulukossa 5 ja liitteessä 4. Vertailulaskelmat osoittavat että Pihlajantertun tapauksessa kyseessä oleva S1-luokan maanpäällinen 66 m²:nen väestönsuoja on kustannustehokkaampaa toteuttaa paikallavalutekniikalla. Laskelmien mukaan elementtitekniikka on 15 % kalliimpaa kuin paikallavalutekniikka. Tutkimustulos poikkeaa edellisen tarkastelun tuloksista huomattavasti. Tutkimuksen kannalta ei tosin edelleenkään voida esittää paikallavalun kustannustietoja todellisina, koska ne perustuvat kustannusarvioon. Edelliset laskelmat osoittavat kuitenkin, että lopulliseen rakentamistekniikoiden väliseen hinnaneroon vaikuttaa vahvasti työmaantekniset kustannukset. Aihetta on pohdittu tarkemmin tulosten tarkastelu -osiossa.

Taulukko 5. Pihlajantertun 66 m²:n väestönsuojan rakentamistavan vertailutulokset

LOPPUTULOKSET	HINTA €	€/m²
Elementtitekniikka	37 530	575
Paikallavalutekniikka	32 659	500
EROTUS	4 871	75

5.1.4 Kyselykaavake

Kyselyyn vastasi 15 kpl rakennusalan ammattilaisia, heistä rakennusliikkeen edustajia oli kahdeksan, elementtien toimittajia kolme ja konsultteja neljä. Lisäksi kyselyyn osallistui yksi oppilaitoksen edustaja. Kyselykaavakkeen otanta jäi niin pieneksi, ettei tutkimuksen luotettavuuden kannalta kyselystä voida tehdä mitään mittavia analyyssejä. Seuraavassa on esitetty kuitenkin kysymyksistä selvästi nousseita kannanottoja. Kyselykaavakkeiden vastausten mukaan elementtitekniikkaa pidetään noin 20–30 % nopeampana toteutusmuotona. Taloudellisen tarkastelun osalta vastanneista puolet arvioi

paikallavalutekniikan 10–20 % halvemmaksi kuin elementtitekniikan. Toiset puolet taas arvioi elementtitekniikan 1–10 % halvemmaksi kuin paikallavalutekniikan. Nämä vastaukset ovat tutkimuksen kannalta mielenkiintoisia, koska ne osoittavat todella tarkasti samankaltaista hajontaa kuin edellä lasketut tutkimustuloksetkin.

Paikalavalutekniikan ongelmiksi vastanneet luettelevat aikatauluun ja laatuun sekä työvoiman löytämiseen ja ammattitaitoon liittyvät ongelmat. Vastaaviksi ongelmiksi elementtitekniikan osalta nousevat toimitusajat, kustannukset sekä elementtien paino ja nosturin tarve. Paikallavalutekniikan eduiksi sitä vastoin luetaan toteutusmuodon työllistävä vaikutus, rakenteellinen tiiveys ja soveltuvuus monimuotoisiin kohteisiin ja kustannukset. Elementtitekniikan etuja ovat toteutustekniikan nopeus, laatu ja se että työmaalla tarvitaan vain vähän työvoimaa väestönsuojan toteuttamiseksi.

5.2 Korkeuden vertailu

5.2.1 Vertailulaskelma

Seuraavassa on esitetty väestönsuojan korkeuden aiheuttamien kustannusten vertailulaskelmien kulku ja niihin liittyvät vaiheet sekä laskelmiin vaikuttavat muuttuvat tekijät. Laskelman tulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 2.

Vertailu tehtiin täyskorkean ja välitilallisen väestönsuojan välillä siten, että laskettiin välitilallisen väestönsuojan aiheuttamat lisäkustannukset. Laskelmien pohjana toimi 65 m²:n esimerkkikohde (As Oy Tampereen Pihlajanterttu), joka on esitelty pääpiirteittäin kuvissa 9 ja 10.

Laskelmien pohjaksi tehtiin kaksi erilaista rakennevaihtoehtoa, joilla pyrittiin selvittämään rakenteellisten kerrospaksuuksia vaikutusta kokonaishintaan. Ensimmäinen vaihtoehto vastaa rakenteiltaan esimerkkikohteen rakenteita ja se on kevyempi ratkaisu. Tämän vaihtoehdon rakenneratkaisut jättävät välitilan LVISA – asennuksilla ja muille vastaaville hieman vähemmän tilaan kuin toinen vaihtoehto, mutta tästä johtuen se taas mahdollistaa väestönsuojan sisäkorkeudeksi 2,4 m. Toinen vaihtoehtoista

on rakenteiltaan samanlainen kuin ensimmäinenkin, ainoastaan rakennekerrosten paksuudet vaihtelevat ja siitä johtuen myös sisäkorkeus on 2,3 m jälkimmäisessä vaihtoehdossa. Vaihtoehdot on esitetty taulukoissa 6 ja 7.

Taulukko 6. Vaihtoehto 1, kevytsoraa 220 mm + teräsbetoni-laatta 80 mm

Rakenteet:

Sisäkorkeus	2,4 m
Kattolaatan vahvuus	0,3 m
Välitilan täyttö	0,22 m
Pintalaatta	0,08 m
Kerroskorkeus	3 m

Taulukko 7. Vaihtoehto 2, kevytsoraa 300 mm + teräsbetoni-laatta 100 mm

Rakenteet:

Sisäkorkeus	2,3 m
Kattolaatan vahvuus	0,3 m
Välitilan täyttö	0,3 m
Pintalaatta	0,1 m
Kerroskorkeus	3 m

Sisäkorkeus ja kattolaatan vahvuus voidaan tässä vaiheessa sulkea pois vertailulaskelmista, koska ne eivät ole kustannuksia lisääviä tekijöitä. Kyseiset tekijät eivät vaikuta vertailulaskelmaan, sillä myös täyskorkeassa väestönsuojassa katon vahvuutena on sama 300 mm ja toisaalta myös 2,3 m:ä tai 2,4 m:ä korkeissa väestönsuojissa joudutaan seinät rakentamaan normaalisti 3 m:in asti.

Rakenteiden osalta laskettiin sekä töiden että materiaalien aiheuttamat kustannukset ja nämä kustannukset on esitetty liitteen 2 taulukossa. Taulukosta voidaan lukea välitilaan liittyvät työt ja niiden kustannukset. Tässä kohteessa työt koostuivat kevytsorastuksesta ja sen päälle valettavasta teräsbetoni-laatan betonointitöistä. Materiaalien osalta taulukkoon on kerätty kevytsoran, suodatinkankaan, raudoituksen ja betonoinnin aiheuttamat kustannukset. Välitilan laskuista on voitu jättää pois mm. putkien asennus- ja materiaalikustannukset, koska myös täyskorkea väestönsuoja vaatii putkitukset, tavalla tai toisella, tehtäväksi.

Välitilan toteuttaminen on yleensä, kuten jo johdannossa mainittiin, vaikea toteuttaa logistisesti. Mikäli välitilan sorastukset yms. toteutetaan rungon sisällä, on materiaaleja hankala saada tilaan. Jos taas välitilan täyttö tehdään taivasalla, on välitila erittäin

vaikea pitää kuivana, josta seuraa lisää logistisia ongelmia. Vaikka töitä ei jouduttaisi-kaan tekemään taivasalla, joudutaan välitilasta silti usein poistamaan rakenteellista kosteutta. Näin ollen rakenteellisten kustannusten lisäksi on tutkimuksen kannalta oleellista, että vertailulaskelmissa otetaan huomioon myös nämä kuivatuksesta aiheutuvat välilliset kustannukset. Välitilaan kosteusongelmia saattavat aiheuttaa sääolosuhteet tai sitten jo edellä mainittu rakenteisiin sitoutunut kosteus. Kertyvätkä kosteusongelmat sitten tavalla tai toisella, aiheuttavat ne toimenpiteitä, jotka lisäävät hankkeen kokonaiskustannuksia. Nämä toimenpiteitä aiheuttavat tekijät tunnistetaan yleensä työmaalla, mutta mm. nykyrakentamisen kireät aikataulut ”estävät” asioihin puuttumisen. Loppujen lopuksi tällaisella toiminnalla ei kuitenkaan voiteta mitään, kun virheet joudutaan kuitenkin ennemmin tai myöhemmin korjaamaan esimerkiksi ta-kuukorjauksina.

Kuivatuksen osalta tutkimukseen saatiin hintatietoa kuivaukseen erikoistuneen urakoitsijan kautta /8/. Heidän edustajansa tietojen mukaan näitä hintoja voidaan käyttää, mikäli kyseessä on normaali, helpporakenteinen väestönsuoja, jossa on normaalit olosuhteet. Normaaleilla olosuhteilla tässä tarkoitetaan sitä, että poistetaan rakenteista vain normaalia kosteutta (ns. rakennusprosessin tuottamaa kosteutta) eikä esimerkiksi kattolaatan päältä jouduta poistamaan ”vapaata” vettä. Periaatteena on kuitenkin, että vesi poistetaan vetenä ja rakenteisiin sitoutunut kosteus poistetaan höyrystämällä. Mikäli rakenteet sisältävät myös vapaata vettä, venyy kuivatusaika tietysti melko pitkäksi. Mikäli lähtökohtana taas pidetään normaaleja olosuhteita, voidaan kuivatusajaksi arvioida noin 2-3 viikkoa ja kuivatuskalustoksi riittää yksi keskikokoinen ilman-kuivain ja kaksi korkeapainepuhallinta. Tällä kalustolla pystytään välitilaan rakentamaan kaksi erillistä kuivauslinjaa, joihin ohjataan ilmankuivaimen tuottama lämmin ja kuiva ilma.

Pääperiaatteessahan välitilankuivatus tapahtuu siten, että edellä mainitun kaluston avulla lämmintä, kuivaa ilmaa johdetaan läpi kevytsorastuksen ja tätä kautta kosteutta siirretään pois rakenteista. Käytännössä toteutustapoja on monia. Yksi melko yleisesti käytetty tapa on asettaa välitilan kevytsorastukseen salaojaputkia jo rakentamisvaiheessa ja hyödyntää näitä sitten kuivatuksen aikana. Salaojaputkien hyöty piilee siinä, että kun ilmaa johdetaan salaojaputkien kautta, se leviää salaojaputkessa olevien reiki-

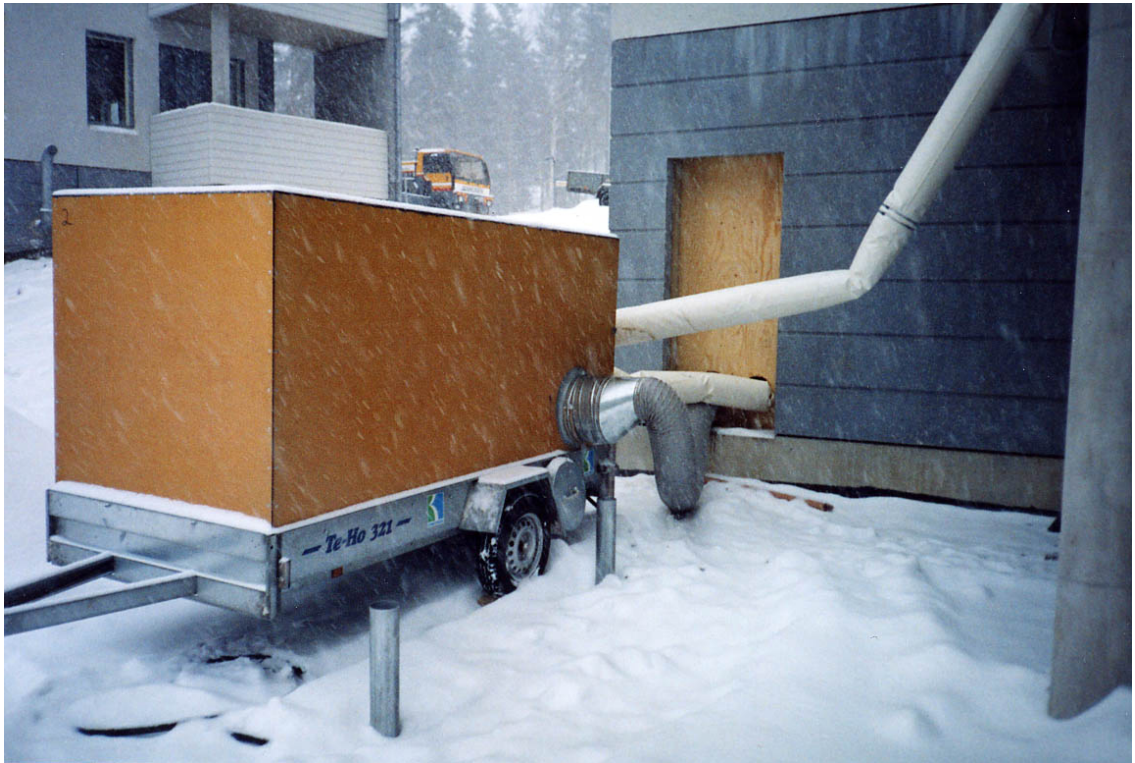
en ansiosta tasaisemmin koko välitilaan ja täten tehostaa kuivatusta. Toinen tapa toteuttaa kuivatus on asettaa kiinteä putki kuivattavan osan alapintaan, ja puhaltaa sitä kautta lämmintä ja kuivaa ilmaa välitilaan. Periaate on siis aivan sama kuin ensimmäisessäkin vaihtoehdossa, mutta tästä jää pois salaojien asennusvaihe. Täten voidaan säästää hieman työkuluissa, mutta kuivatuksen osalta euroja kertyy enemmän, koska kuivatus ei näin ole aivan niin tehokasta. Jälkimmäisen vaihtoehdon osalta on myös huomattava, ettei kiinteää putkea aseteta väestönsuojan kattolaattaan, koska jo suunnittelun perusteissahan kielletään tekemästä uppoasennuksia väestönsuojan kattoon.

Kuivatuslaskelmat sisältävät kaluston rahtikustannukset, jotka koostuvat kolmesta työmaakäynnistä (asennus, välimittaus ja purku). Rahtien osalta hinnat on laskettu kuivausurakoitsijan ilmoittaman maksimi kuljetusmatkan mukaan, joka on 30 km. Rahtien lisäksi kuivatuskuluihin täytyy laskea työkulutkin, jotka koostuvat kuivatuslinjojen rakentamisesta ja purusta sekä seurantakäynnistä. Nämä työt voidaan teettää myös tilaajan toimesta. Mutta koska tutkimusta tehtäessä käytössä ei ollut yrityksen menekkitiedostoja kyseisille töille ja eikä tietoa yrityksen tietotaidosta kustannustehokkaiden kuivatuslinjojen rakenteluun löytynyt, laskelmissa käytettiin ammattilaista ja hänen antamia tietoja. Edellisten vaiheiden lisäksi laskettiin vielä kuivatuksen osalta välilliset kustannukset, jotka koostuivat kuivatuskaluston vaatiman sähkönkulutuksen aiheuttamista kustannuksista. Näiden laskelmien lopputulokset on esitetty taulukossa 8.

Taulukko 8. Kuivatuksen liittyvät kustannukset arvonlisäveroineen 22 %.

Kuivatuskalusto	21 vrk	25 €/vrk	=	525 €
Rahdit ja seuranta 3 x max. 30 km/suunta	180 km	0,85 €/km	=	153 €
Kuivatuslinjojen rakentaminen	8 h	42 €/h	=	336 €
Kuivatuslinjojen purku	4 h	42 €/h	=	168 €
Seurantakäynnit	3 h	42 €/h	=	126 €
Sähkön kulutus 4kW	2016 kWh	0,15 €/kWh	=	302 €
YHTEENSA				1610 €

Kuivatuslinjoja rakennettaessa tulee huomioida myös kuivatuskaluston vaatimat tarpeet. Kuvassa 11 on esitetty, miten monimuotoisiakin ratkaisuja voidaan välillä joutua soveltamaan. Kuvassa 12 on esitetty normaali ilmankuivan.



Kuva 11. Kuivatuskaluston ja -linjastojen osalta voidaan joutua käyttämään, mitä moni muotoisempia variaatioita.



Kuva 12. Kuivatuskalustona käytettävä ilmankuivain.

LASKELMIEN LOPPUTULOKSET

Korkeuden tai pikemminkin välitilan aiheuttamat lisäkustannukset on kaikkine kului-
neen esitetty seuraavassa taulukossa 9. Taulukossa on työ- ja materiaalikustannukset
sekä kuivatuskustannukset esitettynä kahden eri vaihtoehdon osalta. Taulukossa kulut
on laskettu yhteen ja lopuksi ne on esitetty vielä €/m²-muodossa, jolloin saadaan jon-
kinlainen käsitys kokonaishinnoista erikokoisissa kohteissa.

Taulukko 9. Laskelmien lopputulokset, välitilan aiheuttamat kustannukset 65 m²:n esimerkkikohteessa.
Hinnat sisältävät arvonlisäveron 22 %.

Vaihtoehto 1, kevytsoraa 220 mm + teräsbetoni-laatta 80 mm

Materiaalien aiheuttama lisäkustannus	1505 €		
Työn aiheuttama lisäkustannus	477 €		
Kuivatus	1610 €		
YHTEENSA	3593 €	=	55 €/m²
(ilman kuivatusta)	1982 €	=	30 €/m ²

Vaihtoehto 2, kevytsoraa 300 mm + teräsbetoni-laatta 100 mm

Materiaalien aiheuttama lisäkustannus	1895 €		
Työn aiheuttama lisäkustannus	477 €		
Kuivatus	1610 €		
YHTEENSA	3983 €	=	61 €/m²
(ilman kuivatusta)	2372 €	=	36 €/m ²

Kyseiset kustannukset, tarkistutettiin kuivatuksen osalta vielä alan ammattilaisella.
Heidän edustajansa mukaan neliöhinta on kuivatuksen osalta, ainakin suuruusluokal-
taan, oikean suuntainen. Hän ilmoittaa, että kyseistä neliöhintaa voidaan soveltaa ta-
vallisille 50–100 m²:n väestönsuojille, mikäli kyseessä on normaali helpporakenteinen
väestönsuoja, jossa on jo edellä mainitut normaalit olosuhteet. Hinnan suoraan verran-
nollista käyttäytymistä selittänee osaltaan se, että laskelmissa käytetyn keskikokoisen
ilmakuivaimen teho on noin 270 m³/h, jolloin se riittää hyvin myös hieman isompiin
sovelluksiin. Aiheesta lisää vielä tulosten tarkastelu -osiossa.

5.2.2 Kyselykaavake

Kyselykaavakkeen vastauksilla pyrittiin hakemaan arvokasta tietoa käsiteltäessä aihetta, jossa asioita ei suoranaisesti voitu samalle viivalle vetää. Rakennustapojen erot kun, esimerkiksi LVI-tekniikan osalta, ovat niin erilaisia, että yleensä rakennuskohhteessa ei tule kysymykseen kuin vain toinen näistä vaihtoehdoista. Toisin sanoen yleensä ei voida laskea kustannustehokkuutta näiden toteutustapojen välille, koska on tavanomaista, että jo suunnitteluvaiheessa määräytyy, kumpi vaihtoehdoista voidaan toteuttaa. Eikä näin päästä enää, esimerkiksi urakkahintaa annettaessa, vaikuttamaan rakennustavan valintaa.

Mittavia analyyseja ei päästy tekemään korkeuden vertailunkaan osalta, koska kuten jo rakentamistapojen vertailun osalla todettiin, kyselykaavakkeen otanta jäi liian pieneksi. Seuraavassa on esitetty kuitenkin korkeuteen ja välitilaan liittyvien kysymysten osalta selvästi nousseita kannanottoja.

Kyselyyn vastanneiden mielestä täyskorkea väestönsuoja on kustannustehokkuuden, aikataulun, logistiikan ja toteutuksen kannalta parempi vaihtoehto, mutta rakenteellisesti välitilallinen vaihtoehto nähdään parempana. Välitilallisen väestönsuojan ylivoimaisesti suurimmaksi eduksi nousee välitilan mahdollistama LVIS-asennusten helpous. Haittapuolina tuodaan esille, korkeustutkimuksen osalta kolme tärkeintä seikkaa. Välitilan toteuttaminen vaatii monta työvaihetta ja lisää näin kustannuksia. Täytön sisältämä rakennekosteus aiheuttaa kuivatustoimenpiteitä. Välitilan logistiikka tuottaa ongelmia. Täyskorkeana toteutettuna väestönsuojan eduksi voidaan lukea työvaiheiden väheneminen ja helpottuminen. Etuihin kuuluu myös se, että työt tulevat kerralla valmiiksi ja nopeamman toteutuksen vuoksi jatkotoimenpiteet helpottuvat. Haittapuolina vastaajat näkevät LVIS-asennusten vaikeamman toteutuksen. Haittoiksi luetellaan myös ison massiivisen kattovalun aiheuttamat ongelmat, kuten kuivuminen ja halkeilut sekä mahdolliset jälkityöt.

6 TULOSTEN TARKASTELU

6.1 Paikallavalun ja elementtirakentamisen vertailu

Paikallavalu- ja elementtitekniikan vertailulaskelmien tuloksiin tulee suhtautua tietyin varauksin. On itsestään selvää, ettei vertailu ole täydellinen ja näin sen perusteella ei tulekaan vetää äärimmäisyyksiin meneviä johtopäätöksiä. Jo lähtötiedoissa esiintyy laskelmien lopputuloksiin vaikuttavia epätarkkuustekijöitä. Tutkimus oli tarkoitus toteuttaa alun perin vertaamalla toteutuneiden kohteiden tietoja keskenään. Tarkoituksena oli kerätä erikokoisten ja eri tekniikoilla toteutettujen kohteiden kustannus ja aikataulutietoja vertailutaulukkoon ja laskea sitä kautta toteutustavoille luotettavat, keskimääräiset kustannukset ja työhön käytetyt tunnit per neliometri. Tietojensaanti muodostui kuitenkin tutkimuksen kannalta ongelmaksi. Näin tutkimus toteutettiin sillä aineistolla, mitä tutkimuksen käyttöön saatiin. Paikallavalun osalta tiedot perustuivat kustannusarvioihin ja elementtien osalta tiedot olivat tarjouksia, joten tutkimukset on tehty joka tapauksessa enemmän tai vähemmän hypoteettisten laskemien pohjalta.

Vertailulaskelmien tuloksia voidaan manipuloida suuntaan tai toiseen työmaateknisten kustannusten kustannuserällä. Työmaatekniset kustannukset, kuten tulosten osalta huomattiin, vaikuttavat paljon paikallavalutekniikan kokonaiskustannuksiin. On siis oleellista, että kun vedetään johtopäätöksiä vertailun kohteena olevien rakennustapojen välille, tulee huomioida tarkoin niiden aiheuttamat työmaatekniset kustannukset. Työmaakustannuksetkin kun ovat aina työmaakohtaiset, eikä aina voida esittää kustannuserän suuruudeksi näissä laskelmissa käytettyä 15 %.

Vertailun kannalta oli tärkeää, että vertailtavat tulokset normeerattiin samalle tasolla rakennuskustannusindeksillä. Mikäli tuloksia olisi verrattu suoraan keskenään, olisi yleinen noususuhdanteen huomioitta jättäminen laskenut paikallavalun kustannuksia merkittävästi (10–15 %). Näin tuloksetkin olisivat vääristyneet huomattavasti. Kokonaistarkastelun kannalta täytyy muistaa myös taloudellisen tarkastelun ohella nostaa pohdintaan mukaan myös ajallinen tarkastelu. Mikäli valitulla rakennustavalla voidaan lyhentää koko urakan kestoa, saadaan aikasidonnaisia kustannuksia pienennettyä. Rakennusajan lyhentyminen vaikuttaa tietenkin myös aikasidonnaisiin tuottoihin,

esim. vuokratuottoihin. Mikäli rakennus valmistuu nopeammin, se saadaan tuotta-
maankin nopeammin. Näillä kustannuksilla ja tuotoilla on koko hankkeen kannalta
merkitystä ja näin voidaan sanoa, että aikataulullinenkin tarkastelu voi kääntää euro-
määräisen vaakakupin kumman tahansa rakennustavan puolelle. Tällaisessa tarkaste-
lussa tulee huomioida, että koko hankkeen aikataulun tulee siis lyhentyä eikä pelkäs-
tään yksittäisen rakennuksen osan tai rakenteen rakentamisaika. Näin voi tapahtua
vain jos lyhentyvä työ on kytköksissä oleellisesti muihin hankkeisiin liittyviin töihin
(kriittinen polku). /1/

Väestönsuojan rakentaminen on yleensä kriittisellä polulla, jolloin rakentamistavan
valinnalla on merkitystä koko hankkeen aikatauluun. Seuraavassa on esitetty karkea
laskelma aikasidonnaisten kustannuksia vaikutuksista koko hankkeen kustannuksiin.
Mikäli oletetaan, että työmaan aikasidonnaiset kustannukset ovat esimerkiksi 1000–
1500 €/vrk, saavutetaan viikon aikataulun lyhenemisellä 5000–7500 € säästöt. Näin
rakentamistavan valinta saattaa vaikuttaa hyvinkin oleellisesti kokonaiskustannuksiin.

6.2 Korkeuden vertailu

Saadut tulokset pohjautuvat rakenteiden työ- ja materiaalikustannusten osalta Raken-
nusosien kustannuksia 2005 –kirjaan. Kirjan hinnat eivät siis sisällä indeksikorotuksia
vuodelle 2007, vaan ne on laskettu kirjan antamin menekki- ja materiaalitiedoin. Joil-
tain osin, kuten kevytsoran osalta, hintoja on tarkennettu materiaalitoimittajien hin-
noilla.

Laskelmat antavat, edellä mainituista huolimatta, riittävän tarkan kuvan väestönsuojan
välitilaan liittyvistä kustannuksista. Tutkimuksen kannalta ei ole järkevää koettaa ker-
toa saatuja tuloksia indeksikorotuskertoimilla, koska vaikka näin toimittaisiinkin, ei
hintoja saataisi yhtään sen lähemmäksi todellisia firman ostohintoja. Ostohinnat kun
riippuvat niin paljon yrityksen sisäisistä sopimuksista tavarantoimittajien kanssa sekä
siitä, miten hyvin esimerkiksi raudoittajia tai muita vastaavia työntekijöitä on saatavil-
la. Osaltaan hintoihin vaikuttaa myös se, voidaanko kyseiset työt teettää omina töinä
(esimerkiksi täytetöinä) vai joudutaanko ne tilaamaan ulkopuoliselta, kolmannelta ta-

holta. Rakenteellisesti on toki muitakin tapoja toteuttaa välitila kuin edellä esitetyt. Kevytsora voidaan korvata kuivatulla sepelillä tai muulla vastaavalla, ja rakennekerroksetkin voivat poiketa laskelmissa esitetyistä sen mukaan, mikä on viemärikaatojen ja muiden asennusten kannalta järkevintä toteuttaa.

Kuivatuksen osalta pätevät samat periaatteet kuin rakenteidenkin osalta. Myös tässä loppuhintaan vaikuttavat yritysten väliset sopimukset. Hintaan vaikuttaa myös vahvasti, tehdäänkö kyseiset kuivatustyöt omina töinä ja käytetäänkö kuivatukseen omaa kalustoa. Edellä mainitut saattavat olla joko kustannuksia alentavia tai nostavia tekijöitä. Ne voivat lisätä kokonaiskuluja muun muassa silloin, kun yrityksestä ei löydy tarpeeksi tietotaitoa kustannustehokkaiden järjestelmien rakentamiseen, tai kun yrityksen kalusto ei esimerkiksi tehoiltaan riitä kuivatustöihin erikoistuneiden liikkeiden kaluston tasolle. Tällöin kuivatusajat saattavat venyä ikävän pitkiksi ja aiheuttaa työmaalla muita, jopa kuivatustakin isompia ongelmia, jotka vaikuttavat muun muassa aikasidonnaisiin kustannuksiin ja tuottoihin. Kuivatuksen aiheuttamista kuluista on hyvä painottaa vielä kerran, että ne on laskettu helpporakenteisesta väestönsuojasta, joka sijaitsee niin sanotuissa normaaleissa olosuhteissa. Sillä hinnat muuttuvat, jos kyseessä on vaikeasti kuivattava kohde tai jos välitila on päässyt kastumaan pahoin ja siitä johtuen katonpinnalla onkin useita senttimetrejä vettä. Huomion arvoista on myös se, että ei välitila aina vaadi massiivisia kuivatustoimenpiteitä, vaan välillä saatetaan selvitä ihan luonnon omillakin kuivatusmetodeilla. Tästä johtuen tulokset onkin esitetty myös €/m²-muodossa ilman kuivatuskustannuksia.

6.3 Kyselykaavake

Kuten jo kappaleissa 5.1.4 ja 5.2.2 on todettu, kyselykaavake ei tuottanut tutkimuksen kannalta merkittäviä tuloksia, koska otanta jäi liian pieneksi. Näin ei voidakaan tehdä tuloksista mitään mittavia tulosten tarkasteluja. Tulosten tarkastelun osalta voidaan tietysti hieman pohtia syitä, miksi kaavake ei tuottanut tarvittavaa määrää vastauksia. Osasyynä vastausten niukkaan määrään oli varmasti se, että kysely teetettiin näin sesonkikauden alussa, jolloin työkiireet ja -paineet kohdistuvat todellisiin töihin. Näin

työmaiden henkilökunnalla ei välttämättä riittänyt aikaa panostaa tutkimuksiin. Lisäksi kyselyn vastauksia odotettiin ehkä liiankin yksipainotteisesti työnteettäjän keskuudesta. Tosin sanoen kyselyä olisi pitänyt lähettää vielä hanakammin myös kilpaileville yrityksille.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

7.1 Paikallavalun ja elementtirakentamisen vertailu

Paikallavalutekniikan ja elementtitekniikan vertailu ei ole ihan yksiselitteistä. Vertailun kannalta on oleellista, että ensimmäisenä hahmotetaan, mitä toimenpiteitä ja kustannuseriä verrataan keskenään. Verrataanko pelkkää taloudellista hyötyä rakennusosien kesken vai liittyykö vertailu pelkkään käytettyyn aikaan. Kokonaistaloudellisen tarkastelun osalta tulee muistaa, että vaikka toinen verrattavista rakentamistavoista voisi olla rakentamisvaiheessa toista huomattavastikin kalliimpi, se voi kokonaisuuden kannalta olla silti edullisempi, jos tarkastelussa otetaan huomioon myös aikasidonnaiset kustannukset ja tuotot.

Paikallavalutekniikasta voidaan yleisesti todeta, että rakentamismuodon toteuttamisen kustannuksiin vaikuttaa oleellisesti käytettävä muottikalusto sekä työryhmän ammattitaito. Nykyään rakennusalalla on hyvin yleistä, että paikallavalukohteissa hyödynnetään jotain muottikalustoa. Tätä selittää se, että nykyään rakennusten mittamaailma sijoittuu hyvin pitkälle moduulimitoitukseen, jolloin on helppo hyödyntää olemassa olevia valmisosia.

Muottikalusto valitaan käyttökohteen tai yrityksen omistamien muottikalustojen mukaan. Muottikalusto tulee valita tarkoin kustannustehokkaan toteutuksen vuoksi. Muottikalustosta aiheutuviin kustannuksiin vaikuttaa tietysti, käytetäänkö omaa vai vuokrakalustoa ja myös, onko kyseinen muottikalusto käyttäjilleen tuttu. Käytettävän muottikaluston valintaan vaikuttaa oleellisesti myös työntekijöiden ammattitaito /2/.

Paikalla tehtävän rakenteen kustannuksiin ja aikataulutukseen vaikuttaa myös vahvasti raudoittajien saanti. Mikäli raudoituksia ei pystytä teettämään yrityksen omilla miehillä, joudutaan turvautumaan ulkopuoliseen työntekijään tai työryhmään. Näiden löytäminen ei kuitenkaan, varsinkaan sesonkiaikaan, ole aivan helppoa. Tästä johtuen hanke saattaa viivästyä, jolloin yleensä myös hankkeen kustannukset lisääntyvät.

Oikein tehtynä ja suunniteltuna paikallavalutekniikka on kuitenkin kilpailukykyinen toteutusmuoto betonirakenteille. Paikallavalu mahdollistaa rakenteellisesti sitkeän, tiiviin ja yhtenäisen (monoliittisen) rakenteen. Paikallavalun kustannuksiin pystytään myös vaikuttamaan tehokkaasti mm. muottikaluston ja ammattitaitoisten työntekijöiden valinnoilla. Asentamalla oikea muottikalusto oikeaan paikkaan vähennetään nostokaluston ja työvoiman tarvetta ja näin päästään kustannustehokkaisiin ratkaisuihin.

Myös elementtitekniikka on, kuten paikallavalutekniikkakin, oikein toteutettuna kilpailukykyinen ratkaisu betonirakenteille. Mikäli rakennuskohteessa on erittäin kireä aikataulu, elementtiratkaisua on todennäköinen toteutusvaihtoehto. Elementtiratkaisun ajallinen hyötykin tosin voi hävitä, mikäli elementtien toimitus syystä tai toisesta viivästyy. Elementtirakentamisen kustannuksiin voidaan vaikuttaa töiden suunnittelulla ja ammattitaitoisen työryhmän valinnalla. Elementtien paino saattaa aiheuttaa joskus ongelmia kuljetuksissa tai asennuksissa. Joskus voidaan jopa joutua pienentämään elementtien kokoja esimerkiksi siitä syystä, että tontille saatava nostokalusto asettaa elementeille painorajan. Tai toisinpäin. Tontille saatetaan joutua valitsemaan isompi nosturi väestönsuojaelementtien takia. Elementtiasennusten aikataulutusta on yleensä helpompi suunnitella siten, että aikataulu myös pitää. Paikallavaluun nähden työmaalla tapahtuviin toimenpiteisiin sisältyy vähemmän muuttuvia häiriötekijöitä. Mainittakoon näistä tekijöistä muun muassa sääolosuhteet ja logistiikka.

Yleisen käsityksen mukaan elementtirakentamista pidetään kalliimpana, mutta nopeampana tapana toteuttaa muun muassa väestönsuoja. Yleistä käsitystä tukee myös kohdassa 5.1.4 esitetty tutkimustulos. Tämän tutkimuksen myötä on kuitenkin selvitetty käsityksen todenperäisyyttä kohdassa 5.1.3. Tulosten mukaan paikallavalutekniikka voidaan pitää hieman edullisempänä toteutusvaihtoehtona, mikäli tarkastellaan vain rakentamisen aikaisia kustannuksia ja jätetään tarkastelusta pois aikasidonnaiset

tekijät. Yhteenvetona voidaan kuitenkin tuoda julki, että vertailutulosten mukaan toteutusmuodot ovat loppujen lopuksi hyvinkin lähellä toisiaan. Lopulliseen päätöksen tekoon rakentamistavanvalinnasta vaikuttaa ennen kaikkea rakentamisaikaa ja sen luomat mahdollisuudet ja ongelmat. Mikäli tontin maasto on esimerkiksi hankala, tulee tarkoin miettiä, miten se vaikuttaa työmaateknisiin kustannuksiin, koska juuri nämä työmaatekniset kustannukset voivat ratkaista toteutusmuodon lopullisen kustannustehokkuuden.

Tämän tutkimuksen puitteissa oli tarkoitus tehdä myös vertailulaskelmia erikokoisista väestönsuojista, jotta olisi pystytty asettamaan paikallavalu ja elementtirakentaminen vastakkain siten, että olisi ollut mahdollista laskea ns. leikkauspiste eri tekniikoiden välille väestönsuojan koon funktiona. Tämä laskutoimenpide olisi edellyttänyt, että eri rakentamistapojen aloituskustannukset olisi pystytty selvittämään riittävän tarkasti. Lisäksi tutkimuksen luotettavuuden kannalta laskelmien tueksi olisi tarvittu materiaalia toteutuneista kohteista sekä paikallavalun että elementtirakentamisen osalta huomattavasti enemmän kuin työntilaaaja ja elementtien toimittajat pystyivät toimittamaan. Siksi tämän tutkimuksen puitteissa kyseistä leikkauspistettä ei kyetty määrittämään.

7.2 Korkeuden vertailu

Seuraavassa esitetään muutamia mielipiteitä täyskorkean ja välitilallisen väestönsuojan vastakkainasettelun tiimoilta. Kuten jo kohdassa 5.2.2 todetaan, näitä rakennusmuotoja ei voida yksiselitteisesti vetää samalle viivalla, tai näistä asioista puhuttaessa puhutaan kahdesta täysin eri asiasta. Suunnitteluvaiheella on oleellinen osa tässä rakennusmuotojen valinnassa. Mikäli suunnitteluvaiheessa LVISA-asennukset, suunnitellaan siten, että ne voidaan toteuttaa ilman välitilaa, väestönsuoja toteutetaan tietenkin täyskorkeana. Mikäli suunnittelu ei mahdollista täyskorkeaa väestönsuojaa, joudutaan välitila rakentamaan tekniikoiden vaatiman tilan takia. Tutkimuksen tuloksilla pitäisi herätellä myös suunnittelijoita, joskin he myös alansa ammattilaisina varmasti tiedostavat edellä esitetyt seikat. Edellisellä halutaan tuoda julki sitä, että kustannustehokkaiden ratkaisujen synnyttämiseksi tulisi jo suunnitteluvaiheessa miettiä

tarkoin, miten rakenteet on taloudellista toteuttaa. Väestönsuojan rakentamisen kustannukset eivät ole koko hankkeen kustannuksissa tietenkään niin merkittäviä, että suunnitteluprosessissa tulisi kaikki suunnitelmat muokata sen mukaan, mikä on väestönsuojan kannalta edullisempaa. Mutta kuten jo edellä todettiin, tulisi väestönsuojakin suunnitella huolella, eikä käyttää esimerkiksi suoraan jotain hyväksi havaittua tyyppiratkaisua sen tarkemmin miettimättä.

Työmaan kannalta tutkimustulokset tuovat esiin yhden tärkeän seikan, nimittäin rakentamisaikaisen kosteuden hallinnan. Tutkimus osoittaa, että vaikka jouduttaisiin poistamaan vain normaalia rakenteellista kosteutta välitilasta, aiheuttaa kuivatus kustannuksia lähes yhtä paljon kuin pelkät välitilan rakenteetkin. Tästä johtuen työmailla tulisi kiinnittää erityistä huomiota rakenteiden kuivaamiseen tai pikemminkin vielä enemmän kosteuden rakenteisiin siirtymisen ennaltaehkäisyyn.

Talotekniikan sijoitteluun väestönsuojan päällä vaikuttaa yleensä myös väestönsuojan malli ja se, onko kyseessä talo- vai toimitilahanke. Ainahan ei voida yleistää väestönsuojan korkeutta hyötysuhteeseen. Huomioon tulee ottaa monia asioita. Esimerkiksi putkiasennukset ja muut suunnitteluratkaisut ja tekniset ratkaisut vaikuttavat korkeuteen (mm. äänitekniset ominaisuudet). Lisäksi tulee muistaa, että väestönsuojat ovat yleensä hyvin aktiivisessa käytössä rauhanaikaisissa tehtävissään. Väestönsuojan rauhanaikainen käyttö voi siis osaltaan vaikuttaa oleellisesti tehtäviin suunnitelmiin ja valittaviin toteutusratkaisuihin. /7/

LÄHDELUETTELO

Painetut lähteet

- 1 Kiviniemi, Markku, Talonrakentamisen tuotteiden ja toimintatapojen vertailu. VTT Rakennustekniikka.
- 2 Nikkari, Tero, ”Malthusin muoteilla säästää väestönsuojan valuissa”, MK tänään 1/1998. s. 5
- 3 Rakennusosien kustannuksia. Rakennustieto Oy 2005, Helsinki
- 4 S1-luokan teräsbetoniväestönsuoja ja K-luokan väestönsuoja. RT 92-10771. Rakennustietosäätiö.
- 5 Sisäasiainministeriön asetus 947/2001 S1- ja K-luokan teräsbetonisista väestönsuojista, (RT SM-21194).

Painamattomat lähteet

- 6 Alkula, Lasse, tuotannonsuunnittelija. Sähköpostiviesti 4.4.2007. NCC Rakennus Oy. Tampere.
- 7 Ari Luoma, työmaapäällikkö. Sähköpostiviesti 30.3.2007. NCC Rakennus Oy. Tampere.
- 8 Kotro, Mika, työpäällikkö (rkm). Puhelinkeskustelu 30.3.2007. Munters. Tampere.
- 9 Nieminen, Reima, aluemyyntipäällikkö. Puhelinkeskustelu 5.4.2007. Maxit Oy Ab. Kangasala.

Sähköiset lähteet

- 10 Asunto-, toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry. [www-sivu]. [viitattu 20.4.2007]. Saatavissa: www.rakli.fi
- 11 Fundia Oy. [www-sivu]. [viitattu 20.4.2007]. Saatavissa: www.fundia.com
- 12 Muottikolmio Oy. [www-sivu]. [viitattu 20.4.2007]. Saatavissa: www.muottikolmio.fi
- 13 Tilastokeskus. [www-sivu]. [viitattu 20.4.2007]. Saatavissa: www.stat.fi

VÄESTÖNSUOJAN RAKENTAMISEN KYSELYKAAVAKE

Paikallavalu vastaan elementtirakentaminen

Tämän kaavakkeen tarkoitus on kartoittaa väestönsuojan rakentamiseen liittyviä ongelmia ja hyväksi havaittuja toteutustapoja sekä laajentaa käsityksiä paikallavalusta ja elementtirakentamisesta väestönsuojan osalta. Kaavake koostuu kahdesta osiosta ja ne sisältävät rasti-ruutuun kysymyksiä 8 kpl ja sanallisia kysymyksiä 9 kpl. Kyselyyn vastaaminen vie aikaa noin 10–15 minuuttia. **Kiitos arvokkaista tiedoistanne.**

OSA I, Toteutustapojen vertailu

1. Rastita edustamasi taho?

- Rakennusliikkeen edustaja Elementtien toimittaja Konsultti

2. Rastita työtehtäväsi?

- Rakennuttaja Suunnittelija Työmaainsinööri
 Vastaava mestari Työryhmän nokkamies Työryhmän jäsen
 Muu, mikä _____

3. Verrattaessa väestönsuojan osalta paikallavalua ja elementtirakentamista, kumpi on mielestäsi aikataulullisesti helpompi?

- Paikallavalu Elementtirakentaminen

4. Kuinka paljon nopeammaksi arviot edellä vastaamasi toteutustavan?

- 1-5 % 5-10 % 10-15 %
 15-20 % 20-25 % 25-30 %
 Enemmän, kuinka paljon? _____

5. Verrattaessa väestönsuojan osalta paikallavalua ja elementtirakentamista, kumpi on mielestäsi kustannustaloudellisempaa?

- Paikallavalu Elementtirakentaminen

6. Kuinka paljon edullisemmaksi arvioit edellä vastaamasi toteutustavan?

- 1-5 % 5-10 % 10-15 %
 15-20 % 20-25 % 25-30 %
 Enemmän, kuinka paljon? _____

7. Jos pystyt omilla valinnoillasi vaikuttamaan väestönsuojan rakentamistavan valintaan, niin kumpaa suosit jos kohde on lattiapinta-alaltaan:

	30 m²	60 m²	100 m²	200 m²	> 200 m²
Paikallavalutekniikka	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Elementtirakentaminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. Luettele kolme paikallavaluun liittyvää ongelmaa väestönsuojan osalta?

1. _____

2. _____

3. _____

9. Luettele kolme elementtirakentamiseen liittyvää ongelmaa väestönsuojan osalta?

1. _____

2. _____

3. _____

10. Luettele kolme paikallavaluun liittyvää etua väestönsuojan osalta?

1. _____

2. _____

3. _____

11. Luettele kolme elementtirakentamiseen liittyvää etua väestönsuojan osalta?

1. _____

2. _____

3. _____

12. Miten mielestäsi rakennustavan valinta vaikuttaa työmaateknisiin kustannuksiin?

13. Kuinka suureksi arvioit rakennustapojen työmaatekniset kustannukset? (väestönsuojan kokonaiskustannuksista)

Paikallavalu _____%

Elementtirakentaminen _____%

OSA II, Väestönsuojan korkeus

14. Väestönsuojia on (kerroskorkeuden ollessa 3000 mm) toteutettu ainakin kahdella seuraavaksi esitetyllä tavalla:

- A. Väestönsuojan sisäkorkeus 2300 mm, katon vahvuus 300–400 mm + tarvittava välitilantäyttö (esim. 200–300 mm kevytsora + 100 mm teräsbetonilaatta)**
- B. Väestönsuojan katon yläpinta 3000 mm väestönsuojan lattiasta, katon vahvuus 300–400 mm. (välitilan täyttö jätetty kokonaan pois)**

Kumpi edellä esitetyistä toteutustavoista on mielestäsi parempi? Rastita vaihtoehto A tai B

	A	B
Kustannustaloudellisesti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aikataulullisesti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rakenteellisesti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Logistisesti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Toteutuksen kannalta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

15. Luettele A vaihtoehdon etuja ja haittoja?

Edut: _____

Haitat: _____

16. Luettele B vaihtoehdon etuja ja haittoja?

Edut: _____

Haitat: _____

17. Kommentoi vapaasti edellä esitettyjä aiheita? (esim. työturvallisuus- ja laatuasioita)

KIITOKSET VAIVANNÄÖSTÄSI!

Täytetyt kyselyt palautetaan 5.4.2007 mennessä joko sähköpostitse tai kirjeitse alla mainittuihin osoitteisiin. Mikäli yritys toimittaa enemmänkin vastauksia toivon että ne lähetetään minulle kootusti. Kiitokset vielä kaikille kyselyyn osallistuneille.

Kirjeitse
Aki Puska
Taivaltajankatu 10 B 8
33580 TAMPERE

Sähköpostitse
aki.puska@ce.tamk.fi

MALTHUS -kasettimuotti

Nopea ja helppokäyttöinen MALTHUS-muottijärjestelmä säästää työtä ja aikaa.

MALTHUS-kasettimuotti on puurunkoinen ja filmivaneripintainen. Se on kevyt käsitellä, eikä sido nosturia muotin pystytyksen ajaksi. Vaneripinta on kiinnitetty ruuvein puurunkoon. Kasetit on valmiiksi rei'itetty MALTHUS-välikkeitä varten sekä kasettien liittämiseksi kyljittäin toisiinsa että muotin sidontaa varten.



MALTHUS-kasettimuottien sitominen MALTHUS-muottivälikkeillä on nopeaa ja helppoa. Välikkeen ansiosta seinäpaksuudet saadaan automaattisesti oikeiksi. MALTHUS-kasetin paksuus (112 mm) on suunniteltu siten, että täyttökohdat onnistuvat 12 mm vanerilla ja sahatavaralla ilman pykällystä. MALTHUS-muottivälikkeet soveltuukin käytettäväksi yhtä hyvin irtolaudoitusten kuin kasettimuottien kanssa.



MALTHUS-lukko asetetaan välikkeen päässä olevan prikan taakse. Lukon kiilamainen muoto kiristää muottirakenteen itsestään pienellä vasaran kopautuksella. Myös muottia purettaessa pieni vasaran kopautus riittää avamaan muottirakenteen.



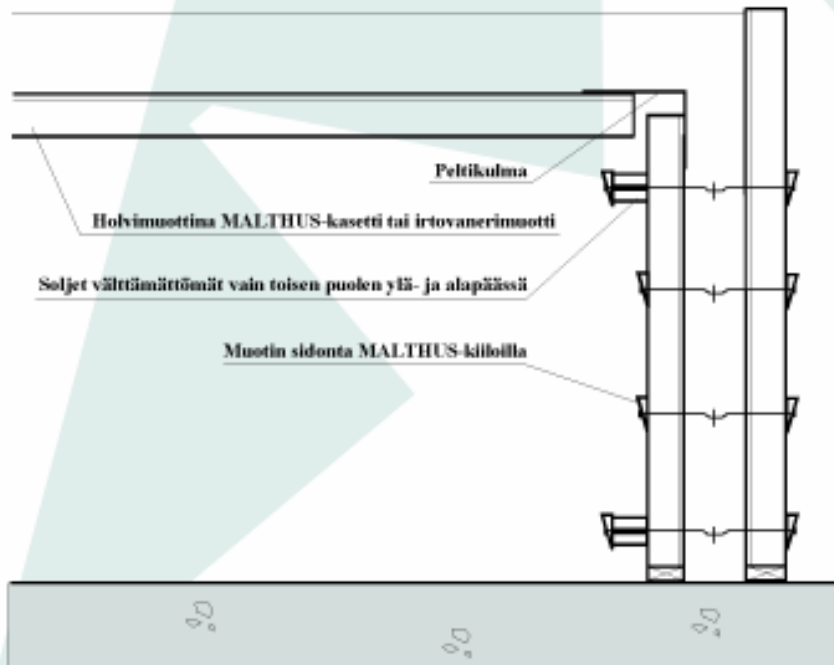
Valmiissa MALTHUS-muottirakenteessa ei ole ulostulevia teräksen päitä repimässä vaatteita ja muottirakenne mahtuu myös ahtaisiin paikkoihin. MALTHUS-kasettia käytettäessä ovat muottisoljet välttämättömät vain muotin ylä- ja alapäissä. Muut välikkeet voidaan kiilata suoraan kasetin kylkeä vasten. Näiden välikkeiden on tällöin oltava lyhythäntäisiä (12,5 cm).



MALTHUS-välikkeiden hännät on helppo katkaista käsin taivuttamalla. Muovikartioiden jättämät kolot ovat siistit jätettäväksi näkyviinkin, mutta tarvittaessa ne on helppo paikata kertatäytöllä.



Esimerkki MALTHUS-muottijärjestelmän käytöstä VSS-valuissa.
Seinät ja holvi valetaan samalla kertaa.
Väestönsuojan huonekorkeus 2300 mm.



Seinämuotin kasettikorkeudet: sisäpuoli 2200 mm, ulkopuoli 2700 mm.

MALTHUS-menetelmän edut VSS-valuissa:

- **Menetelmä on nopea.**
(valmis väestönsuoja 3 työpäivässä)
- **Vinotuenta välttämätön vain toisella puolella.**
- **Holvi ja seinät voidaan valaa samalla kertaa.**
- **VSS:n rakenteesta tulee monoliittinen**
→ sitkeä ja varmasti tiivis rakenne.
- **Edullinen - huomattavasti elementtisuojaa halvempi.**

Muita käyttökohteita:

- **Perustukset (kasetit vaakaan asennettuna).**
- **Perus- ja tukimuurivalut.**
- **Vesitiiviit valut.**
- **Rivitalojen väliseinät.**
- **Valut joissa nosturin käyttö ei ole mahdollista.**



MUOTTIKOLMIO OY

Finnooniitty 3
02270 ESPOO
p. 09-863 4360, fax 09-8042585
www.muottikolmio.fi
s-posti: info@muottikolmio.fi

KARANTTIA -VÄESTÖNSUOJA

TOIMITUKSEN SISÄLTÖ, ellei tarjouksessamme toisin mainita 23.1.2007 alkaen

TILAAJA

HOITAA LÄHTÖTIEDOT, PERUSTUKSET, LATTIAN JA JÄLKIVALUMUOTIT JA BETONIMASSAT
Tarvitsemme hyvän lopputuloksen varmistamiseksi:

Työnumeronne, työmaanne vastuuhenkilön ja rakennushanketta koskevat yhteystiedot

Suunnittelumme tarvitsee seuraavat lähtötiedot kuusi viikkoa ennen toimitusta:

Arkkitiedin tai rakennesuunnittelijan mitoitettut pohjat ja leikkaukset korkotietoineen

Arkkitiedin väestönsuojan luettelointipiirustuksen

Rakennesuunnittelijan perustus- ja detaljikuvat sekä kuormitustiedot liittyvistä rakenteista

Sprinkler ja LVIS -piirustukset väestönsuojan kohdalta

Tilaaaja valaa perustukset ja lattiaalaan, tuo nurkkien korko- ja mittalinjat väestönsuojan nurkkapisteisiin asentajillemme sekä hoitaa työmaajärjestelyt:

Tilaaaja valaa pohjalaatan rakennesuunnittelijan ja ohjeidemme mukaisesti ja toimittaa työ -kohteeseen muottimateriaalin ja betonimassan siirtoineen ja koestuksineen sekä toimittaa jälkivaluihin tulevat kiinnitysosat. Betonin lujuusluokka K-30, (X01 , XC1) ellei rakennekuviissa toisin mainita: saumoihin 0-8 mm S2, sekä kattolaatan jälkivaluihin rakeisuus 0-16 mm ja notkeus S2. Tilaaaja huolehtii talvityöt, lämmityksen ja sisäpuoliset pinta- ja rakennustekniset työt, pysyvät työturvallisuustoimenpiteet, kuten tasokaiteet, aukkosuojaukset ja kulkutiejärjestelyt sekä viranomaisten raudoitustarkastukset ja loppukatselmuksen.

RAKENNUSBETONI- JA ELEMENTTI OY puh. 03-877 200

TOIMITTAA JA LASKUTTAA KARANTTIA -VÄESTÖNSUOJAN RAKENTEET

Toimituslaajuutemme on tarjouksemme mukaisesti:

Suojan ulkoseinät lattiapinnan tasosta –200 mm, suojan katto ja suojan sisäpuoliset betoniset rakenneosat. Tarjouksessa on erillinen maininta, kun tarjoamme varauuskäytävän, vahvistetun laatan sisäänkäynnin yläpuolelle, sirpaleseinät tai kun seinätoimitus alkaa anturalta. Teemme lisätyötarjouksen, jos elementit asennetaan ilman suojan valmista lattiaa.

Elementeissä on valmiina: Ovet, luukut sekä LVIS -läpimenot tarvittavine sulkulevyineen, sirpalesuojineen ja tiivisteineen. Kuivakäymäläkomeroiden ja sulkuteltan kiinnityspuut sekä VEPE-vesikattokaiteen mukaiset suojakaiteen sisäkierteet M12 ja liittyvien rakenteiden kiinnityslevyt ovat paikoillaan elementissä. Sähköasennukset tilaaaja hoitaa pinta-asennuksena.

Asennamme elementit 45-70 tonnin autonosturilla. Muotitamme ja valamme elementtisaumat sekä puramme muotit ja puhdistamme valupurseet petkeleellä. Toimitamme alapintaraidoitettun kuorilaatan yläpinnan teräkset, raudoitamme ja valamme katon korkoonsa tilaajan työkohteeseen toimittamalla betonimassalla. Varauuskäytävän ja ilmanottoputket asennamme elementtiasennuksen yhteydessä. Asennustyöt kestävät työmaalla 2-4 pv /suoja. Asennustyön työturvallisuudesta vastaa elementtiasentaja.

Karanttia - väestönsuojan suunnittelu tuottaa tilaajalle:

Väestönsuojan rakennelaskelmat ja rakenneperiaatteet

Perustuksiin liittyvät tartunta- ja valuvarauspiirustukset sekä elementtipiirustukset

LVIS -sijoittelupiirustuksen

Alustavat liittymisdetaljit ovat kotisivuillamme www.rakennusbetoni.fi

KARANTTIA OY PERUSTURVA puh 09 - 755 5255

MYYJÄ; TOIMITTAA JA LASKUTTAA ILMANVAIHTOLAITTEISTOT JA VÄESTÖNSUOJAN VARUSTEET TUKKULIIKKEEN TAI MAL-KIT OY:N KAUTTA

IV-laitteet: Ilmanvaihtolaitteiston, venttiilit, ylipainemittarin ja jakokanaviston asennamme noin kuukautta ennen rakennuksen luovuttamista, kuitenkin ennen tilaajan tekemien rauhanajan IV-laitteiden ja varastohäkkien asennusta. Koekäytämme ilmanvaihtolaitteiston ja teemme tiiveyskokeen laiteasennuksen yhteydessä.

Väestönsuojan varusteet: Suojelumateriaalin, sulkuteltan, varavesisäiliöt sekä kuivakäymäläkalusteet ja -komerot toimitamme työmaallenne sopimuksemme mukaisesti.

MYYNTIEHDOT: RYHT 2000

Elementtien ja asennuksen toleranssiluokka 2 ja By 40 pintaluokat MUO2 ja TH12.

Väestönsuojan sisäpinta on muottipinta ja ulkopinta sekä väliseinien toinen puoli teräshierretty.

Karanttia - Väestönsuojia vuodesta 1987.