

SAIMAAN AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikka Lappeenranta
Rakennustekniikka
Rakennesuunnittelun vaihtoehto

Reijo Uski

S1-LUOKAN ELEMENTTIVÄESTÖNSUOJAN KÄYTTÖ ASUINKERROSTALOSSA

Opinnäytetyö 2012

TIIVISTELMÄ

Reijo Uski

S1-luokan elementtiväestönsuoja asuinkerrostalossa, 42 sivua, 13 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu, Lappeenranta

Tekniikka, Rakennustekniikan koulutusohjelma

Rakennesuunnittelun suuntautumisvaihtoehto

Opinnäytetyö 2012

Ohjaajat: lehtori Martti Muinonen ja tuntiopettaja Petri Himmi, Saimaan ammattikorkeakoulu

Opinnäytetyössä on laadittu ajanmukainen ja tiivis ohje elementtirakenteisen väestönsuojan käytöstä uudisrakentamisessa. Työssä selvitetään kahden erilaisen elementtiväestönsuojan tyyppien rakenneperiaatteita sekä käyttöä talonrakentamisessa. Samalla vertaillaan elementtirakenteisen ja perinteisen massiivirakenteisen paikallavaletun väestönsuojan hyviä ja huonoja ominaisuuksia erityisesti työmaan näkökulmasta. Opinnäytetyössä käsitellään lyhyesti väestönsuojan elementtitekniikan ongelmakohtia. Tämä opinnäytetyö on tarkoitettu rakennus- ja rakennesuunnittelijoille, joiden tehtäviin sisältyy väestönsuojan suunnittelu.

Opinnäytetyön alussa käydään läpi väestönsuojan rakentamisen historiaa ja taustoja Suomessa. Lisäksi selvitetään väestönsuojan rakentamisvelvollisuutta ja mitoitusta sekä vuonna 2011 pelastuslakiin tehtyjä oleellisia muutoksia. Opinnäytetyössä käydään läpi massiivielementeistä ja kuorielementeistä rakennetut väestönsuojatyypit, niiden rakenneosat ja asennustekniikkaa. Opinnäytetyössä käsitellään myös elementtiväestönsuojan tilaajan ja valmistajan tehtäviä sekä velvollisuuksia työmaalla. Opinnäytetyö ei sisällä väestönsuojan rakenteiden mitoitusta.

Opinnäytetyön loppuosassa on verrattu S1-luokan väestönsuojan suurimman ja pienimmän väestönsuojamallin kustannuksia ja niiden kustannuseroihin vaikuttavia tekijöitä. Työn liitteenä on ajanmukainen luettelo väestönsuojaelementtien valmistajista ja esiteltyjen väestönsuojatyypien elementtipiirustukset.

Asiasanat: S1-luokan väestönsuoja, pelastuslaki 2011, kuorielementti, massiivielementti

ABSTRACT

Reijo Uski

The use of S1 air-raid shelter in residential buildings, 42 pages, 13 appendices

Saimaa University of Applied Sciences, Lappeenranta

Programme in Construction Engineering

Specialization in Structural Engineering

Final Year Project 2012

Supervisors: Mr Martti Muinonen, Lecturer, and Mr Petri Himmi, Lecturer, Saimaa University of Applied Sciences

The main aim of this project has been to compile an actual body of needed basic informations for planning one type of air-raid shelter. This project is a practical guide for design an air-raid shelter of prefabricated reinforced concrete elements. In this project it is explained the structures of two different air-raid shelter built of concrete elements. It is also dealt with some problems in element technology. This project is a target for building and structural engineers whose assignments include air-raid shelter structures.

At first in this project it is told about the history of air-raid shelters in Finland. Next it is explained to the essential changes in the law of Finnish Resque Act 2011 and then will be continued to the shelter space requirements for designing. Then it will be presented the used models of element air-raid shelters by their structures and their construction engineering. In the project it is also handled the tasks of manufacturers and customers on the building site. The project does not include the formulas for calculating the design of structures of the air-raid shelter.

At the last part of this project it is compared the costs of the largest and smallest size of air-raid shelter in class S1 and the factors that may affect the cost differences. Structural drawings of an air-raid shelter of massive reinforced concrete element and a shelter built of shell elements are presented at the end of this project.

Keywords: The Air-raid Shelter at the Class S1, The Resque Act 379/2011, a Shell Plated Air-raid Shelter Element, a Massive Air-raid Shelter Element

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1 JOHDANTO	5
1.1 Taustaa	5
1.2 Väestönsuojan historiaa Suomessa	6
1.3 Väestönsuojan nykytilanteesta Suomessa	7
2 VÄESTÖNSUOJAN LAINSÄÄDÄNTÖ JA MÄÄRÄYKSET	8
3 VÄESTÖNSUOJAN RAKENTAMISVELVOLLISUUS	8
4 VÄESTÖNSUOJAN SIJOITTAMINEN	9
4.1 Väestönsuojan sijoittaminen rakennuksessa	9
4.2 Väestönsuojan sijoittaminen rakennuksen ulkopuolelle	10
5 VÄESTÖNSUOJIEN TYYPPIESIMERKIT	11
6 VÄESTÖNSUOJAN NIMIKKEISTÖÄ	12
6.1 Käsitteet	12
6.2 Väestönsuojan tilat	14
6.2.1. Varsinainen suojatila	14
6.2.2. Aputilat	15
6.3 Rakenteet	15
6.3.1 S1-luokan teräsbetonisen väestönsuojan ympärysrakenteet	16
6.3.2 S2-luokan teräsbetonisen väestönsuojan ympärysrakenteet	16
6.4 Mitoituskuormat	16
7 ELEMENTTIRAKENTEISET VÄESTÖNSUOJAT	17
7.1 Taustaa	17
7.2 Elementtiväestönsuojien tyypit	18
8 VÄESTÖNSUOJAN RAKENTEET	20
8.1 Väestönsuojan rakenteen staattinen toimintamalli	20
8.2 Elementtiväestönsuojien rakenneosat	20
8.3.1. Kuorilaatoista rakennetun väestönsuojan rakenneosat	20
8.3.2. Massiivielementeistä rakennetun väestönsuojan rakenneosat	23
8.4. Rakenneosien liitokset	25
9 MASSIIVIELEMENTTIVÄESTÖNSUOJIEN TYÖMAATEKNIikka	25
10 ELEMENTTITEKNIIKAN EDUT JA HAITAT	32
11 KUSTANNUKSET	33
11.1. Taustaa	34
11.2. Pienimmän S1-luokan elementtisuojan kustannukset	34
11.3. Suurimman S1-luokan elementtisuojan kustannukset	36
12 VÄESTÖNSUOJAELEMENTTIEN VALMISTAJAT	37
13 TULOSTEN TARKASTELU JA PÄATELMÄT	37
KUVALUETTELO	40
LÄHTEET	41

LIITTEET

Liite 1 Massiivisten väestönsuojaelementtien valmistajat

Liite 2 Väestönsuojan massiivielementtien rakennepiirustuksia

Liite 3 Väestönsuojan kuorilaattaelementtien rakennepiirustuksia

1 JOHDANTO

1.1 Taustaa

Väestönsuojan ensimmäinen prototyyppi on kiistatta syntynyt sodan aikana ajatuksesta rakentaa sotilaille asemia, joihin he voivat suojautua vihollisjoukkojen hyökkäyksiltä ja aseiden vaikutuksilta. Sodan aikana rakennettiin suomen armeijan käyttöön betonisia bunkkereita ja tulitusasemia sekä suuria maanalaisia tarvikevarastoja, jotka suojasivat taistelijoita ja mahdollistivat heidän toimintansa vihollisjoukkojen saartaessa pitkiäkin aikoja. Sodanaikaisten suojarakennelmien toimivuutta on päätetty hyödyntää rakentamalla ja parantelemalla niitä myös rauhan aikana varautuen uusiin vihollisjoukkojen hyökkäyksiin. (1.)

Väestönsuoja on rakennelma tai rakennuksessa oleva tila, jonka tehtävänä on toimia siviiliväestön suojapaikkana asevaikutuksilta (kuten sirpaleet, kaasu, säteily, räjähdyspaine, sortumat, tulipalo) mahdollisen konfliktin aikana sekä tarjota siviiliväestölle suoja ympäristöuhan, esimerkiksi teollisuuden myrkkyyttömyyden (kaasuvuodon) aikana. Väestönsuojan rakenteiden on siten kaikilta osiltaan oltava raskaita ja tiiviitä, jotta se voi tarjota riittävän suojan siihen hakeutuville henkilöille. (1.)

Suomi on jaettu väestönsuojan rakentamisvelvoitteen mukaan *suojelukohteisiin* ja *muuhun alueeseen* (ennen *valvonta-alue*). Pääasiallisesti konfliktitilanteessa Suomen kansalaisten ja yhteiskuntastruktuurin suojelemiseksi tärkeimmissä kaupungeissa on väestönsuojan rakentamisvelvollisuus uudisrakentamisen yhteydessä, mutta maaseudulla tätä velvollisuutta ei ole. Kaupungeissa yleiset väestönsuojat on rakennettu pääosin julkisten rakennusten uudisrakentamisen yhteydessä ja taajama-alueille lähiöissä asuville lähiökerrostalojen uudisrakentamisen yhteydessä. Aikaisemmin väestönsuojan rakentamiseen on velvoitettu myös julkisten tilojen laajentamisten tai peruskorjauksen yhteydessä, mutta tällä hetkellä velvoitetta ei enää ole. (1.)

Tämä opinnäytetyö keskittyy tarkastelemaan tyypilliseen suomalaiseen kerrostaloon sijoittuvaa, esivalmistetuista teräsbetonielementeistä rakennettavaa väestönsuojaa rakenteiden ja rakentamisen suhteen sekä rakentamista ohjaavia viranomaisten asettamia lakeja, säädöksiä ja rajoituksia. (1.)

1.2 Väestönsuojan historiaa Suomessa

Suomessa väestönsuojien rakentamisvelvoite annettiin ensimmäisen kerran laissa, joka koski yksityisten suoritettavaksi osoitettuja väestönsuojelu-toimenpiteitä (Valtioneuvoston päätös, VNp 37/1939). Laki tuli voimaan talvisodan kynnyksellä 15.11.1939. Väestönsuoja oli tehtävä lain mukaan jokaiseen vähintään kaksikerroksiseen kivitaloon joka sijaitsi suojelukohteessa. Määräys koski niitä kivitaloja, joissa oli ainakin kaksikymmentä asuin- tai liikehuonetta ja jonka tilavuus oli vähintään 2500 m³, sekä vastaavanlaisiin valtion ja kuntien toimesta rakennettaviin taloihin, virastoihin ja liikelaitoksiin.

Myös teollisuusrakennukset, joissa henkilömäärä sodan aikana oli enemmän kuin 30 ihmistä tai joiden laatu ja tärkeys edellyttivät väestönsuojan rakentamista, kuuluivat tämän lain piiriin. Kaikki väestönsuojat rakennettiin tuolloin paikallavalutekniikalla. Ne eivät täyttäisi nykyajan väestönsuojalle asetettuja rakenteellisia vaatimuksia asevaikutuksen suhteen ja vielä vähemmän niiden rakennepaksuudet riittäisivät torjumaan ionisäteilyä. (1.)

Suojapaikkoja vuosina 1939 - 1944 rakennetuissa väestönsuojissa oli noin 20 000 henkilölle. Yhtenä oleellisena puutteena sodan aikana ja sen jälkeen rakennetuissa väestönsuojissa oli, että niistä puuttuivat ilmanvaihtolaitteistot kokonaan. Sodan jälkeisenä aikana, vuosina 1944 - 1954, uudisrakentamisen yhteydessä ei rakennettu väestönsuojia lainkaan vaikka asetus väestönsuojan rakentamisvelvollisuudesta oli edelleen voimassa. (1.)

Vuonna 1954 ryhdyttiin jälleen rakentamaan väestönsuojia, ja vuoteen 1959 mennessä väestönsuojissa oli suojapaikkoja 50 000 henkilölle. Väestönsuojelulain mukaan rakennuksen omistajan tuli suojelukohteessa (101 suojelukohdekuntaa) rakentaa tilavuudeltaan vähintään 3000 m³ suuruiseen kiviseen tai rakenteeltaan siihen verrattavaan rakennukseen tai sen läheisyyteen (rakennustyön yhteydessä) väestönsuoja, jonka suuruudeltaan voitiin arvioida riittävän rakennuksessa asuvia, työskenteleviä tai muutoin oleskeleviä henkilöitä varten sodan aikana tai siihen verrattavissa oloissa. Myös samansuuruiseen valmiiseen rakennukseen, jossa suoritettiin perusteellinen rakennuksen pohjakerrokseen ulottuva muutos- tai korjaustyö, oli tehtävä väestönsuoja, mikäli se suuremmista vaikeuksista ja kustannuksista kävi päinsä. (1.)

Tämänhetkisen väestönsuojelulain pohjana on 1958 annettu väestönsuojelulaki (438/58) joka astui voimaan vuonna 1959. (1.)

Väestönsuoja oli rakennettava vuoden 1959 voimaan tulleen väestönsuojeluasetuksen mukaan niin suureksi, että sen pinta-ala oli vähintään kaksi prosenttia (2 %) rakennuksen yhteenlasketusta pinta-alasta. Teollisuus- ja tuotantolaitosten, teknillisten laitosten ja näihin verrattavien laitosten käyttöön tarkoitettujen tilojen tai varastotilojen väestönsuojan koko määritettiin niissä työskentelevien henkilöiden lukumäärän mukaan. Valtion velvollisuus oli väestönsuojelulain mukaan rakentaa väestönsuojat suojelukohteissa oleville rautatieasemille ja lentoasemille matkustavan yleisön ja liikennehenkilöstön suojaamiseksi hätätilanteessa. (1.)

Kunnat velvoitettiin puolestaan saman lain puitteissa rakentamaan väestönsuoja linja-autojen keskusasemille ja satamiin sekä suojelukohteessa asuville ja oleskeleville sekä ulkona liikkuvia ihmisiä varten silloin, kun väestön suojaamisen ei muutoin katsottu tulevan riittävän turvatuksi. Valtio korvasi kunnille ne kustannukset, jotka aiheutuivat linja-autoasemien ja satamien väestönsuojien rakentamisesta. (1.)

1.3 Väestönsuojien nykytilanteesta Suomessa

Vuoden 2006 lopussa oli koko maassa yhteensä 3,5 miljoonaa suojapaikkaa ja 42 000 väestönsuojaa. Lähes 90 prosenttia suojapaikoista on rakennettu talokohtaisiin teräsbetonisuijiin. (5.). Vuosittain rakennetaan noin 1000 väestönsuojaa, ja niissä on noin 65000 suojapaikkaa. Nykyisissä suojelukohdekunnissa asuu noin 3,1 miljoonaa asukasta ja heistä noin 90 prosentille on suojapaikka, mutta tilastotietojen mukaan noin sadassa kunnassa ei ole yhtään väestönsuojaa. Viimeksi mainitut kunnat ovat pieniä kuntia, joissa on yhteensä noin 200 000 asukasta. (1.)

Yleisten väestönsuojien rakentamisesta on päätetty luopua sisäministeriön päätöksen mukaisesti vuoden 2011 pelastuslain muutoksen myötä. Väestönsuojien rakentaminen asuinrakennuksiin sekä teollisuus-, varasto- ja liikerakennuksiin ynnä hoitolaitoksiin jatkuu edelleen tarveharkintaisena väestönsuojan kevennetyn rakentamisvelvoitteen puitteissa.

Väestönsuojan kehityshistorian alkuvuosina rakennetut väestönsuojat eivät ole enää edes kunnostettuina käyttökelpoisia eivätkä suojaa riittävästi nykyajan

asevaikutuksilta tai ionisäteilyltä. Tämä käy ilmi sisäministeriön kuntien viranomaisten kanssa vuonna 2004 tekemästä kuntokartoituksesta, jossa kartoitettiin eri aikakausina rakennettujen 175 asuinkerrostalon väestönsuojien kuntoa. Kartoituksen mukaan vanhimmat 1954 – 1958 rakennetut suojat eivät ole suojakäyttöön soveltuvia, ennen vuotta 1963 rakennetut suojat ovat heikossa kunnossa, vuosina 1963 rakennetut suojat ovat tyydyttävässä kunnossa ja vuoden 1971 jälkeen rakennetut suojat ovat hyvässä kunnossa. Vanhimmista väestönsuojista puuttuvien ilmanvaihtolaitteistojen ja vesipisteiden sekä viemäreiden takia niiden korjaaminen ja käyttökelpoiseksi saattaminen nykyistä suojausvaatimustasoa vastaavaksi suojiksi tulisi kohtuuttoman kalliiksi. (1.)

2 VÄESTÖNSUOJAN RAKENTAMISTA KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ JA MÄÄRÄYKSET

Elementtiväestönsuojan ja paikallavalettavan väestönsuojan suunnittelua ja rakentamista ohjaavat Valtioneuvoston asetukset (VNp, viimeisin vahvistettu asetus on annettu ja julkaistu 5.5.2011, RT SM-21508, Rakennustietosäätiö 2011) sisäministeriön esityksen perusteella pelastuslakiehdotuksen pohjalta, jonka uudistettu versio oleellisin muutoksin astui voimaan 1.7.2011 sekä sisäasiainministeriön asetus N:o 947 S1- ja K-luokan teräsbetonisista väestönsuojista (RT 92-10771, S1-luokan teräsbetoniväestönsuoja ja K-luokan väestönsuoja, Rakennustietosäätiö 2002), jonka sisältämät väestönsuojan suunnittelu- ja rakentamisohjeet ovat edelleen soveltuvien osin käytössä.

3 VÄESTÖNSUOJAN RAKENTAMISVELVOLLISUUS

Uuden Pelastuslain 2011 voimaantulon myötä yksinkertaistettiin ja kevennettiin väestönsuojien rakentamisvaatimusten linjausta. Uuden Pelastuslain 379/2011 mukaan väestönsuoja on rakennettava seuraavana selvitettyissä tapauksissa.

Väestönsuojan rakentamisvelvollisuus on rakennuksen omistajalla. Jos samalla tontilla sijaitsevan rakennuksen tai rakennusryhmän kerrosala on vähintään 1200 neliometriä ja siinä asutaan, työskennellään tai oleskellaan pysyvästi, on sitä varten rakennettava väestönsuoja. (1.)

Tuotanto-, teollisuus-, varasto- ja kokoontumisrakennusta varten on rakennettava väestönsuoja, jos rakennuksen tai rakennusryhmän kerrosala on vähintään 1500 neliömetriä. (1.)

Jos tontilla on ennestään rakentamismääräysten edellyttämät väestönsuojelulliset ja rakenteelliset vaatimukset täyttäviä suojapaikkoja, joita on pelastuslaissa ja sen nojalla annetuissa asetuksissa säädetty määrä, väestönsuojan rakentamisvelvollisuutta ei ole. (1.)

Väestönsuojan rakentamisvelvollisuus ei koske maatalousrakennuksia eikä väestönsuojaa tarvitse tehdä rakennukseen, jonka käyttöikä on enintään viisi vuotta. (1.)

Väestönsuojaa ei tarvitse myöskään rakentaa, jos lääninhallitus on myöntänyt poikkeusluvan rakentamisvelvollisuudesta ilman ehtoja. (2.)

4 VÄESTÖNSUOJAN SIOITTAMINEN

Tässä työssä väestönsuojan sijoittamisella tarkoitetaan ensinnäkin väestönsuojan sijoittamista uudisrakennuksen rakennuksessa ja sen tilajärjestyksessä. Toiseksi väestönsuojan sijoittamisella tarkoitetaan väestönsuojan sijoittamista rakennusalueella .

Väestönsuoja voidaan sijoittaa rakennukseen tai rakennuksen ulkopuolelle. Väestönsuojan rakentamisen sijoittaminen rakennukseen tai rakennuksen ulkopuolelle riippuu olemassa olevien alueen rakennusten käyttötaluokituksista ja niissä olevien suojapaikkojen määrästä.

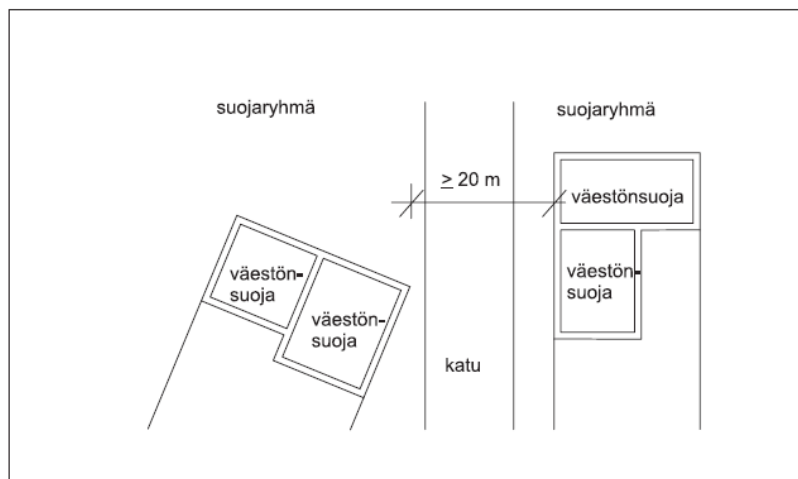
4.1 Väestönsuojan sijoittaminen rakennuksessa

Väestönsuoja sijoitetaan rakennuksessa yleensä rakennuksen alimpaan kerrokseen. Väestönsuoja sijoitetaan kokonaan tai osittain maanpinnan alapuolelle, jotta väestönsuojaa ulkopuolelta ympäröivä maa-aines ja rakennuksen rakenteet antavat väestönsuojan rakenteille säteilysuojaa ja muutenkin suojaavat mahdollisimman paljon väestönsuojan rakenteita ulkopäin. Suojan maanpäällisen osan ja ulkoilman väliin pyritään tekemään mahdollisimman paljon raskaita rakenteita maksimaalisen säteilysuojan turvaamiseksi. Maanpinnan alapuolelle jäävälle väestönsuojan osalle ympäröivä

maa muodostaa riittävän suojan säteily- ja asevaikutuksia vastaan. Väestönsuojan ulkoseinän massan tulee olla säteilysuojavaatimuksen takia vähintään 900 kg/m^2 . Se merkitsee sitä, että väestönsuojan seinämäpaksuuden on oltava vähintään 360 mm. S1-luokan väestönsuojissa seinämäpaksuus yksin ei täytä tätä ehtoa. Yleensä vaatimus täyttyy, kun S1-luokan väestönsuoja sijoitetaan kokonaan rakennuksen perusmuurilinjan sisäpuolelle. Tällöin väestönsuojan seinämän ja perusmuurin rakennepaksuudet rinnakkain ylittävät säteilyn osalta vaaditun rakennepaksuuden ja siten muodostavat riittävän suojakerroksen säteilyä ja asevaikutuksia vastaan. (2.)

4.2 Väestönsuojan sijoittaminen rakennuksen ulkopuolelle

Väestönsuojan saa sijoittaa korkeintaan 250 metrin päähän siitä rakennuksesta, jota varten se rakennetaan. Pelastusviranomaisista kuultuaan rakennusluvan myöntävä viranomaislainen voi uhka-arvioon perustuen erityisistä syistä päättää, että pelastuslaissa 71 §:ssä momentin 4 mukainen yhteinen väestönsuoja voidaan sijoittaa kauemmaksi. Matka väestönsuojaan ei saa olla suurempi kuin 250 metriä siitä rakennuksesta, jota varten väestönsuoja rakennetaan. Väestönsuojan rakentaminen kokonaan toiselle tontille edellyttää rakennusrasitteen perustamista, *Maankäyttö- ja rakennuslaki (RT YM1-21107)*. (2.)



Kuva 1. Väestönsuojien väliset etäisyydet. RT 92-10771, (RT 92-10771: kuva 4, sivu 5,).

Kuvassa 1 esitettyjen väestönsuojien ja väestönsuojaryhmien toisiaan lähinnä olevien seinäpintojen välinen etäisyys on oltava vähintään 20 m.

5 VÄESTÖNSUOJIEN TYYPPIESIMERKIT

Väestönsuojat luokitellaan teräsbetonisiin S1-luokan, S2-luokan väestönsuojiiin sekä kallioon louhittuun kalliosuojaan.

S1 Kokonaan tai osittain maanpinnan alapuolelle sijoitetun S1-luokan väestönsuojan tulee kestää 100 kPa:n (1 baarin) kuormitus. Maanpinnan yläpuolelle sijoitetun S1-luokan väestönsuojan tulee kestää 200 kPa:n (2 baarin) kuormitus (katso kuvio 1)..

S2 S2-luokan väestönsuojan tulee kestää 200 kPa:n (2 baarin) kuormitus (katso kuvio 1)

Kalliosuoja Kalliosuojan tulee kestää 300 kPa: (3 baarin) kuormitus (katso kuvio 1)



Kuva 2. S1-luokan elementtiväestönsuoja. (Kuva: Mika Kokkonen. Työmaakuva Lappeenrannasta 2006.)

Yllä olevassa kuvassa näkyy S1-luokan väestönsuoja. Väestönsuojan ympäryseinät on 300 mm paksuja betonielementtejä. Tässä väestönsuojassa on kaksi erillistä väliseinällä erotettua suojatilaa ja niihin johtavat ovet näkyvät kuvassa vasemmalla etualalla.

6 VÄESTÖNSUOJAN NIMIKKEISTÖÄ

Väestönsuojan nimikkeistö sisältää käsitteet, väestönsuojan tilat, rakenteet ja mitoituskuormat.

6.1 Käsitteet

Käsitteillä tässä työssä tarkoitetaan väestönsuojan rakentamista koskevaa selitettävää sanastoa, jota viranomaisohjeissa käytetään.

Suojelukohde

Suojelukohde on asutus-, teollisuus-, liikenne- tai muun niihin verrattava keskus, koko kunnan alue tai osa siitä. Suojelukohteet on lueteltu ohjeessa *Sisäasiainministeriön päätös suojelukohteista*. (2.)

Suojelukohdekuntia on nykyisin 50, joista 29 kuntaa on kokonaan suojelukohdetta. (1.)

Muu alue

Muu alue käsittää kaikki ne alueet, jotka eivät sisälly suojelukohteisiin. (2.)

Varsinainen suojatila

Varsinainen suojatila on kerrosalan tai henkilömäärän perusteella saatu väestönsuoja laskennallinen oleskelutilan ala. (2.)

Väestönsuojan laskennallinen henkilömäärä

Väestönsuojan henkilömäärä määräytyy jakamalla varsinaisen suojatilan pinta-ala mitoitusperusteena olevalla alalla 0,75 neliometriä henkilöä kohti tai teollisuus-, tuotanto-, varasto-, opetus- ja hoitoalan rakennuksissa työskentelevien ja oleskelevien henkilöiden määrän mukaan. Kolmas tapa on mitoittaa varsinaisen väestönsuojan pinta-alaksi yksi prosentti (1 %) rakennuksen pinta-alasta. (2.)

Se tapa, millä järkevä ja edullisin väestönsuojan mitoitus tehdään, päätetään tilannekohtaisesti rakennuksen pinta-alan, rakennuksen pääasiallisen

käyttötarkoituksen ja rakennuksessa olevan henkilömäärän perusteella käyttäen kohteeseen ja tilanteeseen sopivinta mitoitusperustetta.

Suojaluokka

Väestönsuojat jaetaan S1 ja S2 teräsbetonisuojaan sekä kalliosuojaan. (2.)

Vahvistettu rakenne

Vahvistettu rakenne on rakennuksen sortuman ja tärähdyksen kestävä rakenne, jonka tulee täyttää sisäasiainministeriön asetuksen mukaiset lujuusvaatimukset (RT SM-21194). (2.)

Ympärysrakenteet

Väestönsuojaan kuuluvat tiloja rajoittavat, painekuormituksia vastaanottavat ympärysseinät, katto ja lattia eli ympärysrakenteet. (2.)

Sortuma-alue, sortuma

Sortuma-alueen (sortuma) oletetaan ulottuvaksi rakennuksen uloimmista kantavista osista etäisyydelle, joka on kolmasosa rakennuksen korkeudesta. (2.)

Sortumakuorma

Sortumakuorma on arvioitu kuorma 25 kN/m^2 , joka syntyy rakennuksen sortuessa. (2.)

Sulkutila

Sulkutila on tuulikaappiin verrattava tila, joka estää suojautumisen aikana saastuneen ulkoilman pääsyä suojaan. Sitä käytetään myös puhdistautumistilana. (2.)

Lähekkäin olevat suojat eli samaan suojaryhmään kuuluvat suojat

Lähekkäin olevat suojat eli samaan suojaryhmään kuuluvat suojat ovat suoja, joiden välinen etäisyys on alle 20 m. (2.)

6.2 Väestönsuojan tilat

Väestönsuojan tilat koostuvat varsinaisesta suojatilasta ja aputilasta. Varsinainen suojatila lasketaan henkilömäärän tai rakennuksen pinta-alan perusteella ja aputila sisältää väestönsuojan tarvittavat toiminnalliset tilat.

6.2.1 Varsinainen suojatila

Kuten aikaisemmin todettiin, varsinaisen suojatilan pinta-ala on vähintään 2 prosenttia asuin-, liike-, toimisto- ja muiden vastaavien uudisrakennusten kerrosalasta ja vähintään 1 prosentti teollisuus-, tuotanto- ja kokoontumisrakennusten sekä varastotilojen osalta. Väestönsuojan korkeuden lattiasta katon alapintaan on oltava vähintään 2,3 m. Lattian ja kannatinpalkin tai muun vastaavan kattopintaa alempana olevan kiinteän rakenteen osan on oltava vähintään 2,0 m:n korkeudella lattiapinnasta.(2.)

Suojatila käsittää yhden tai useampia suojahuoneita. Suojahuoneiden seinien rakentamisessa on otettava huomioon se, että kaikkiin huoneisiin ja niistä pois on suojakäytön aikana ilmanvaihdossa tarvittavat ilman virtaustiet, joista on ohjeet *RT-kortin 92-10771* kohdassa 10.1 *Ilmanvaihtojärjestelmä*. Suojahuoneita ei saa tehdä epäkäytännöllisen mutkikkaiksi tai kapeiksi. Suunnitelmissa on otettava huomioon, että suoja on voitava poikkeusoloissa jakaa majoitusosaan sekä oleskeluosaan. Suojatilassa tulee olla vesipisteen yhteydessä pesuallas ja lattiakaivo (RT SM-21194). Ne sijoitetaan käymäläryhmän ja suojaoven lähelle. Vesipisteen voi tarvittaessa sijoittaa väestönsuojan ulkopuolelle. (2.)

Varsinaiseen suojatilaan on laskettava seuraavaksi esitetyt aputilat.

Keittiölle on varattava tila, jonka pinta-ala tulee olla noin kaksi neliometriä. (2.)

Varavesisäiliöille on mitoitettava oma tilansa. Suojassa tulee olla mahdollisuus veden säilyttämiseen siten, että käytettävissä on vettä vähintään 40 litraa varsinaisen suojatilan neliometriä kohti. (2.)

Jäteastioille, joiden tilavuus 15 litraa varsinaisen suojatilan neliometriä kohti, on mitoitettava oma tilansa. Esimerkiksi väestönsuojassa, jonka varsinainen suoja-ala on 20 neliometriä, jäteastioiden tilavuuden on oltava 300 litraa.

Väestönsuojan jätehuolto tulee järjestää tarkoituksen mukaisella tavalla. (2.)

Varsinaiseen suojatilaan ei lasketa suojaan rakennettujen tai rakennettävien kevyiden väliseinien alaa, alle 1,6 metriä korkeita tiloja eikä alle 2 metriä leveitä tiloja. Tällaisiin kapeisiin tiloihin voidaan kuitenkin sijoittaa suojan teknisiä tiloja, kuten käymälät, varavesisäiliöt, ilmanvaihtolaitteistot, kun varmistetaan niihin riittävät kulkutilat. (2.)

6.2.2 Aputilat

Väestönsuojan varsinaisen suojatilan lisäksi on tehtävä seuraavat aputilat ja tilavaraukset:

- sulkuteltoa sisäpuolelle väestönsuojan oven eteen, jolle on varattava lattiapinta-alaa vähintään 2,5 m² tai sulkuhuone, jonka huonealan tulee olla vähintään 4 m²
- käymälät, yksi alkavaa varsinaisen suojatilan 20 m² kohti; suunnitelman mukaiset käymäläkomerot tai wc-tilat. Käymäläkomeroille varataan tilaa vähintään 0,7 m² yhtä komeroa kohti
- ilmanvaihtolaitteistoille tilaa vähintään 1,5 m² yhtä ilmanvaihtolaitetta kohti
- ensiaputila 6 m², kun varsinainen suojatila on yli 90 m². (2.)

6.3 Rakenteet

Elementtirakenteisen väestönsuojan rakenteet sisältävät:

- lattian, joka voi olla maanvarainen teräsverkoilla vahvistettu sekä reunavahvistettu maanvarainen betonilaatta tai välipohja
- raudoitetut betoniseinäelementit joiden paksuus 300 - 400 millimetriä, ne määräytyvät väestönsuojan tyyppin mukaan
- mahdollisen teräsbetonisen väliseinäelementin, jonka vähimmäispaksuus on 200 mm
- kattolaataston, jonka pohjana ja muottina on millimetrin paksuiset teräsbetoniset sirpaleverkolla varustetut kuorilaatat, jonka sivuilla on tartuntateräkset
- vahvistettu poistumisreitti, jota suojaava kattolaatta mitoitetaan kantamaan sortumiskuorma
- liitosteräkset hakoina elementtien liitoksiin, joissa seinäelementit kiinnitetään toisiinsa nurkkaliitoksin sekä lattiaan ja kattoon

- mahdolliset tartuntateräukset väestösuojaan liittyviä ulkopuolisia rakenteita varten. (2.)

6.3.1 S1-luokan teräsbetonisen väestösuojan rakenteet

S1-luokan teräsbetonisen väestösuojan ympäryseinien ja katon tulee olla vähintään 300 mm paksua teräsbetonia sekä väestösuojan lattian, kantavien teräsbetonisten väliseinien ja pilarien sekä kaksikerroksisen väestösuojan teräsbetonisen välipohjan tulee olla vähintään 150 mm paksua teräsbetonia. (2.)

6.3.2 S2-luokan teräsbetonisen väestösuojan rakenteet

S2-luokan teräsbetonisen väestösuojan ympäryseinien ja katon tulee olla vähintään 400 mm paksua teräsbetonia sekä väestösuojan lattian muilta kuin kalliota vasten olevilta kohdin vähintään 200 mm paksua teräsbetonia. S2-luokan teräsbetonisen väestösuojan ja kallioväestösuojan sisällä olevien teräsbetoniseinien, -pilarien ja -välipohjien tulee olla vähintään 200 mm paksua teräsbetonia. (1)

6.4 Mitoituskuormat

Väestösuojan mitoittamiseen käytetään seuraavaksi esitettyjä väestösuojaan kohdistuvia laskentakuormia.

Painekuorma

Väestösuojien rakenteet tulee mitoittaa paineaallosta aiheutuvalle kuormitukselle siten, että S1-luokan teräsbetonisuojan tulee kestää 100 kPa:n (1 baarin) kuormitus, S2-luokan teräsbetonisuojan 200 kPa:n (2 baarin) kuormitus ja kalliosuojan 300 kPa:n (3 baarin) kuormitus. (7.)

Kokonaan tai osittain maanpinnan alle tulevan väestösuojan seinät mitoitetaan 100 kPa:n (1 baarin) painekuormalle neliometriä kohti. Kokonaan maanpinnan yläpuolelle tulevan väestösuojan seinät mitoitetaan 200 kPa:n (2 baarin) painekuormalle neliometriä kohti. Väestösuojan katto mitoitetaan aina 200 kPa:n (2 baarin) painekuormalle m²:ä kohti.

Tärähdyskuorma

Väestönsuojan rakenteet tulee mitoittaa kestäämään asevaikutuksien tärähdyskuormituksia. Välipohjan oleskelukuormasta otetaan huomioon yksi kolmasosa. Kuormitusten osavarmuuskerroin on 1. (7.)

Perustusten mitoitus

S1-luokan teräsbetonisen väestönsuojan perustuksen mitoituksessa otetaan huomioon yksi neljäsosa pystysuoraan vaikuttavista paine- ja sortumakuormista. (7.)

Teräsbetonirakenteiden mitoitus

Väestönsuojissa rakenteiden paine- tai sortumakuormien, niitä vastaavien takaisinheilahduskuormien, tärähdyskuormien tai niihin lisättyjä hyötykuormia sisältävien kuormitusyhdistelmien mitoituksessa osavarmuuskerroin on vähintään 1 siten, että kuormitusta käsitellään staattisena kuormana. (7.)

Betoni- ja teräsbetonirakenteita koskevissa määräyksissä ja ohjeissa olevia ominaislujuuksia saadaan raudituksen lujuuden sekä betonin puristuslujuuden osalta korottaa enintään 20 prosenttia. Materiaalien osavarmuuskerroin on vähintään 1 ja sallittuina jännityksinä käytetään ominaislujuuksia edellä mainittuine korotuksineen. (7.)

7 ELEMENTTIRAKENTEISET VÄESTÖNSUOJAT

Elementtiväestönsuoja voidaan rakentaa kahdella eri elementtijärjestelmällä, kuorilaattaelementeistä tai massiivielementeistä. Mainituilla elementtijärjestelmillä on omat erityispiirteensä ja rakentamistekniikkansa.

7.1 Taustaa

Rakennusalan kirjallisuudessa ei ole käsitelty teräsbetonisten elementtiväestönsuojien historiaa. Oletettavasti samaan aikaan kuin

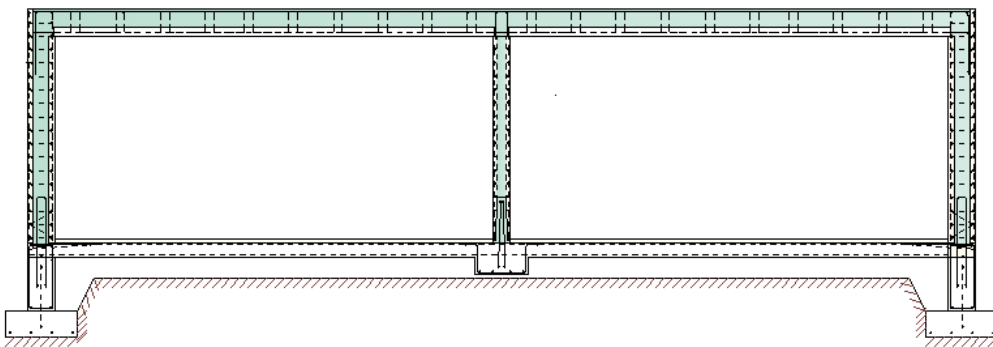
asuinkerrostalojen ja teollisuusrakennusten elementtirakentaminen yleistyi 1960-luvulla, myös väestönsuojia alettiin rakentaa asuinkerrostaloihin esivalmistetuista teräsbetonielementeistä. Massiivisia väestönsuojaelementtejä on valmistettu 1960-luvulla ja ilmeisesti samoihin alkoi kuorilaattajärjestelmällä rakennettavien väestönsuojien elementtituotanto. Massiivielementtijärjestelmässä väestönsuojaelementit on tehty yhtenäisiksi elementeiksi.

Kuorilaattajärjestelmä perustuu siihen, että massiivisia betonielementtejä kevyemmät teräsbetoniset kuorilaattaelementit siirretään työmaalla paikalleen ja kuorielementtien välinen tyhjä tila valetaan betonilla täyteen. Kovetuttuaan tämä rakenne muodostaa vahvan seinärakenteen, jonka ominaisuudet täyttävät väestönsuojan rakenteille asetetut vaatimukset.

Molempiin suojatyyppeihin tehdään katto samalla tavalla. Seinäelementtien varaan nostetaan nosturilla kattoholvin sirpaleverkoilla varustetut kuorilaattaelementit, joiden päälle asennetaan kattolaatan yläpinnan ja alapinnan rauditus rakennesuunnitelmien mukaisesti. Kuorilaattojen rinnakkaiset saumat valetaan umpeen betonilla, ja lopuksi valetaan kattolaatta betonilla yläpinnan rajaan asti.

7.2 Elementtiväestönsuojien tyypit

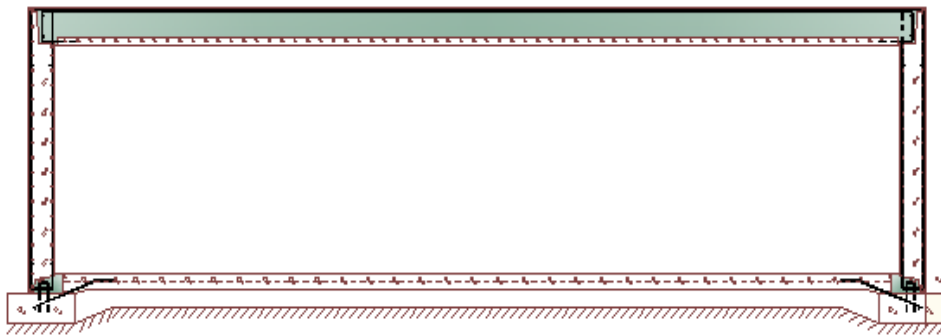
Kuorilaatta-seinäelementit koostuvat kahdesta raudoitettusta kuorilaatasta, jotka on yhdistetty toisiinsa teräsansaililla. Kuorilaattojen välinen tila valetaan täyteen betonilla. Massiivielementti on puolestaan valmiiksi tehty umpielementti, jonka liitetään betonivalulla ja liittymäraudoituksella toisiinsa.



Kuva 3. Type 1. Kuorielementeistä koottu väestönsuoja. (Kuva: Reijo Uski 2012)

Maanpinnan yläpuolelle rakennettavan väestönsuojan perustukset ovat kuvan 3 mukaiset. Ensin tehdään antura, jonka päälle asennetaan perusmuurielementit, jolloin maanvarainen lattialaatta tukeutuu reunoiltaan perusmuurin päälle.

Kokonaan maanpinnan alapuolelle rakennettavaan väestönsuojaan tehdään ensin betoniantura, jonka päälle valetaan lattian raudoitettu betonilaatta. Laatan reunoille pystytetään väestönsuojan seinäelementit ja mahdollinen väliseinäelementti. Kun seinäelementit on pystytetty, tuettu ja nurkkiin on tehty muotit, koko seinärakenteen tyhjä tila täytetään betonilla. Seuraavaksi asennetaan seinäelementtien päälle kattoholvin kuorilaatat, jotka tuetaan alapinnasta terästolpilla. Kuorilaattojen päälle tehdään raudoitus, ja lopuksi kattoholvin päälle valetaan betonilaatta. Kattorakenteen kokonaispaksuus S1-luokan väestönsuojassa on 300 mm.



Kuva 4. Type 2. Massiivielementeistä koottu väestönsuoja. (Kuva: Reijo Uski 2012)

Massiivielementeistä kootun väestönsuojan kokoaminen tapahtuu samassa järjestyksessä kuin kuorilaattaelementeistä kootun väestönsuojankin. Oleellisena erona massiivielementillä verrattuna kuorilaattaelementtiin on se että massiivielementtejä ei tarvitse valaa täyteen betonia. Massiivielementtien valut rajoittuvat elementtien välisten pystysaumojen täyttämiseen. Massiivielementeistä kootun väestönsuojan kattorakenne tehdään samalla periaatteella kuin kuorilaattaelementeistä rakennetun väestönsuojan katto.

8 VÄESTÖNSUOJAN RAKENTEET

Väestönsuojan rakenteita käsittelevä kappale käsittelee väestönsuojan rakenteen staattista toimintamallia ja luettelee kuorielementtiväestönsuojan sekä massiivielementtiväestönsuojan rakenneosat .

8.1 Väestönsuojan rakenteen staattinen toimintamalli

Väestönsuojan rakenteen staattinen kuormien siirtämismekanismi perustuu nivelkantaiseen jäykkään kehämalliin. Tätä kehämallia tarkastellaan elementtirakenteisen väestönsuojan rakenneleikkauksessa, jonka leikkauslinja kulkee tutkittavan seinä- ja kattorakenteen keskikohdalta.

Väestönsuojan seinän ja katon liitos raudoitetaan ankkuriteräksillä. Ankkurirauditus tekee liitoksesta jäykän ja mahdollistaa kattorakenteeseen kohdistumista kuormista aiheutuvien momenttien siirtymisen seinärakenteelle.

Sen sijaan seinän ja lattian välinen liitos katsotaan nivelelliseksi tueksi liitoksen betonivalun takia. Vaikka seinän ja lattian välinen sauma on raudoitettu tartuntaraudoituksin, seinältä ei siirry momenttia lattiaan.

Nurkissa seinät muodostavat toisiinsa nähden kohtisuoraan vaaka- ja pystysuuntaan staattisesti liikkumattoman tuen.

8.2 Elementtiväestönsuojien rakenneosat

Tässä kappaleessa on esitelty kuorilaattaelementeistä ja massiivielementeistä rakennettavien väestönsuojien rakenneosat ja niiden toimintaperiaatteet.

8.2.1 Kuorilaattaelementeistä rakennetun väestönsuojan rakenneosat

Lattia

Rakennetyypissä yksi (Type 1) väestönsuojan lattia valetaan ensimmäisenä ja lattialaatan reunaan elementtien kohdalle valussa muotoillaan muottilaudalla leveä pontti rakennepiirustusten mukaan, johon elementtien asentamisen yhteydessä betonilla täytettäessä muodostuu ilmavuotoja estävä tiivis sauma. Uran toinen tehtävä on varmistaa seinäelementtien liittymävalun tartunta ja estää rakenteen sivuttaissiirtymä betonin kovettua. Väestönsuojan maanvarainen lattia voi olla joko kauttaaltaan maanvarainen reunavahvistettu raudoitettu teräsbetoni-laatta tai reunoilta perusmuurin päälle tuettu maanvarainen laatta. Väestönsuojan lattia voi myös olla vahvistettu välipohjalaatta. Väestönsuojan lattia voidaan valaa myös viimeisenä toimenpiteenä muiden väestönsuojan elementtien pystyttämisen jälkeen.

Seinäelementit

Väestönsuojan yksi seinäelementti koostuu kahdesta ohuesta kuorielementistä, jotka muodostavat väestönsuojan seinärakenteen ulko- ja sisäpinnan muottipinnan. Nämä kuorielementit on sidottu toisiinsa teräsansailloilla. Kun kaikki seinäelementit on asennettu, elementtien väliin jäävä tila valetaan täyteen betonia ja tiivistetään. Betonimassan valun jälkeen raudoitettut kuorielementit ja valettu betonimassa muodostavat kovettuneen yhtenäisen ja monoliittisen rakenteen. Seinäelementteihin on asennettu tehtaalla valmiiksi väestönsuojan ovet, varapoistumislukut ja läpiviennit ilmanvaihtolaitteita varten.

Kuorielementtien nurkat raudoitetaan harjateräksestä rakennesuunnitelman mukaisesti taivutetuilla lenkeillä, jotka risteävät nurkissa kohtisuoraan toisiaan vastaan. Nämä lenkit asennetaan ansaiden vaakasuuntaisiin poikkiteräksiin. Koska sisänurkkiin jäisi molempiin suuntiin 60 millimetriä leveä asennusrako, raudoituksen jälkeen nurkkiin tehdään sisä- ja ulkopuolelle muotit seinäelementin täyttövalua varten.

Väestönsuojan ympärysseinien ja mahdollisen väliseinän liitokseen tehdään samoin valumuotit seinäelementtien valua varten

Ympärysseinien valut suoritetaan ylhäältä täyttäen koko seinien laajuinen välitila. Väliseinän täyttö puolestaan tapahtuu elementissä olevien halkaisijaltaan 100 x 200 mm:n täyttökanavien kautta. Kanavat ohjaavat betonimassa väliseinän alareunassa olevaan onkaloon, jossa se leviää ja ympäröi väliseinäelementin kohdalla lattiasta esiin työntyvät tartuntaraudat ja siten varmistaa väliseinäelementin lujan kiinnityksen betonin kovettuneeseen.

Kattoelementit

Väestönsuojan kattorakenne muodostuu alapintaan asennettavista kuorielementtilaatoista ja sen päälle valettavasta raudoitettusta betonilaatasta. Kuorilaattojen vakioleveys on 1200 mm ja niiden paksuus määräytyy katon rakennepaksuuden, kuormituksen ja jännevälän pituuden tuloksena. Katon kuorielementtien mitoitus tehdään valmistajan ohjetaulukon avulla ja rakennesuunnitelmien perusteella. Kattoelementissä voi olla palkin näköiset

korokkeet, jonka päälle yläpinnan rauditus lasketaan, mutta niille ei ole laskettu rakenteellista kantavuutta. (6.)

Väestönsuojan katon kuorielementit on varustettava sirpaleverkolla. Sirpaleverkko estää väestönsuojan katon sirpaloitumisen pommin räjähtämisen seurauksena sisätilaan. Sirpaleverkko voidaan asentaa myös kuorilaatan päälle. Katon kantavaksi rakenteeksi tehdään täytevaluna valettava raudoitettu betonilaatta. Kuorilaatoissa on yläpinnasta esiin tulevat teräslenkit, jotka muodostavat lujan tartuntaraudituksen betonilaataan. Tällöin kuorilaatta muodostaa liittorakenteen raudoitettun betonilaatan kanssa. Kuorilaattojen sivuilla on myös yläsuuntaan viistot tartuntateräkset, joilla ankkuroidaan kuorilaatat päälle valettavaan betonilaataan. Samalla ennalta kuorilaatan saumoihin tehty saumavalu tilkitsee mahdolliset betonin vuotoreiät ja aukot betonilaatan valun aikana (katso kuva 1).



Kuva 5. *Kuorilaatan sivusauman rauditus ja valu.* (Kuva: Mika Kokkonen. Työmaakuva Lappeenrannasta 2006.)

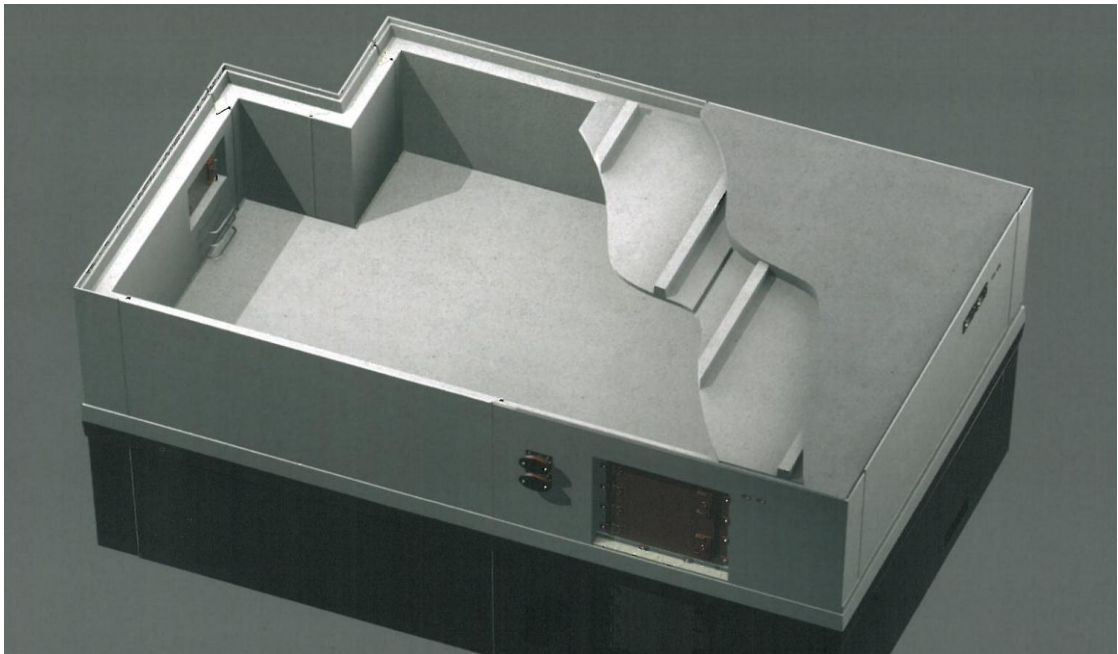
Seinien täytevaluun ja kattolaatan valuun käytettävän betonin lujuuden on oltava C30/35, ellei suunnitelmissa toisin mainita. Kuorilaatat tuetaan alapinnoistaan terästolpilla perusmaahan tai lattiaan betonoinnin ajaksi, ja tuenta voidaan poistaa, kun laatta on saavuttanut lujuuden 15 MN/m². (4.)

Väestönsuojan toinen ulos johtava poistumistie on tehtävä Sisäministeriön rakentamismääräysten (RT 92-10771) mukaisesti varapoistumistunnelin tai vahvistetun poistumisreitit kautta sortuma-alueen ulkopuolelle. Varauloskäytävän tunnelin rakenteet mitoitetaan 25 kPa:n sortumakuormalle. Poistumisreitti varmistetaan siten, että poistumisreitit koko matkalle tehdään vahvennettu kattolaatta. Vahvennetun kattolaatan paksuus on yleensä 200 mm. (2.)

8.3.2 Massiivielementeistä rakennetun väestönsuojan rakenneosat

Rakennetyypissä kaksi (Type 2) väestönsuojan seinäelementti koostuu yksittäisestä, tehtaalla valmiiksi raudoitetusta ja valetuista betonielementeistä, joista sellaisenaan voidaan koota nopeasti väestönsuoja. Seinä- ja kattoliittymien avulla väestönsuojan rakenteet saadaan monoliittiseksi. (5.)

Määriteltäessä ja suunniteltaessa rakenteita tulee huomioida, että suoja on riittävän tiivis ja luja kriisitilanteessa. Väestönsuojien rakennejärjestelmät on kehitetty sellaisiksi, että lopullisessa tilanteessa suoja on mahdollisimman yhtenäinen ja että vaadittava ilmatiiveys säilyy kriisitilanteessa. Tästä syystä rakenneosien liittymät tehdään jäykiksi tai osittain jäykiksi. Elementtirakenteiset väestönsuojat ovat pääosin yhdistelmärakenteita, joissa elementit ja paikallavalu muodostavat yhdessä lopullisen monoliittisen suojarakenteen. (5.)



Kuva 6. S1-luokan väestönsuoja massiivielementeistä. (Kuva: Rakennusbetoni Oy:n esite väestönsuojista).

Väestönsuojan rakenneratkaisu valitaan usein rakennuksen muun rungon rakentamistavan perusteella: paikalla valettavaan runkoon soveltuu usein parhaiten paikalla valettu väestönsuoja ja vastaavasti täselementtirunkoiseen rakennukseen elementtiväestönsuoja. Ratkaisu rakentamistavasta tehdään rakennuskohtaisesti. (5.)

Massiivielementeistä rakennettuun väestönsuojaan kuuluvat teräsbetoniset rakenneosat, kuten teräsverkolla vahvistettu pohjalaatta, ulkokuoren teräsbetoniset seinälaatat sekä kattorakenteeseen itsekantavat, esijännitetyt teräsbetoniset kuorilaatat, jotka toimivat niiden päälle tehtävän raudoitetun kattovalun muottina. Kuorilaattojen päälle valetaan suojaluokasta riippuen 300 tai 400 mm:n paksuinen raudoitettu betonilaatta, joka muodostaa noin 100 mm paksujen kuorilaattojen kanssa monoliittisen rakenteen. Lisäksi väestönsuojan rakenneosiin voi kuulua myös väliseinä kattoelementtien tukiseinä ja tilanjakajana. Väliseinän on oltava materiaaliltaan teräsbetonia, jonka vahvuus S1-luokan väestönsuojassa on oltava vähintään 150 millimetriä. Esimerkiksi tiiliseinä ei rakenteensa epästabiiliuden ja heikon lujuuden, paineen- ja tärinänkeston takia sovellu väliseinäksi väestönsuojaan. (2.)

Väestönsuojassa on oltava vähintään kaksi poistumisreittiä, joista toisen on johdettava ulos ja pois sortuma-alueelta. Tämän takia väestönsuojan elementtitoimitukseen kuuluu myös varauloskäytävän elementtiosat, joiden muodostaman maanalaisen käytävän pituus riippuu emorakennuksen korkeudesta (sortuma-alueen laajuudeksi mitoitetaan kolmasosa rakennuksen korkeudesta) ja väestönsuojan sijainnista rakennuksen sisällä. Väestönsuojan varauloskäytävän täytyy ulottua sortuma-alueen ulkopuolelle. (2.)

Massiivisten väestönsuojien elementteihin on asennettu valmiiksi raudoitusvaiheessa lain vaatimat varauloskäytävän luukut, ilmanvaihtokanavien läpiviennit ja ovet. Sähkölinjoja ja putkilinjoja ei saa upottaa väestönsuojan elementteihin, vaan ne tehdään aina pinta-asennuksena. (2.)

8.2 Rakenneosien liitokset

Seinän ja lattiarakenteen liitoskohdassa on onkalo, joka täytetään lujuusluokaltaan vähintään C30/35:n betonimassalla. Onkalossa on esillä anturaan upotetut tartuntalenkit sekä elementtiin valetut tartuntateräksen 150 mm:n jakoaetäisyydellä koko seinäelementin matkalla.

Nurkkaliittymissä molemmista liitettävistä elementeistä tulee esiin raudoituslenkit, jotka kohtaavat ristikkäin. Yhdessä kovettuneen betonimassan kanssa ne

muodostavat ilmatiiviin, lujan ja sitkeän liitoksen, jonka tulee kestää elementtirakenteille kohdistuvat kuormitukset.

9 MASSIIVIELEMENTTIVÄESTÖNSUOJIEN TYÖMAATEKNIikka

Elementtirakenteisen väestönsuojan pystyttämiprojektissa on tehtäviä niin väestönsuojan asentajalle kuin tilaajallekin. Onnistuneen lopputuloksen varmistamiseksi ja saavuttamiseksi on esivalmistelut syytä tehdä huolellisesti.

Työmaalla on oltava väestönsuojan toimittajan käyttöön annetut rakennustyömaan sekä työmaan vastuuhenkilöiden yhteystiedot. Lisäksi on varmistuttava siitä, että väestönsuojan toimittajalla on käytössään kuusi viikkoa ennen väestönsuojaelementtien toimittamista kyseistä väestönsuojaa koskevat arkkitehdin tai rakennesuunnittelijan laatimat väestönsuojan mitoitettut pohjapiirustukset ja leikkauspiirustukset korkotietoineen, arkkitehdin laatima väestönsuojan luettelointipiirustus, rakennesuunnittelijan laatimat perustus- ja detaljipiirustukset sekä kuormitustiedot liittyvistä rakenteista. Myös väestönsuojaan liittyvät sprinkleri- ja LVIS-piirustukset on toimitettava valmistajan käyttöön. (4.)

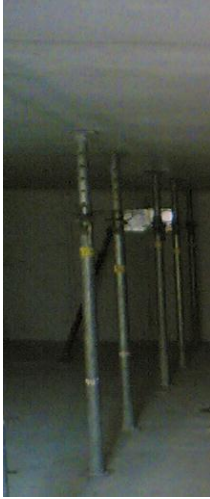
Tilaajan on valettava pohjalaatta rakennesuunnittelijan ja elementtitoimittajan ohjeiden mukaisesti sekä toimitettava työkohteeseen muottimateriaalin ja betonimassan siirtoineen ja koestuksineen. Lisäksi hän toimittaa jälkivaluihin tulevat kiinnitysosat. (4.)

Betonimassan, jolla pohjalaatta valetaan, on oltava lujuudeltaan C30/35 (XO1, XC1) ellei rakennepiirustuksissa toisin mainita. Saumoihin tulevan betonimassa runkoaineen rakeisuuden on oltava 0 - 8 mm:n luokkaa ja notkeuden S2 ja kattolaatan jälkivaluun tulevan betonimassan rakeisuuden 0 - 16 mmnotkeuden ollessa S1. Tilaaja huolehtii tarvittaessa talvityöt, lämmityksen ja sisäpuoliset pinta- ja rakennustekniset työt, pysyvät työturvallisuustoimenpiteet, kuten tasokaiteet, aukkosuojaukset ja kulkutiejärjestelyt sekä viranomaisien raudoitustarkastukset ja loppukatselmuksen. (4.)

Jos väestönsuojaelementit valetaan ilman pohjalaattaa, valmistaja tekee erillisen lisätyötarjouksen ja tilaaja vastaa elementtien tuenta-alustoista ja työturvallisuudesta sekä seinän ja lattialaatan tiiveydestä. (4.)

Pohjalaatan tekeminen

Elementeistä rakennettavaa väestönsuojaa varten tilaaja valaa väestönsuojan pohjalaatan tartuntoineen tehtaalla elementtisuunnittelijan laatiman pohjadetaljin



ja tilaajan rakennesuunnittelijan laatiman perustuskuvan mukaisesti. (4.)

Kuva 7. Terästolppia kattoholvin kannattimina. (Kuva: Mika Kokkonen. Työmaakuva Lappeenrannasta 2006.)

Edellä mainitut pohjalaatan tartunnat ovat pohjalaatan reunoilta esiin tulevia raudoituksia, jotka sitovat betonin kanssa väestönsuojan ympärysseinän alareunan pohjalaattaan. Tartuntaraudat ovat paksuudeltaan 12 mm:n raudoituslenkkejä, jotka laatan reunalla on nostettu laatan pinnasta 120 mm:n korkeudelle 150 mm:n jakoaetäisyydelle. Tartuntalenkit kiertävät laatan reunalla koko laatan ympäri. (4.)

Pohjalaatan tulee saavuttaa lujuus $C20/25 \text{ MN/m}^2$ ennen väestönsuojan elementtien asennusta. Tilaaja valaa pintalaatan rakennesuunnittelijan laatimien rakennesuunnitelmien mukaisesti. Laatan on saavutettava edellä mainittu lujuustaso sisäkaton holvilaataston tuentaa varten. Tuennassa holvilaataston alle sijoitetaan linjoittain terästolppia, joiden määrä ja vahvuus määräytyvät holvilaataston jännevälin ja terästolppien kokoluokituksen mukaan. (4.)

Väestönsuojaelementtien asennus ilman etukäteen valettavaa pohjalaattaa on myös mahdollista, jolloin tilaaja hoitaa tuentaohjeiden mukaiset tuenta-alustat asennuksen ajaksi ja vastaa seinän ja lattian saumaliitosten tiiveydestä ja asennustyön työturvallisuudesta. Tällöin tilaajan on varmistettava jälkivalettavan lattian alusrakenteiden ja perusmaan kantavuus erityisen huolellisesti tiivistämällä. (4.)

Korkojen ja mittalinjojen merkitseminen työmaalla

Tilaaaja vastaa väestönsuojan asennuskorkojen ja mittalinjojen merkitsemisestä väestönsuojan nurkkapisteisiin lattialaatalle 200 x 200 mm:n etäisyydelle seinien sisälinjoista ja mitoittaa kattoelementtien valuun tulevat tartuntaraudoitukset asennustyön etenemisen mukaan. (4.)

Nostot työmaalla

Asennuksessa käytetään ajoneuvonosturia, massaltaan enintään 70 tn. Elementin painoksi on arvioitu keskimäärin 10 tonnia ja nostoetäisyydeksi 14 m. Elementtien massat siirtoja suunniteltaessa voidaan lukea toimitusasiakirjoihin sisältyvästä elementtikaaviosta. Elementit saa nostaa ainoastaan niissä olevista nostolenkeistä elementtien vaurioitumisen välttämiseksi. Tilaaaja luonnollisesti vastaa ajoneuvonosturin paikan maaperän riittävästä kantavuudesta. (4.)

Kulkutiet ja suojakaiteet työmaalla

Tilaaaja huolehtii työmaan suojakaiteista sekä kulku- ja työskentelytilojen kunnosta. Tiestön tulee kestää kuorman kokonaispaino 54 tonnia. Työmaan kulkuväylien tulee olla siinä määrin tasaisia, ettei kuorman kallistumisesta aiheudu kaatumisvaaraa. (4.)

Elementtien kuljetus työmaalle

Väestönsuojaelementit kuljetetaan joko pysty- tai vaaka-asennossa elementtitehtaalta asiakkaan työmaalle. Elementtien kuljetuksessa otetaan huomioon asennusjärjestys, jotta elementit voidaan purkaa autosta niin, että kuorman painopiste pysyy mahdollisimman keskellä. Elementit sidotaan autossa siten, ettei yhden elementin irrotus kuormasta heikennä muiden elementtien kiinnitystä. (4.)

Elementtien välivarastointi työmaalla

Elementit asennetaan suoraan autosta paikalleen nostettuna. Sovittaessa tilaaaja järjestää välivarastoinnin väestönsuojan valmistajan asentajien ohjeiden mukaisesti. Varastoalueen tulee olla tasainen ja kantava, jotta elementtien

kaatuminen ja liukuminen estyy sekä tukipaine jakautuu tasaisesti. Seuraavaksi esitän väestönsuojaelementtien valmistajan ohjeet lyhyesti. (4.)

Seinäelementit nostetaan autosta työmaalle elementtien säilytystä varten tuotuun elementtivakkiin kuljetusasennossaan. (4.)

Kattolaatat nostetaan vaakasuoraan päällekkäin tukemalla ne niin, että laattojen väliin jää rako ja tukipisteet ovat laattojen väleissä pituuden neljäsosan etäisyydellä elementtien päistä, jokaisessa välissä tukipisteen tulee olla samalla linjalla pystysuunnasta katsottuna. (4.)

Varauloskäytäväelementit varastoidaan vaakasuoraan tukevalle alustalle. Osat eivät saa päästä varastoitaessa vääntymään, rikkoontumaan eikä niitä saa kolhia. (4.)

Väestönsuojan seinäelementtien asennus

Seinät asennetaan kahden elementtitiuen varaan oikeaan korkoonsa korkopalojen päälle noudattaen elementtikaavion mitoitusta. Holvin yläkorko tarkistetaan. Teräsvahvikkeet eli ”jalat” seinän alavarauksessa (= seinäelementin alareunassa oleva seinän pituinen onkalo) estävät seinän kaatumisen. Väestönsuojan seinäelementtien alle tulee jäädä vähintään 20 mm:n sauma tai elementit on asennettava suoraan betonimassan päälle. Seinäelementtien alatartuntojen tulee limittyä perustuksista tulevien lenkkien kanssa. Pystysaumojen ja vaakasauman suunnitelmien mukaiset teräkset ovat valmiiksi kiinnitettyinä elementeissä. S1-luokan seinän alasauman vaakateräs upotetaan paikoilleen asennuksen yhteydessä. (4.)

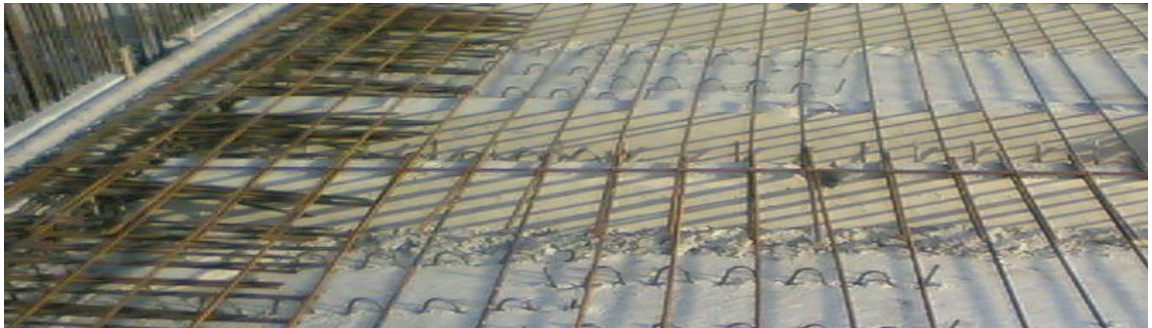
Väestönsuojan kattolaatan asennus

Kattolaattaelementit asennetaan paikoilleen korkopalojen avulla laatassa olevan palkin tai ”jalan” varaan tarkistaen, että suojan sisäkorkeus ja holvin korko on suunnitelmien mukainen. Asentaja toimittaa työmaalla tarvittavan tuentakaluston. Kun laatta ja seinän teräkset osuvat yhteen, katkaistaan seinän teräs mahdollisimman ylhäältä ja väännetään pois tieltä. Kuorilaatta tuetaan elementtitoimituksen asennusohjeissa olevan taulukon mukaisesti.

Massiivikattolaattaa ei tarvitse tukea lisää, kun tukipinta on vähintään 40 mm, oikaisutuenta tehdään kuitenkin saumavalun ajaksi. (4.)

Kuorilaatan yläpinnan raudoitus

Elementin valmistaja toimittaa sopimuksen mukaan yläpinnan raudoitteet asennettuina elementtisuunnittelijan laatiman raudoituspiirroksen mukaisesti huomioiden suojaetäisyydet vähintään 15 millimetriä. Teräksiä asennettaessa huomioidaan tilaajan haluamat varaukset ja tartunnat rakennesuunnittelijan piirustusten mukaisesti. Rakennesuunnittelijan piirustukset annetaan asentajalle työmaalla. Tilaaja hankkii tarvittaessa raudoitustarkastuksen. (4.)



Kuva 8. Kuorilaatan yläpinnan ankkuriraudoitusta. (Kuva: Mika Kokkonen. Työmaakuva Lappeenrannasta 2006.)

Yllä olevassa kuvassa on näkyvissä kattoholvin yläpinnan raudoitus ja seinäelementeistä laatastoon tulevat ankkuriraudoitukset. Seinäelementtien raudoituksen ankkuroiminen kattoholvin betonilaattaan tekee seinän ja kattorakenteen välisestä liittymästä staattisesti jäykän liitoksen. (4.)

Varauloskäytävän asennus ja valu

Varauloskäytävä asennetaan väestönsuojaelementtien asennuksen yhteydessä tiivistetyn pohjan päälle suunnitelmien mukaisesti, poikkeavista tilanteista sovitaan asentajan kanssa. Suojan puoleinen pääty lasketaan seinäelementeissä olevan konsolin varaan. Varauloskäytävän ja seinän teräskiinnikkeet hitsataan toisiinsa kiinni esimerkiksi 16 mm paksuilla harjateräksen pätkillä, millä estetään varauloskäytävän siirtyminen maatyttöjen aikana. Varauloskäytävän ja seinän välille asentajat kiinnittävät asennustyön yhteydessä ilmanottoportket laitetoimittajan asennuspiirustuksen mukaisesti ja varaukolo täytetään

betonimassalla. Tilaaja vastaa väestönsuojan ulkopuolisista kosteus- ja eristystöistä. (4.)

Sauma- ja jälkivalut sekä suojakaiteet työmaalla

Tilaaja toimittaa omalla kustannuksellaan betonimassat työkohteen sauma- ja jälkivaluihin ja huolehtii betonin siirroista betonipumpulla tai siirtokuupalla. Lisäksi tilaaja huolehtii betonimassan koestuksesta, jälkihoidosta ja lujuuden seurannasta. Purkulujuudeksi riittää yleensä C15/20, koska mitoituskuormasta on rauhanaikana käytössä noin kymmenen prosenttia (10 %). Betonimassan teoreettinen menekki on mainittu tilausvahvistuksessa. (4.)



Kuva 9. S1-luokan väestönsuoja ja suojakaiteet. (Kuva: Rakennusbetoni Oy:n esite väestönsuojista.)

Saumamassan lujuusluokka on C25/30 XO1 tai C25/30 XC1, rakeisuus 0–8 mm ja notkeus S2, ellei suunnitelmissa toisin mainita. (4.)

Kattolaatan jälkivalussa lujuusluokka on vähintään on C30/35, rakeisuus 0–16 mm ja notkeus S1. Tarvittaessa saumavaluissa on käytettävä pakkasbetonia. Tilaaja huolehtii valun aikaisen lämmityksen ja suojauksen. Asentaja suorittaa betonointityön tarvittavine työkaluineen ja sovittaessa suorittaa massan tilauksen. (4.)

Asentaja asentaa työmaan hankkimat suojakaiteet ja portaat työpisteeseensä. Tikapuut ovat siirtymistä varten, eivät työskentelytaso. Työskentelytasot hankkii tarvittaessa asentaja. (4.)

Muottien teko ja valu

Tilaaaja toimittaa kustannuksellaan saumoihin muottilaudat ja vanerin. Elementtisaumat tukitaan esimerkiksi routamatolla pehmenneellä laudalla. Laudat voidaan kiinnittää toisiinsa muottilukolla ja harjateräksellä tai kiinnikkeellä seiniin. Alimman kiinnityspisteen tulee olla enintään 150 mm:n päässä seinän alareunasta ja kiinnityspisteitä tulee olla pystysuunnassa vähintään kolme kappaletta Seinäelementin ulkopuolelle tehdään alalaitaan muotti ja alaosa valetaan sisäpuolelta juotosmassalla 10 - 20 millimetriä lattiapinnan tason alapuolelle. Työmaa suorittaa lopputasoituksen, joka korottaa lopullisen lattiapinnan noin 20:een millimetriin onkalon yläreunan yläpuolelle. (4.)

Jälkivalujen muottien purku ja puhdistus

Valua seuraavana päivänä tai kun betoni on saavuttanut tarvittavan lujuutensa, asentaja purkaa saumamuotit ja tuet sekä poistaa betonipurseet ja tasoittaa saumat sekä piikkaa ja paikkaa asennuksesta tai elementeistä johtuvat yli viiden mm:n (> 5 mm) hammastukset. Pintaluokan tulee olla By40:n mukainen normaaliluokka ja toleranssiluokan tulee olla tasoa 2. Asentaja korjaa purkujätteet lajiteltuina työmaan osoittamaan paikkaan ja lakaisee suojan lattian. (4.)

Väestönsuojan luovutus

Asennuksesta vastaava henkilö luovuttaa asennustyön ja elementit työmaan vastuuhenkilölle. Asennuksesta vastaava henkilö ja työmaan vastuuhenkilö kirjaavat yhdessä luovutuksen asentajan toimittamaan luovutuspöytäkirjaan, joka toimitetaan myös tehtaalle. (4.)

Laite- ja varustetoimitus

Väestönsuojan laitteet ja varusteet sisältyvät väestönsuojan kauppasopimukseen. (4.)

Väestönsuojan toimitukseen kuuluvat laitteet ovat ilmanvaihtolaitteisto, venttiilit, ylipainemittari ja jakokanavisto. Väestönsuojan valmistaja tekee väestönsuojassa painekokeen ilmatiiveyden toteamiseksi ja laati kokeesta työmaalle annettavan pöytäkirjan. (4.)

Väestönsuojan toimitukseen sisältyvät varusteet ovat suojelumateriaali, sulkutelta, varavesisäiliöt, jäteastiat, kuivakäymäläkalusteet ja kuivakäymäläkomerot. (4.)

Laitteiden ja varusteiden toimittamisesta on sovittava elementtien valmistajan kanssa noin kuukautta ennen kohteen valmistumista. (4.)

10 ELEMENTTIRAKENTEISEN VÄESTÖNSUOJAN EDUT JA HAITAT

Elementtitekniikan etuja massiivielementeistä rakennettuna

Elementtitekniikalla saavutetaan merkittävä aikataulusäästö, koska elementtirakenteisen väestönsuojan rakentaminen on huomattavasti nopeampaa kuin paikalla valettavan väestönsuojan. (5.)

Suojan koon mukaan elementtiväestönsuojan rakentamisaika kestää parhaimmillaan 1 - 3 päivää (asennus ja valut), pois lukien perustustyöt ja laiteasennukset. Säästö korostuu rakentamisaikataulultaan tiukoissa kohteissa. (5.)

Elementtirakenteisissa kohteissa työmaan aikataulutus on helpompaa, koska elementtiväestönsuojan toimitus niveltyy kitkattomasti muuhun elementtitoimitukseen. Tällöin vältetään työmaalla paikallavalutöiden ja elementtiasennuksen uudelleensuoritukselta ja tästä aiheutuvista resurssienhallinta- sekä aikataulutusongelmista. (5.)

Suojatila saadaan nopeammin työmaan käyttöön. (5.)

Elementtitekniikassa käytettyjen saumavaluihin tarkoitettujen muottien purkutöistä syntyvää rakennusjätettä jää työmaalle huomattavasti vähemmän verrattuna paikallavalumenetelmällä rakennetun väestönsuojan rakennusjätteisiin. (5.)

Työmaalla tarvitaan vähemmän työvoimaa, Tästä on etua erityisesti kohteissa, joissa on paljon aliurakoitsijoita. (5.)

Sääolosuhteet vaikuttavat rakentamisaikatauluun vain vähän ja rakenteiden suojaustarve on pienempi. Tämä korostuu erityisesti talvirakentamisessa. (5.)

Elementit valmistetaan tehtaalla sisätiloissa ja tasaisissa olosuhteissa. Lisäksi suojan pinnat ovat sileitä teräsmuottikaluston ansiosta. (5.)

Elementtirakenteisissa väestönsuojissa läpivientiosat ja kiinnitystarvikkeet ovat valmiina elementeissä ja niiden sijainti on tarkka. Myös ovet ja luukut voivat olla valmiiksi elementissä. (5.)

Elementeistä rakentaminen soveltuu tuoteosakauppaan erinomaisesti. (5.)

Haitat ja ongelmat

Mitä pienempi hyötysuhde käyttäjämäärältään elementtitekniikalla rakennetulle väestönsuojalle tulee, sitä suuremmat rakentamiskustannukset sille tulee verrattuna paikalla valettuun väestönsuojaan.

Suunnittelussa lisätöitä teettävät elementteihin liittyvät ulkopuoliset rakenteet, jotka tukeutuvat väestönsuojan rakenteisiin (esimerkiksi kattolaattaan) tai aiheuttavat ulkopuolelta väestönsuojan rakenteisiin kohdistuvia momenteja. (6.)

Kun tarkastellaan suurempaa, lähelle kuuden metrin jännevälin ylittävää holvin jänneväliä, holville tuleva painekuormituksen aiheuttama laskentakuorma alkaa kasvaa niin suureksi, että on aiheellista harkita väliseinän rakentamista. (6.)

Suuremman ongelman aiheuttaa väestönsuojaan liittyvät rakenteet tai rakenteet, jotka puhkaisevat väestönsuojan kuorirakenteen. Esimerkiksi väestönsuojan katon läpi tuleva kantava pilari aiheuttaa väestönsuojan suunnittelulle haasteita saada väestönsuojasta sille asetetut suojausvaatimukset täyttävä kokonaisuus. Mainitussa tapauksessa kysymyksen tulevat rakenteen kantavuus-, paineenkesto- ja ilmatiiveyskysymykset. Yleensä sellaiset virheet tulisi eliminoida tiiviin kaksisuuntaisen informaation kautta jo suunnitteluvaiheessa. (6.)

11 KUSTANNUKSET

Yksi oleellinen tekijä väestönsuojan rakentamistekniikan valinnassa on rakentamiskustannukset. Rakennetaanko tarvittava väestönsuoja paikallavalutekniikalla vai elementtitekniikalla? Elementtirakenteisen väestönsuojan kustannuksiin vaikuttavat väestönsuojan koko ja toimituskulut. Mitä suurempi elementtisuoja on, sitä enemmän tarvitaan elementtejä ja sitä

suuremmaksi kasvavat myös toimituskustannukset. Koska Suomessa on vähän väestönsuojaelementtejä valmistavia tehtaita, niiden toimitusmatka työmaakohteeseen voi olla pitkäkin. Elementtisuojan toimituskustannukset voivat olla merkittävä osa väestönsuojan rakentamisen kokonaiskustannuksia. Jos kysymyksessä on suurikokoinen väestönsuoja kaukana elementtitehtaasta, silloin kannattaa vertailla elementtisuojan kokonaiskustannuksia kuljetusmatkoineen paikallavalettavan väestönsuojan rakentamiskustannuksiin, jonka rakentamiseen tarvittavat rakennusmateriaalit puolestaan on usein saatavilla lähiseudulta.

11.1 Taustaa

Lähetin väestönsuojaelementeistä tarjouspyynnön 20.4.2012 Lahden Hollolassa sijaitsevalle betonielementtitehtaalle ja pyysin tarjouta pienimmästä mahdollisesta, 20 neliömetrin ja suurimmasta 135 neliömetrin kokoisesta teräsbetonisesta, S1-luokan elementtiväestönsuojasta. Vertailussa olevat väestönsuojat ovat massivielementtisiä väestönsuojia.

Elementtitehdas vastasi tarjouspyyntööni 23.4.2012 ja tarjosi pienintä ja suurinta heidän valmistamaansa elementtiväestönsuojan mallia. Kustannukset koskevat siis vain elementtejä asennuksineen. Lattialaatan tekemisen ja materiaalien kustannukset, elementtien nurkkaliittymiin tarvittavat täyttömassat ja sähkötekniset ja muut pinta-asennukset eivät kuulu tarjoushintaan. Mikäli tilaaja haluaa pienen S1-luokan elementeistä kootun varaueloskäytävän, hänen halutessaan on pyydettävä siitä valmistajalta erillinen tarjous.

11.2 Pienin S1-luokan elementtisuoja

Pienikokoisin elementtiväestönsuoja, pinta-alaltaan yhteensä 21,84 m²:n väestönsuoja, jossa varsinainen suoja-ala on 20 m², on valmisosakustannuksiltaan 18 500,00 €. Toimitukseen sisältyvät tarjouksen mukaan asennettuna väestönsuojan seinät sekä kattolaatta, joiden kaikkien seinävahvuus on 300 mm. Elementtien liittymien ja katon täyttövaluihin tilaaja tilaa omalla kustannuksellaan betonia noin 6 m³. Elementteihin on valmistusvaiheessa asennettu LVIS-läpivientiasennukset ja ilmanvaihtoaukko yhdelle ilmanvaihtokoneelle, suojaovi mallia SO-1s ja suojaluukku HS-1s, jonka aukon koko on leveydeltään 600 mm ja korkeudeltaan 800 mm. (8.)

Väestönsuojan laitteet ja varusteet kuuluivat pakettina erilliseen kauppaan, ja niistä annetaan elementtiväestönsuojan tilaajalle erillinen tarjous, sillä väestönsuojaelementtien valmistaja hankkii ne erillisinä lisävarusteina maahan-tuojalta ja asentaa ne väestönsuojaan ennen rakennuksen käyttöönottoa. (8.)

Väestönsuojan laitteisiin ja varusteisiin kuuluvat IVL-1-ilmanvaihtolaitteisto varusteineen, ST-1-sulkutelttä, VS-6-varavesisäiliö, KH-3-kuivakäymäläkomero, suojelumateriaali, JS-6-jäteastia sekä KK-6-kuivakäymäläkaluste. Varusteiden pakettitarjous edellä eriteltyyn suojaan on 8 400,00 €. (8.)

Elementtiväestönsuojan tarjoukseen on liitetty maksuerätaulukko asiakirjamallilla, jossa on määritelty rakennuselementtien ja asennuksen kokonaishinta arvonlisäveroineen sekä maksuosuudet asennuksen edistymisvaiheissa. Elementtikaupan kustannukset suoritetaan valmistajan ehtojen mukaisesti seuraavalla edistymisvaihesyklillä. Seuraavana on esitetty valmistajan ehdotus maksuaikataulusta väestönsuojan rakentamisen edistymisen mukaan. (8.)

Erä 1. Maksetaan 10 % kauppahinnasta tilattaessa.

Erä 2. Maksetaan 30 % kauppahinnasta, kun elementit on valmistettu.

Erä 3. Maksetaan 20 % kauppahinnasta, kun elementit on asennettu.

Erä 4. Maksetaan 10 % kauppahinnasta, kun väestönsuojan rakenteet ovat valmiit.

Erä 5. Maksetaan 30 % kauppahinnasta, kun jälkitoimitus on tehty. (8.)

Maksut on suoritettava valmistajan mukaan 14 vuorokauden sisällä kunkin vaiheen valmistumisesta. Ylimenevästä ajasta lisätään hintaan 13 prosentin yliaikakorko. (8.)

Pienet väestönsuojat pystytetään usein lyhyessä ajassa ja hinta maksetaan usein koko summa kerralla. (8.)

11.3 Suurin S1-luokan elementtisuoja

Suurikokoisin elementtiväestönsuoja, pinta-alaltaan yhteensä 142 m²:n S1-luokan väestönsuoja, jossa varsinainen suoja-ala on 135 m² ja suojan korkeus on

2600 mm. Väestönsuoja on mitoitettu 180 henkilölle. S1-luokan elementtiväestönsuojan kokonaistarjous on 75 800,00 €. (9.)

Toimitukseen sisältyy tarjouksen mukaan asennettuna vahvuudeltaan 300 mm seinäelementit sekä kattolaatta, jonka paksuus on 400 mm sekä varauloskäytävä, jonka pituutta eikä muitakaan mittoja erikseen mainittu. (9.)

Elementtien saumaliittymien ja katon täyttövaluihin tilaaja tilaa omalla kustannuksellaan betonia noin 48 m³. Elementteihin on valmistusvaiheessa asennettu LVIS-läpiviennit ja ilmanottoaukko kolmelle ilmanvaihtokoneelle, kaksi suojaovea mallia SO-1 kooltaan 1200 x 2000 ja suojualuukku HS-1, jonka aukon koko on leveydeltään 600 millimetriä ja korkeudeltaan 800 millimetriä. Samoin toimitukseen sisältyy lämpöeristetty luukku LEL-1 kooltaan 600 x 800 ja savunpoistoluukku HKI-1 kooltaan 710 x 710. Tilaaja on velvoitettu toimittamaan jälkivaluihin mahdollisesti tulevat teräksiset tartuntaosat. (9.)

Väestönsuojan laitteisiin ja varusteisiin kuuluvat kaksi IVL-1-ilmanvaihtolaitteistoa varusteineen, ST-1-sulkutelttä, VS-6-varavesisäiliö, KH-3-kuivakäymäläkomero, suojelumateriaali, JS-6-jäteastia sekä KK-6-kuivakäymäläkaluste. Varusteiden pakettitarjous edellä eriteltyyn suojaan on 23 700,00 €. (9.)

Elementtikaupan kustannukset suoritetaan valmistajan ehtojen mukaisesti seuraavalla edistymisvaihesyklillä:

Erä 1. Maksetaan 10 % kauppahinnasta tilattaessa.

Erä 2. Maksetaan 30 % kauppahinnasta, kun elementit on valmistettu.

Erä 3. Maksetaan 30 % kauppahinnasta, kun elementit on asennettu.

Erä 4. Maksetaan 10 % kauppahinnasta, kun väestönsuojan rakenteet ovat valmiit.

Erä 5. Maksetaan 20 % kauppahinnasta, kun jälkitoimitus on tehty. (9.)

Maksut on suoritettava 14 vuorokauden sisällä kunkin vaiheen valmistumisesta. Ylimenevästä ajasta lisätään hintaan 13 % yliaikakorko. (9.)

12 VÄESTÖNSUOJAELEMENTTIEN VALMISTAJAT

Massiivisten väestönsuojaelementtien valmistajista on koottu lista ja se on tämän opinnäytetyön sivulla 41.

13 TULOSTEN TARKASTELU JA PÄÄTELMÄT

Pelastuslain 379/2011 muuttumisesta on kulunut vain vähän aikaa. Olennaiset muutokset, jotka koskevat väestönsuojien rakentamisvelvollisuutta, tilojen kokoa ja uutta luokitusta, keventävät hieman väestönsuojan rakentamisvelvollisuutta.

Elementtirakenteinen väestönsuoja on kilpailukykyinen järjestelmä paikallavalettavan väestönsuojan rinnalla, ja sen etuina on edellä mainitu ympäristön kannalta järkevä tuotantomalli, sillä elementtien valmistuksesta ja asentamisesta aiheutuva rakennusjätteiden määrä työmaalla ja varsinkin tehtaalla jää vähäiseksi. Tehtaalla valmistetun lopputuotteen laatu on paikallavalettuun väestönsuojaan nähden varsin kilpailukykyinen. Elementtiväestönsuojan rakenteiden staattinen toimintavarmuus paikallavaletun veroiseksi voidaan varmistaa oikeanlaisella tekniikalla.

Kun rakennetaan väestönsuoja elementeistä, niihin asennetaan tehtaalla valmiiksi väestönsuojan ovet ja varapoistumistien luukut. Samoin elementteihin asennetaan tehtaalla läpivientien teräsosat oikeille paikoilleen. Väestönsuojan elementeissä on valmiina terästartunnat, joista elementit liitetään betonivalulla toisiinsa kiinni. Elementtitekniikalla rakennettaessa rakentaminen helpottuu ja nopeutuu huomattavasti. Kun väestönsuoja tehdään elementeistä, muottitavaraa tarvitaan vain saumakohtien betonivaluihin. Tällöin muottitavaran menekki on vain murto-osa paikallavalettavan väestönsuojan tarvitsemasta muottitavarasta.

Verrattaessa paikallavalettua väestönsuojaa elementtisuojaan työmaalla voi tulla mittausvirheitä ja rakennusvirheitä, jotka on vaikea korjata valun jälkeen havaittuina ja betonirakenteiden kuivuttua. Paikallavalettavan väestönsuojan raudoitus vaatii kokeneen ammattiraudoittajan työpanosta. Varsinkin kiireisen rakennuskauden aikana kokenutta raudoittajaa voi olla vaikea löytää. Paikallavalettavan väestönsuojan raudoitus joudutaan tekemään ulkona säästä riippumatta, usein yksittäisistä raudoista, jotka sidotaan toisiinsa käsityökaluilla.

Elementtien raudoitus tapahtuu puolestaan lämpimissä sisätiloissa koneellisesti ja valvotuissa olosuhteissa.

Paikallavalettavan väestönsuojan rakenteisiin tarvitaan tiheästi tuettuja muotteja ja tiheää raudoitusta. Muottien purkamisesta syntyy paljon purkujätettä. Vastaavasti elementtirakenteisen väestönsuojan seinien ja katon tukemiseen tarvitaan terästolppia ja ainoastaan rakenneliitosten valujen alueille tarvitaan muotteja. Ne on helppo purkaa betonin saavutettua riittävän lujuuden ja purkujätettä syntyy vähän.

Elementtiväestönsuojan rakentaminen säästää aikaa, työtä ja muottikalustoa. Elementtisuojan yksi suuri yksittäinen kustannuserä on elementtien kuljetus tehtaalta työmaalle. Kun elementtitehtaita on Suomessa vain muutamia, pitkät elementtien kuljetusmatkat voivat suurempien kuljetuskustannuksien takia pienentää taloudellista etua, mitä muuten elementtejä käyttämällä saataisiin.

Toinen elementtien käyttämisen varjopuoli on niiden pitkä toimitusaika. Elementit on tilattava tehtaalta kuusi viikkoa ennen suunniteltua asentamista. Tällöin elementtejä käytettäessä elementtisuojan valmistamisen ja asentamisen kokonaisaika on suunnilleen yhtä pitkä kuin paikallavalettavan väestönsuojan rakentamisaika.

Valtioneuvoston asetus ja rakentamismääräykset edellyttävät, että väestönsuoja on rakennettava rakennuksiin, joissa on paljon ihmisiä. Väestönsuojien rakentamista valtio ei kuitenkaan tue taloudellisesti. Väestönsuojien rakentamisen jatkuminen on valtion edun mukaista sillä väestönsuojien määrän lisääminen antaa jokaiselle kansalaiselle suojapaikan konfliktitilanteessa. Tavoitteen saavuttamiseksi nopeammin olisi mietittävä ratkaisuja, joilla alennettaisiin kiinteistön omistajan taloudellista raskautta kustannuksiltaan merkittävän suojatilan rakentamiseen. Väestönsuojalle voidaan harkita ja myöntää rauhanaikana muuta käyttöä, mutta sen on oltava käyttöön otettavissa 72 tunnin kuluessa yleisen hälytyksen alkamisesta.

Väestönsuojien tarvetta tai tarpeettomuutta ei kuitenkaan voi kyseenalaistaa ja väestönsuojien rakentaminen on perusteltua asuinrakennuksiin sekä suuriin tuotanto- ja asuinrakennuksiin eli yleensä sinne missä työskentelee ja on ihmisiä.

Kehittyvä yhteiskunta ja kehittyvät tieteenalat tuovat myös riskejä muun muassa teollisuudesta ympäristöön kohdistuvina uhkina, joita ei voida ennalta arvata eikä ehkäistä. Ympäristöuhka voi toteutua paitsi kotimaassa, mutta se voi uhata myös valtion rajojen ulkopuolelta. Yhteiskunnan on turvattava kansalaisille mahdollisuus suojautua kaikilta ympäristökatastrofien vaikutuksilta. Siihen väestönsuojien rakentaminen, vaikka pienemmälläkin julkisten varojen panostuksella, luo turvallisuutta, koska yhä useammalle kansalaiselle löytyy kriisitilanteen uhatessa asianmukainen suojapaikka.

KUVALUETTELO

Kuva 1. Väestönsuojien väliset etäisyydet. (RT 92-10771), s. 10

Kuva 2. S1-luokan elementtiväestönsuoja. Työmaakuva, Lappeenranta 2006, s. 11

Kuva 3. Type 1. Kuorielementeistä koottu väestönsuoja. (Kuva: Reijo Uski 2012), s. 18

Kuva 4. Type 2. Massiivielementeistä koottu väestönsuoja. (Kuva: Reijo Uski 2012), s. 19

Kuva 5. *Kuorilaatan sivusauman raudoitus ja valu.* Työmaakuva, Lappeenranta 2006, s.22

Kuva 6. S1-luokan väestönsuoja massiivielementeistä. s. 23

Kuva 7. Terästolppia kattoholvin kannattimina. (Kuva: Mika Kokkonen. Työmaakuva Lappeenrannasta 2006.), s. 26

Kuva 8. *Kuorilaatan yläpinnan ankkuriraudoitusta.* (Kuva: Mika Kokkonen. Työmaakuva Lappeenrannasta 2006.), s. 29

Kuva 9. S1-luokan väestönsuoja ja suojakaiteet. (Kuva: Rakennusbetoni Oy:n esite väestönsuojista.), s. 30

Kuva 10. Väestönsuojan oven kynnydetalji, s. 44

Kuva 11. Väestönsuojan seinäelementin ja katto- elementin liitosdetaljit molempiin suuntiin, s. 45

Kuva 12. Väestönsuojan seinän ja lattian liittymä, s. 45

Kuva 13. Laatan konsolin detalji, s. 45

Kuva 14. Elementtien liittymät puskusaumoissa, s. 45

Kuva 15. Massiivielementeistä rakennettavan väestönsuojan pohjapiirustus liittyvine rakenteineen, s. 46

Kuva 16. Massiivielementeistä rakennettavan väestönsuojan kattoholvin raudoituspiirustus, s. 47

Kuva 17. Massiivielementeistä rakennettavan väestönsuojan peruseinäelementti ilman läpivientejä, s. 48

Kuva 18. Massiivielementeistä rakennettavan väestönsuojan seinän elementti läpivienneillä varustettuna, s. 48

Kuva 19. Massiivielementeistä rakennettavan väestönsuojan seinän nurkkaelementti ovella ja läpivienneillä varustettuna, s. 49

Kuva 20. Massiivielementeistä rakennettavan väestönsuojan seinän nurkkaelementti varapoistumislukulla varustettuna, s. 49

Kuva 21. Suora massiivielementti, s. 50

Kuva 22. Suora massiivielementti, s. 50

Kuva 23. Massiivielementeistä rakennettavan väestönsuojan kattoholvin kuorielementti, 51

Kuva 24. Massiivielementeistä rakennettavan väestönsuojan varapoistumisreitinvahvistettu kattolaatta, s. 51

Kuva 25. Kuorilaattaelementeistä rakennettavan väestönsuojan seinäelementti kahdella ovella ja läpivienneillä varustettuna, s. 52

Kuva 26. Kuorilaattaelementeistä rakennettavan väestönsuojan seinäelementti kahdella varapoistumis- lukulla varustettuna, s. 52

Kuva 27. Kuorielementeistä rakennettavan väestönsuojan seinän peruselementti, s. 53

Kuva 28. Kuorielementeistä rakennettavan väestönsuojan seinän peruselementti, s. 53

Kuva 29. Kuorielementeistä rakennettavan väestönsuojan väliseinän elementti, s. 54

Kuva 30. Kuorielementeistä rakennettavan väestönsuojan pohjapiirustus, s. 54

Kuva 31. Kuorilaattaelementin elementtipiirustus, s. 55

LÄHTEET

- 1 Sisäasiainministeriön pelastusosasto, työryhmämuistio, 31.8.2008.
www.pelastustoimi.fi/wp-content/uploads/2008/04/vaestonsuojien-rakentamista-koskevat-muutostarpeet-esiselvitysmuistio-3132008.pdf. Luettu 25.3.2012
- 2 RT 92-10771. S1-luokan teräsbetoniväestönsuoja ja K-luokan väestönsuoja. Rakennustietosäätiö. 2002.
- 3 Sisäasiainministeriön asetus n:o 947 S1- ja K-luokan teräsbetonisista väestönsuojista. Suomen säädöskokoelma 2001.
www.finlex.fi/fi/laki/kokoelma/2001/20010131.pdf. Luettu 28.11.2011
- 4 Rakennusbetoni Oy. Karanttia–väestönsuoja, elementtien asennusohjeet.
- 5 Elementtisuunnittelu.fi.
www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/perustukset-ja-vaestonsuojat/vaestonsuojaelementit. Luettu 8.5.2012
- 6 Puhelinkeskustelu RI Mika Kokkosen kanssa 10.5.2012 ja Mika Kokkosen kirjalliset ohjeet.
- 7 RT SM-21508. Valtioneuvoston asetus väestönsuojista. Rakennustietosäätiö 2011.
- 8 Rakennusbetoni Oy:n tarjous S1-luokan pienimmästä väestönsuojasta.
- 9 Rakennusbetoni Oy:n tarjous S1-luokan suurimmasta väestönsuojasta

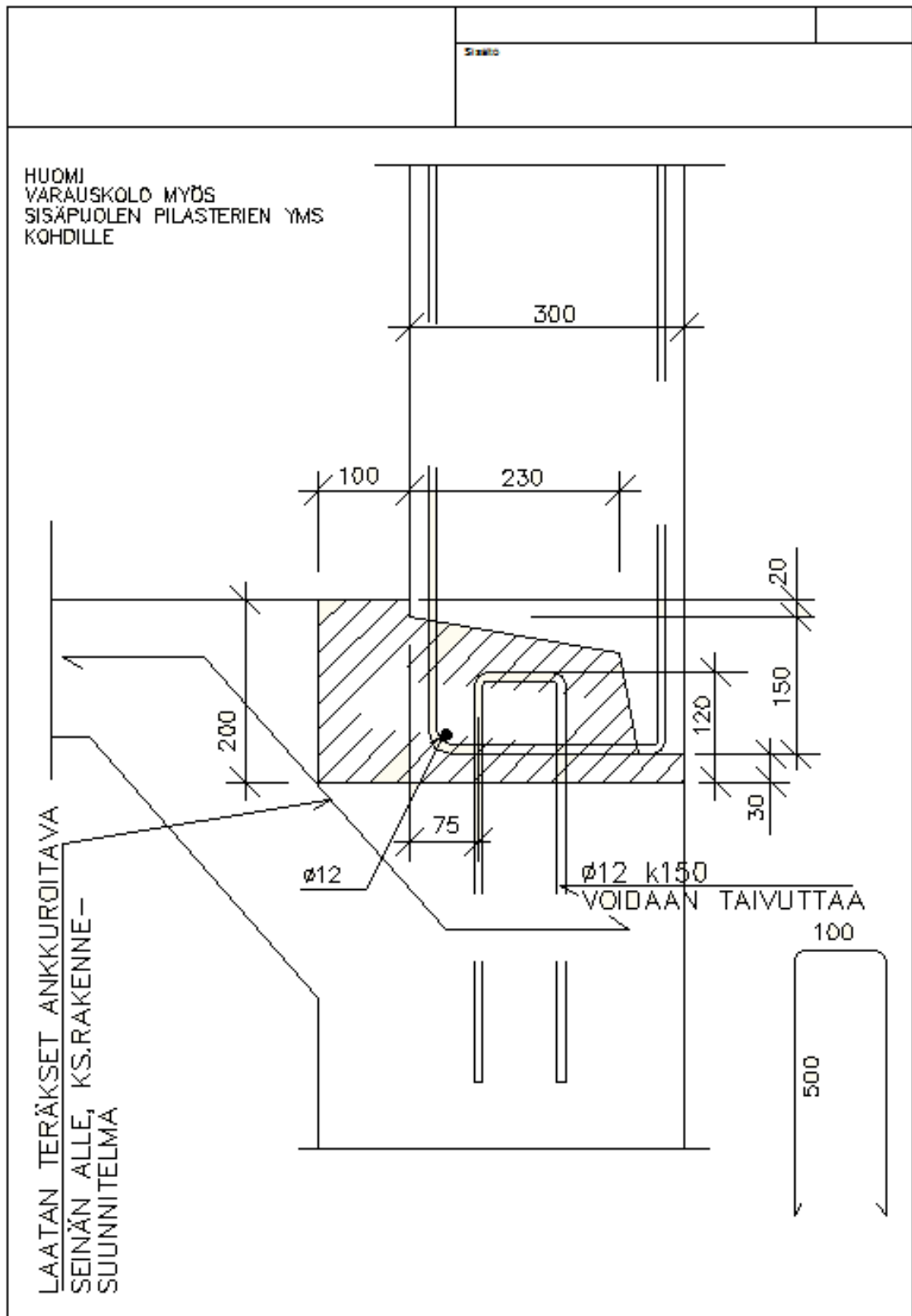
LIITTEET

Massiivisten väestönsuojaelementtien valmistajat,
Massiivisen väestönsuojan rakennepiirustukset,
Kuorilaattaelementtien rakennepiirustukset,

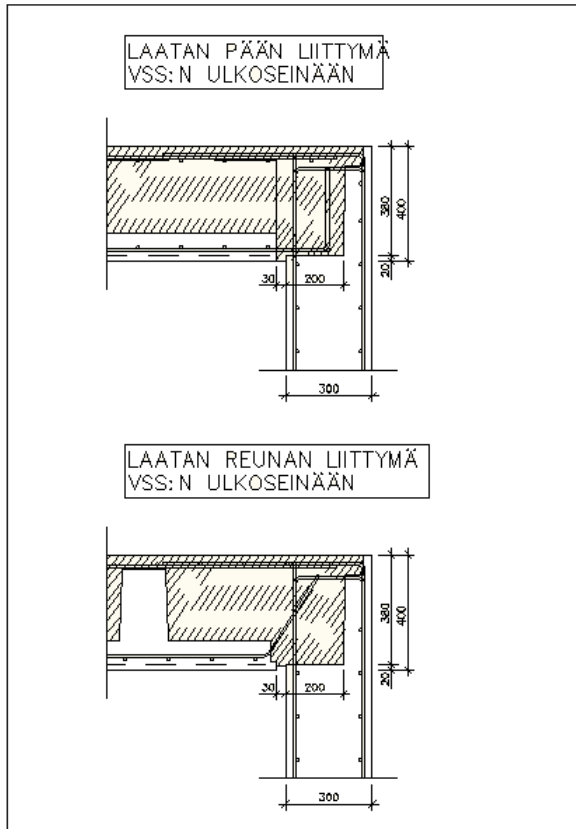
sivu 42
sivut 43 - 50
sivut 51 - 54

VÄESTÖNSUOJAELEMENTTIEN VALMISTAJAT JA TOIMITTAJAT						
Tilanne 2012						
Valmistaja ja yhteystiedot	S1	S3	Suunnittelu	Valmistus	Toimitus	Asennus
SUUTARINEN Vuorilahdentie 7 Puhelin 02 07 940 640 52700 MÄNTYHARJU Fax 02 079 406 41 www.suutarinen.fi	•		•	•		•
KARANTTIA OY PERUSTURVA Katriina Saksilaisen katu 6 B 4TH Puhelin 09 756 8320 00560 HELSINKI Fax 09 755 5503 www.karanttia.com	•	•	•		•	•
HIETALAHTI JA POJAT OY Hietalahdentie 46 Puhelin 06 860 5000 69510 HALSUA Fax 06 860 5070 hp@halsua.fi www.hietalahtiijapojat.fi	•	•	•	•		•
RAKENNUSBETONI- JA ELEMENTTI OY PL 102 Kukonkankaantie 8 Puhelin 03 877 200 15871 HOLLOLA Fax 03 877 2010 www.rakennusbetoni.fi	•	•	•	•	•	•
YBT OY, YLITORNIO Valimotie 1 Puhelin 040 093 0400 FI-95600 YLITORNIO Fax 042 093 0400 ylitornio@ybt.fi	•	•	•	•	•	•
YBT OY, RAAHE Valimotie 1 Puhelin +358 050 582 9415 FI-92120 RAAHE raahe@ybt.fi	•	•	•	•	•	•
KUHMON BETONI OY Valimotie 1 Puhelin +358 (0)400 166 983 FI-92120 RAAHE eero.pollanen@betoni.inet.fi	•	•	•	•	•	•

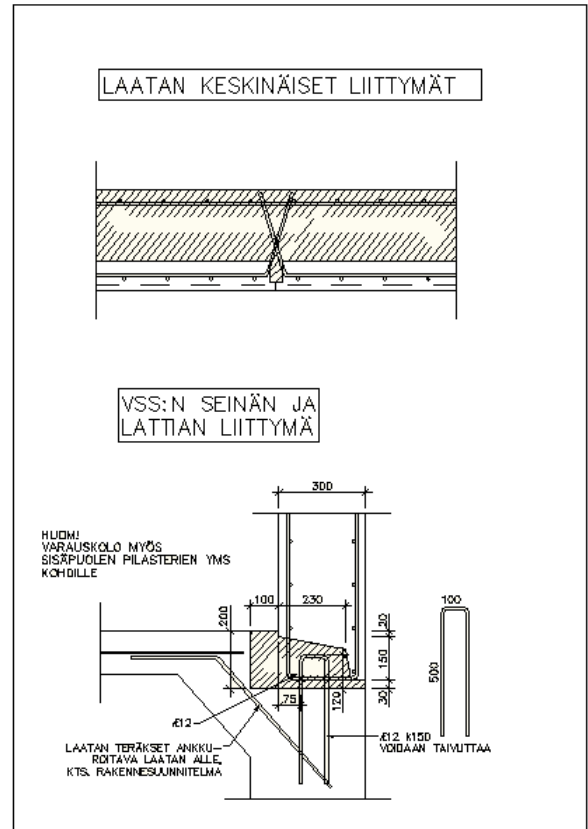
Taulukko 1. Massiivisten väestönsuojaelementtien valmistajat ja toimittajat.



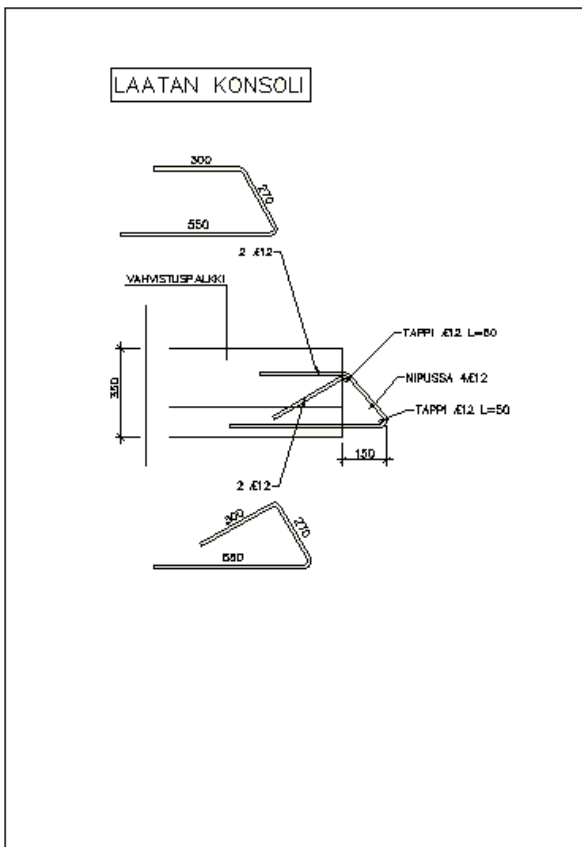
Kuva 10. Väestönsuojan oven kynnyksdetalji.



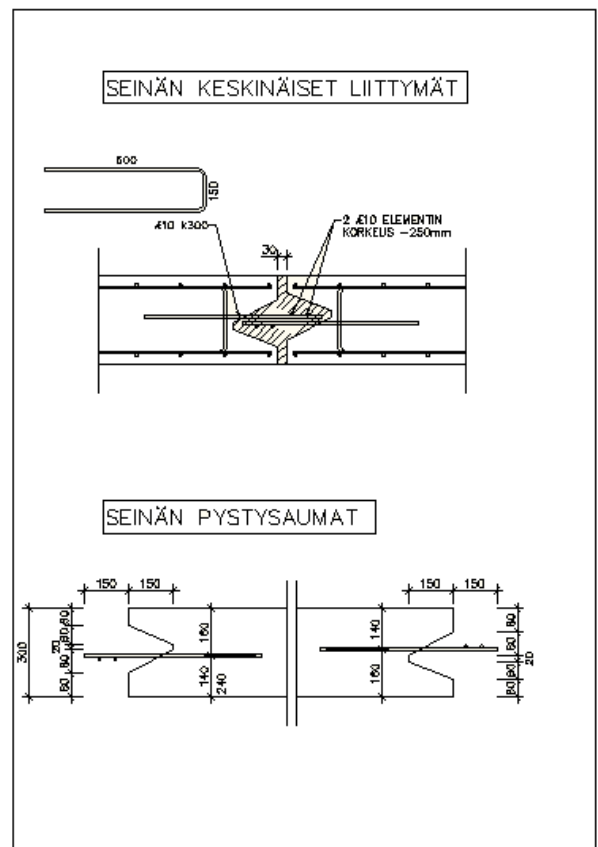
Kuva 11. Väestönsuojan seinäelementin ja kattoelementin liitosdetaljit molempiin suuntiin.



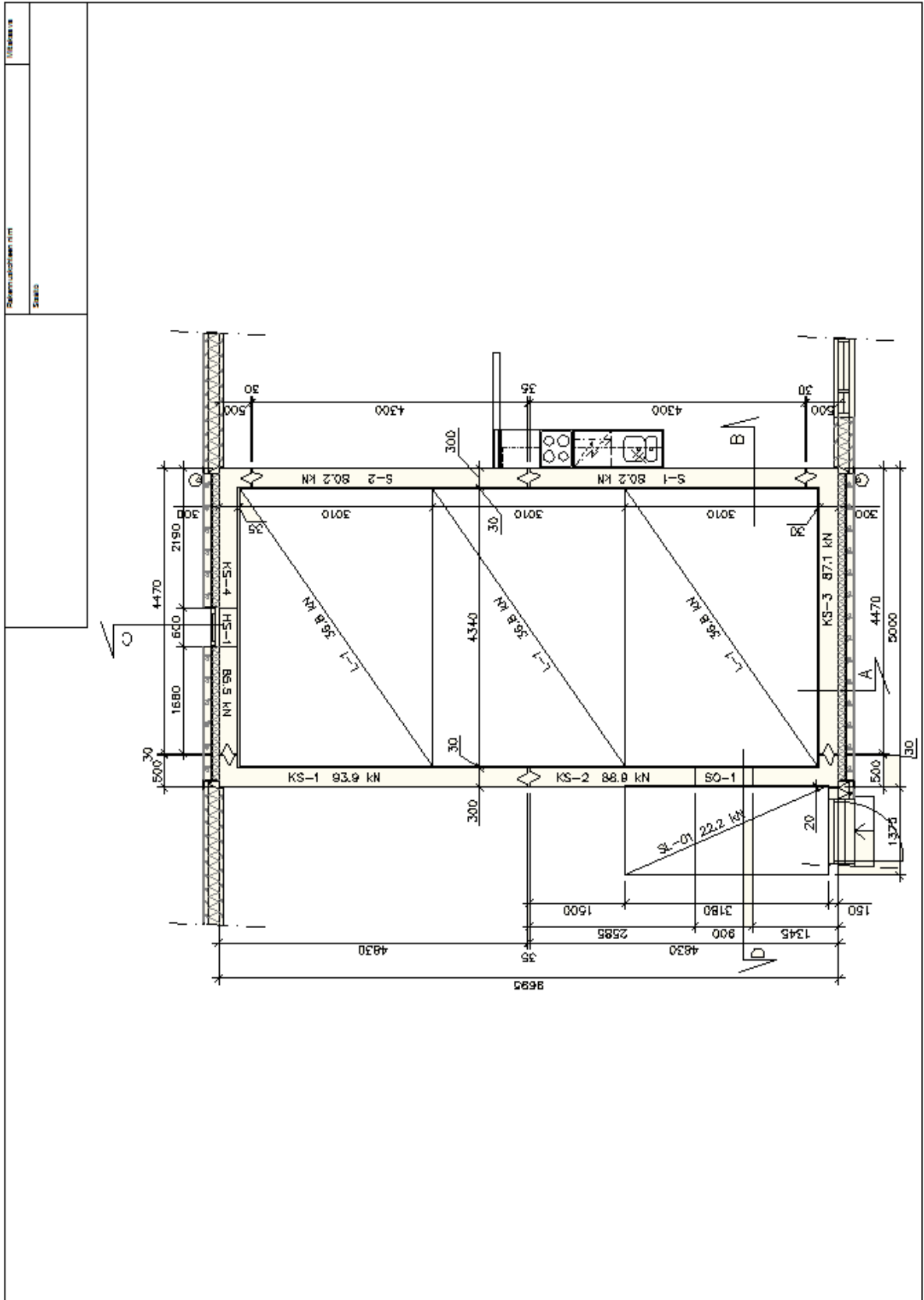
Kuva 12. Väestönsuojan seinän ja lattia liittäjä.



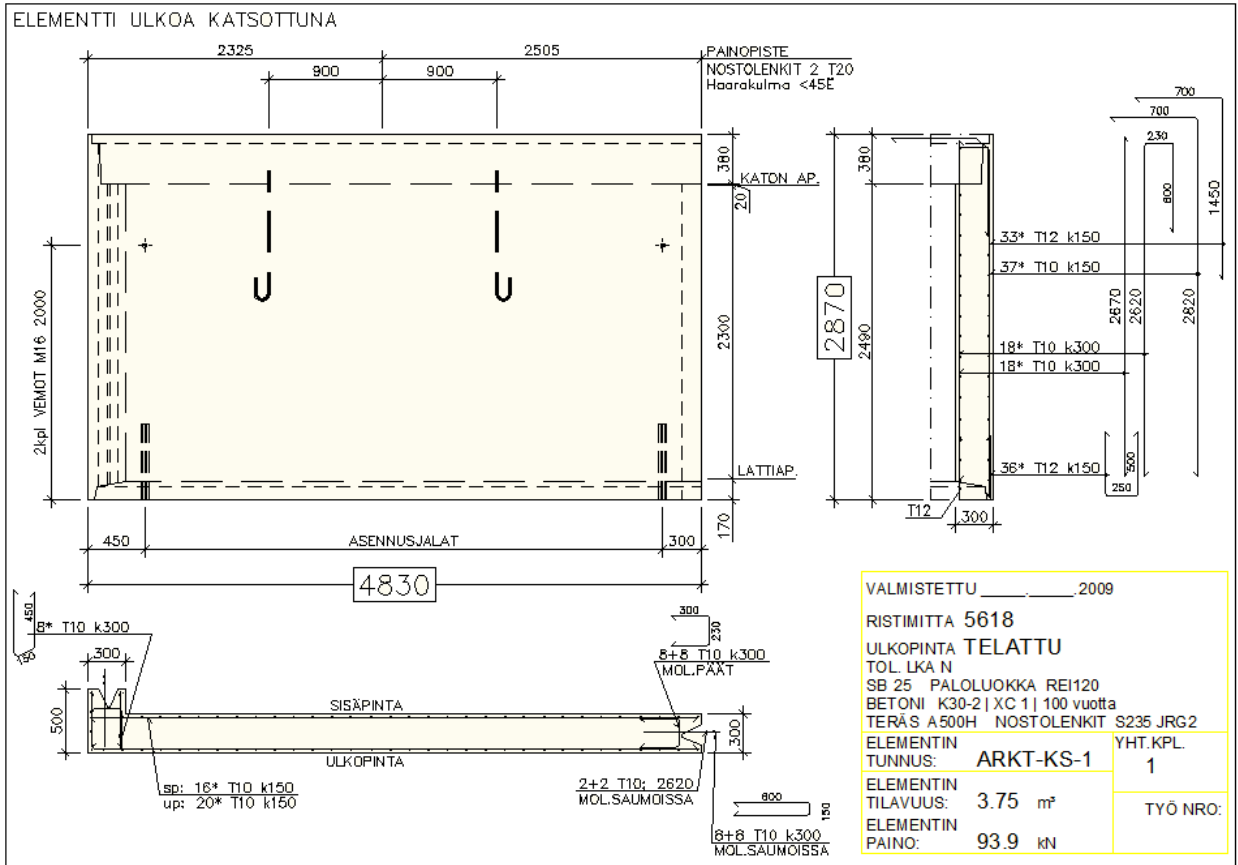
Kuva 13. Laatan konsolin detajji.



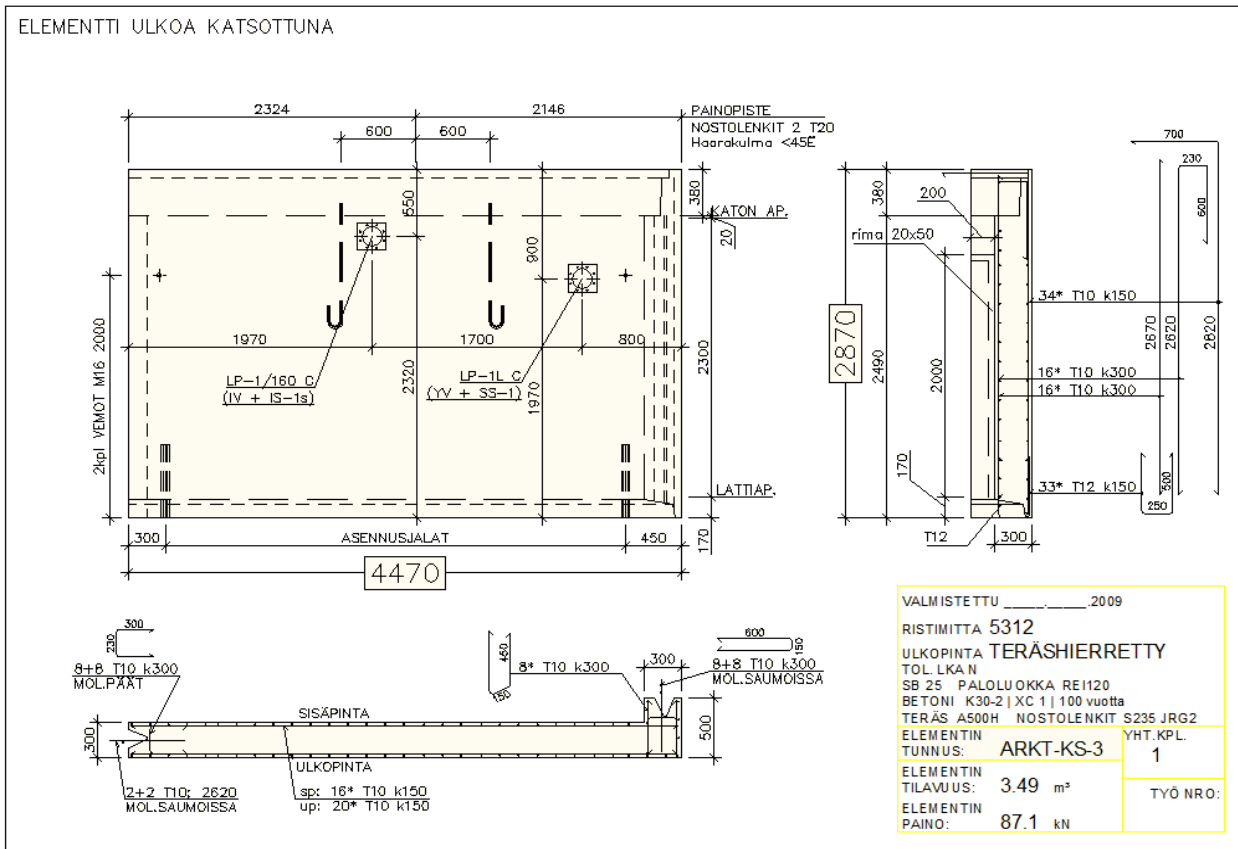
Kuva 14. Elementtien liittymät puskusaumoissa.



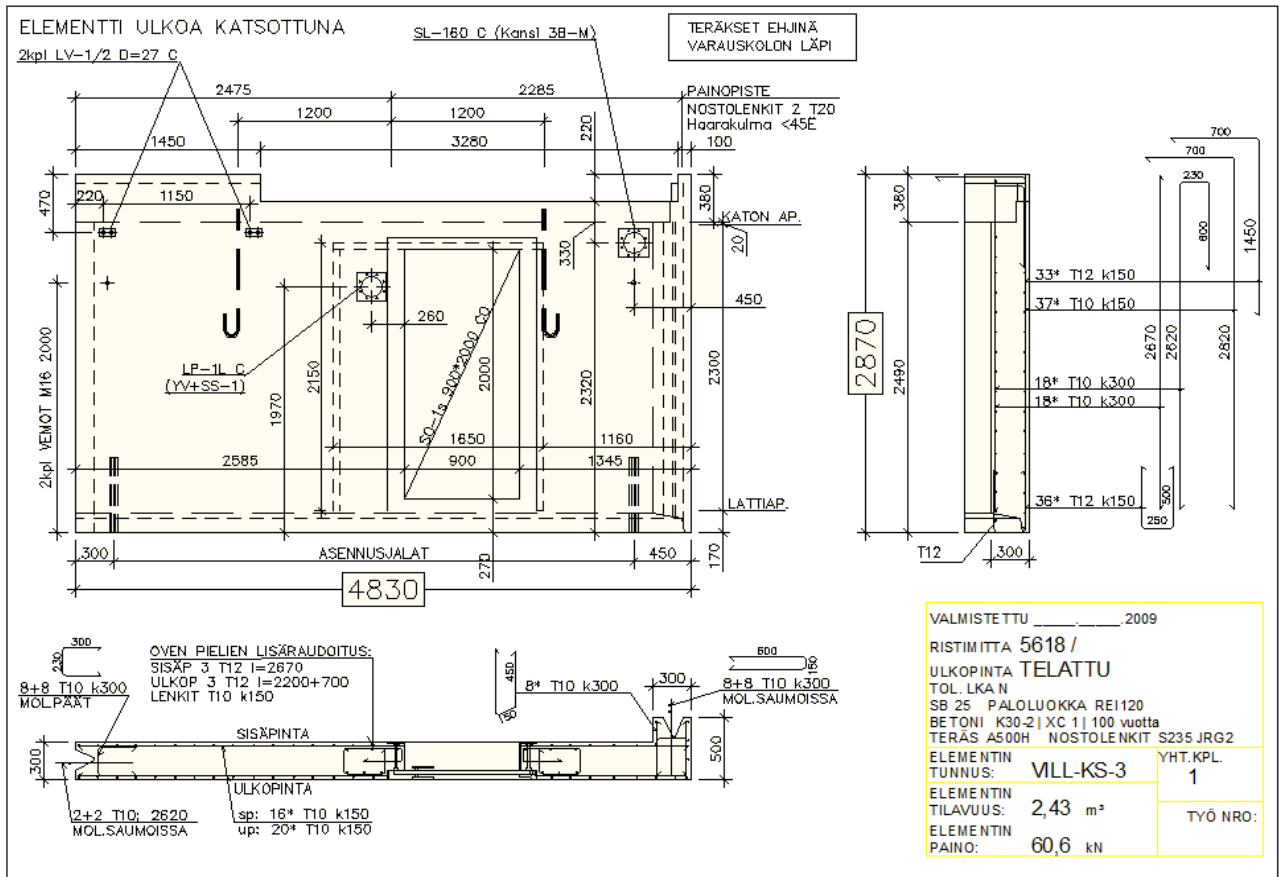
Kuva 15. Massivielementeistä rakennettavan väestönsuojan pohjapiirustus liittyvine rakenteineen.



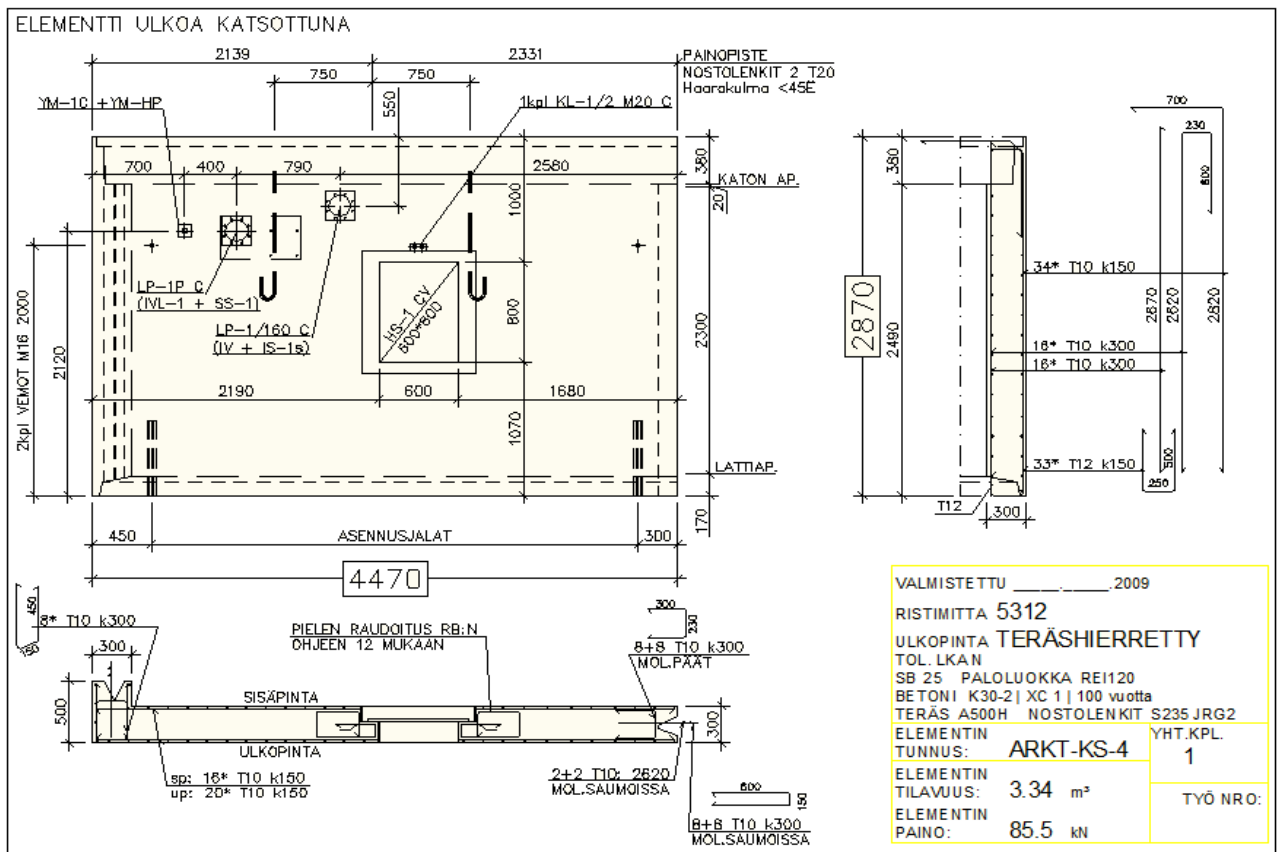
Kuva 17. Massiivielementeistä rakennettavan väestönsuojan peruseinäelementti ilman läpivientejä.



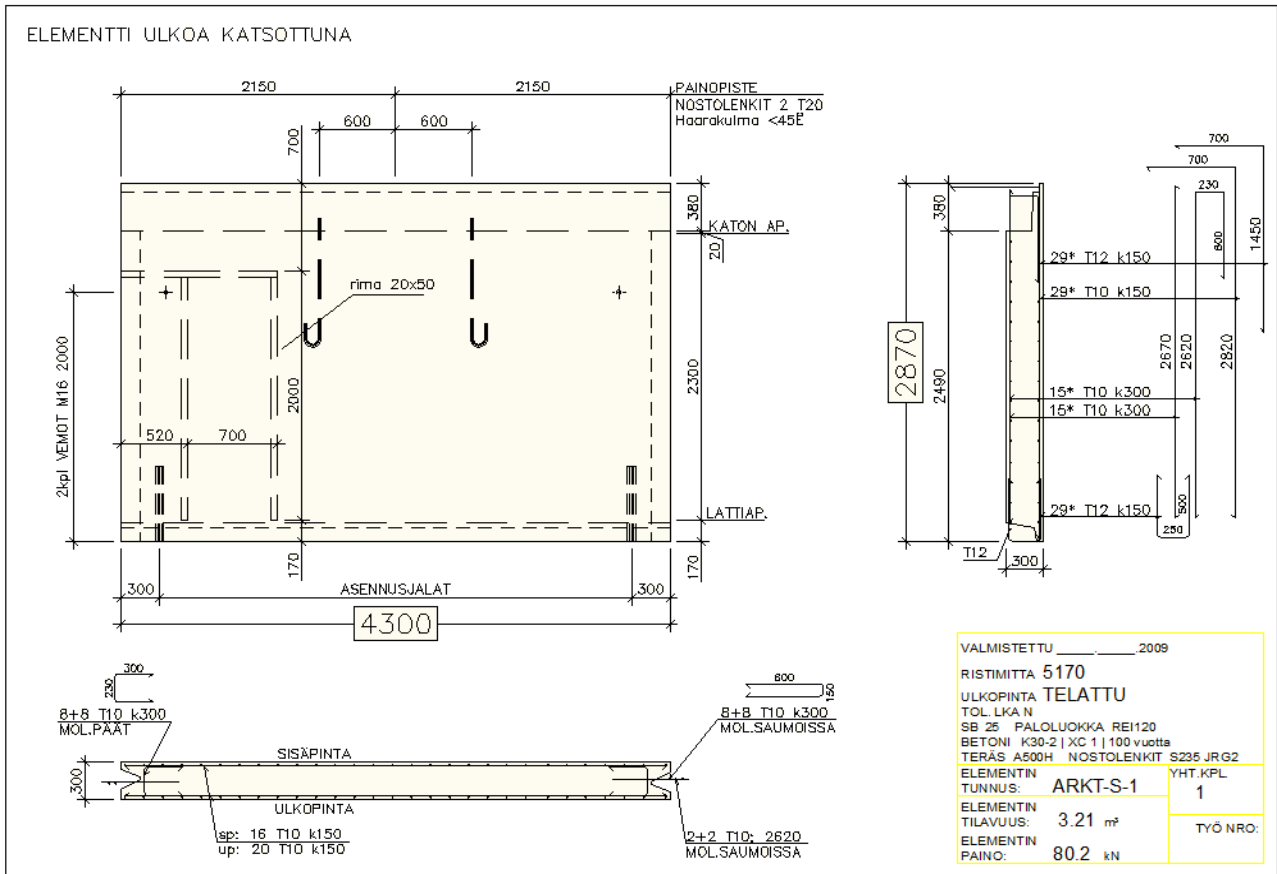
Kuva 18. Massiivielementeistä rakennettavan väestönsuojan seinän elementti läpiviennellä varustettuna.



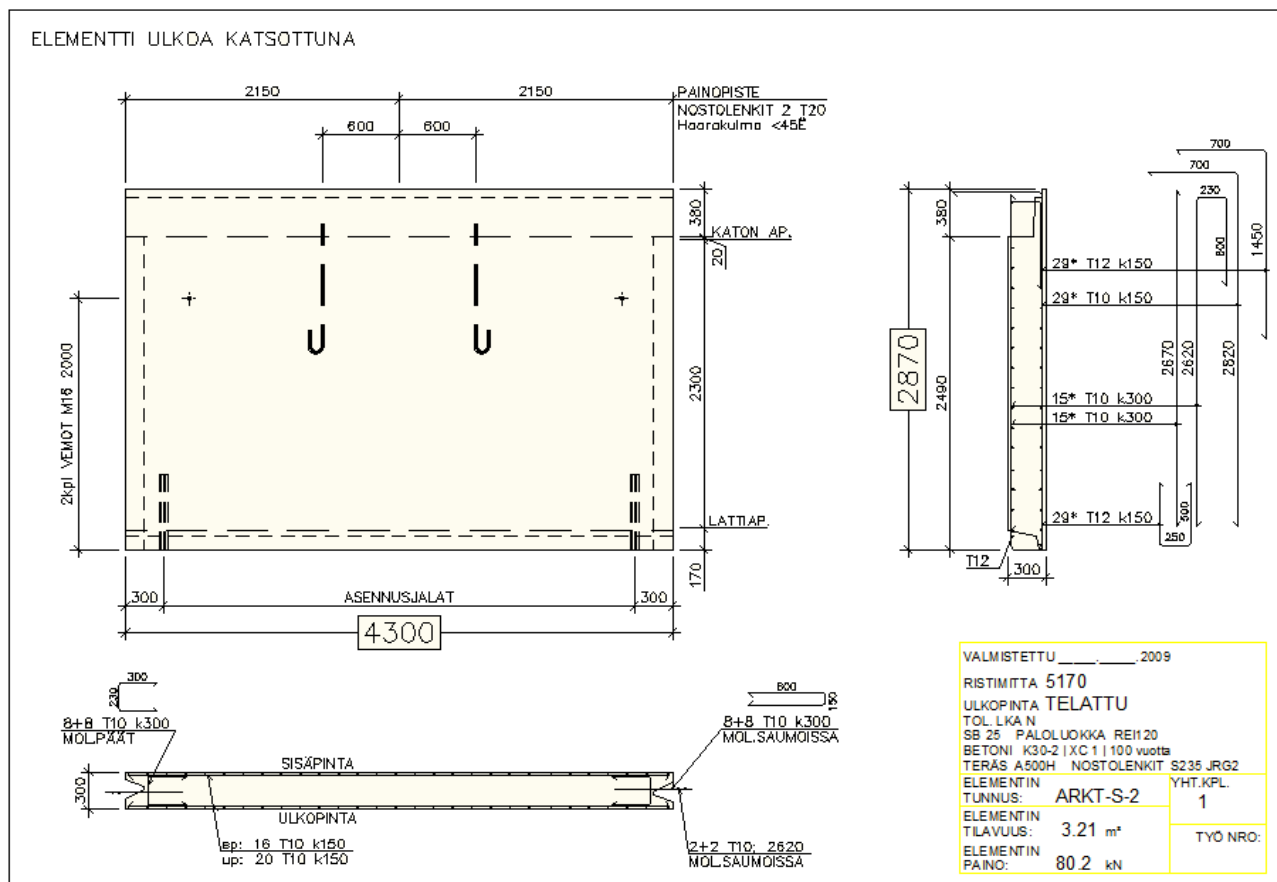
Kuva 19. Massiivielementeistä rakennettavan väestönsuojan seinän nurkkaelementti ovella ja läpiviennellä varustettuna.



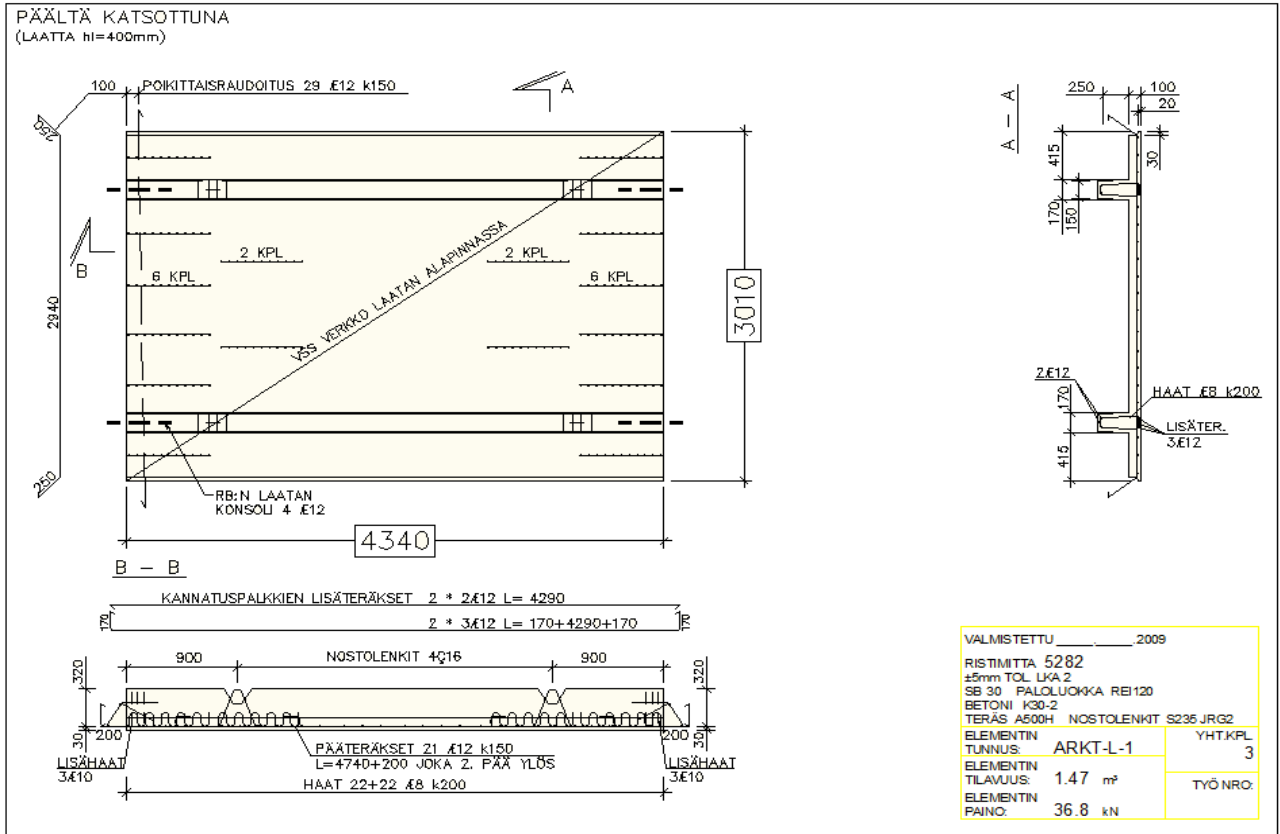
Kuva 20. Massiivielementeistä rakennettavan väestönsuojan seinän nurkkaelementti varapoistumislukulla varustettuna.



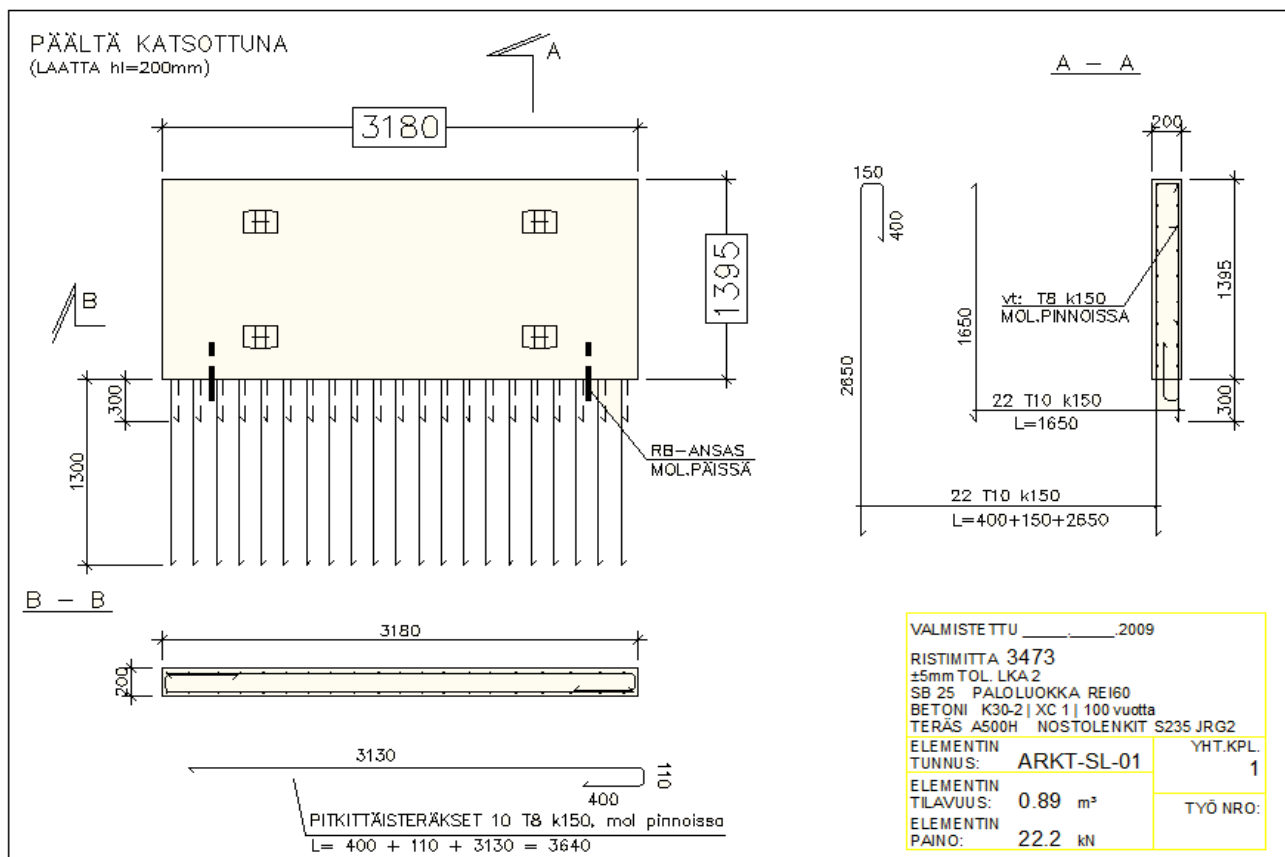
Kuva 21. Suora elementti.



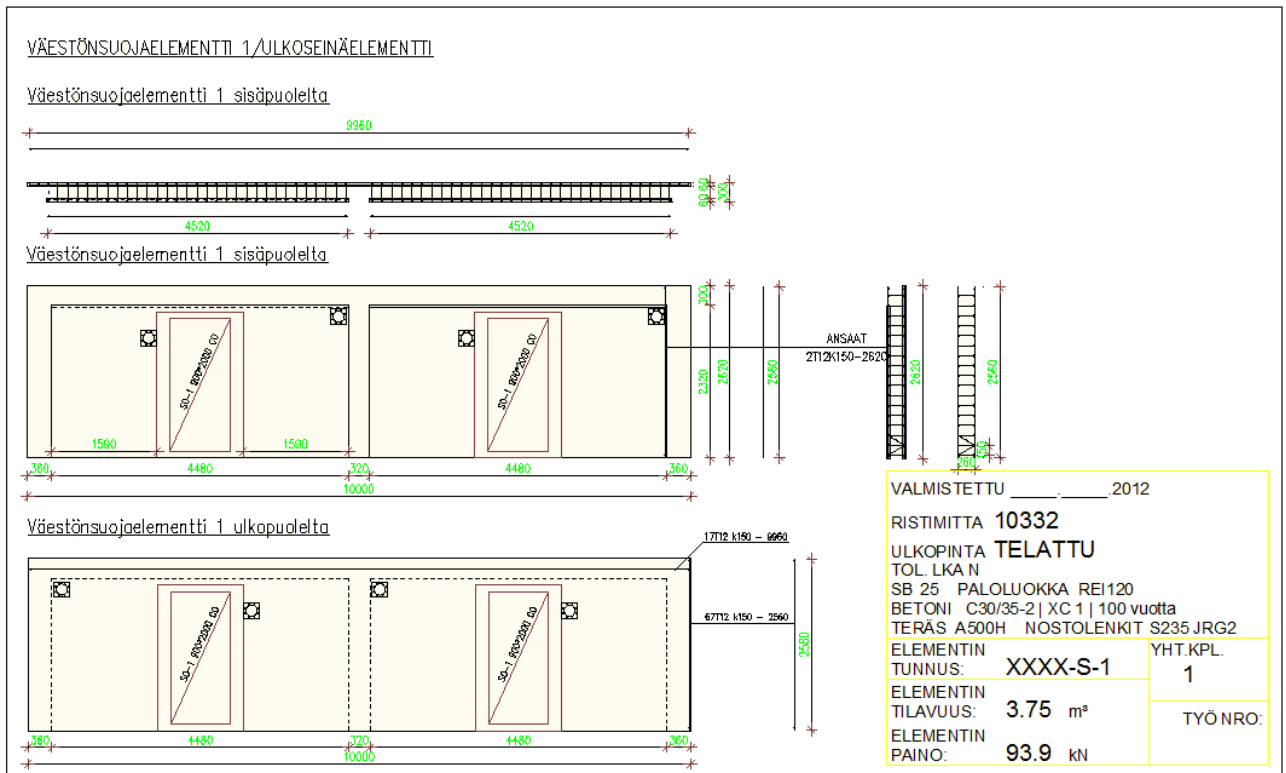
Kuva 22. Suora elementti.



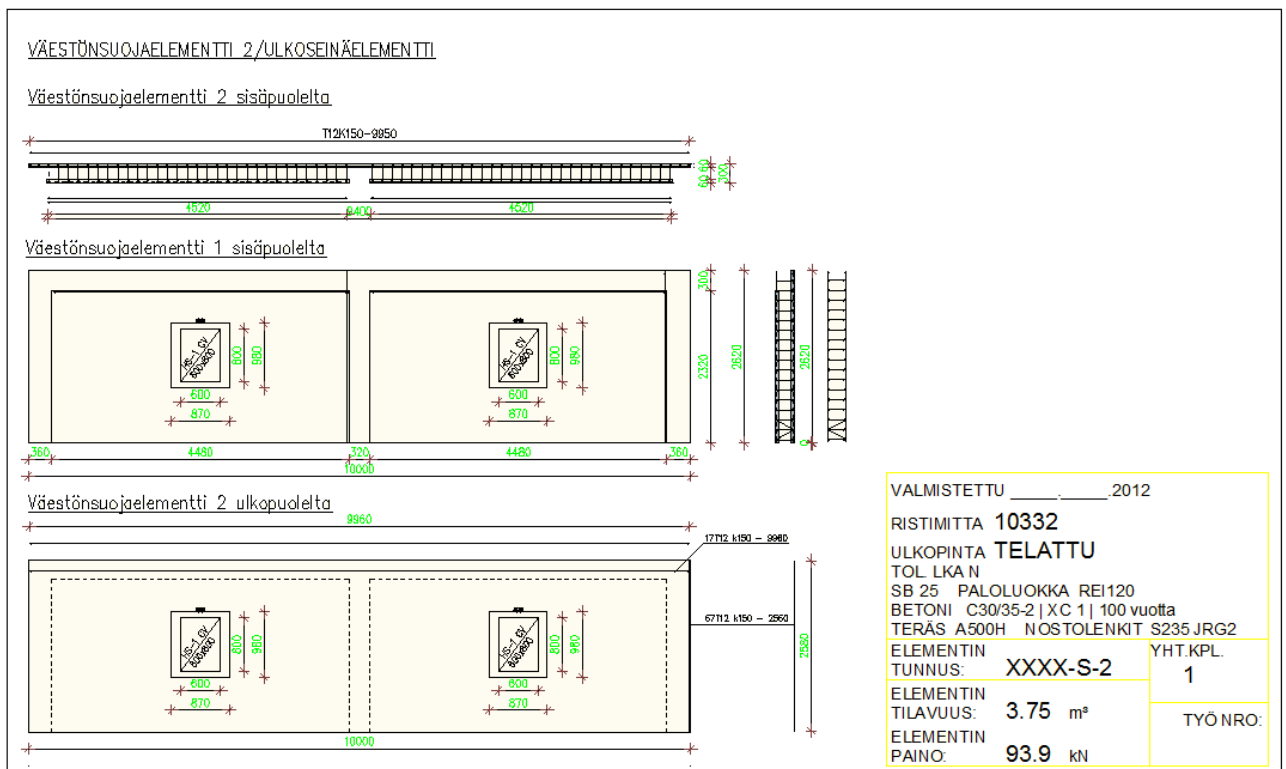
Kuva 23. Massiivielementeistä rakennettavan väestönsuojan kattoholvin kuorielementti.



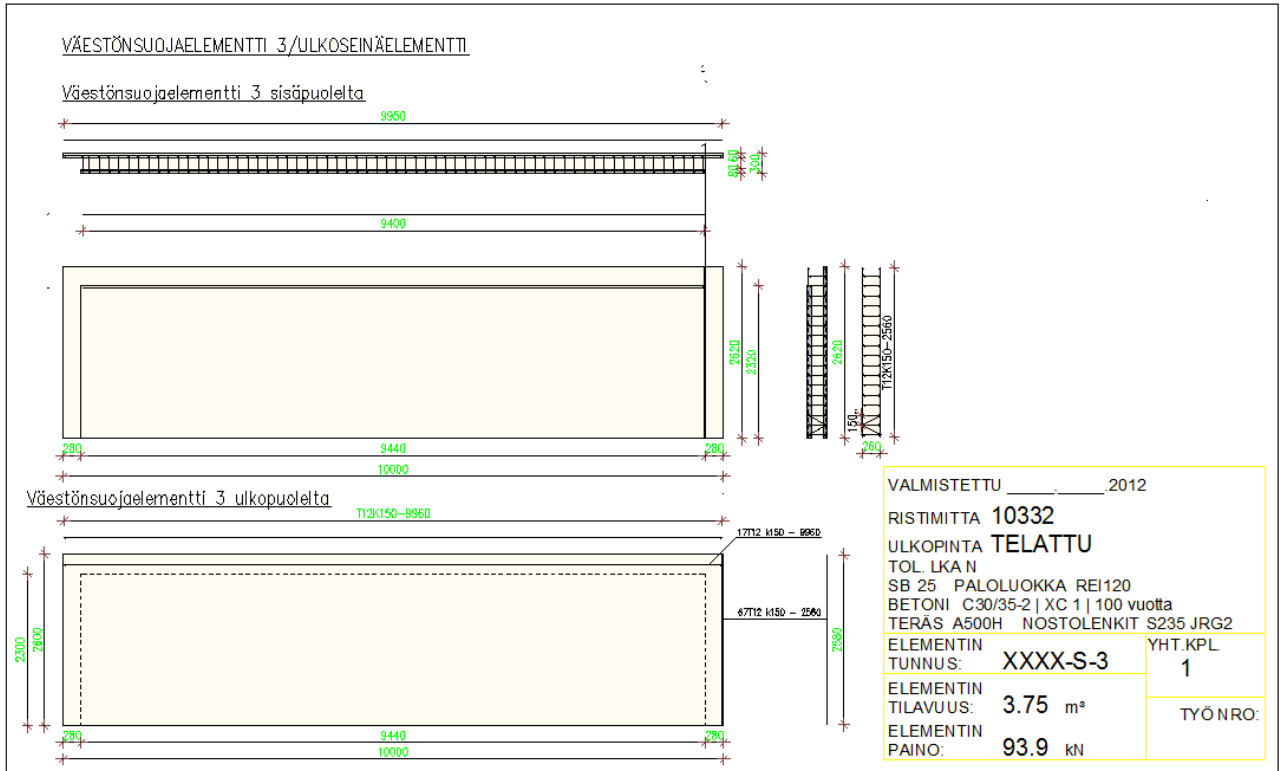
Kuva 24. Massiivielementeistä rakennettavan väestönsuojan varpoistumisreitín vahvistettu kattolaatta.



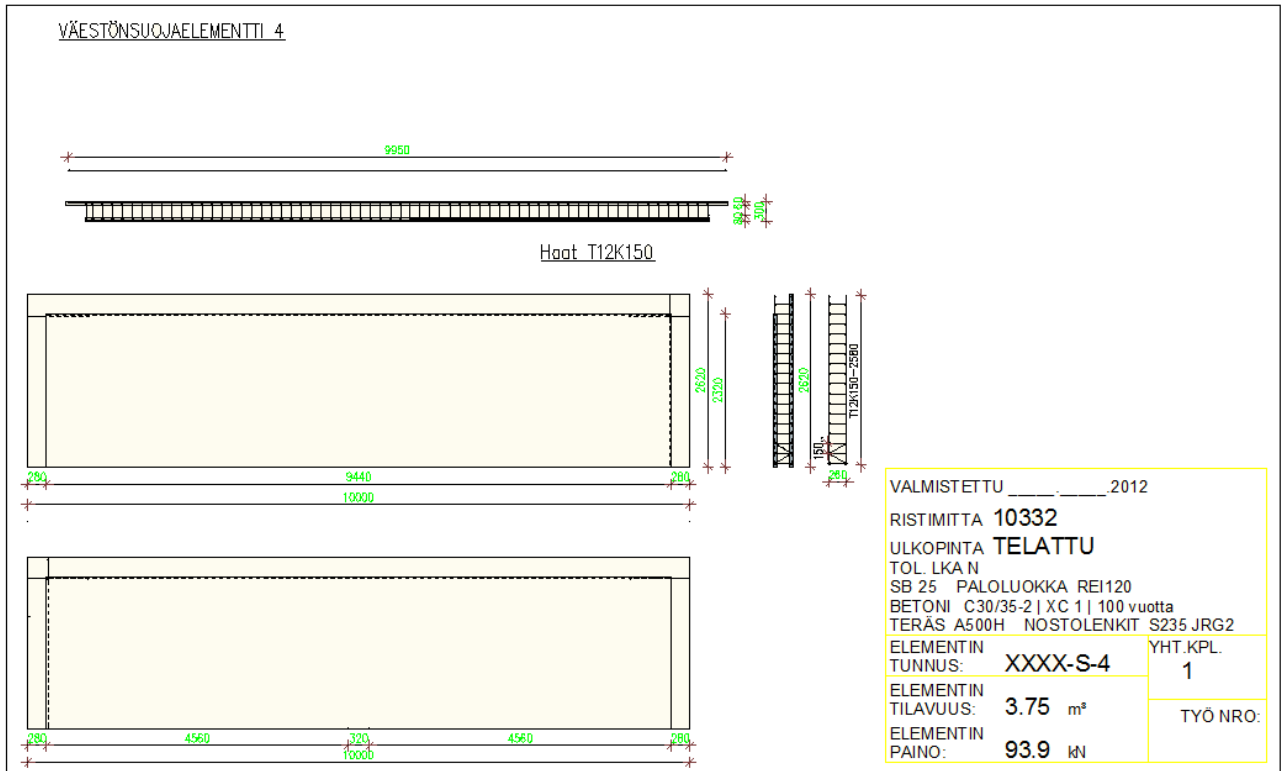
Kuva 25. Kuorilaattaelementeistä rakennettavan väestönsuojan seinäelementti kahdella ovella ja läpiviennellä varustettuna.



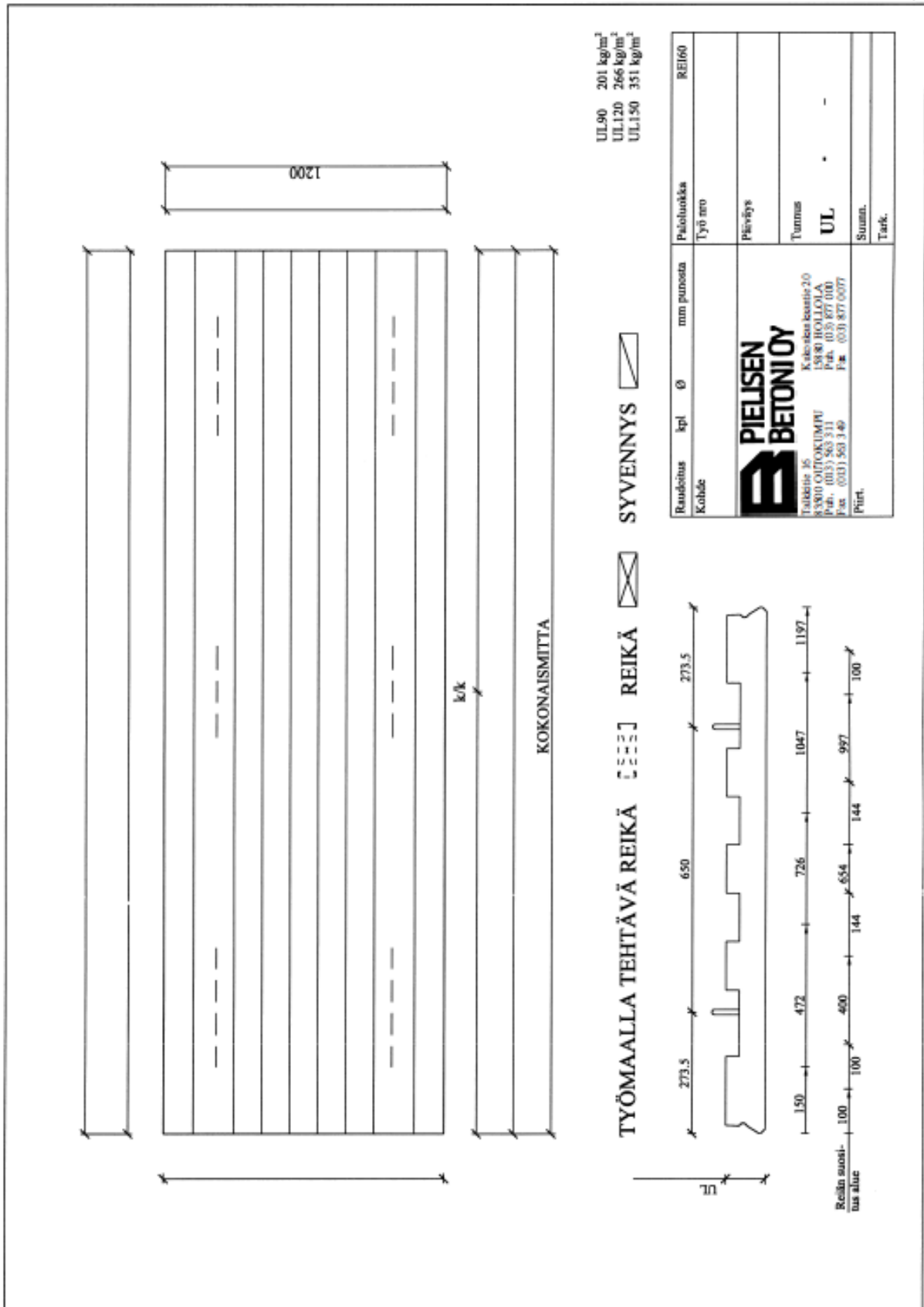
Kuva 26. Kuorilaattaelementeistä rakennettavan väestönsuojan seinäelementti kahdella varapoistumisluukulla varustettuna.



Kuva 27. Kuorielementeistä rakennettavan väestönsuojan seinän peruselementti.



Kuva 28. Kuorielementeistä rakennettavan väestönsuojan seinän peruselementti.



Kuva 31. Kuorilaattaelementin elementtipiirustus.