RAUNIOPELASTUKSEN PERUSTEET

Helsingin kaupungin pelastuslaitoksella

Osa II

PELASTUSLAITOS
RÄDDNINGSVERKET
1861
HELSINKI HELSINGFORS

TECHNICAL RESCUE TEAM
HELSINKI

Elmeri Backman

Tuenta 4
Tukemisen periaate 4
Hyvän tuennan lähtökohdat: 5
Tuennan luokitukset 5
Tuennan suunnittelu 5
Tuennan sijoittaminen 6
Yleisempien tuettavien rakenteiden painoja 7
Tuenta tankosarjalla 8
Puutuenta 10
Kiilojen käyttö puutuennassa 11
Naulauskuviot 11
Tuennan perustoimintamenetelmät 12
Pystytuenta 12
Aukkotuenta puusta 13
Vaakatuenta 22
Ristetuenta 26
Nostot ja siirrot 30
Fysiikan peruskäsitteet palomiesystävällisesti 30
Mitä paino on? 30
Kappaleen painon laskeminen 31
Nyrkkisäännöt eri materiaalien ominaispainoille 31
Milloin kappale kaatuu? 32
Miten kitka vaikuttaa? 33
Yksinkertaiset koneet ja menetelmät 34
Newtonin mekaniikan peruslait 34
Yksinkertaiset koneet 35
Kalteva taso 35
Vipu 36
Väkipyörä ja talja 37
Pyörä 38
Termistöä 38
Pneumaattiset nostovälineet 39
Korkeapainetyyny 40
Matalapainetyyny 41
Hybridityyny 42
Hydrauliset nostovälineet 43
Järjestelmän ilmaus 44

Mekaaniset nostovälineet **45**
Taljat **45**
Lompakkotalja 45
Ketjuviputalja ja käsiketjutalja 46
Käsiketjutalja 47
Ankkurointikalusto **49**
Betonin ankkurointikalusto 49
Maa-ankkurointi 50
Nostoapuvälineet **50**
Nostovyöt ja päällysteraksit 51
Vetoliina 51
Ketjut 52
Sakkelit ja koukut 53
Nostojen ja siirtojen perustoimintamenetelmät **54**
Osittain nosto ja multitunkkaus 54
Kappaleen siirtäminen teloilla 60
Nosturin käyttö noston ja siirron välineenä **65**
Taakan kiinnitys 67
Noston ohjaus 68
Läpäisy **71**
Rakenteiden paksuuksia **72**
Betonirakentaminen 72
Teräsrakenteet 75
Läpäisyaukon yleisperiaatteita **77**
Läpäisytekniikat **79**
Läpäisyn suunta 79
Läpäisykalusto **80**
Hydraulinen betonin läpäisykalusto 80
Sähkökäyttöinen betonin läpäisykalusto 82
Polttomoottori työkalut 83
Teräksen läpäisykalusto 83
Läpäisyn perustoimintamenetelmät **84**
Betonin puhdas ja likainen läpäisy 84
Betonirautojen katkaiseminen 95
Teräksen läpäisy 97
Läpäisyajat **99**
Puhtaan läpäisyn kappaleen painoja **99**

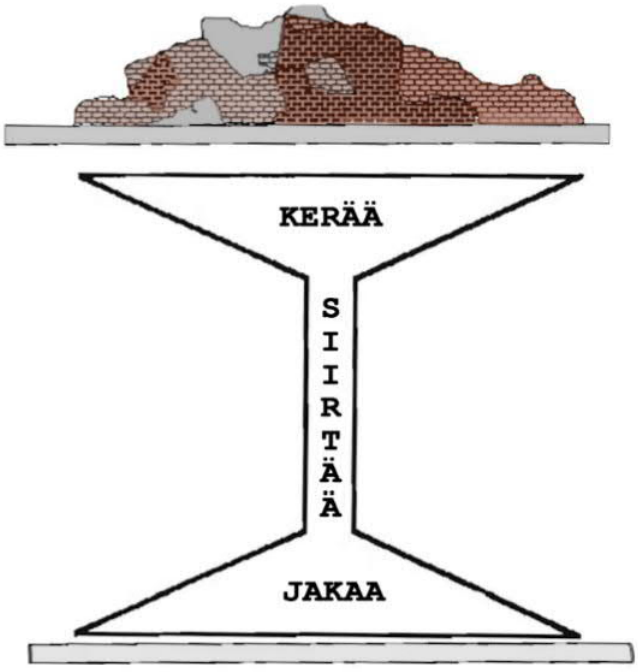
Tuenta

Tukeminen on väliaikaisen tuen rakentamista erilaisille rakennelmille tai rakenteiden osille, jotka ovat vaarassa sortua, romahtaa tai muulla tavalla aiheuttaa lisävahinkoja. Pelastuslaitos käyttää tukemiseen lähtökohtaisesti metallisia tuentaan suunniteltuja tuentatankoja, mutta myös puusta rakennettavia tukia, jotka antavat väliaikaista tukea ja vakautta rakenteille. Tuennalla on siis tarkoitus antaa riittävä suoja pelastajille mahdollisia lisäsortumia vastaan. Asianmukaisilla tuennoilla mahdollistetaan työturvallinen työalue pelastustoiminnalle ilman kohtuutonta riskiä.

Tuennan kannalta ei ole suurta merkitystä miltä rakennelma on näyttänyt ennen sortumaa, vaan tuettava rakenne on tutkittava huolellisesti. Tuenta tulee suunnitella tarkoituksenmukaisesti juuri kyseistä rakennetta varten.

Tukemisen periaate

Tuennalla on tarkoitus kerätä tuettavan kappaleen kuorma ja siirtää se tuennan kautta stabiilille alustalle. Tuennalla ei ole tarkoitus nostaa tai liikuttaa rakenteita, vaan sen tehtävä on ainoastaan tukea.



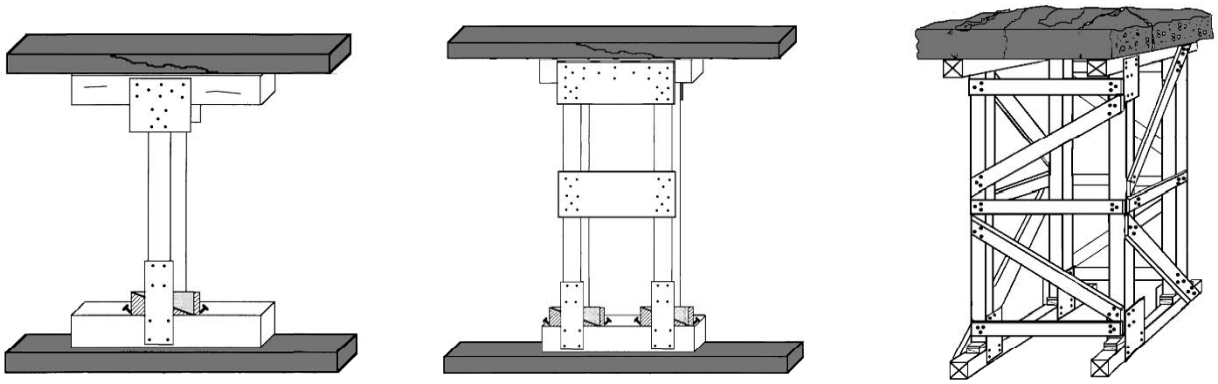
Kuva 1.

Hyvän tuennan lähtökohdat:

- Suunniteltu hyvin ennen asentamista.
- Tuenta on rakennettu stabiilille alustalle.
- Kyky vastaanottaa ja jakaa siihen kohdistuva kuormitus ilman äkillisen romahtamisen riskiä.
- Tuennasta näkee ja kuulee, jos sitä ylikuormitetaan (puutuenta).
- Hyvän tuennan liitokset lisäävät tuen vakautta ja kestävät tuettaviin rakenteisiin kohdistuvia iskuja sekä kuormia.
- Tuenta on säädettävä.
- Tuenta pitää "ylimitoittaa" kantavuudeltaan ja lujuudeltaan riittävän turvallisuusvaikutuksen saamiseksi.

Tuennan luokitukset

Tuennat voidaan jakaa kolmeen eri luokkaan niiden toimintaperiaatteen mukaan:



Kuva 2.

1. Luokan tuenta on vakaa yhteen suuntaan.

2. Luokan tuenta on vakaa kahteen eri suuntaan.

3. Luokan tuenta on vakaa kolmeen eri suuntaan.

Tuennan suunnittelu

Tuennan suunnittelussa tulee käyttää apuna rakenneasiantuntijaa, mikäli se on mahdollista. Rakenneasiantuntija pystyy tekemään tarkemmat lujuuslaskelmat rakennettaville tuille. Rauniopelastusryhmän on itse pystyttävä suunnittelemaan ja rakentamaan itsenäisesti yksinkertaisia tuentoja,

koska rakenneasiantuntijaa on harvoin saatavilla heti tuentatoimia aloitettaessa. Toteutettaessa tuennan suunnittelua, on kyettävä erottamaan rakenteet ja rakennusjäte toisistaan. Rakennusjätteen tuenta on harvoin tarkoituksenmukaista. Rakenteiden kunto ja lisäsortumavaara vaikuttavat myös merkittävästi tuennan suunnitteluun. Esimerkiksi autioituneen ja 100-vuotiaan talon yläpohjan tuenta vaatii todennäköisesti vaativamman tuennan, kuin uuden kivirakenteisen talon ontelolaatan tuenta. Tuennan suunnitellussa tulee huomioida seuraavat asiat:

- työturvallisuus
- lisäsortumavaara
- rakenteiden sekä niiden liitosten kunto
- tuettavien rakenteiden paino
- maaperän tai alustan tukevuus ja epävakaus.

Tuennan sijoittaminen

Tuennan alusta tulee olla vakaa. Sortuman laajuus ja rakennustekniikka vaikuttavat huomattavasti tuennan sijoittamiseen. Täydellisessä sortumassa tuennan rakentaminen aloitetaan aina alimmasta kerroksesta tai alimmista rakenteista. Esimerkiksi, jos kolmekerroksinen kerrostalo on sortunut pannukakkumaisesti ja uhri on jumissa sortuman puolessa välissä. Tällöin tuentatoimet alkavat maatasolta ylöspäin. Sortuneissa rakennelmissa voidaan käyttää seuraavia ”nyrkkisääntöjä”:

- Puu- tai teräsrunkoisessa rakennelmassa tuenta aloitetaan vähintään kaksi kerrosta vaurioituneen kohdan alapuolelta, mikäli mahdollista.
- Teräsbetonirakennelmissa aloitetaan tukeminen vähintään kolme kerrosta vaurioituneen kohdan alapuolelta, mikäli mahdollista.

Tuenta ei saa häiritä merkittävästi pelastustoimintaa, eikä se saa estää pelastajien hätäevakuoimista.

Kuva 3.

Yleisempien tuettavien rakenteiden painoja:

Valettu betonilattia/-seinä	440–720 kg/m² (150–300 mm paksu)
Ontelolaatta	205–560 kg/m²
Puulattia betonivalulla	145–250 kg/m²*
Puulattia	50–120 kg/m²*
Puu-ulkoseinät	50–95 kg/m²**
Huoneistojen välinen seinä	50–95 kg/m²
Kipsiväliseinä ja katto	50 kg/m²
Tiilikate	50 kg/m²
Peltikatto ja huopakatto	25 kg/m²
Katon puurakenteet	15 kg/ m²
Rakennusjäte/huonekalut	25 kg/m²

Huom! Tilannekohtaisesti lisätään pelastajien ja pelastusvälineiden paino.

Esimerkkilasku:

Rakennelman katto vaatii tuentaa. Rakennelma on mitoiltaan 6 m x 9 m. Sen yläpohja on 150 mm paksu ontelolaatta. Rakennelman katto on peltinen harjakatto. Paljonko tuettava katto painaa koko pinta-alaltaan?

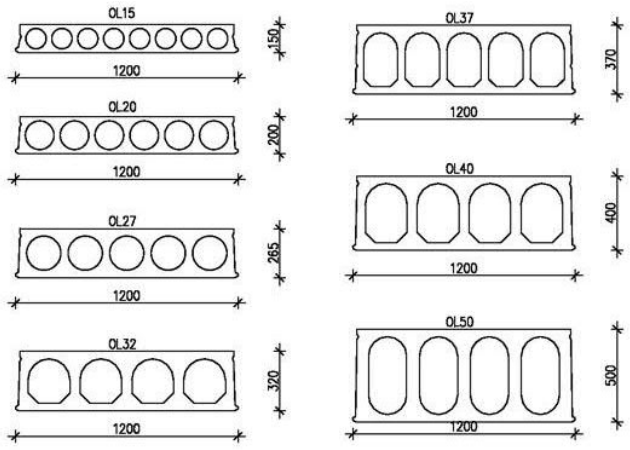
yläpohja + katto + katon puurakenteet = ?

(6 m x 9 m x 205 kg/m²) + (6 m x 9 m x 25 kg/m²) + (6 m x 9 m x 15 kg/m²)

11 070 kg + 1350 kg + 810 kg = 13 230 kg

Vastaus: Katto painaa nyrkkisäännöillä laskettuna 13 230 kg

Yleisimmät ontelolaatat:



LAATTATYYPPI	LAATAN KORKEUS [mm]	ELEMENTIN PAINO [kg/m²]
O15	150	205
O20	200	245
O27	265	360
O32	320	380
O37	370	485
O40	400	435
O50	500	560

Kuva 4.

Tuenta tankosarjalla

Rauniopelastuksen perusteisiin kuuluu yksinkertaisten tukien rakentaminen. Raskaspelastusyksiköistä löytyvät tankosarjat ovat juuri sopivia tuotteita tähän tarkoitukseen. Raskaspelastusyksiköistä löytyvillä tankosarjoilla pystytään aloittamaan tuentatyöt oman pelastustyön turvaamiseksi. Suomessa on käytössä muutaman eri valmistajan tuentatankosarjoja, mutta niiden toimintaperiaate on sama.

Kuva 5.

Tuentatankosarjojen hyviä ominaisuuksia ovat:

- Kestävät suuria kuormia
- Portaaton säätö
- Pitkä käyttöikä
- Asennusnopeus
- Ne ovat palomiesystävällisiä eli helppoja koota ja purkaa.
- Tuentatankosarjojen osat pystytään kuljettamaan ahtaistakin aukoista.
- Ne ovat modulaarisia, jolloin niitä kyetään käyttämään erilaisten lisäosien kanssa useilla eri tavoilla.
- Operointimahdollisuus manuaalikäytön lisäksi paineilmalla sekä hydrauliikalla, joilla minimoidaan työskentelyaikaa vaara-alueella.

Kuva 6.

Kuva 7.

Tuentatankosarjojen huonoja ominaisuuksia ovat:

- Hinta ja saatavuus
- Paino isoissa kokonaisuuksissa
- 2. ja 3. luokan tuennat vaativat useita erilaisia lisäosia.
- Raskaspelastusyksiköistä löytyvillä tankosarjoilla pystytään tekemään vähäisiä määriä erityyppisiä tuentoja kerrallaan.
- Ei varoita ylikuormittumisesta samalla tavalla kuin puutuenta (Paratechiltä löytyy monitorointipaloja, jotka voidaan ohjelmoida hälyttämään ylikuormituksesta).

Kuva 8.

Puutuenta

Vaikka pelastuslaitos pääsääntöisesti käyttää metallisia tankosarjoja tuentojen tekoon, niin ei ole syytä sivuttaa puutuentaa kokonaan. Puutuentaa käyttävät kansainväliset USAR-muodostelmat toimiessaan katastrofialueilla, koska puutuotteita löytyy miltei jokaisesta maasta ja tällöin sitä ei tarvitse viedä mukana katastrofialueella.

Puutuennoissa käytettävät tuotteet:

- Kakkosnelonen = 2” x 4” = 50 mm x 100 mm – Yleisin runkomateriaali ja käytetään, mikäli 4” x 4” ei ole käytettävissä.
- Nelosnelonen = 4” x 4” = 100 mm x 100 mm – Paras tuote tuentojen valmistukseen.
- 2” x 5” ja 2” x 6” – Käytetään vaihtoehtoisena tuentamateriaalina sekä tuentojen jäykistyksiin.
- 15–18 mm havuvaneri – Käytetään rakennusmateriaalina eri tarkoituksiin, esimerkiksi naulauslevyihin.

Puutuennan vahvuudet:

- Puusta pystyy rakentamaan useita erilaisia tuentoja, toisin kuin metallisista tuennoista.
- Puutuentaa on helppo vahvistaa ja muuttaa monitasoisemmaksi.
- Puu on helppoa työstää.
- Puu on halpaa ja pääsääntöisesti helposti saatavilla.
- Suomessa rakennustarkoitukseen käytettävät puumateriaalit ovat vahvoja ja suhteellisen kevyitä.
- Puu varoittaa ”ylikuormituksesta” paukkumalla ja räsähtelyillä eli puulla on niin sanottu vikavirtasuojaus.

Kuva 9.

Puutuennan heikkoudet:

- Puutuennan rakentaminen vaatii hyviä timpurintaitoja.
- Vaatii paljon työvälineitä, kuten katkaisusirkkelin, sirkkelin, runkonaulaimen ja käsityökaluja.
- Puutuenta on melko hidas rakentaa ja vaatii huolellista valmistelua.
- Puun tarve tuentoja varten on merkittävä ja pelastusyksiköissä olevan puun määrä on vähäinen.
- Puutuentaa asentaessa työskentelyaika vaara-alueella on pitempi, kuin vastaava asennus tankosarjalla.
- Puutuenta on usein kertakäyttöinen.

Kiilojen käyttö puutuennassa

Kiiloilla pystytään kiristämään puutuenta napakaksi. Kiristystilanteessa kiiloilla pystytään tuottamaan 200–300 kg nostovoima. (Huomioi ettet vahingossa nosta rakenteita!). Kiilat valmistetaan kakkosnelosesta. Kiristettyjen kiilojen paikallaan pysyminen varmistetaan ruuveilla. Alla nyrkkisäännöt kuvin kiilojen käytöstä:

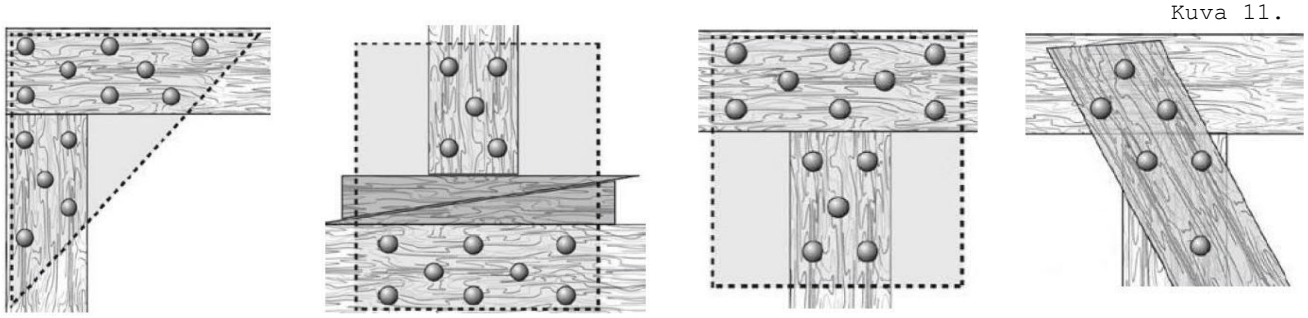
PARAS OK! NO GO!

Kuva 10.

Naulauskuviot

Puutuennan liitokset toteutetaan ”naulauslevyjä” käyttäen, jotka naulataan 75–90 mm nauloilla. Naulauslevyt tehdään 15–18 mm havuvanerista. Naulauksiin käytettään ”noppaviisi” kuviota soveltaen. Huomio kiinnittäessä, että naulauslevy ei saa osua kantaviin rakenteisiin. Esimerkit alla kuvina:

Kuva 11.



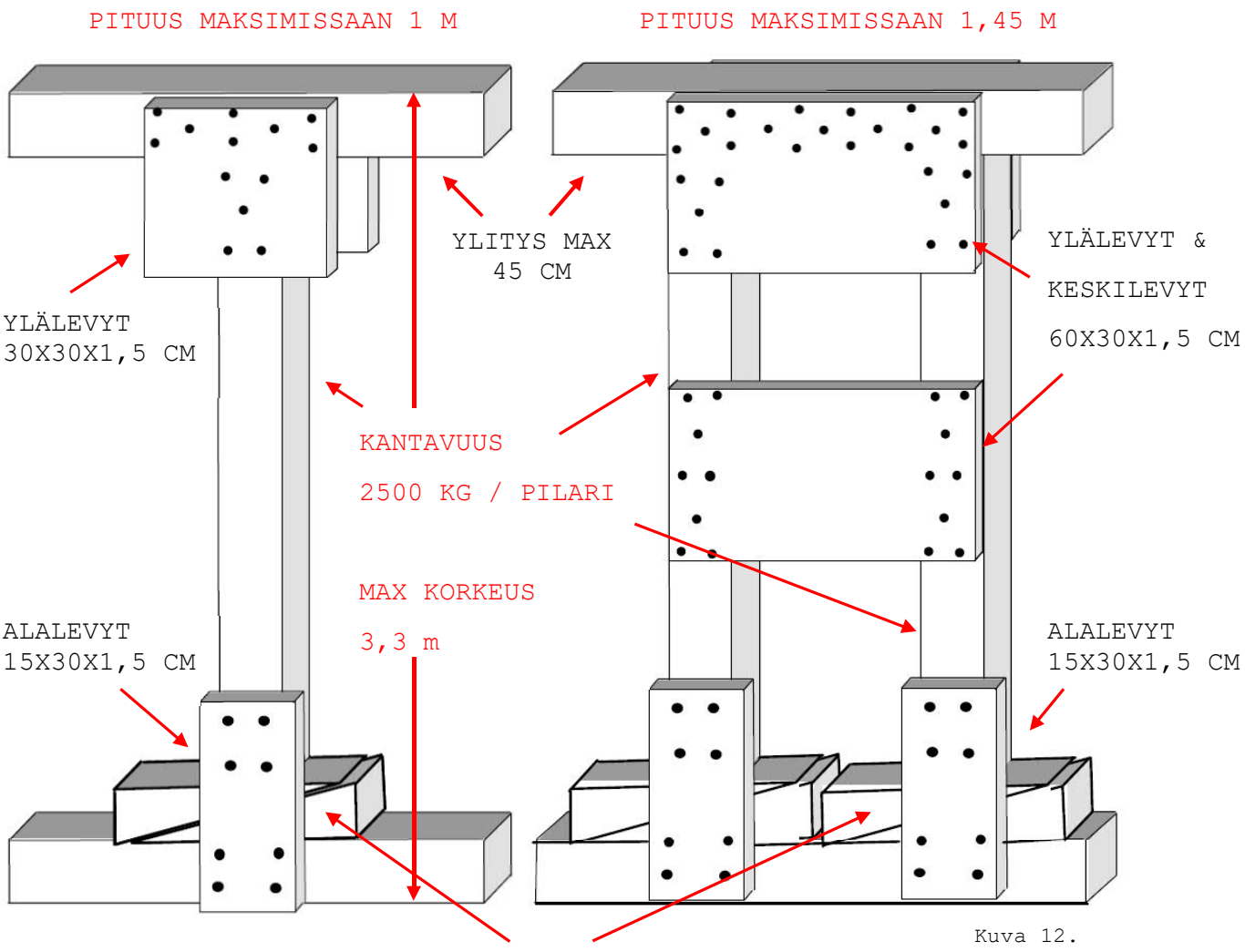
Kolmioliitos Kiilaliitos Neliöliitos Lankkuliitos

Tuennan perustoimintamenetelmät

Pystytuenta

Pystytuentaa käytetään yläpuolisten rakenteiden tuentaan, esimerkiksi väli- tai yläpohjan tuentaan. Mahdollisuuksien mukaan asennetaan aina Tupla T -tuenta, koska se on 2. luokan tuenta ja se kestää kaksinkertaisen taakan T-tuentaan nähden. Tankosarjalla toteutettavassa T-tuennassa käytetään puuta kuorman vastaanottamiseen ja levittämiseen, koska sen pituuden muokkaus on helppoa.

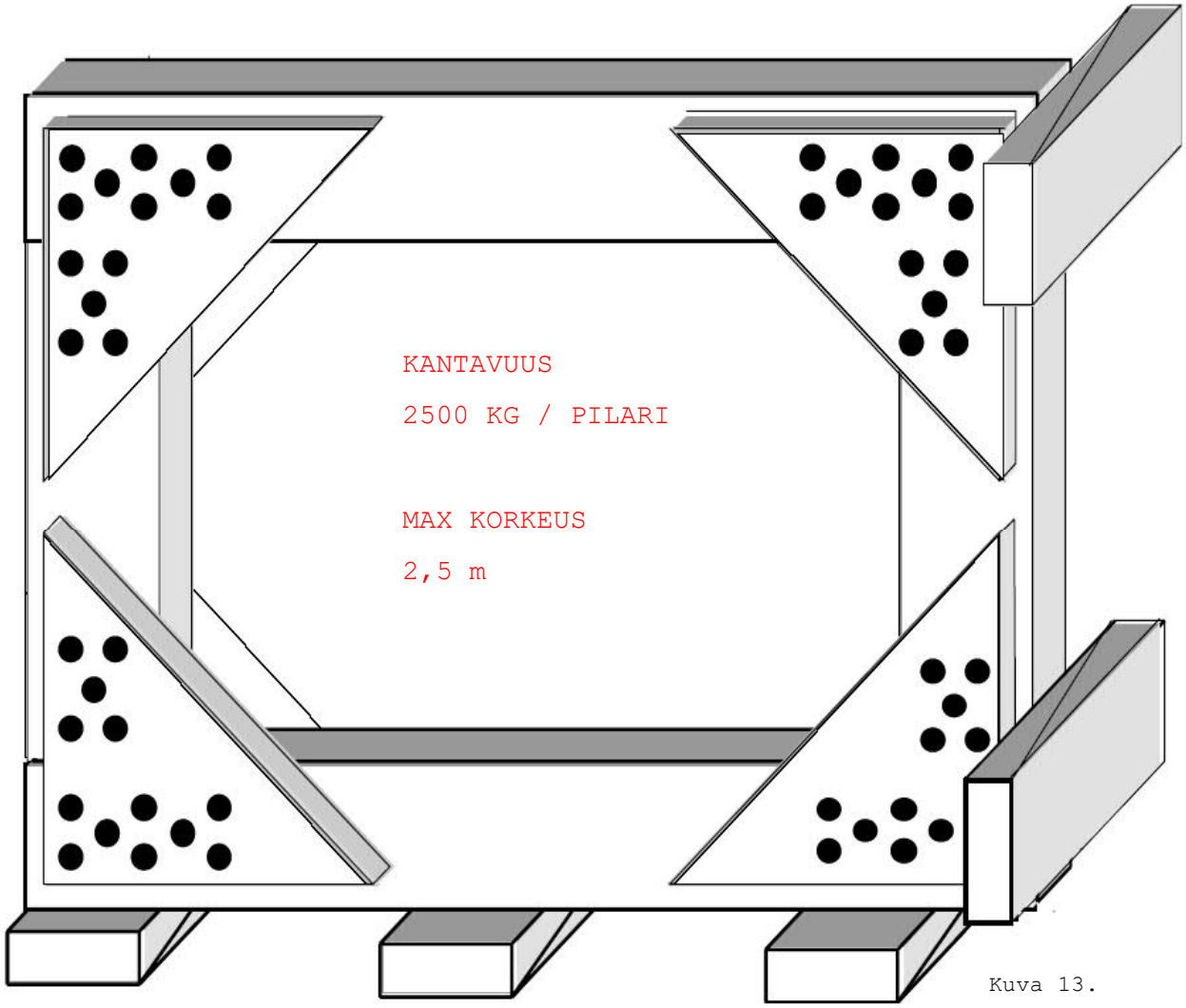
T-tuenta, tankosarjasta tai puusta rakennettuna, on yksi tuentatoiminnan perustuennoista. Sitä soveltamalla pystytään tukemaan miltei kaikki kohtisuorassa toisiinsa nähden olevat pinnat. Se on nopea ja yksinkertainen suunnitella, että rakentaa.



Kuva 12.

Aukkotuenta puusta

Aukkotuenta on 2-luokan tuenta. Rakennelmien aukot, kuten ovi- ja ikkuna-aukot, voivat olla hyvin erikokoisia. Puusta tehdyillä aukkotuennoilla pystytään säästämään pelastusyksiköistä löytyviä tankosarjoja raskaampien ja kookkaampien rakenteiden tuentaan. Aukkotuentaa tulee käyttää varsinkin silloin, kun kyseistä aukkoa käytetään kulkuaukkona. Sen kestävyys on 2500 kg/pystypilari ja maksimikorkeus 2,5 m käytettäessä nelosnelosta. Alla esivalmistetun aukkotuennan rakenne.



Kuva 13.

HUOMIO KIILAKIRISTYS PYSTY- JA SIVUSUUNNASSA (5CM)

MUISTIKORTTI PUISEN T-TUENNAN ASENTAMISESTA

Ryhmänjohtaja:

1. Käske työkaluasema ja tuenta-tyyppi.
2. Roolita mittamies (suunnittelija), rakentajat ja asentajat.
3. Mieti vaihtoehtoinen tuenta.
4. Vahdi työturvallisuutta.
5. Rytmitä vaiheet.
6. Tarkasta ja merkitse tuenta.

Mittamies:

1. Mittaa tuentaa tarvitseva tila.
2. Jätä 5 cm kiilausvara.
3. Laske/arvioi tuettava massa.
4. Suunnittele tuenta (piirrä).
5. Anna rakennuspiirustus rakentajille.
6. Mieti vaihtoehtoinen tuenta.

Rakentajat:

1. Valmistele rakennuspaikka.
2. Rakenna tuennan osat mittamiehen ohjeiden mukaisesti.
3. Muista naulauskuviot.
4. Muista pieni väli naulauslevyjen kiinnityksessä.
5. Rakenna tuennan yläosa kokonaan ja alaosa osittain valmiiksi.

Asentajat:

1. Siirry tuenta-alueelle tuennan osien kanssa.
2. Yhdistä osat ja kiilat.
3. Ujuta tuenta paikoilleen.
4. Tarkista tuennan suoruus.
5. Kiristä tuenta kiiloilla.
6. Ala ja yläosan naulaus toisiinsa.
7. Tarkasta jämäkkyys.

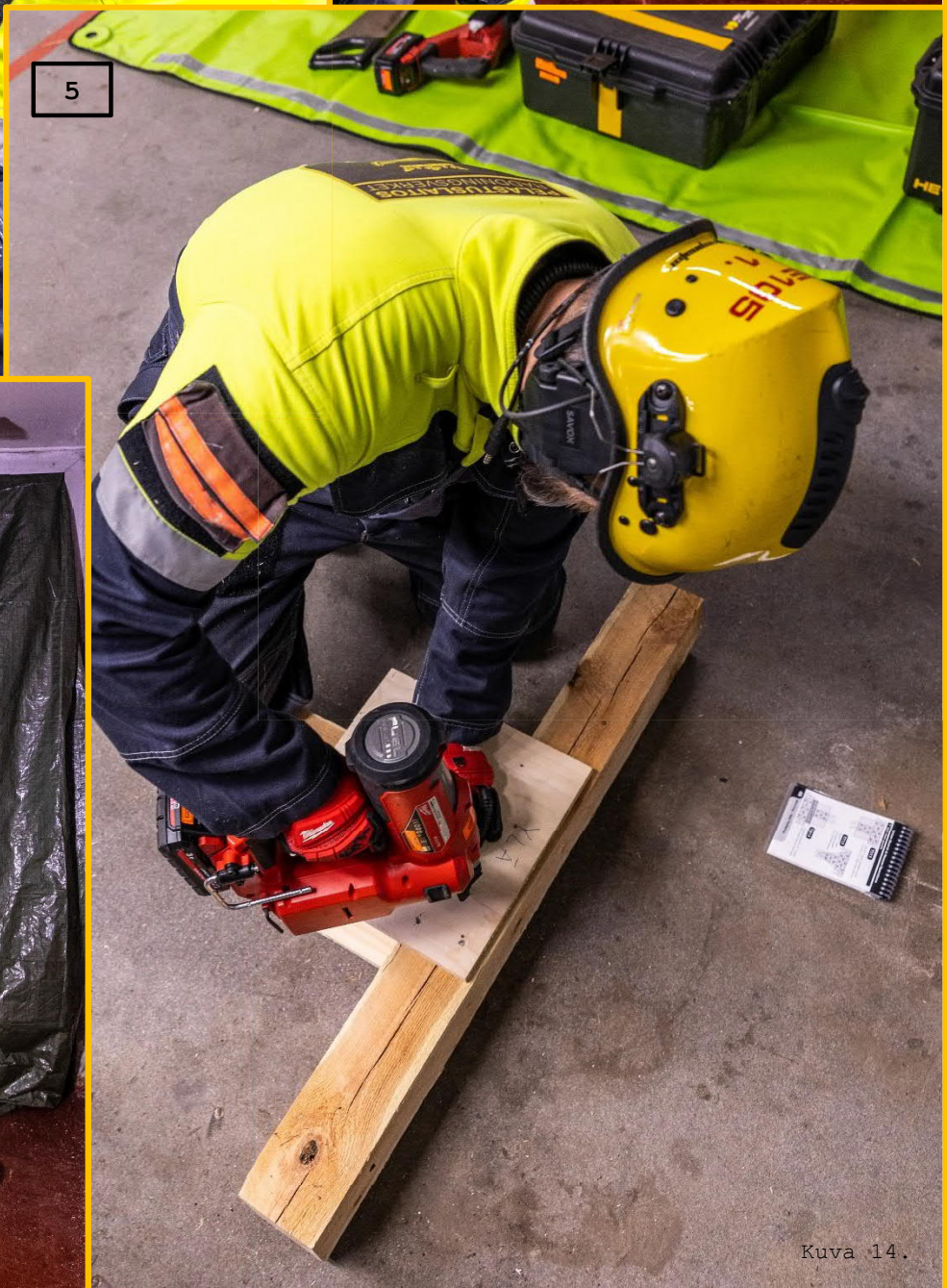
Vaiheet:

1. TYÖKALUASEMA
2. ROOLITUS
3. MITTAUS
4. SUUNNITTELU
5. RAKENNUS
6. SIIRTO
7. TARKASTUS
8. ASENNUS
9. KIRISTYS
10. VIIMEISTELY

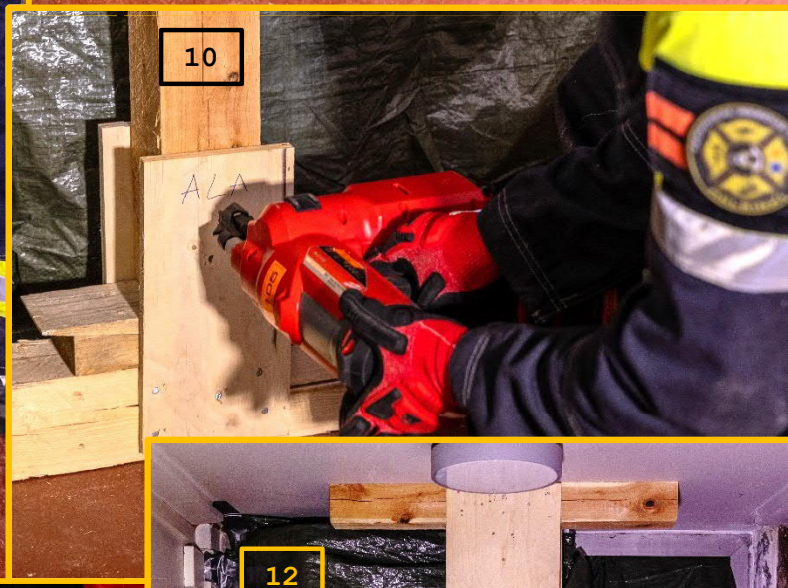
Huomio!

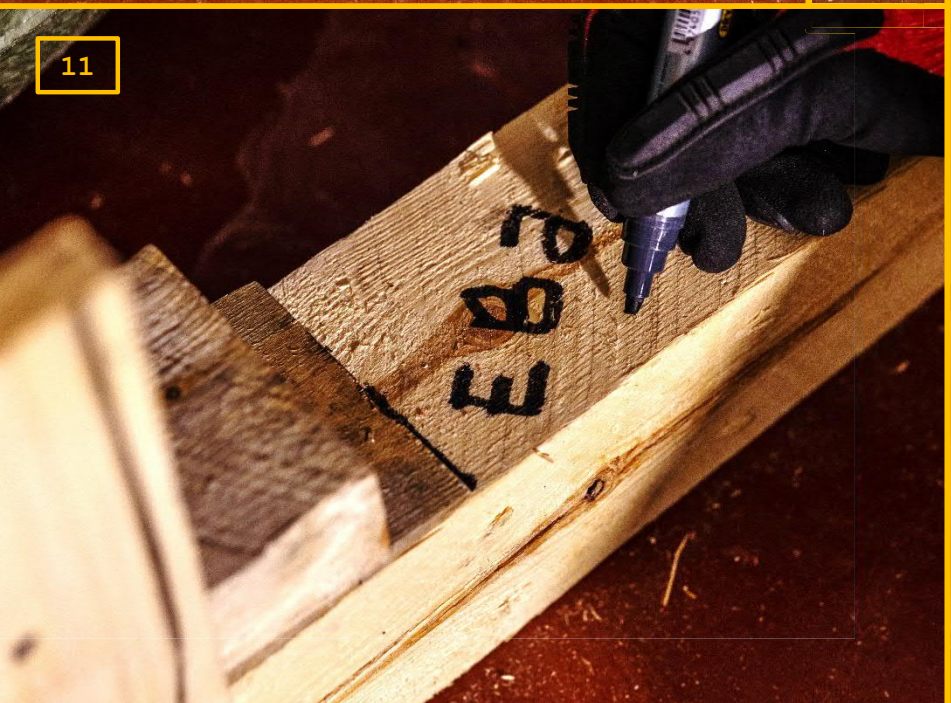
Puutuentojen asennus kestää kauemmin, kuin tankosarjoilla tehtynä. Kuitenkin asenna tuenta mahdollisimman nopeasti ja pienellä vaara-alueen altistus ajalla!!!

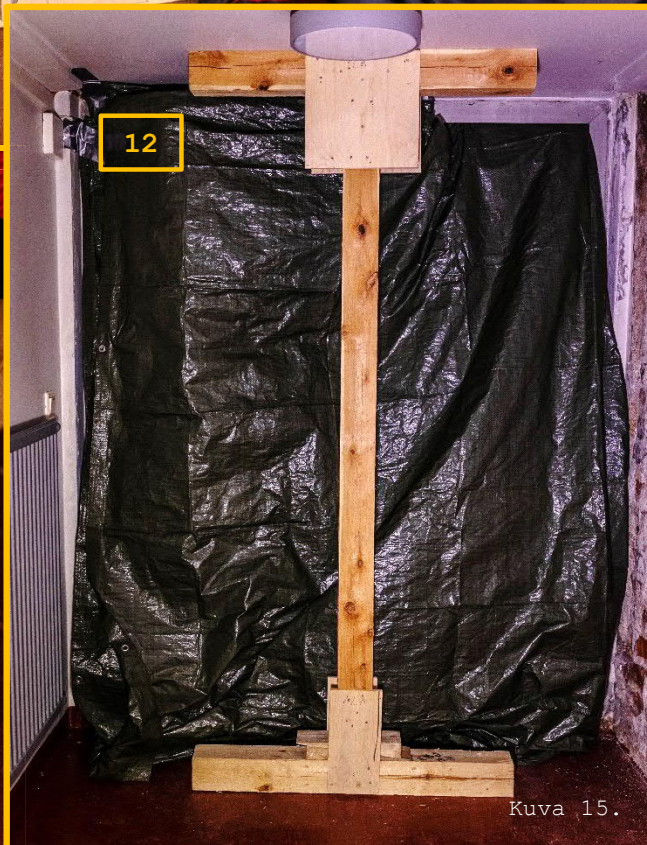
Asennus onnistuu yksinkin, mutta asennukseen kannattaa resursoida vähintään kaksi asentajaa.



Kuva 14.







Kuva 15.

MUISTIKORTTI AUKKOTUENNAN ASENTAMISESTA

Ryhmänjohtaja:

1. Käske työkaluasema ja tuentatyyppi.
2. Roolita mittamies (suunnittelija), rakentajat ja asentajat.
3. Mieti vaihtoehtoinen tuenta.
4. Vahdi työturvallisuutta.
5. Rytmitä vaiheet.
6. Tarkasta ja merkitse tuenta.

Mittamies:

1. Mittaa tuentaa tarvitseva aukko.
2. Jätä 5 cm kiilausvara.
3. Laske/arvioi tuettava massa.
4. Suunnittele tuenta (piirrä).
5. Anna rakennuspiirustus rakentajille.
6. Mieti vaihtoehtoinen tuenta.

Rakentajat:

1. Valmistele rakennuspaikka.
2. Rakenna tuenta valmiiksi mittamiehen ohjeiden mukaisesti.
3. Muista naulauskuviot.
4. Muista pieni väli naulauslevyjen naulaamisessa.

Asentajat:

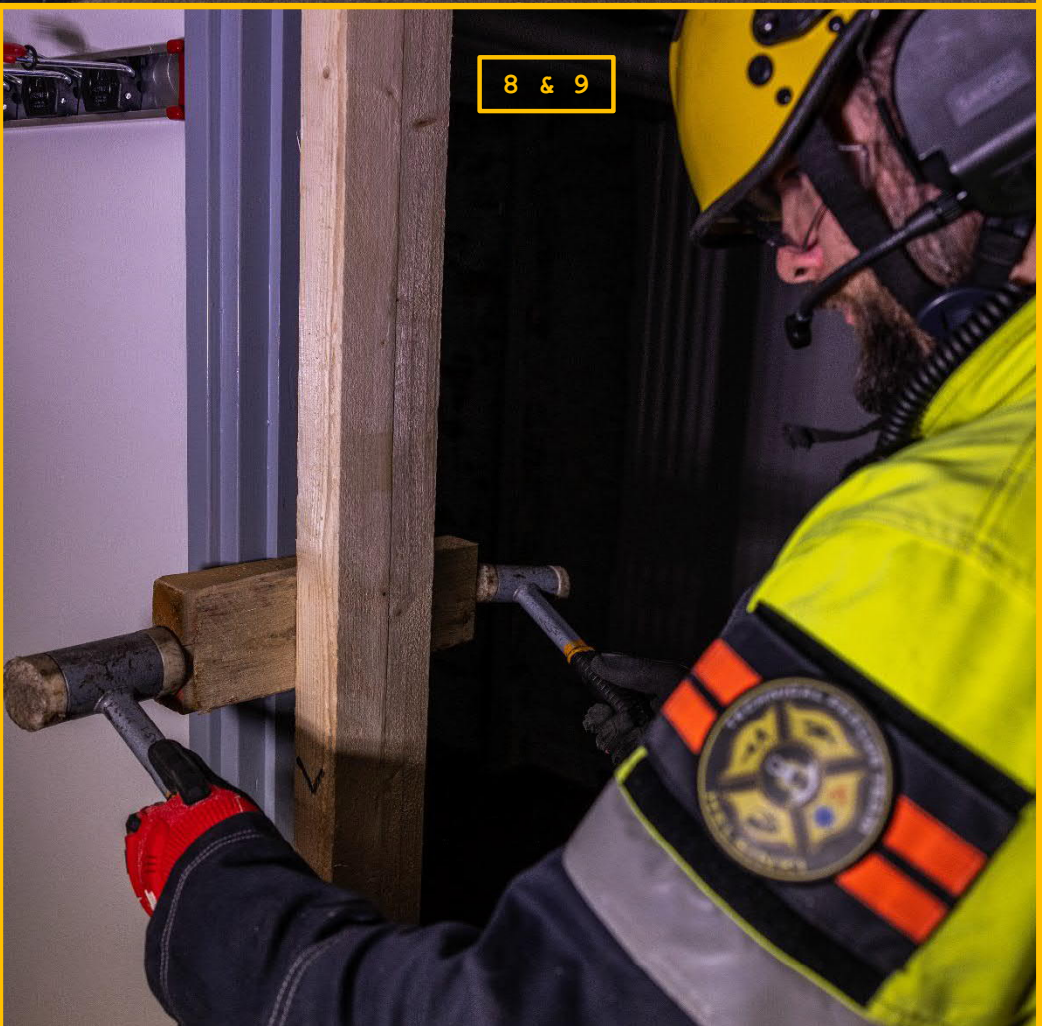
1. Siirry tuenta-alueelle aukkotuennan ja kiilojen kanssa.
2. Kiilaa tuenta.
3. Tarkista tuennan suoruus.
4. Kiristä kiilat.
5. Tarkasta jämäkkyys.

Vaiheet:

1. TYÖKALUASEMA
2. ROOLITUS
3. MITTAUS
4. SUUNNITTELU
5. RAKENNUS
6. SIIRTO
7. TARKASTUS
8. ASENNUS
9. KIRISTYS
10. VIIMEISTELY

Huomio!

Asennus onnistuu yksinkin, mutta asennukseen kannattaa resursoida vähintään kaksi asentajaa.



Kuva 16.

MUISTIKORTTI TUPLA T -TUENNAN ASENTAMISESTA TANKO-SARJALLA

Ryhmänjohtaja:

1. Käske työkaluasema ja tuenta-tyyppi.
2. Roolita mittamies (suunnittelija), rakentajat ja asentajat.
3. Mieti vaihtoehtoinen tuenta.
4. Vahdi työturvallisuutta.
5. Rytmitä vaiheet.
6. Tarkasta tuenta ja merkitse tuenta.

Mittamies:

1. Mittaa tuentaa tarvitseva tila.
2. Laske/arvioi tuettava massa.
3. Suunnittele tuenta (piirrä).
4. Anna rakennuspiirustus rakentajille.
5. Mieti vaihtoehtoinen tuenta.

Rakentajat:

1. Valmistele rakennuspaikka.
2. Rakenna tuennan osat mittamiehen ohjeiden mukaisesti.
3. Valmistele tuenta mahdollisimman valmiiksi.

Asentajat:

1. Siirry tuenta-alueelle tuennan kanssa.
2. Asenna tuenta mahdollisimman nopeasti ja pienellä altistus ajalla.
3. Tarkista tuennan suoruus.
4. Kiristä ja tarkasta jämäkkyys.

Vaiheet:

1. TYÖKALUASEMA
2. ROOLITUS
3. MITTAUS
4. SUUNNITTELU
5. RAKENNUS
6. SIIRTO
7. ASENNUS
8. TARKASTUS
9. KIRISTYS
10. MERKKAUS
11. TARKASTUKSET

Järjestys tankosarjaa käyttäessä:

1. Paineilmalla
2. Kylmänä tankona
3. Nostotankona.

- Liitä paineilma- ja hydrauliletkut ennen asennusta!

1

3

5
ALA
TUPLA T-SPOTTI

YLÄ
TUPLA T-SPOTTI
ALA
TUPLA T-SPOTTI
7

YLÄ
TUPLA T-SPOTTI
8

YLÄ
T-SPOTTI
9

10
PARATEC

Kuva 17.

1
RESQTEC

5

3

YLÄ
TUPLA T-SPOTT
HE105
PELASTUSLAITOS
RÄDDNINGSVERKET
1861
HELSINKI HELSINGFORS
7

8
RESQTEC

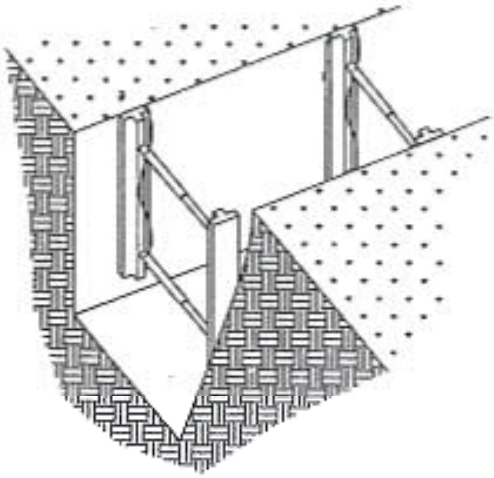
YLÄ
TUPLA T-SPOTT
9

YLÄ
TUPLA T-SPOTT
11
RESQTEC

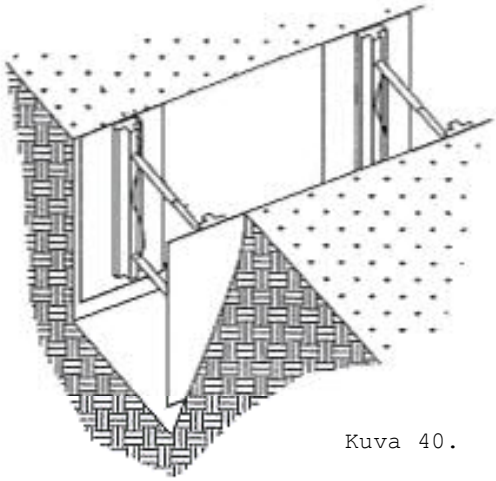
Kuva 18.

Vaakatuenta

Vaakatuentaa käytetään pystysuuntaisten pintojen välissä olevan alueen tuentaan, esimerkiksi kaivantojen tukemiseen. Tässäkin tuennassa sovelletaan T-tuentaa. T-tuenta käännetään vain 90° astetta vakaan. Tarvittaessa vaakatuennassa käytetään tupla tai jopa kolminkertaista tankotuentaa. Kaivantoa tuettaessa asennus tapahtuu vaara-alueella, jolloin kaivannon ympäröivä alue tulee tehdä turvallisemmaksi. Vanerilevyt ovat hyvä keino vähentää maa-ainekseen kohdistuvaa pistekuormaa. Lisäksi asennusaikaa vaara-alueella pystytään vähentämään käyttämällä tankosarjan paineilma- ja hydraulijärjestelmää. Nostotankojen 10 t hydraulivoimalla pystytään myös maa-ainesta hiukan puristamaan tiiviimmäksi. HUOM! Tuennalla ei ole yleensä tarkoitus nostaa tai siirtää tuettavia rakenteita!



Kaivantotuenta tankosarjalla ja lankuilla



Kuva 40.

Kaivantotuenta tankosarjalla ja vanerilla

Kuva 19.

Valmis kaivantotuki on hyvä ja nopea tuentatapa myös pelastustehtävällä. Kaivantotuki on kuitenkin erittäin painava ja se on suunniteltu lähtökohtaisesti kaivannon rakentamisen apuvälineeksi eikä pelastusvälineeksi. Lisäksi sen käyttäminen vaatii työkoneen, jolla se asennetaan, esimerkiksi mobiilinosturin.

MUISTIKORTTI KAIVANTOTUENNAN ASENTAMISESTA

Ryhmänjohtaja:

1. Käske työkaluasema ja tuenta-tyyppi.
2. Roolita mittamies (suunnittelija), rakentajat ja asentajat.
3. Mieti vaihtoehtoinen tuenta.
4. Vahdi työturvallisuutta.
5. Rytmitä vaiheet.
6. Tarkasta tuenta ja merkitse tuenta.

Mittamies:

1. Mittaa tuentaa tarvitseva tila.
2. Laske/arvioi tuettava massa.
3. Suunnittele tuenta (piirrä).
4. Anna rakennuspiirustus rakentajille.
5. Mieti vaihtoehtoinen tuenta.

Rakentajat:

1. Valmistele rakennuspaikka.
2. Rakenna tuennan osat mittamiehen ohjeiden mukaisesti.
3. Valmistele tuenta mahdollisimman valmiiksi.

Asentajat:

1. Laita vanerilevyt kaivannon reunoille.
2. Rakenna sillat.
3. Siirry tuenta-alueelle tuennan kanssa.
4. Asenna tuenta mahdollisimman nopeasti ja pienellä altistus ajalla.
5. Tarkista tuennan suoruus.
6. Kiristä ja tarkasta jämäkkyys.

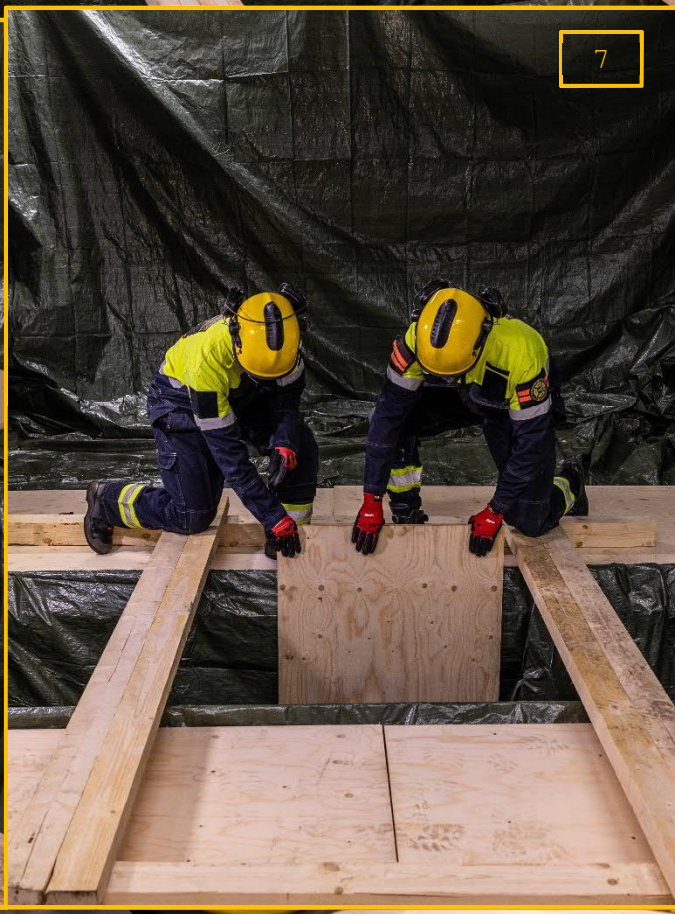
Vaiheet:

1. TYÖKALUASEMA
2. ROOLITUS
3. VANERILEVYT
4. SILLAT
5. MITTAUS
6. SUUNNITTELU
7. RAKENNUS
8. SIIRTO
9. ASENNUS
10. KIRISTYS
11. TARKASTUS
12. MERKKAUS
13. TARKASTUKSET

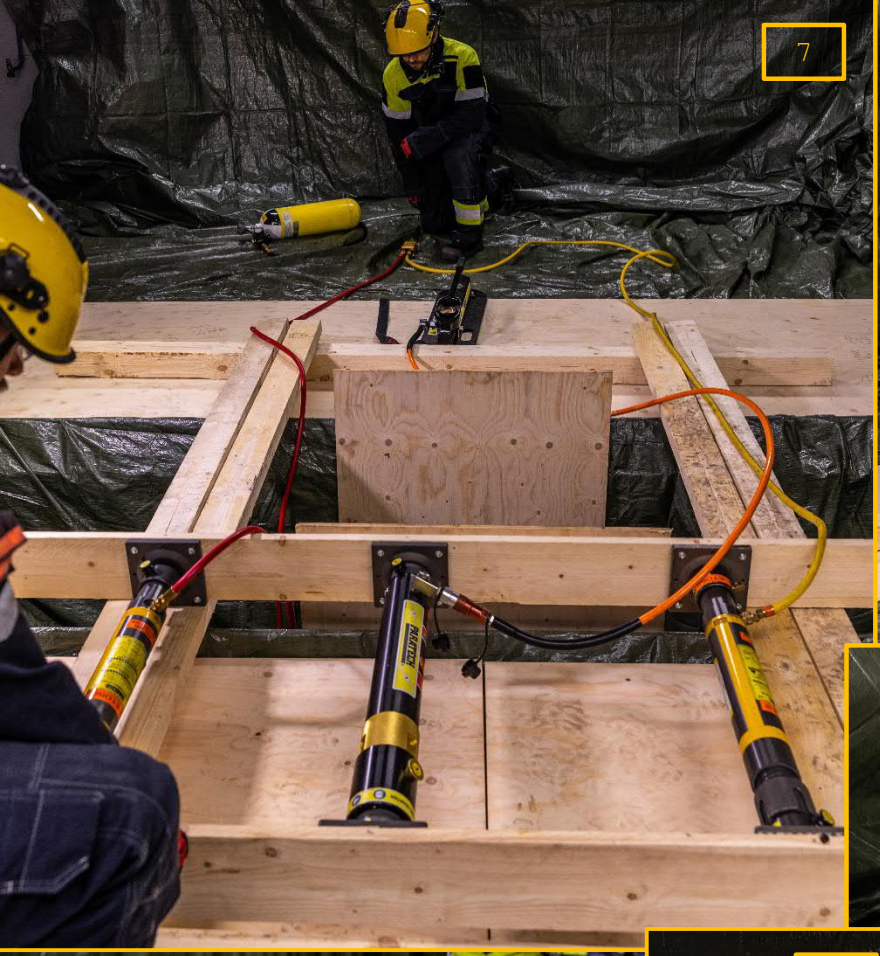
Järjestys tankosarjaa käyttäessä:

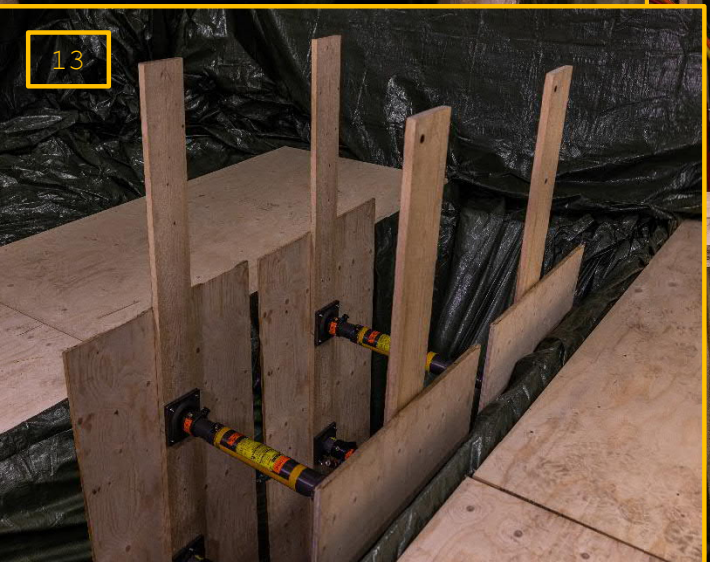
1. Paineilmalla
2. Nostotankona
3. Kylmänä tankona

Liitä paineilma- ja hydrauliletkut ennen asennusta!



Kuva 20.

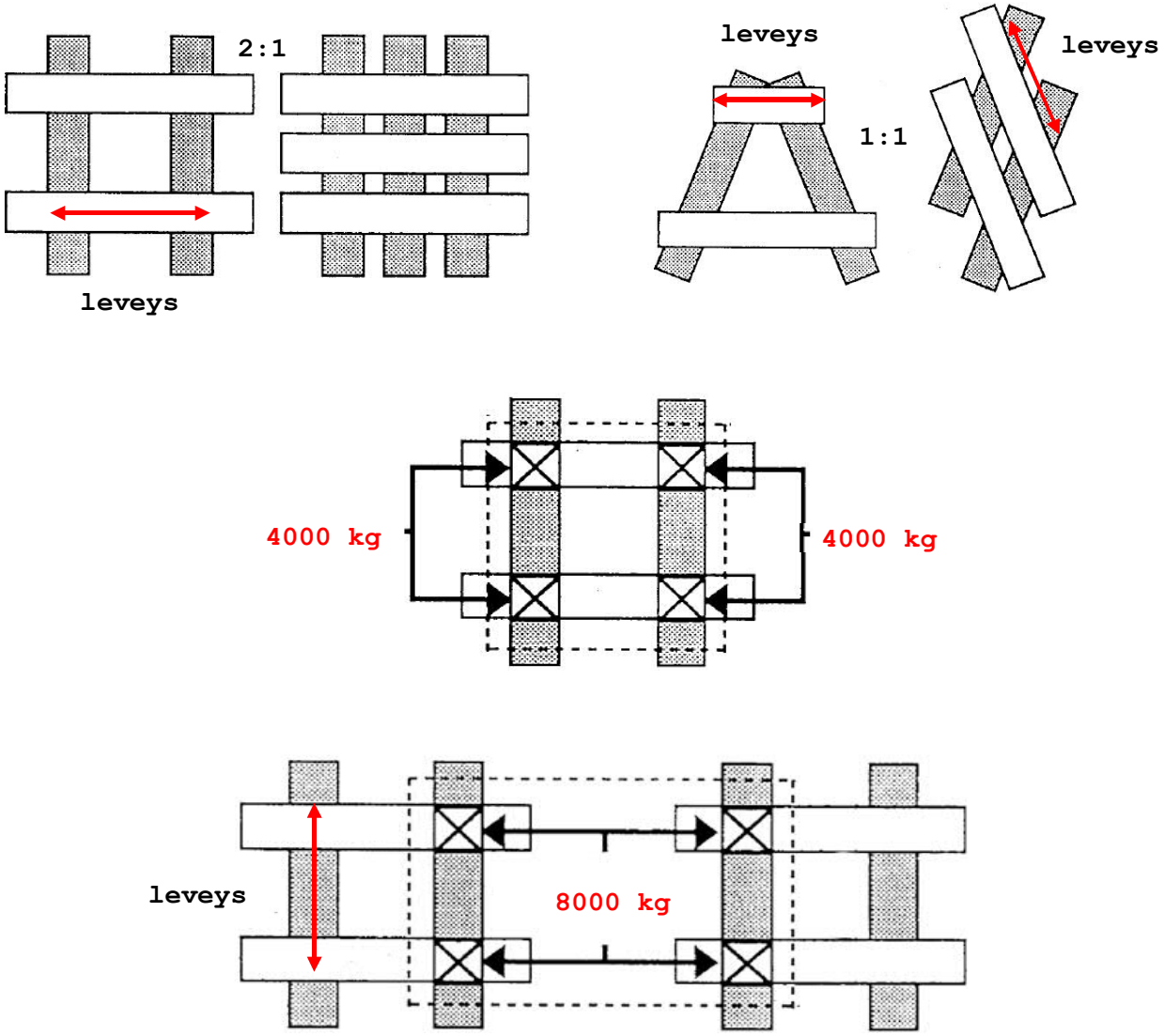




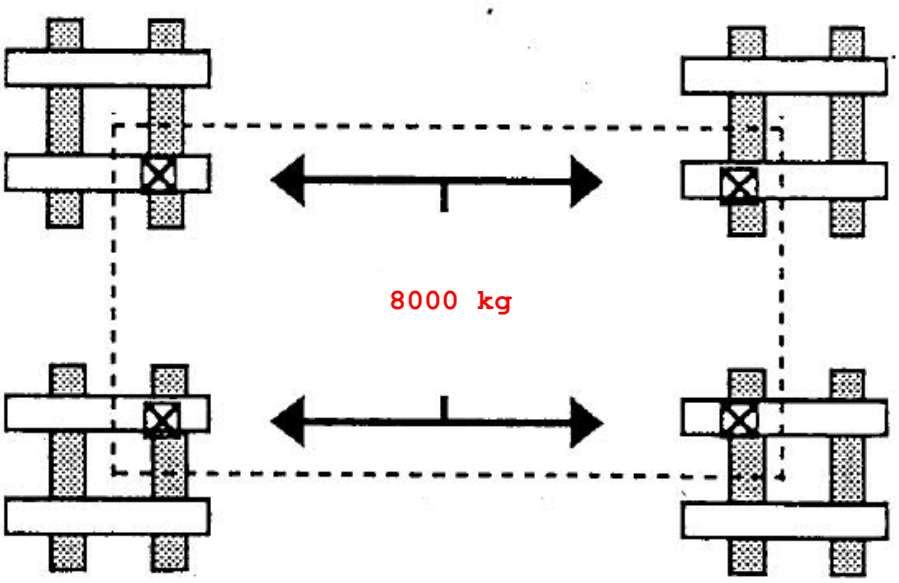
Kuva 21.

Ristetuenta

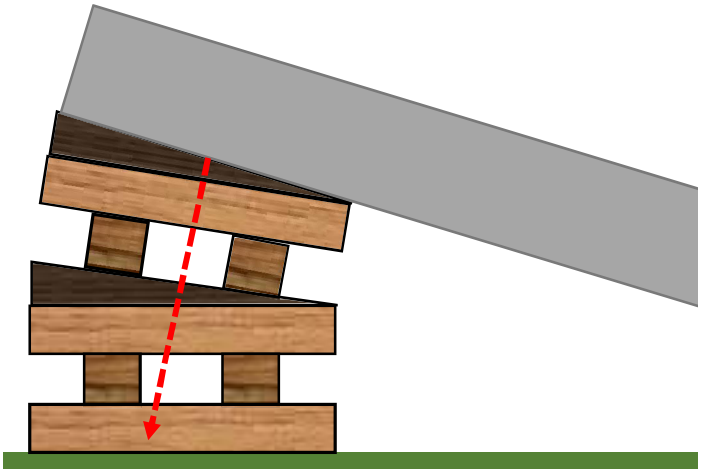
Puulla toteutettu ristituenta on monipuolinen ja 3-luokan tuenta. Sitä pystytään käyttämään matalla olevien rakenteiden tuentaan. Lisäksi ristetuennalla pystytään tekemään miltei portaattomasti noston varmistusta. Varjopuolena on, että se saatetaan joutua kasaamaan vaara-alueella. Ristetuennassa käytetään yleisesti kakkosnelosta ja nelosnelosta. Sen korkeusleveys suhde tulisi olla 2:1, esimerkiksi kun risteiden välinen leveys on 50 cm niin sen korkeus saa olla maksimissaan 100 cm. Ristetuenta tulee rakentaa symmetrisesti alhaalta ylös asti, jotta se kestää sille suunnitellun maksimikuorman. Maksimikuorma on 2000 kg/riste. Rakentamisessa tulee myös muistaa 10 cm ylitys risteiden kohdalla. Tällöin vältytään puun murtumiselta, koska puun heikoin kohta on sen päädyissä. Alla kuvia ristetuennan eri variaatioita:



Kuva 22.



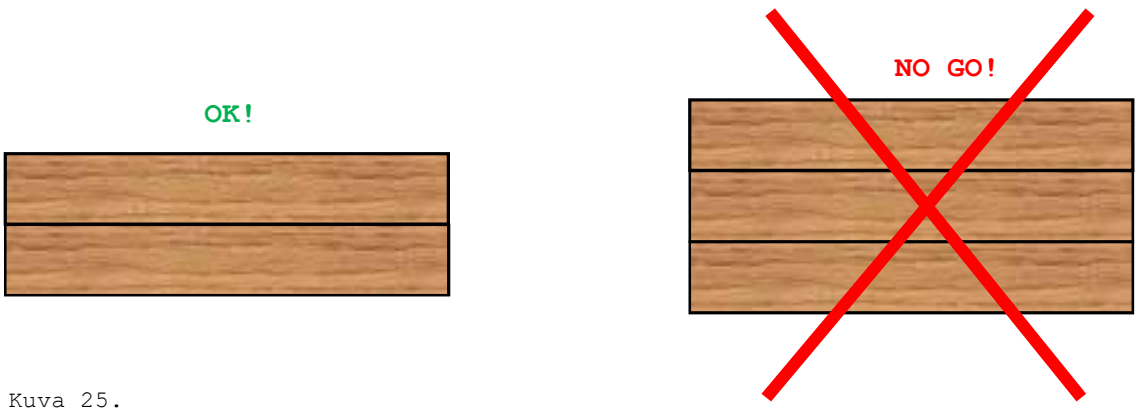
Kuva 23.



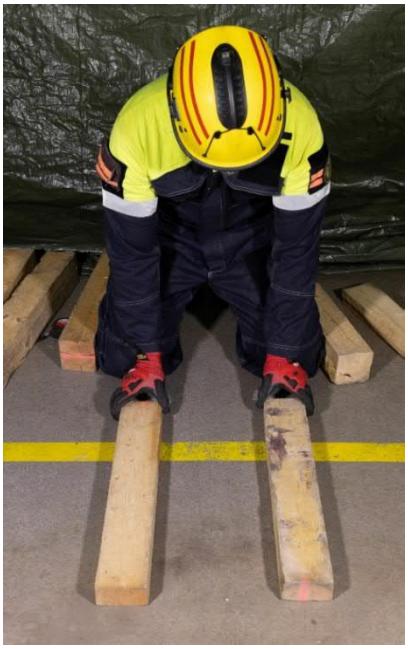
Kuva 24.

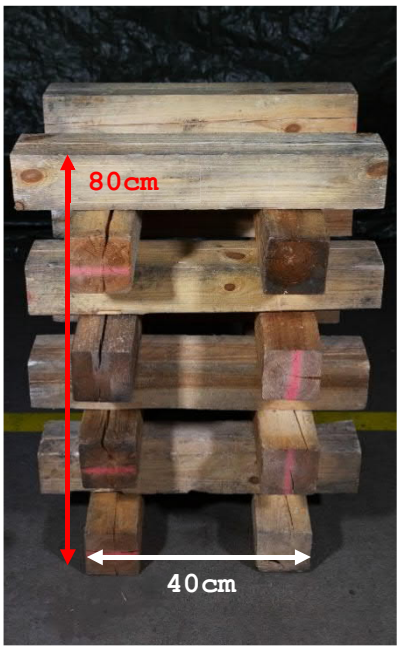
Ristetuentaa voidaan käyttää myös kulmassa olevan kappaleen tuentaan. Kiilat tulee laittaa taakan suuntaisesti. Kiiloja käytettäessä on syytä laittaa koko ristelaatikko tuettavan kappaleen alle ja varmistaa, että voiman vaikutussuora jää risteiden väliin! Käytetään max. kahta kiilakerrosta

Ristetuennassa saa olla kiinni toisissaan samansuuntaisesti vain kaksi kerrosta, koska muutoin nyrjähdysvaara kasvaa huomattavasti!



Kuva 25.





Kuva 26.

Ristetuennan rakentamisessa tulee välttää raajojen laittamista tuettavan kappaleen alle. Apuna voi käyttää esimerkiksi laudan palasia.

Viimeiset sentit ja millit voidaan viimeistellä risteen kohdalla kiilalla.

Kuva 27.

Nostot ja siirrot

Nostoilla ja siirroilla tarkoitetaan sortuneiden rakenteiden raivaamista osana raivauspelastustoimintaa. Usein eri rakenteet, kuten betonipilarit, -palkit ja -laatat tai teräsrakenteet, ovat liian raskaita käsivoimin siirrettäväksi. Tällöin näiden liikuttamiseen käytetään mekaanisia laitteita. Toiminta toteutetaan pneumaattisilla- ja hydraulisilla nostolaitteilla, käsityökaluilla, vinsseillä ja taljoilla. Toiminta nosturin kanssa kuuluu myös nostoihin ja siirtoihin.

Tämän osion perustoimintamenetelmät ovat osittain nosto, multitunkkaus sekä haalaus teloilla. Näitä soveltamalla pystytään suoriutumaan haastavistakin tehtävistä. Tämä vaatii kuitenkin aina tapauskohtaista suunnittelua ja hyvää kalustotuntemusta. Osiossa perehdytään fysiikan peruskäsitteisiin, yksinkertaisiin koneisiin sekä nosto- ja siirtovälineisiin.

Fysiikan peruskäsitteet palomiesystävällisesti

Kappaleita siirrättäessä ja nostettaessa on ymmärrettävä muutamia fysiikan peruskäsitteitä, koska niillä on suuri vaikutus menetelmien valintaan sekä niiden ymmärtäminen auttaa ongelmatilanteiden ratkaisussa.

Mitä paino on?

Kappaleen paino on siihen kohdistuva maan vetovoima, joka aiheutuu käytännössä luonnonilmiöstä nimeltä painovoima. Eli käytännössä painovoima = paino. Maan pinnalla kappaleen paino on suoraan verrannollinen sen massaan, joka on aineen määrää kuvaava suure. Tämän vuoksi arkielämässä massan ja painon välillä ei aina tehdä eroa, vaan usein kappaleen painosta puhuttaessa tarkoitetaan sen massaa. Esimerkiksi: Maapallolla viereisen punnuksen massa on 10 kg ja sen paino on tällöin n. 100 N (newton) vaikka puhekielessä puhutaan punnuksen painavan kymmenen kilon verran.

10 kg = 100 N

Kuva 28.

Kappaleen painon laskeminen

Mitä tarkemmin tiedetään rakenteiden tai kappaleiden paino, niin sitä helpompi meidän on valita oikea nostoväline sekä -menetelmä. Sortumatehtävällä harvoin kyetään arvioimaan rakenteiden painoa muulla tavalla kuin laskemalla. Tuentaosiossa esiteltiin nyrkkisäännöt laajojen rakenteiden painojen arvioimiseen.

Nyrkkisäännöt eri materiaalien ominaispainoille

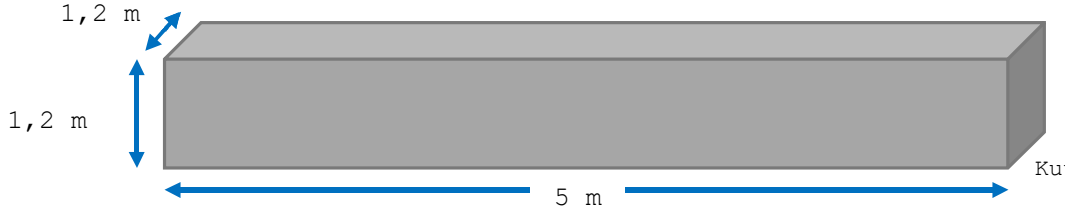
Teräs/rauta	7 800 kg/m³
Graniitti	2 800 kg/m³
Alumiini	2 700 kg/m³
Lasi	2 600 kg/m³
Teräsbetoni	2 400 kg/m³
Betoni	2 000 kg/m³
Hiekka, kostea	1 900 kg/m³
Hiekka, karkea	1 600 kg/m³
Tiiliseinä	1 800 kg/m³
Sepeli	1 500 kg/m³
Vesi	1 000 kg/m³
Jää	800 kg/m³
Puu	600 kg/m³
Kevytsoraharkko	350 kg/m³
Lumi tampattu	250 kg/m³
Pakkaslumi	100 kg/m³

Kuva 29.

Kuva 30.

Kuva 31.

Esimerkkilasku:



Kuva 32.

Kuinka paljon painaa nyrkkisääntöjä käyttäen teräsbetonipilari, jonka pituus on 5 m, leveys 1,2 m ja syvyys 1,2 m?

5 m x 1,2 m x 1,2 m x 2 400 kg/m³= **17 280 kg**

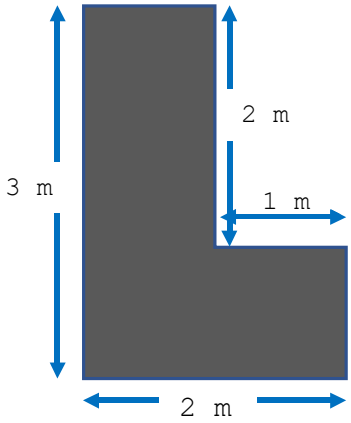
Epäsymmetrisen kappaleen ja/tai eri materiaaleista valmistetun kappaleen painon määrittämisessä kannattaa jakaa kappale osiin materiaalin tai selkeiden muotojen mukaan. Tämän jälkeen lasketaan eri osien tilavuudet yhteen- ja/tai erikseen.

Esimerkkilasku:

Paljonko painaa L-muotoinen 20 mm teräslevy, jonka ulkomitat ovat 3 m x 2 m ja 2 m x 1 m?

(teräslevyn tilavuus – ”aukon tilavuus”) x 7800 kg=

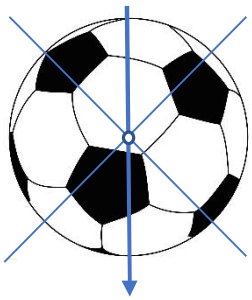
[(0,02 m x 2 m x 3 m) – (0,02 m x 1 m x 2m)] x 7 800 kg/m³ = **624 kg**

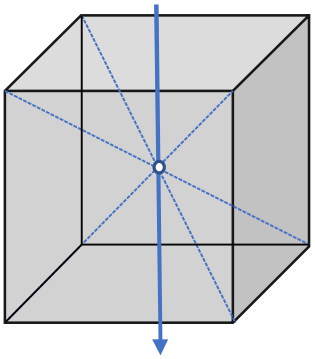


Kuva 33.

Milloin kappale kaatuu?

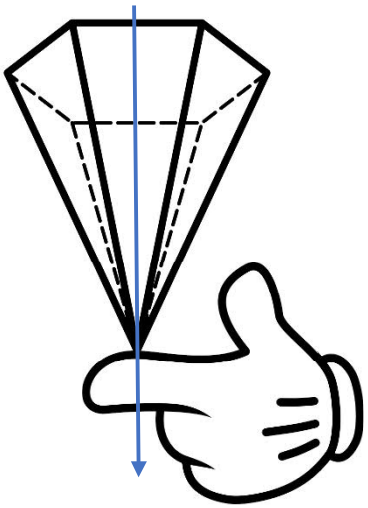
Kuva 34.



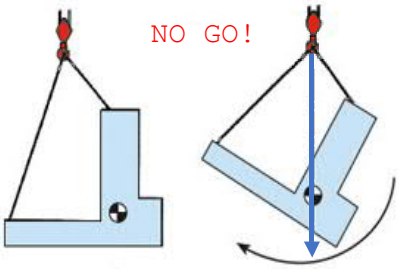


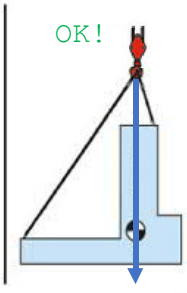
Kappaleen kaatumiseen vaikuttaa painopiste ja tukipinta. Painopiste on piste, jonka kautta kappaleeseen kohdistuvan painon (=painovoiman) vaikutussuora kulkee.

Mikäli kappaletta pystytään tukemaan painopisteestä, on kappale tasapainossa. Tasapaino tarkoittaa tilaa, jossa eri suuntiin vaikuttavat muutosta aiheuttavat tekijät kumoavat toisensa.



Kuva 35.



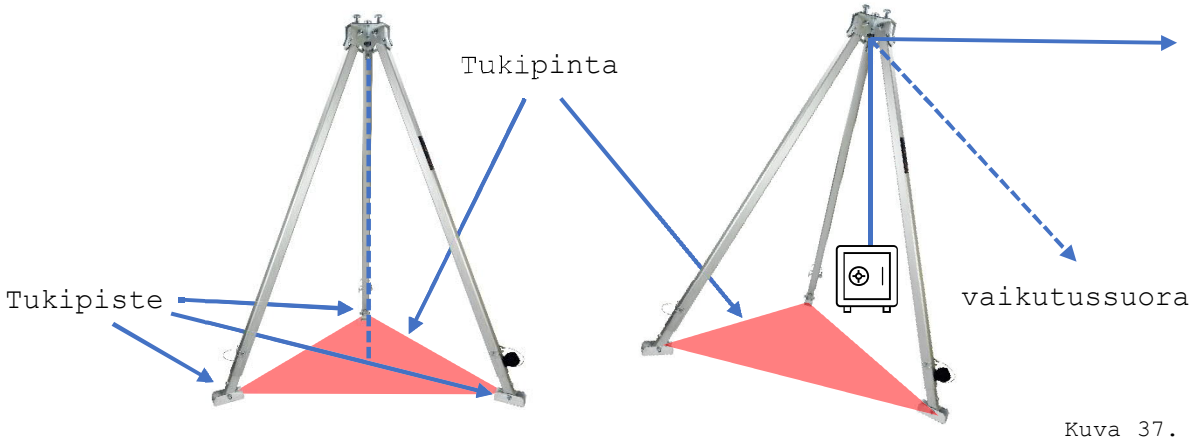


Kuva 36.

Mikäli kappaletta nostetaan eri linjasta kuin missä painopiste sijaitsee, niin kappaleen asento muuttuu noston aikana.

Tukipiste on piste, jossa kappale koskettaa alustaa. Tukipisteitä voi olla kappaleella useampia. Tukipinta on kappaleen uloimpien tukipisteiden väliin jäävä alue.

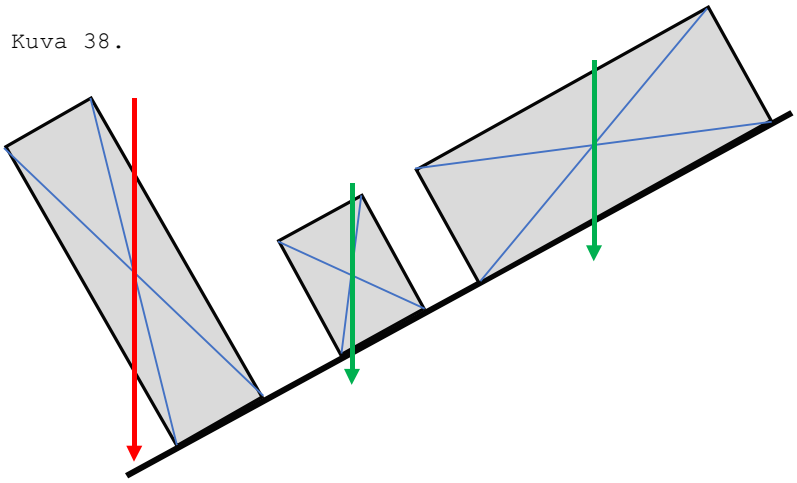
Kappale kaatuu, kun sen painopisteen vaikutussuora on tukipinnan ulkopuolella.



Kuva 37.

Ennen nosto- tai siirtotehtävää määritetään kappaleen painopiste ja tukipinta sekä näiden välinen suhde toisiinsa. Eritoten korkeiden kappaleiden nostotehtävällä.

Kuva 38.



Miten kitka vaikuttaa?

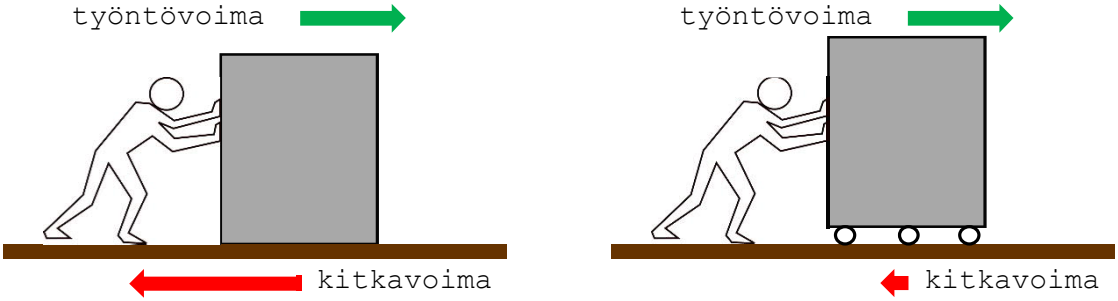
Kitka on voima, joka vastustaa kahden kappaleen toisiaan koskettavien pintojen välillä ilmenevää liikettä, (liikekitka) tai tällaisen liikkeen alkamista(lepokitka). Kappaleiden lepokitka on yleensä suurempi kuin liikekitka. Kokonaisuudessaan kitka on ilmiönä vaikeasti kuvattavissa, koska siihen vaikuttavat hyvin monet syyt, kuten:

- toisiaan koskettavien kappaleiden kemiallinen koostumus ja niiden pintojen rakenne
- toisiaan koskettavien kappaleiden välinen aine ja staattinen sähkö
- ympäristön olosuhteet, esimerkiksi lämpötila ja ilmankosteus.

Kitka on yleensä kohtuullisen helposti hallittavissa. Kitkan avulla voidaan säädellä kappaleen liikettä halutulla tavalla. Kitkaa voidaan usein pienentää esimerkiksi seuraavilla tavoilla:

- pintoja tasoittamalla
- käyttämällä voiteluaineita
- muuttamalla liikekitka vierimiseksi, esimerkiksi teloilla.

Yllä olevilla keinoilla kitkaa vastaan tehdyn työn määrä vähenee. Toisaalta joskus haluamme hyötyä kitkasta ja jopa lisätä sitä. Esimerkiksi liukkailla keleillä hiekotus tai köysitoiminnassa hidastetaan laskeutumisnopeutta ”kitkajarrulla”.



Kuva 39.

Yksinkertaiset koneet ja menetelmät

Pyörä, vipu ja kalteva taso ovat yksinkertaisia mekaanisia apuvälineitä. Ne ovat hyvä esimerkki siitä, kuinka fysiikan lakien tunteminen helpottaa huomattavasti meitä nostamisessa, siirtämisessä ja kantamisessa. Monissa yksinkertaisissa koneissa ja teknisissä laitteissa käytetään hyväksi Newtonin määrittelemiä lakeja.

Newtonin mekaniikan peruslait

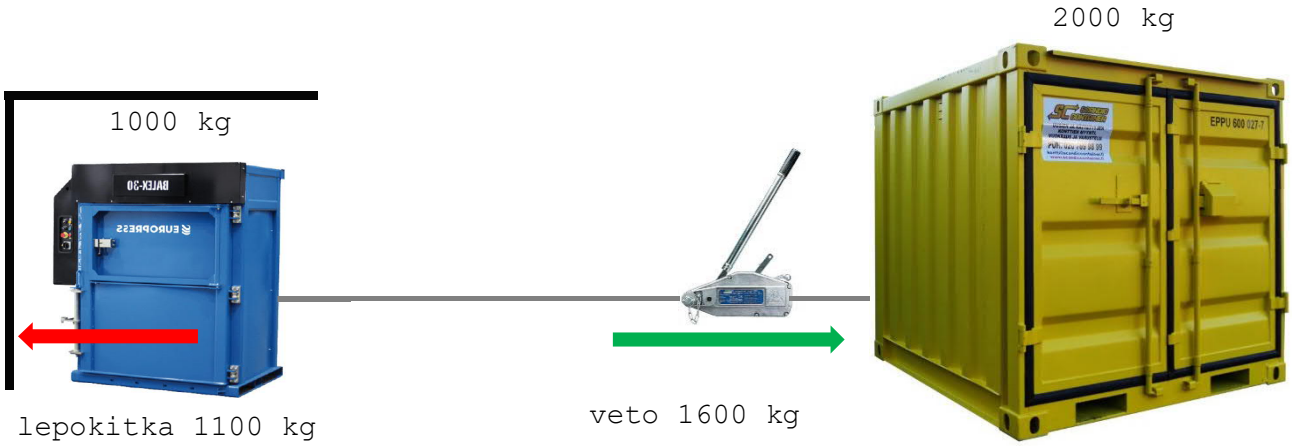
Liikkeen jatkuvuuden lain mukaan kappale jatkaa tasaista suoraviivaista liikettä vakionopeudella tai pysyy levossa, jos siihen ei vaikuta ulkoisia voimia. (Kitka ja painovoimaa hidastaa liikettä)

Dynamiikan peruslain mukaan voima antaa kappaleelle kiihtyvyyden eli mitä suurempi kappaleen massa on, sitä enemmän se tarvitsee voimaa liikkuakseen. (Ilman voimaa ei kappale liiku)

Voiman ja vastavoiman lain mukaan, kun kappaleeseen vaikuttaa jokin voima, on sille aina olemassa yhtä suuri, mutta vastakkaiseen suuntaan vaikuttava vastavoima. (Eli kappaleen liikuttamiseen tarvitaan enemmän voimaa, kuin mitä sen paikalla pysymiseen vaikutta voima on)

Esimerkki:

RHE105 on saanut tehtäväkseen siirtää rakennuksen syvennyksessä kytevän n. 1000 kg painavan pahvipuristimen. Paloautoa ei saada lähelle, jolloin joudutaan käyttämään mobiilia kalustoa puristimen haalaukseen märkää asfalttia pitkin. Aluksi määritetään 1600 kg:n lompakkotaljalle ankkurointipiste, joka on painavampi siirrettävä kohde, jottei ankkuripiste liiku puristimen sijaan. Pelastusryhmä toteuttaa taljauksen ja saa siirrettyä puristimen 15 metrin päähän rakennuksesta ja maailma on pelastettu.



Kuva 41.

Yksinkertaiset koneet

Yksinkertaiset koneet ovat jo antiikin aikana käytettyjä mekaanisia apuvälineitä, joilla voi muuttaa voiman suuntaa ja suuruutta. Nostojen ja siirtojen tehtävillä pystytään hyödyntämään kaltevaa tasoa, vipua, väkipyörää ja pyörää. Yksinkertaisten koneiden mottona voidaan pitää, että ”se mikä voimassa voitetaan, se matkassa hävitään!”

Kalteva taso

Kaltevaa tasoa voidaan käyttää avuksi nostettaessa esinettä alemmalta tasolta ylemmälle. Tällöin voiman ei tarvitse olla niin suuri kuin pystysuoraan nostettaessa, vaikka työntömatka kasvaakin. Tehty työ on yhtä suuri kummassakin tapauksessa, jollei oteta huomioon kitkan vaikutusta. Vuoristoteiden mutkittelevuus ja ruuvin kierteet ovat esimerkkejä kaltevan tason hyödyistä.

Kaltevan tason nyrkkisäännöt, kun käytetään teloja:

Kaltevan tason jyrkkyys	Tarvittava voima kappaleen painosta
30 °	n.60 %
20 °	n.40 %
10 °	n.20 %

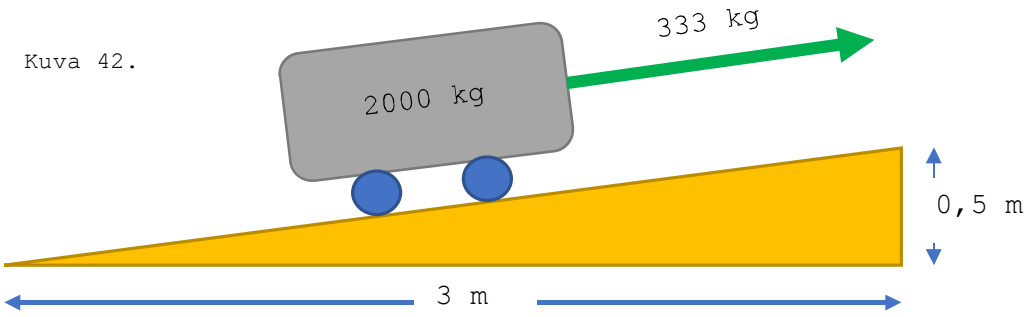
Kaltevalla tasolla kappaleen liikuttamiseen tarvittavan voiman, kun käytetään teloja, voi myös laskea karkeasti kaavalla:

Kappaleen paino x nostokorkeus: sivun pituus = tarvittava voima

Esimerkkilasku:

2000 kg x 0,5 m : 3 m = **333 kg**

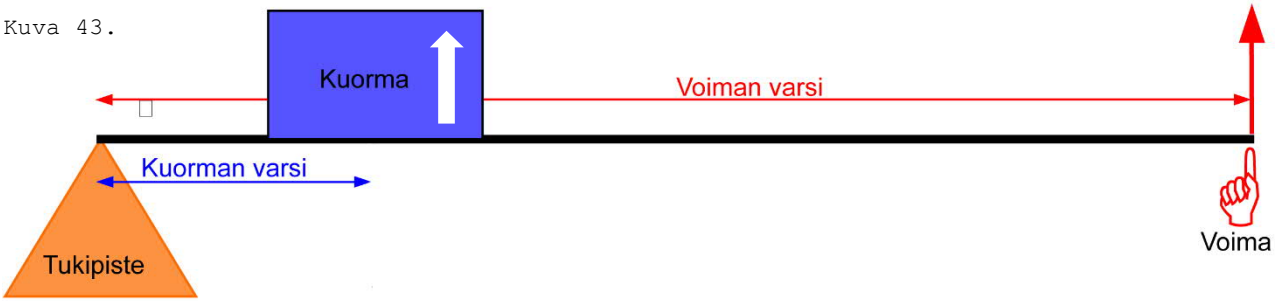
Kuva 42.



Vipu

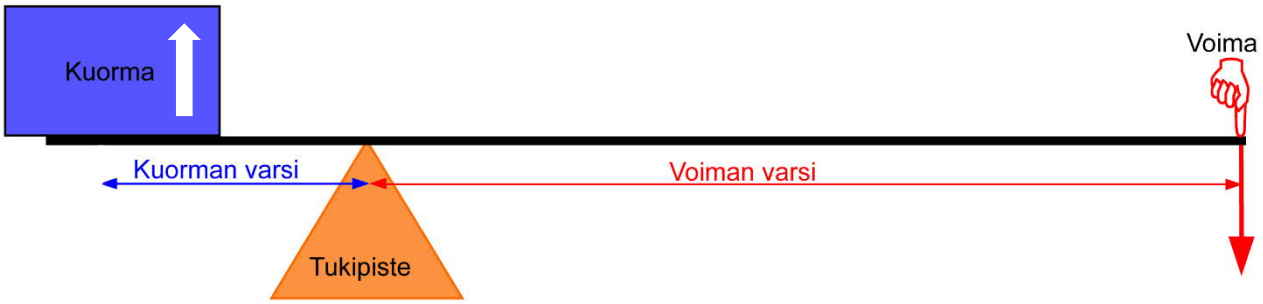
Vipua käytetään, kun tarvitaan suurta voimaa. Vivun avulla voidaan pienellä voimalla ja suurella liikkeellä tuottaa suuri voima ja pieni liike. Vivut luokitellaan yksivartisiin ja kaksivartisiin vipuihin, sen mukaan kummalla puolella kuorma on verrattuna tukipisteeseen. Vipuvarteen perustuvia laitteita on esimerkiksi palokanki, kiikkulauta ja lenkkiavain.

Kuva 43.



Yksivartisessa vivussa kuorma on tukipisteen ja vivun käyttäjän välissä. Tällöin voiman suunta pysyy samana, mutta suuruus muuttuu. Yksivartinen vipu soveltuu hyvin kappaleen liikuttamiseen ja sen liikkeen hallitsemiseen.

Kuva 44.



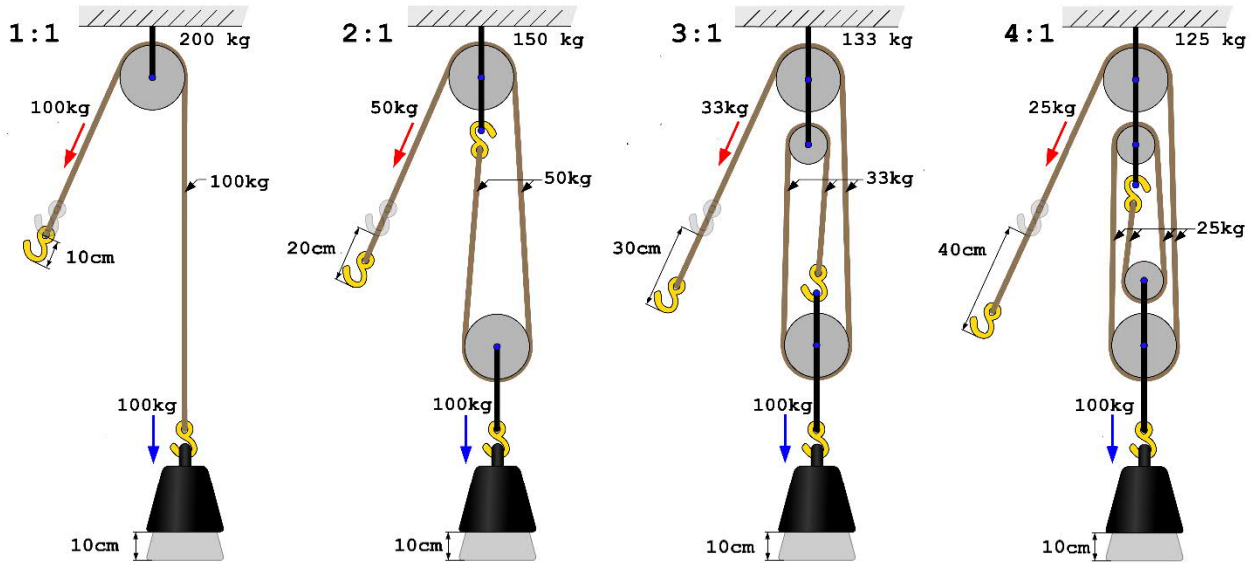
Kaksivartisessa vivussa tukipiste on kuorman ja vivun käyttäjän välissä. Kaksivartinen vipu muuttaa voiman suunnan vastakkaissuuntaiseksi. Kaksi vartinen vipu soveltuu hyvin kappaleen nostamiseen.

Kaksivartisen vivun muistisääntö on, että palokangella palomies pystyy nostamaan noin 800 kg painavan kappaleen.

Väkipyörä ja talja

Kiinteän väkipyörän avulla saadaan voiman suunta muutettua, mutta liikkuvan väkipyörän kanssa saadaan voima puolitettua ja matka kaksinkertaistettua. Talja on taas köydestä ja yhdestä tai useammasta kiinteän ja liikkuvan väkipyörän yhdistelmästä koostuva laite. Talja helpottaa kappaleiden siirtoa tai nostoa kääntämällä vetosuunnan ja/tai pienentämällä tarvittavaa voimaa. Väkipyörällä pystytään myös hidastamaan sekä lyhentämään liikutettavan kappaleen liikenopeutta, että matkaa. Esimerkiksi nosturit toimivat vinssin ja taljan yhdistelmällä. Köysipelastamisessa taljoja hyödynnetään kappaleen liikuttamiseen tarvittavan voiman pienentämiseksi. Väkipyörää käytettäessä on huomioitava ankkuripisteeseen kohdistuva voima.

Kuva 45.



Pyörä

Pyörä on ympyrän muotoinen esine, joka pyöriessään muuttaa kitkan vierimisvastukseksi ja siten helpottaa esimerkiksi raskaiden taakkojen liikuttelua. Telat toimivat pyörän tavoin. Teloja käytettäessä kappaleen liikuttamiseen tulee muistaa kappaleen liikkeen hallinta, esimerkiksi vastavedolla tai kiiloilla.

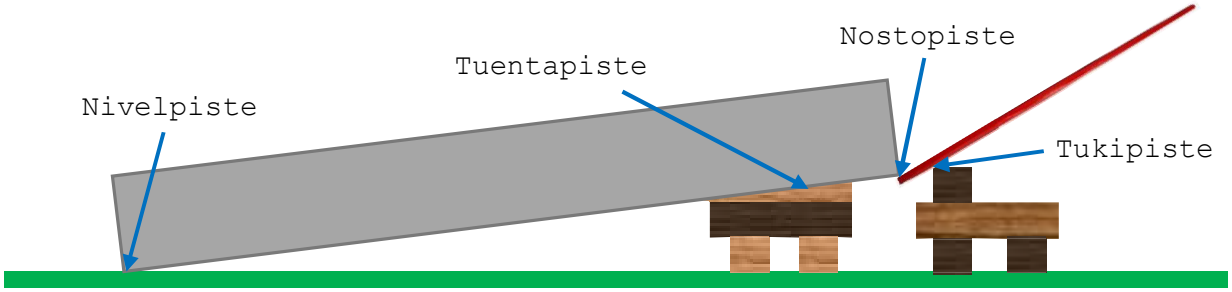
Kuva 46.

Termistöä

Oikeat termit mahdollistavat sujuvamman kommunikoinnin ja väärinymmärrykset vähentyvät pelastustehtävillä. Oikeiden termien käyttö korostuu nosto- ja siirtotehtävillä varsinkin silloin, kun henkilöstöllä ei ole näköyhteyttä.

- Nostopiste on piste, jossa nostoväline kohtaa nostettavan kappaleen.
- Tukipiste on piste, jossa nostoväline kohtaa alustan.
- Tuentapiste on piste, jossa noston varmistus kohta nostettavan kappaleen.

- Nivelpiste on piste, joka muodostuu kappaleen ja alustan tai nostovälineen kosketuspintaan, kun kappaletta ei nosteta tasaisesti ja yhtäaikaisesti sen äärikulmista. Nivelpisteestä on huomioitava sen aiheuttamat vaarat, jotka ovat kappaleen kaatuminen, luiskahdus ja kallistumisen aiheuttama kiilautuminen. Tämän vuoksi kappaleen osittain nostossa tulee määrittää tasapainopiste, varmistaa nivelpisteestä luiskahtamisen estäminen ja huomioida kiilautumisvaara ahtaissa tiloissa.



Kuva 47.

Pneumaattiset nostovälineet

Pneumaattinen nostoväline tunnetaan palokuntatermein nimeltä nostotyyny, joka toimii paineilmalla. Pelastuslaitoksen kalustosta löytyy korkeapainetyynyjä, matalapainetyynyjä sekä moderneja ”hybridityynyjä”. Nämä nostojärjestelmät perustuvat samaan periaatteeseen. Järjestelmän paineilma saadaan pääsääntöisesti kuuden litran ja 300 barin paineilmapullosta. Ilma siirretään pulloon kiinnitettävän paineenalentajan kautta ilmaletkuilla käyttöyksikölle, josta taas edelleen ilmaletkuja pitkin tyynylle. Järjestelmien käyttöpaineet ja järjestelmien eri osat vaihtelevat valmistajakohtaisesti. Nostotyynyille on ominaista, että ne ovat nopeampia nostovaiheessa kuin laskuvaiheessa.

Kuva 48.

Korkeapainetyyny

Korkeapainetyyny on ilmalla, noin 8 – 12 barin paineella, toimiva nostoväline. Sen nostokyky perustuu tyynyn kosketus pinta-alaan. Perinteinen korkeapainetyyny menettää noin puolet nostokyvystään, kun se on puoliksi täynnä. Kahta perinteistä nostotyynyjä voidaan käyttää päällekkäin, kunhan ne ovat täysin toistensa päällä. Ensiksi täytetään alempi, kunnes ylempi tyyny koskettaa nostopistettä. Tämän jälkeen käytetään ylemmän tyynyn nostokapasiteetti, jonka jälkeen tarvittaessa nostoa voidaan jatkaa alemmalla tyynyllä. Huomio, että kahden tyynyn päällekkäisen tyynyn nosto on erittäin kiikkerä. Kun käytetään kahta erikokoista tyynyä, järjestelmän nostokyky määräytyy pienemmän tyynyn kyvyn mukaan. Korkeapainetyynyjen maksiminostokyky ja -korkeus vaihtelee tyynyyn koon mukaan 1 - 80 t ja 5 - 50 cm välillä.

Korkeapainetyynyn hyvät puolet:

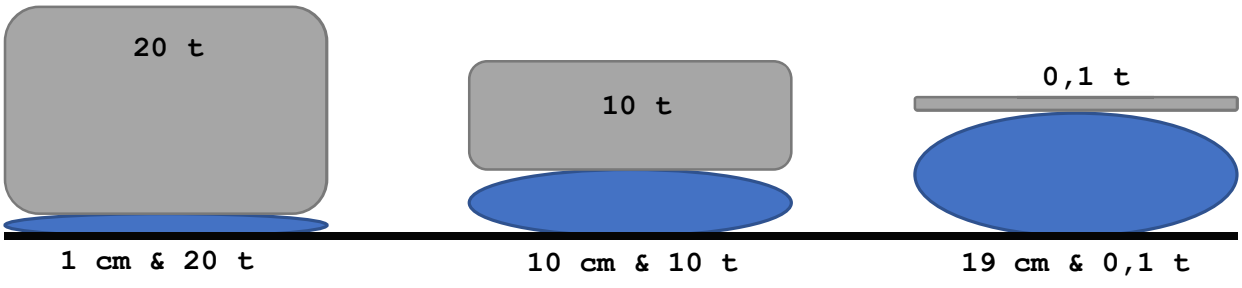
- Matala, vain muutamien senttien asennuskorkeus.
- Kestävää materiaalia. Kestää esimerkiksi teräviä pintoja melko hyvin.
- Erittäin hyvä nostokyky noston alkuvaiheessa, kun tyyny on kokonaan nostettavan kappaleen alla.
- Stabiili nostoväline tyynyn maksiminostokorkeuden puoleen väliin asti.

Korkeapainetyynyn haitat

- Matala nostokorkeus tyynyyn kokoon nähden.
- Nostokapasiteetti katoaa nopeasti.
- Vaikea korjata rikkoutuessaan.
- Epästabiili nostoväline maksimi nostokorkeuden puolen välin jälkeen.

20 tonnin korkeapainetyynyn todellinen voima,

mikäli sen nostokorkeus on 20 cm!



Kuva 49.

Matalapainetyyny

Kuva 50.

Matalapainetyyny on yleensä noin yhden barin paineella toimiva nostoväline. Sen nostokyky on alusta loppuun asti sama, kun tyyny on kokonaan nostettavan kappaleen alla. Yleensä matalapainetyynyillä päästään korkeampiin nostokorkeuksiin. Lisäksi matalapainetyynyjä voi olla esim. kiilan muotoisia, kuten Lysenkilenin isot kiilatyynyt, joiden maksimi nostokorkeus on 120 cm ja nostokyky on 10 t. Matalapainetyynyt ovat hitaita täyttymään käyttöpaineen ja tyynyn ilmatilavuuden takia.

Matalapainetyynyn hyvät ominaisuudet ovat:

- Helposti korjattava.
- Korkea nostokorkeus tyynyn kokoon nähden.
- Asennuskorkeus voi olla jopa korkeapainetyynyjä matalampi.
- Sopii hyvin nostoihin, joissa alusta ja/tai nostopiste ei ole tasainen.

Matalapainetyynyn huonot ominaisuudet ovat:

- Huono nostokyky tyynyn kokoon nähden.
- Ei kestä teräviä pintoja kovin hyvin.
- vaati ison pinta-alan nostettavan kappaleen alta.

Kuva 51.

Matalapainetyyny, jonka nostokyky 10 t ja nostokorkeus 60 cm!

Huomioi, että tyynyjen on oltava tällöin kokonaan nostettavan kappaleen alla!

Hybridityyny

Markkinoille on tullut viime vuosien aikana ns. hybridityynyjä, joilla on niin korkeapainetyynyn, että matalapainetyynyn ominaisuudet samassa paketissa. Esimerkiksi Paratech Multiforcen maksimi nostokyky on 28 t ja -korkeus 66 cm. Niiden käyttöpaine on 10 – 12 baria ja niissä on ”kaksi” kiinteästi asennettua tyynyä. Usein niiden pohja- ja päätyosat ovat muodoltaan tasaisia ja ne ovat vahvistettu metallilla, jolloin ne eivät kärsi nostokyvyn alenemisesta niin pahasti, kuin perinteiset korkeapainetyynyt.

Hybridityynyn hyvät puolet:

- Nostokyky ja -korkeus
- Valmistettu vahvasta materiaalista.
- Stabiili nostoväline maksiminostokorkeudessa.
- Suhteellisen stabiili nostoväline myös kappaleiden osittain nostoissa.

Hybridityynyn huonot puolet:

- Asennuskorkeus huomattavasti suurempi kuin korkea- ja matalapainetyynyillä.

Kuva 52.

Resqtecin NT2+NT4 kombo:

Nostokyky 26 t

Nostokorkeus 71,5 cm

Kuva 53.

Paratech Multiforce:

Nostokyky 28,1 t

Nostokorkeus 66 cm

Hydrauliset nostovälineet

Hydraulinen nostoväline tunnetaan paremmin nimeltä hydraulitunkki. Tunkki toimii hydrauliöljyn paineen ja virtauksen avulla. Tunkin pumpulla tuotetaan virtaus ja paine, joka on maksimissaan 720 baria. Pelastustoimen tunkkien pumput ovat yleensä käsikäyttöisiä työntötankopumppuja, joissa vipua liikuttamalla ylös saadaan pumpun säiliössä oleva öljy virtaamaan pumpun sylinteripesään. Kun pumpun vipua työnnetään alas, sen sylinteripesän mäntä työntää paineella öljyä letkua pitkin tunkin sylinteripesään. Tällöin paineinen öljy saa tunkin sylinterin nousemaan, jolloin se nostaa myös kappaletta. Sylinteri saadaan laskeutumaan, kun kierretään paineenalennusventtiiliä auki. Tällöin öljyä alkaa virtaamaan takaisin tunkista pumpun säiliöön. Tunkki on hidas nousemaan ja nopea laskeutumaan. Pullotunkissa pumppu, säiliö ja tunkki ovat kaikki kiinni toisissaan. Pelastustoimessa käytettävien hydraulitunkkien nostokyky vaihtelee 10 – 50 t välillä. Nostokorkeudet vaihtelevat 10 – 25 cm välillä.

Kuva 54.

Tunkin hyvät puolet:

- erittäin hyvä nostokyky
- nostokyky pysy samana koko nostokorkeuden
- tasainen nosto
- stabiili nostoväline
- koko/teho -suhde on hyvä.

Tunkin huonot puolet:

- Melko painava järjestelmä käsitellä.
- Vaatii vahvan nostopisteen, koska pistekuorma on tyynyihin verrattuna isompi.
- Järjestelmään voi väärinkäytettynä pumpata ilmaa, jolloin se vikaantuu.

Järjestelmän ilmaus

Jos tunkkiin on pumpattu vahingossa ilmaa, esimerkiksi pumpun ollessa väärässä asennossa nostotehtävää tehdessä (perä alempana kuin etuosa). Järjestelmä ilmataan seuraavalla tavalla:

1. Laita tunkin sylinteri maata vasten.
2. Aseta pumppu huomattavasti ylemmäksi kuin tunkki.
3. Varmista, että pumpun peräosa on ylempänä kuin etuosa.
4. Avaa öljyntäyttömutteri, jotta ilma pääse ulos.
5. Pumppaa tunkin sylinteri kolme kertaa täysin ulos.
6. Ilma poistuu koko järjestelmästä.
7. Viimeisen laskun jälkeen sulje öljyntäyttömutteri.
8. Järjestelmä on nyt ilmattu!

Kuva 55.

Mekaaniset nostovälineet

Mekaanisia nostovälineitä voivat olla esimerkiksi hammastanko- tai ruuvitunkit. Pelastusyksiköistä tuttu RH-Pusher on myös mekaaninen nostoväline. Se on käytännössä käsivinssi, joka saa voimansa kampea pyörittämällä. Mekaaniset nostovälineet toimivat yleensä ihmisen tuottamalla lihasvoimalla, mekaniikkaa hyödyntäen. Niiden nostokyky on yleensä huomattavasti hydraulitunkkeja pienempi.

Kuva 56.

Kuva 57.

Hammastankotunkki:

Nostokyky 2 t

Nostokorkeus 1 m

RH-pusher rescue:

Nostokyky 1,4 t

Nostokorkeus 2,45 m

Taljat

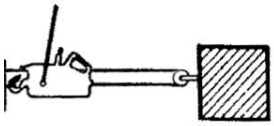
Taljat ovat hyviä nosto- ja siirtovälineitä. Ne ovat kevyitä ja niitä on helppo käyttää. Ne voidaan karkeasti jakaa kahteen luokkaan; vaijeri- ja ketjutaljoihin.

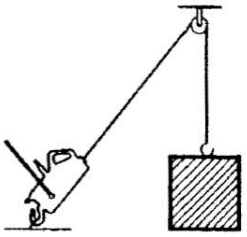
Lompakkotalja

Lompakkotaljassa voima ja liike tuotettaan vipujen avulla. Vivut liikuttavat kahden leuan avulla ”läpijuoksevaa” vaijeria. Leukojen toimintaperiaatetta voi verrata kahteen käteen, jotka vuorotellen tarttuvat ja vetävät vaijeria. Järjestelmään kuuluu vaijeri, lompakkotalja ja sen vipuvarsien jatkopalat. Yleisimmät vetokyvyt ovat 0,8 – 5,4 t ja vaijerien pituudet ovat 20 - 30 m.

Lompakkotaljan hyviä puolia ovat:

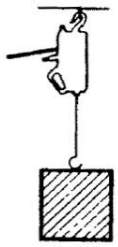
- Toimintavarmuus säällä kuin säällä.
- Voimaa saa lisättyä, sekä voiman suuntaa saadaan käännettyä väkipyörillä.
- Lompakkotaljaa pystytään operoimaan turvallisella alueella.
- Vetomatka on käytännössä rajoittamaton.

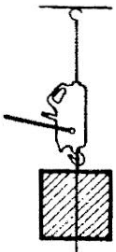




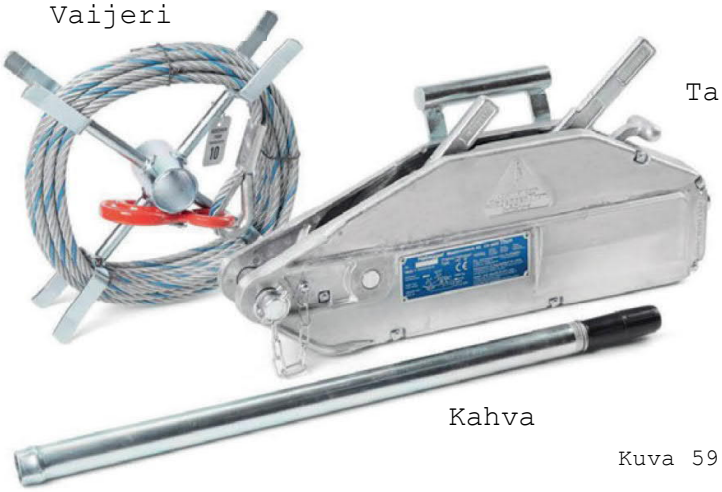
Lompakkotaljan huonoja puolia ovat:

- Melko hidas pitkissä siirroissa.
- Vetokyky on melko huono verrattuna järjestelmän kokoon.





Kuva 58.



Kuva 59.

Habegger- lompakkotalja

Vetokyky 1600 kg

Vetomatka vakiovaijerilla 20 m

Ketjuviputalja ja käsiketjutalja

Ketjuviputaljan voima toteutetaan vivun avulla, joka pyörittää käyttökoneistoa. Käyttökoneisto saa ketjupyörän liikuttamaan ketjua haluttuun suuntaan. Ketjuviputaljassa on siis suunnanmuunnin sekä jarrujärjestelmä. Yleisimmät vetokyvyt ovat 0,5 – 3,2 t ja yleisin vetomatka on 3 m.

Ketjuviputaljan hyviä puolia ovat:

- pieni koko verrattuna vetokykyyn
- sopii taakan sitomiseen
- hyvä ahtaiden tiloissa sekä lyhyillä vetomatkoilla
- Toimii missä suunnassa tahansa, kunhan ketju on kireällä.

Ketjuviputaljan huonoja puolia ovat:

- melko hidas
- vikaherkkä likaisessa ympäristössä
- operointi vaara-alueella
- ketjun pituus rajoittaa vetomatkaa huomattavasti.

Kuva 60.

Kuva 61.

Kuva 62.

Käsiketjutalja

Käsiketjutaljojen rakenne muistuttaa ketjuviputaljan rakennetta, mutta käytettävyydeltään se on yksinkertaisempi. Vivun sijasta liike nostoketjulle saadaan välitettyä käyttöketjun avulla. Käyttöketjua liikuttamalla taakkaa nousee tai laskee riippuen siitä kumpaan suuntaa ketjua ”juoksuttaa”. Erillistä suunnanmuutoksen valintakytkintä taljassa ei ole. Yleisimmät vetokyvyt ovat 0,5 – 3 t ja yleisin vetomatka on 3 m.

Käsiketjutaljan hyviä puolia ovat:

- pieni koko verrattuna vetokykyyn
- hyvä ahtaiden tiloissa sekä lyhyillä vetomatkoilla
- operointi turvallisella alueella
- Toimii erityisen hyvin nostovälineenä kolmijalan tai A-puomin kanssa.

Käsiketjutaljan huonoja puolia ovat:

- melko hidas
- ketjun pituus rajoittaa vetomatkaa huomattavasti
- vikaherkkä likaisessa ympäristössä
- vaakahaalauksessa vaikea työväline.

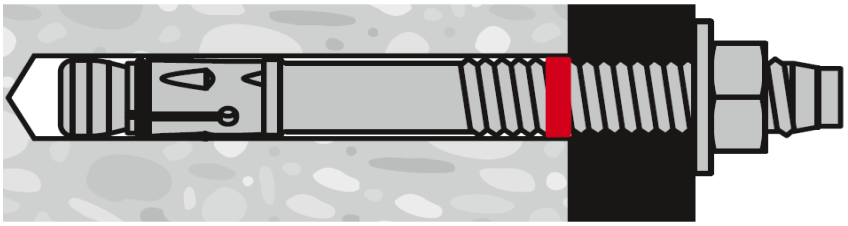
Kuva 63.

Ankkurointikalusto

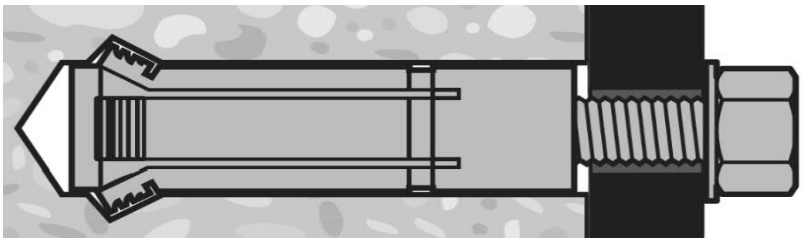
Tässä aiheyhteydessä ankkurointikalustolla tarkoitetaan kalustoa, jolla pystytään tekemään kiinnityspisteet siirtotyötä varten. Ne voidaan jakaa karkeasti betoniankkurointiin ja maa-ankkurointiin.

Betoniankkurointikalusto

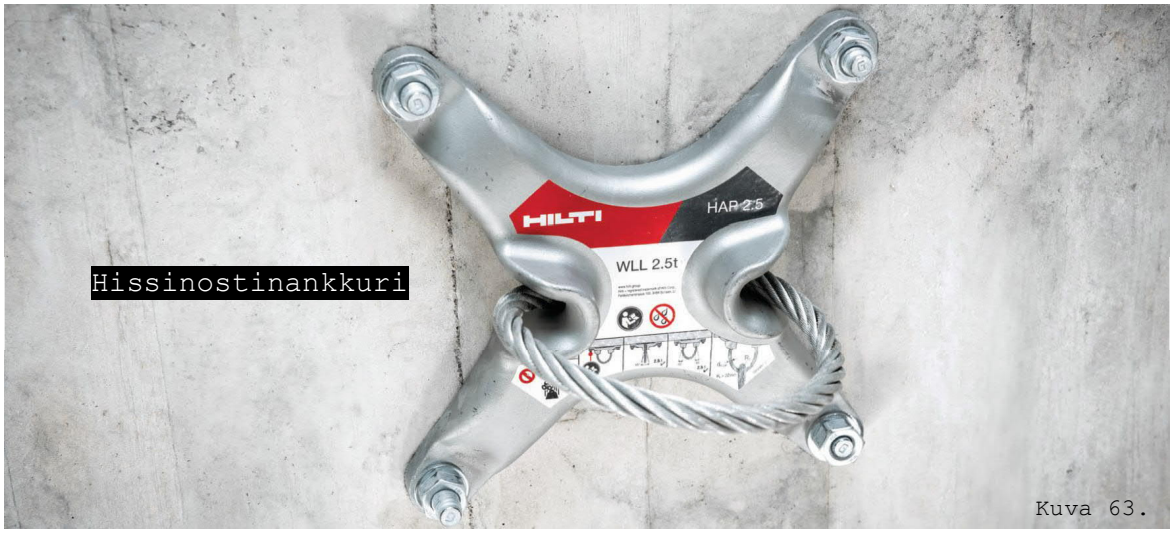
Pelastuslaitos käyttää betoniankkuroinnissa lähtökohtaisesti kiila-ankkureita ja ankkurointilevyjä. Kiila-ankkureita käytetään aina, kun kyseessä on kova teräsbetonin tai graniitin kaltainen aine. Vaihtoehtoisesti hieman pehmeämmissä aineissa, kuten halkeilevassa betonissa sekä matalissa asennussyvyyksissä käytetään takakartioankkuria. Ankkurointilevyjä on monenlaisia aina hissinostinankkureista ankkurilehtiin. Ankkureiden asennuksessa noudatetaan valmistajan ohjeistusta.



Kiila-ankkuri



Takakartioankkuri



Hissinostinankkuri

Kuva 63.

Maa-ankkurointi

Mikäli ankkurointiin ei ole käytössä teräsbetonin kaltaista kovaa ainesta, toteutetaan vaihtoehtoinen ankkurointi, esimerkiksi maahan. Maa-ankkuroinnissa käytetään ankkurointilevyä ja maanauloja.

Huomioitavat asiat maa-ankkuria käytettäessä:

- Vedon suunta on tarkistettava ennen asennusta, jotta se olisi mahdollisimman kohtisuorassa sekä vaakasuorassa maa-ankkuriin nähden.
- Maanaulat lyödään maahan, aina pohjaan saakka, 15° kulmassa poispäin vedettävästä kappaleesta.
- Maa-ankkurin pitävyyttä on seurattava koko suorituksen ajan.
- Jos maa-aines on liian kovaa, esimerkiksi roudan takia, niin poravasaralla voidaan toteuttaa suppeampi apureikä.

Kuva 64.

Kuva 65.

Nostoapuvälineet

Nostoapuvälineitä ovat osat ja laitteet, joita ei ole pysyvästi kiinnitetty nostovälineeseen. Ne ovat siis nostovälineen ja kuorman välissä olevia apuvälineitä. Nostoapuvälineitä ovat mm. D-lenkit, sakkelit, nostovyöt, ketjut, raksit ja nostopuomit. Nostoapuvälineet ovat CE-hyväksyttyjä ja ne pitää tarkastaa vuoden välein. Niiden kunto tulee tarkistaa silmämääräisesti aina ennen ja jälkeen nostotyön.

Nostovyöt ja päällysteraksit

Nostovöitä on kahta erilaista, silmukkanostovöitä ja umpinostovöitä. Umpinostovyö on umpinainen lenkki. Silmukkanostovyössä silmukat sijaitsevat vyön kummassakin päässä. Päällysteraksi näyttää miltei samalta kuin umpinostovyö. Se eroaa umpinostovyöstä kuitenkin sisärakenteeltaan. Vyössä kantavat langat kudotaan nauhaksi, kun taas päällysteraksissa langat ovat kantavana vyyhtinä putkimaisen päällysteen sisällä. Niiden kaikkien varmuuskerroin on 7:1. Esimerkiksi 1 t nostovyö kestää 7 t rasituksen. Huomionarvoista on, että kulmanostossa niiden kaltevuuskulma saa olla maksimissaan 60° ja sitä ei saa ylittää. Lisäksi terävien reunojen ja pintojen välissä on käytettävä suojaa. Ne on suunniteltu vain nostotyöhön, eikä sovellu nykivään vetämiseen niin kuin vetoliinat.

Silmukkanostovyöt

Päällysteraksi

Kuva 66.

	Suora nosto	Avonosto	Kiristävä nosto	Kulmanosto	
				β β	
				0°–45°	45°–60°
Leveys	Työkuorma (t)				
50 mm	1,0	2,0	0,8	1,4	1,0
60 mm	2,0	4,0	1,6	2,8	2,0
90 mm	3,0	6,0	2,4	4,2	3,0
120 mm	4,0	8,0	3,2	5,6	4,0
150 mm	5,0	10,0	4,0	7,0	5,0
180 mm	6,0	12,0	4,8	8,4	6,0
240 mm	8,0	16,0	6,4	11,2	8,0
300 mm	10,0	20,0	8,0	14,0	10,0
Kerroin$_L$)	**1**	**2**	**0,8**	**1,4**	**1**

Kuva 67.

Vetoliina

Vetoliina ei ole nostoapuväline. Se on suunniteltu venymään vetotilanteessa ja palautumaan alkuperäiseen mittaansa, jolloin liinaan sitoutunut energia vapautuu, joka lisää vetovoimaa huomattavasti. Tämän takia vetoliina sopii tilanteisiin, joissa haalaus tapahtuu nykivänä; esimerkiksi kitkan vaihteluiden takia. Venyvyys tehostaa huomattavasti esimerkiksi jumissa olevan ajoneuvon irrottamista ja vähentää vedettävään ajoneuvoon tyypillisesti aiheutuvia vahinkoja. Venyvän vetoliinan tulisi olla 2 - 3 kertaa vahvempi kuin vedettävän kappaleen paino. Liian järeän vetoliinan käyttö voi aiheuttaa vaurioita kappaleen vetopisteisiin.

ARB vetoliina:

Pituus 20 m

Leveys 55 mm

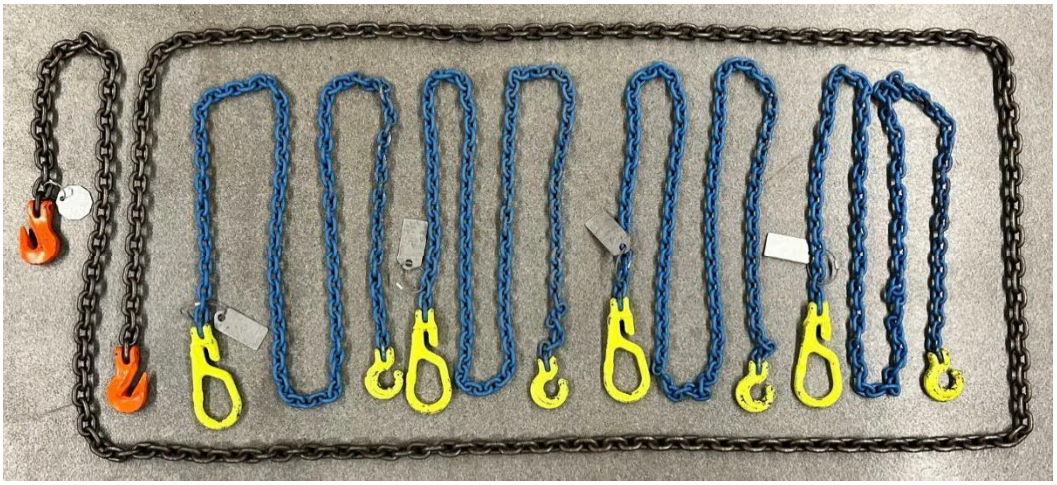
Murtolujuus 4500 kg

Venyvyys 20 %

Kuva 68.

Ketjut

Ketjut ovat nostoapuvälineitä. Ne ovat tehty teräksisistä lenkeistä koostuvasta kettingistä. Päästä löytyvien silmukkojen tilalla ketjuissa käytettään päärenkaita ja/tai koukkuja. Ketjuja käytetään nostovöiden tapaan, mutta niitä voi myös käyttää esimerkiksi kuumissa olosuhteissa. Tämän lisäksi niiden hyvä ominaisuus on, että niitä voi tarvittaessa lyhentää yhden lenkin tarkkuudella. Ketjujen varmuuskerroin on 4:1. Pelastuslaitokset käyttävät ketjuina usein ns. ”ketjuvetosarjaa”, jonka lenkkikoko on 8 mm ja työkuorma 2,5 t, jolloin murtolujuus on 10 t(sininen).



Kuva 70.

Ketju, D mm	Työkuorma t	A mm	B mm	Paino kg/m
6	1,40	18	9	0,96
8	2,50	24	11	1,57
10	4,00	30	14	2,46
13	6,70	39	18	4,18
16	10,00	48	22	6,28
20	16,00	62	25,6	10,10
22	19,00	66	30	11,88
26	26,50	78	35	16,18

Kuva 71.

10-luokan kettingin ominaisuudet. Murtolujuus on työkuormasta 4:1.

Sakkelit ja koukut

Sakkeleiden ja koukkujen avulla pystytään kiinnittämään nostoapuvälineitä, vetoliinoja ja kuormaliinoja.

Kuva 72.

Kuva 73.

Sakkeli

Työkuorma 6,5 t

Turvakerroin 5:1

Koukku

Työkuorma 2,5 t

5 erilaista päätä

Nostotehtävän 10 käskyä, joita tulee noudattaa:

1. Tiedustele nostettavan kappaleen rakenne ja alusta tarkoin.
2. Laske kappaleen paino ja määritä painopiste.
3. Varmista hyvä pito, niin alustan, nostovälineen kuin nostopisteen välillä.
4. Pyri aina kahteen nostopisteeseen tukevuuden takia.
5. Petaa nostoväline mahdollisimman lähelle nostopistettä.
6. Varmista nostoa jatkuvasti tai vähintään 50 mm välein.
7. Älä laita mitään ruumiin osia varmistamattoman kappaleen alle.
8. Rytmitä nostoa.
9. Tarkkaile nostovälineen sekä kappaleen stabiilisuutta.
10. Varmista nivelpiste.

Nostojen ja siirtojen perustoimintamenetelmät

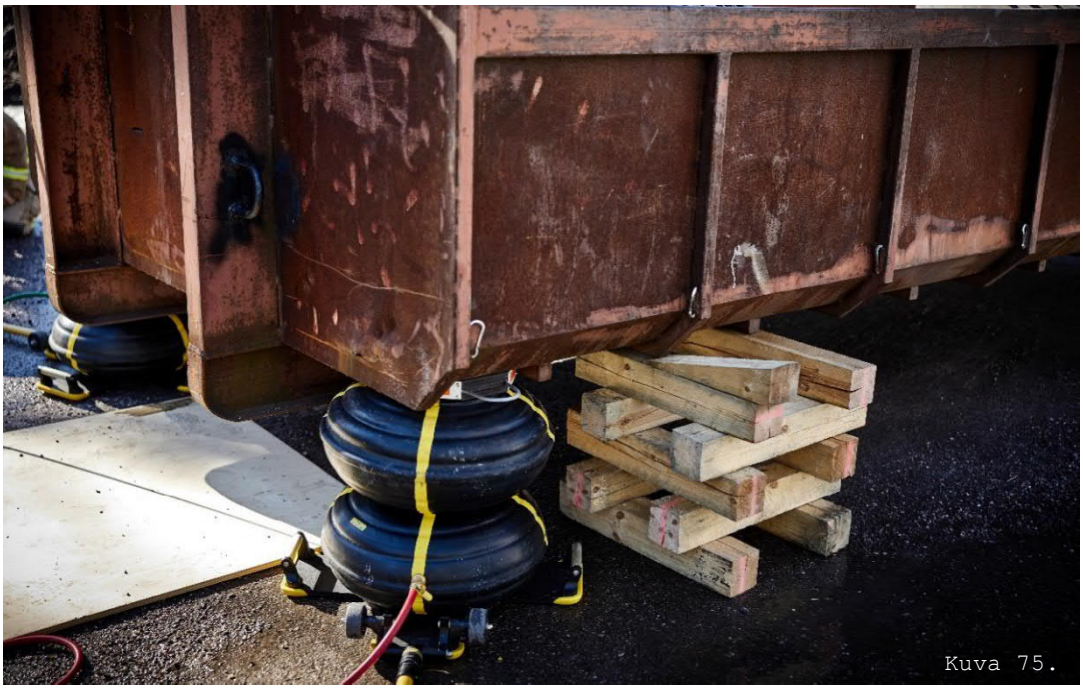
Osittain nosto ja multitunkkaus

Osittain nosto on nostojen perustoimintamenetelmä, jossa kappale nostetaan nostovälineillä vain osittain alustasta. Tällöin kappaleen ja alustan väliin muodostuu nivelpiste. Tämä tulee varmistaa jollakin tavalla esimerkiksi vastavedoilla tai kiilaamalla. Kokonaan nosto eroaa osittain nostosta siten, että kappale nostetaan kaikista sen äärikulmista. Tällöin kappale nousee kokonaan alustasta ilmaan.

Kuva 74.

Kokonaan nostossa ei muodostu nivelpistettä, mikäli nosto toteutetaan symmetrisesti. Usein tätä ei pystytä saavuttamaan, jolloin nivelpiste muodostuu jonkin nostopisteen ja kappaleen väliin. Tämä tulee huomioida rytmityksessä. Osittain nostossa tarvitaan vähemmän miehistöä kuin kokonaan nostossa.

Multitunkkauksella tarkoitetaan nostotehtävää, jossa käytetään vähintään kahta erilaista nostovälinettä. Esimerkiksi korkeapainetyynyä ja hydraulitunkkia. Multitunkkauksessa on erittäin tärkeä ymmärtää eri nostovälineiden ominaisuudet, esimerkiksi nostonopeuksien suhteen. Tällöin nostotyönjohtajan on syytä nimetä korostetusti nostajat sekä keskittyä noston rytmittämiseen.



Kuva 75.

Kuva 76.

MUISTIKORTTI NOSTOTEHTÄVÄSTÄ

Ryhmänjohtaja:

1. Käske työkaluasema.
2. Roolita nostotyönjohtaja, nostajat, varmistajat ja avustajat/tarkkailija.
3. Tiedustele ja käske nostotapa.
4. Mieti vaihtoehtoinen nostotapa
5. Vahdi työturvallisuutta tarpeeksi etäältä.

Nostotyönjohtaja:

1. Laske/arvioi paino ja painopiste.
2. Suunnittele nostotyön vaiheet ja kalusto.
3. Määritä nostopisteet, tuentapisteet ja nivelpiste.
4. Määritä nostokorkeus ja noston varmistusväli.
5. Rytmitä nosto.

Nostajat:

1. Selvitä tarvittava nostokalusto.
2. Valmistele nostopiste.
3. Varmista nostovälineen suoruus ja hyvä pito.
4. Petaa nostokalusto mahdollisimman lähelle nostopistettä.
5. Varaudu tarvittaessa petauksen korotukseen.
6. Nosta nostotyönjohtajan käskyjen mukaan.

Varmistajat:

1. Varmista nivelpiste.
2. Selvitä tuentakalusto.
3. Valmistele tuentapiste.
4. Tee esivarmistus ennen nostotyötä.
5. Varmista jatkuvasti nostoa seuraten tai määrätyn varmistusvälin mukaisesti.
6. Huuda seis, jos et pysy mukana!

Vaiheet:

1. TYÖKALUASEMA
2. ROOLITUS
3. ESIVARMISTUS
4. TIEDUSTELU
5. PAINON ARVIONTI
6. NOSTOTEHTÄVÄN SUUNNITELU
7. PISTEET
8. PISTEIDEN VALMISTELU
9. NOSTOTEHTÄVÄN KERTAUS
10. NOSTO
11. VARMISTUS
12. LASKU TUENNALLE

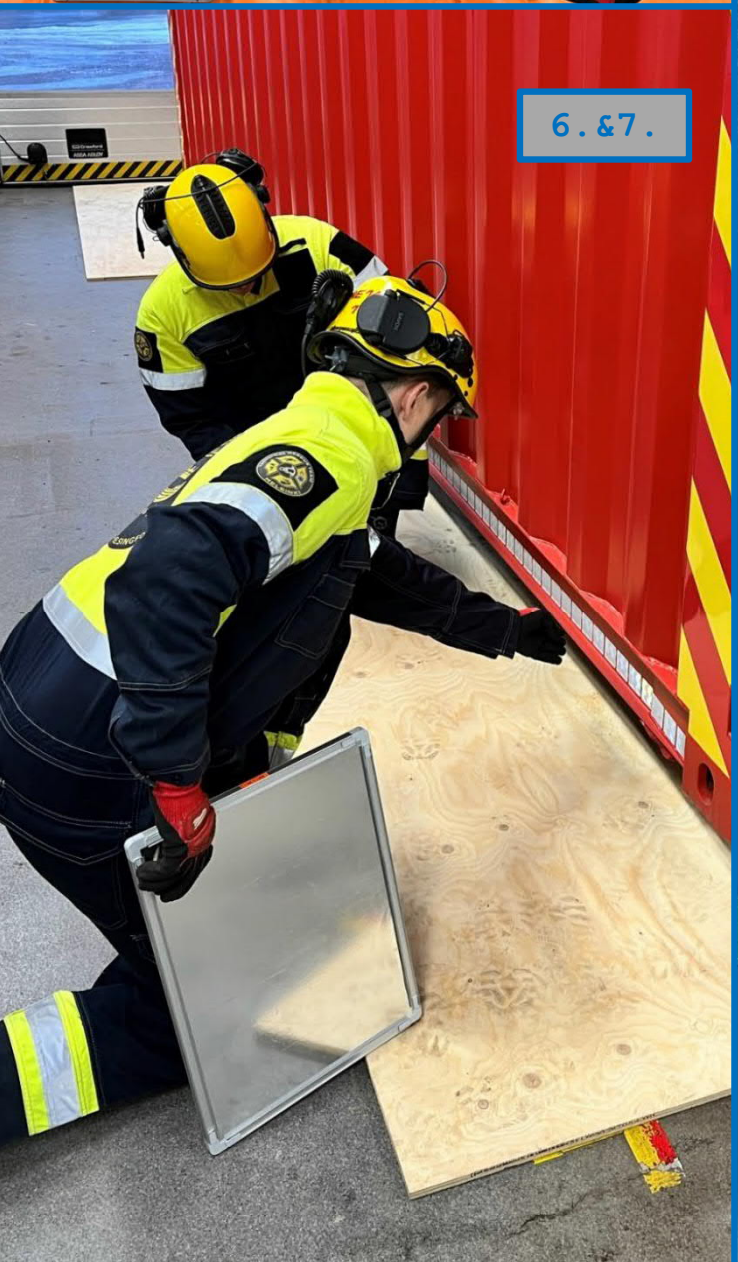
Avustaja/tarkkailija

Toimi lisäkäsinä ja -silminä!

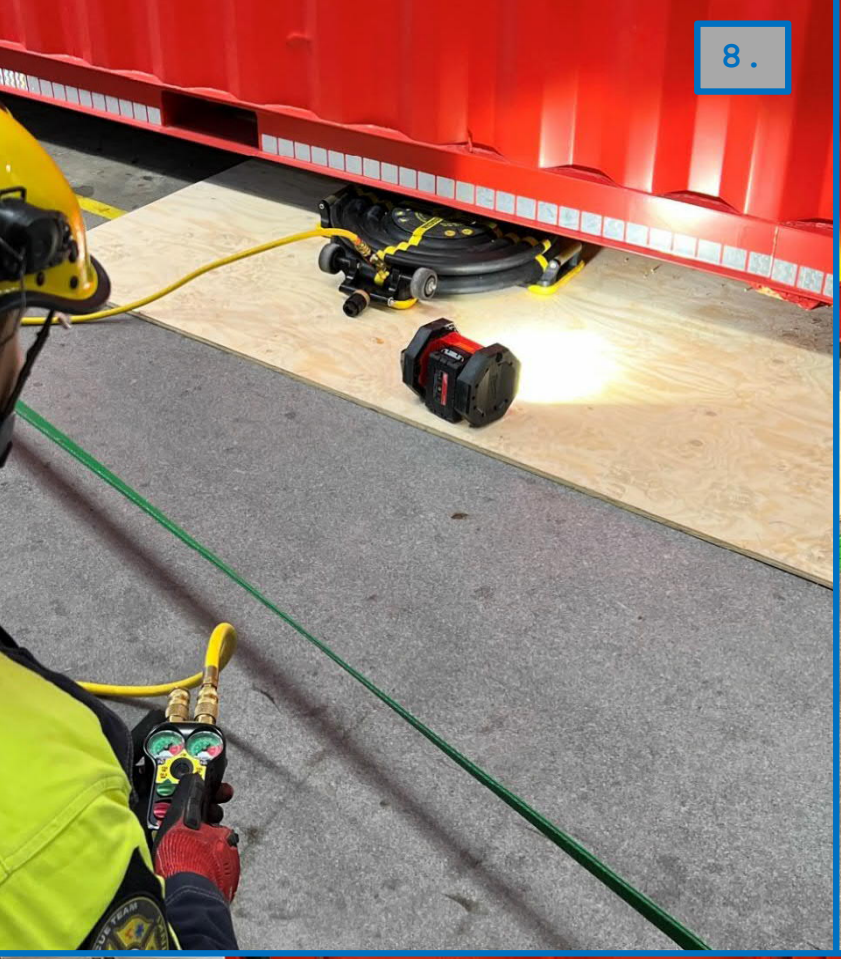
1.
holmatro

2.
RASKAS PELASTUSK
RHE6

3.
AS PELASTUSKONTTI
60K15


6.&7.

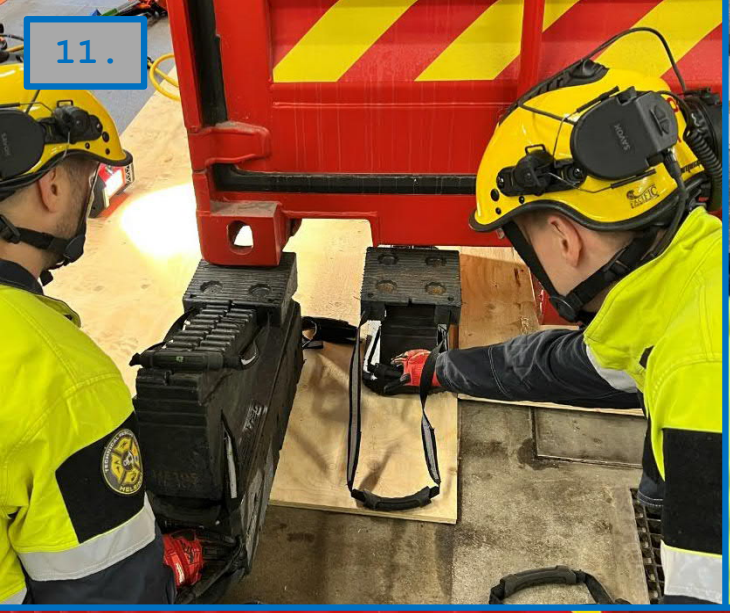
Kuva 77.


8.

8.
holmatro

8.
E105
1.
PELASTUSLAITOS
RÄDDNINGSVERKET
1861
HELSINKI HELSINGFORS
HE105
HE105

Kuva 78.



Kuva 79.

Siirtotehtävän kultainen kasi:

1. Tiedustele siirrettävän kappaleen rakenne ja siirtoalusta tarkoin.
2. Laske kappaleen paino ja määritä painopiste.
3. Arvioi kitkavoima.
4. Tee ensin 15 cm nosto, mikäli käytät kiskoja ja teloja.
5. Hallitse kappaleen liikettä kaikkiin suuntiin.
6. Älä laita mitään ruumiinosia varmistamattoman kappaleen alle tai väliin.
7. Rytmitä liikettä.
8. Määritä siirtoreitin varrelle välietappeja, joissa arvioidaan rauhassa seuraavia vaiheita ja työturvallisuutta.

Kappaleen siirtäminen teloilla

Kappaleen siirtäminen teloilla on siirtotehtävän perustoimintamenetelmä. Menetelmässä kappale nostetaan telojen päälle, jolloin liukukitkavoima muuttuu vierintävastukseksi. Tällöin voimaa kappaleen liikuttamiseen tarvitaan enää murto-osa. Tasaisella painavankin kappaleen liikuttaminen on kevyttä ja sitä on erittäin helppo hallita, esimerkiksi palokangilla. Mikäli alusta ei ole tasainen, niin kappaleen liikkumista on varmistettava kallistuksen suuntaan. Pehmeässä ja/tai epätasaisessa maastossa telojen alle rakennetaan raidepuut kulkusuunnan mukaisesti, raidepuut kannattaa toteuttaa nelosnelosilla. Mikäli kappale on epäsymmetrinen, se kannattaa nostaa jalaspuille tai vanerista tehdylle aluslevylle.

Kuva 80.

MUISTIKORTTI SIIRTOTEHTÄVÄSTÄ

Ryhmänjohtaja:

1. Käske työkaluasema.
2. Roolita siirtotyönjohtaja, siirtäjät, varmistajat ja avustajat/tarkkailija.
3. Tiedustele ja käske siirtotapa.
4. Mieti vaihtoehtoinen tapa.
5. Vahdi työturvallisuutta tarpeeksi etäältä.

Nostotyönjohtaja:

1. Laske/arvioi paino ja kitka.
2. Suunnittele siirtotyön vaiheet ja kalusto.
3. Määritä siirtoreitti ja ankkuripisteet.
4. Rytmitä siirto.

Siirtäjät:

1. Selvitä tarvittava siirtokalusto.
2. Valmistele ankkuripisteet.
3. Varmista siirtoreitin esteettömyys.
4. Valmista kiskot ja telarata.
5. Siirrä ja ohjaa kappaletta nostotyönjohtajan käskyjen mukaan.

Varmistajat:

1. Varmista kappaleen liike ennen siirtotyön aloitusta.
2. Selvitä varmistuskalusto.
3. Suunnittele miten varmistat kappaleen liikettä koko siirtoreitin ajan.
4. Varmista jatkuvasti siirto seuraten tai määrätyn varmistusvälin mukaisesti.
5. Huuda seis, jos et pysy mukana!

Avustaja/tarkkailija

Toimi lisäkäsinä ja silminä!

Vaiheet:

1. TYÖKALUASEMA
2. ROOLITUS
3. ESIVARMISTUS
4. TIEDUSTELU
5. PAINON/KITKAN ARVIONTI
6. SIIRTOTEHTÄVÄN SUUNNITELU
7. SIIRTOTAPA
8. REITIN JA ANKKURIPISTEIDEN VALMISTELU
9. SIIRTOTEHTÄVÄN KERTAUS
10. SIIRTÄMINEN
11. OHJAAMINEN
12. VARMISTAMINEN
13. LASKU TUENNALLE

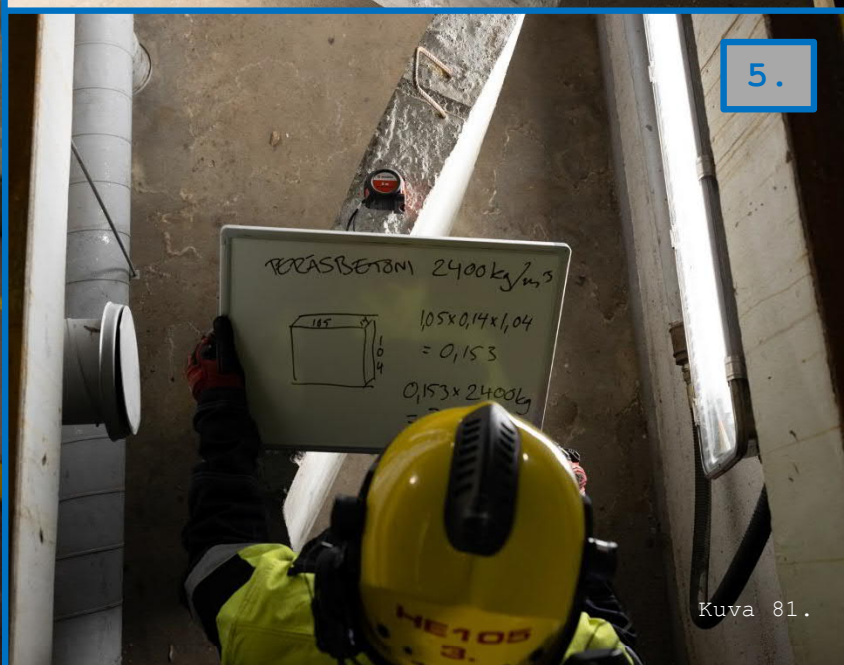
1.

2.
PELASTUSLAITOS
RÄDDNINGSVERKET

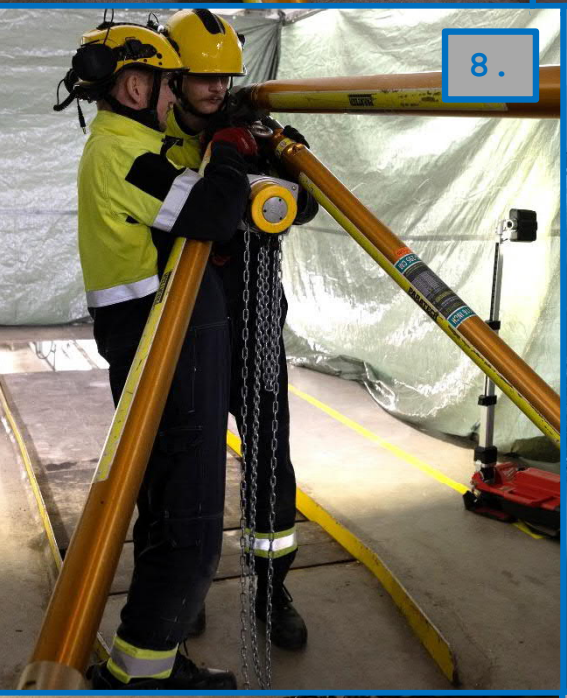
2.

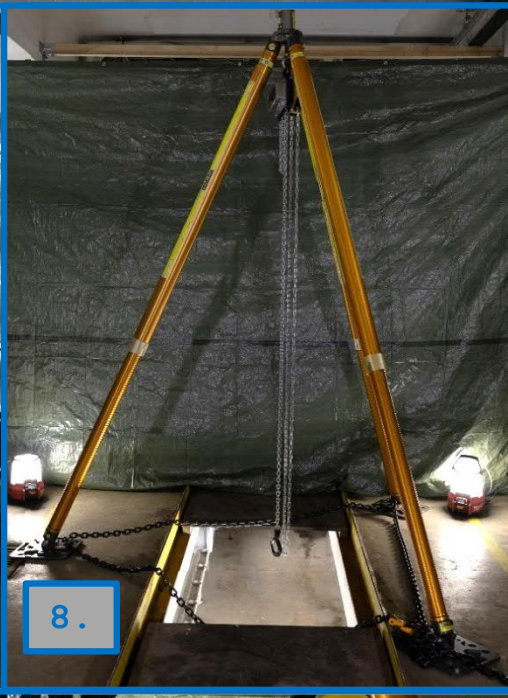
4.

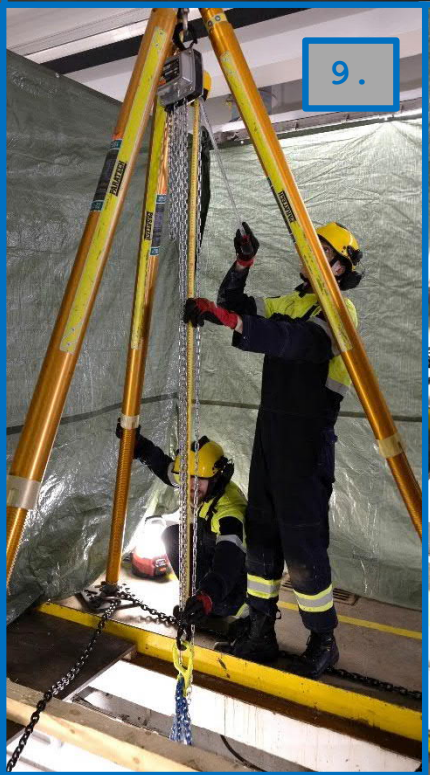
5.

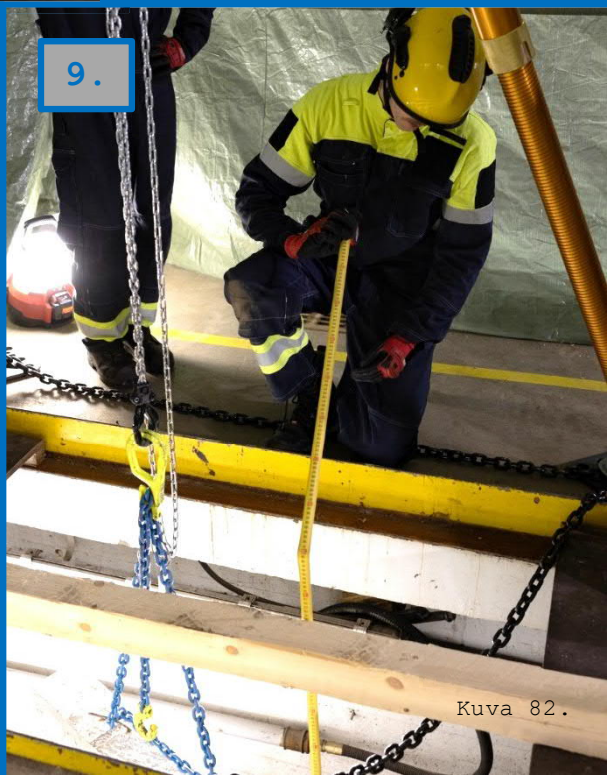

5.
TERÄSBETONI 2400 kg/m3
1,05 x 0,14 x 1,04
= 0,153
0,153 x 2400 kg

Kuva 81.

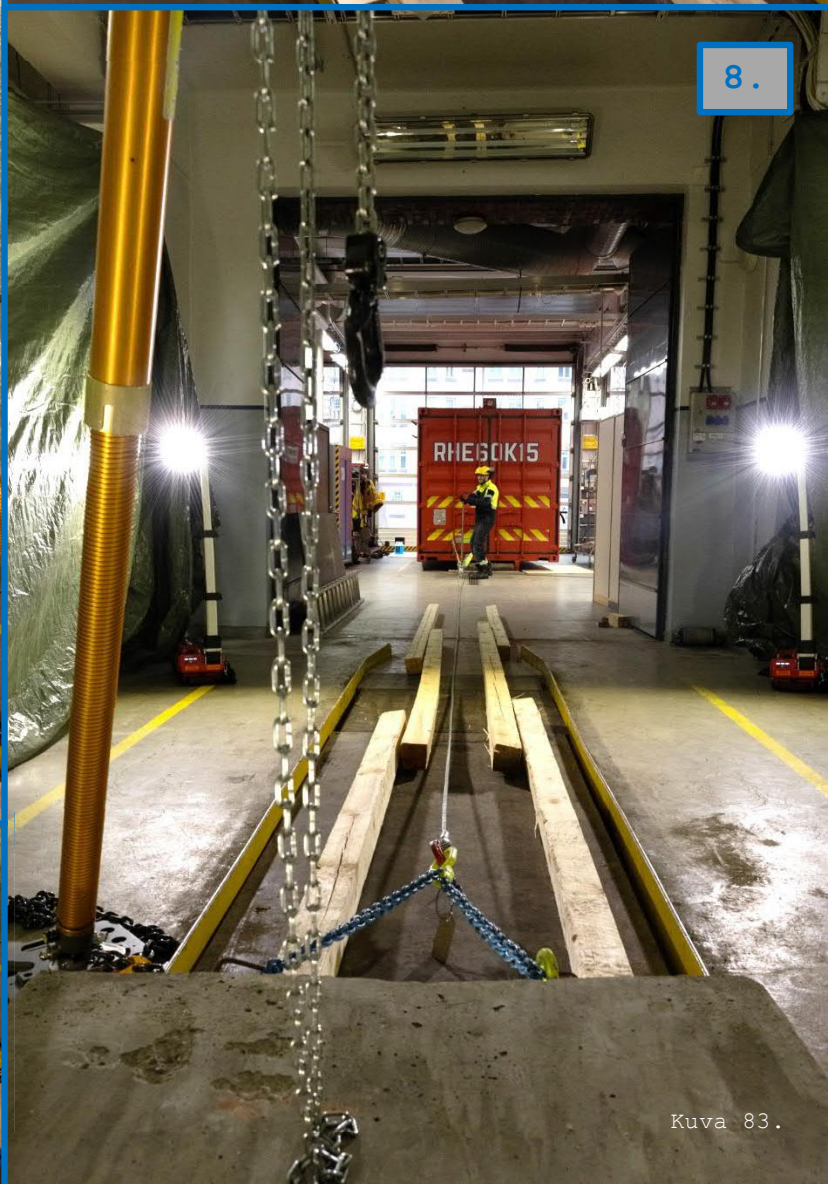




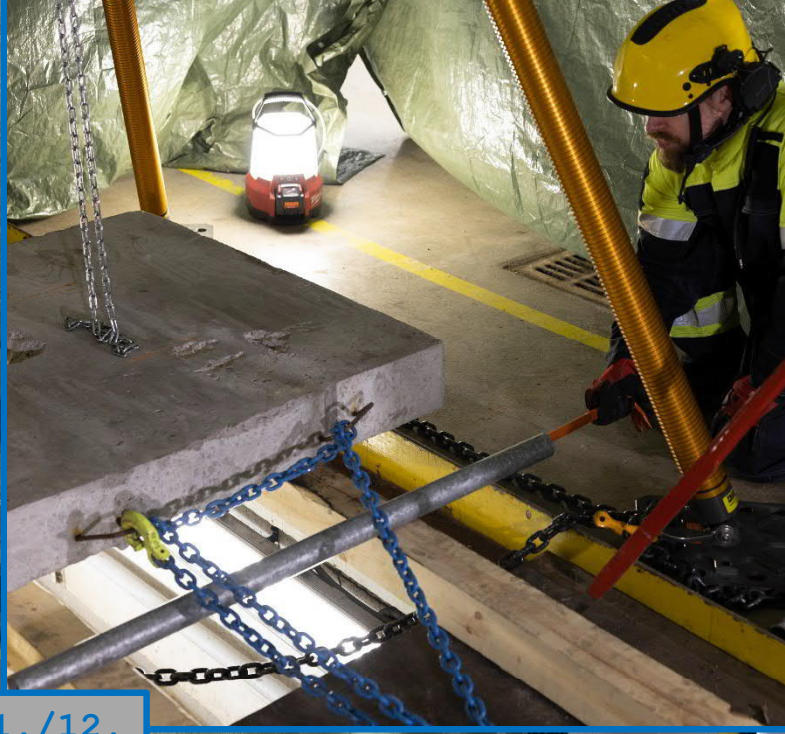




Kuva 82.



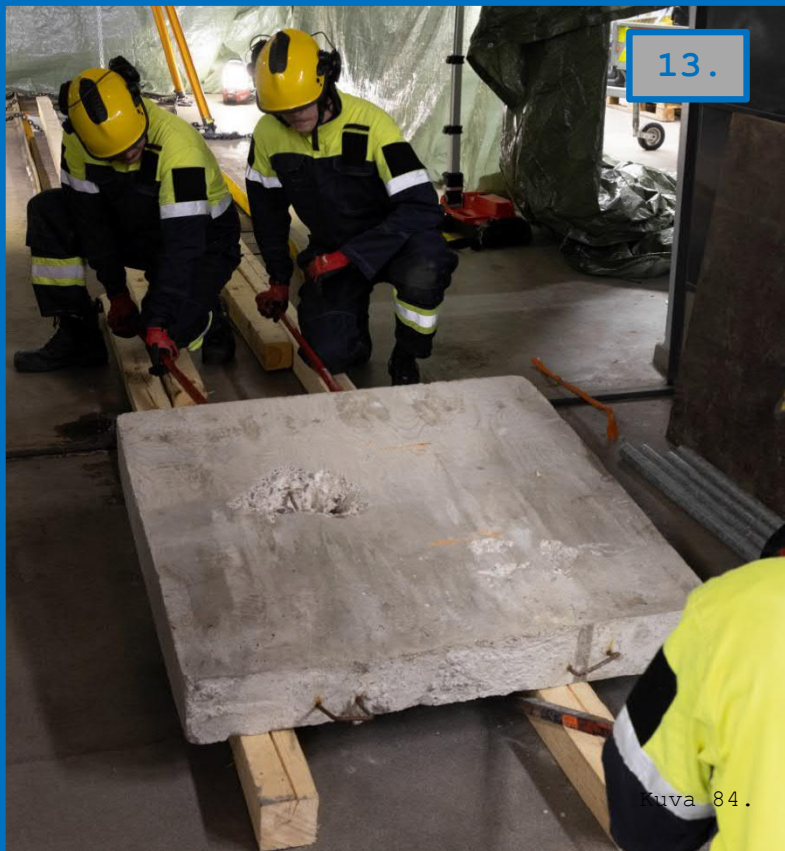
Kuva 83.



10./11./12.

12.

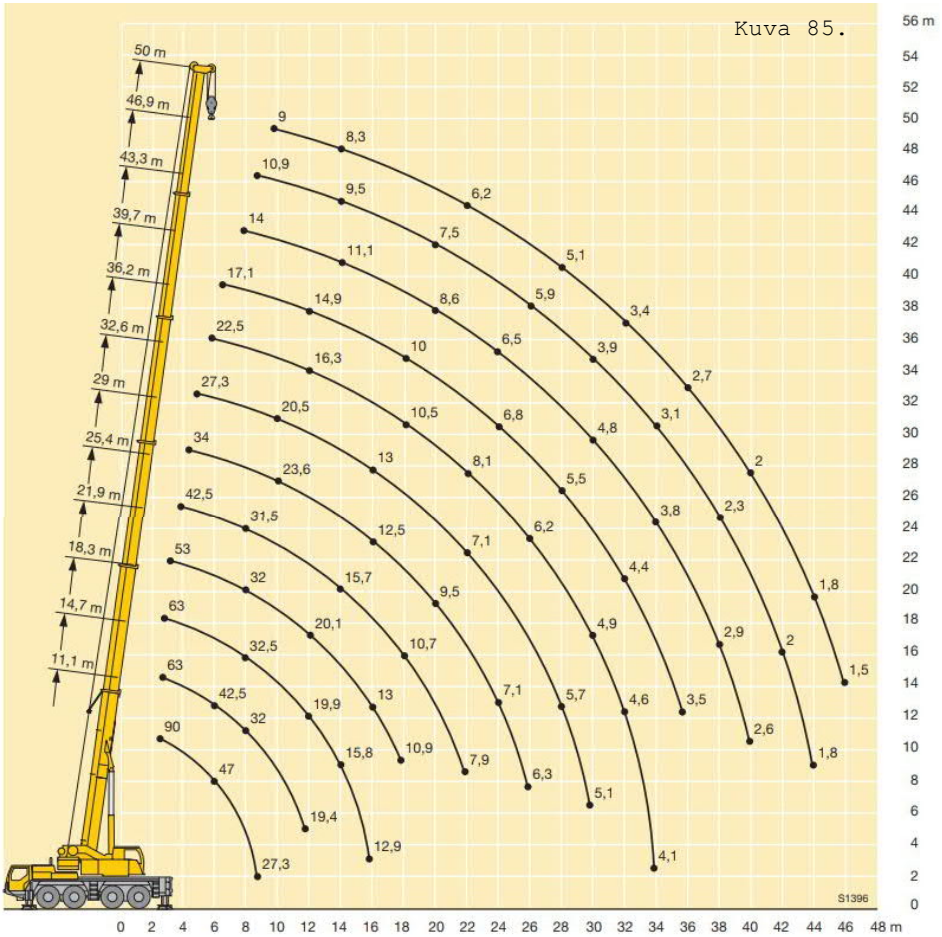
13.



Kuva 84.

Nosturin käyttö noston ja siirron välineenä

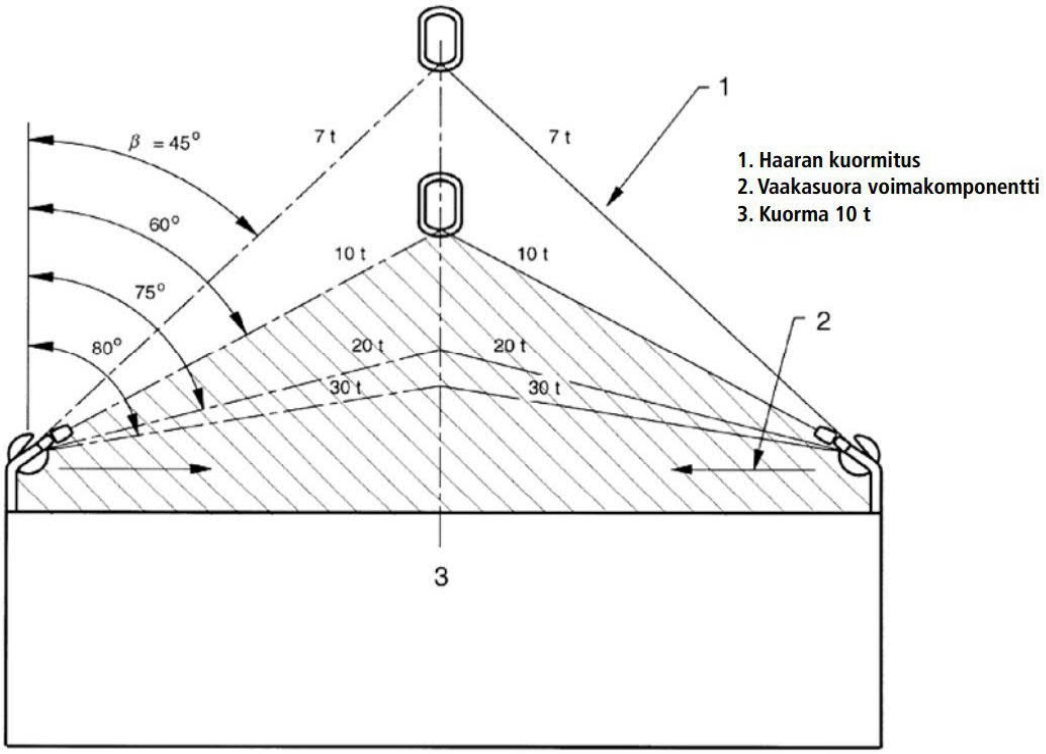
Mobiilinosturi on ylivertainen työkalu sortumatehtävillä, koska se pystyy nostamaan painavia kappaleita ja siirtämään ne pitkänkin matkan päähän. Mobiilinosturit voidaan jakaa ajoneuvo- ja tela-alustanostureihin. Ajoneuvonosturi on kohteeseen ajettava nosturi. Sen tukijalkoja ei saa sijoittaa rummun, viemärinkannen tai epävakaan alustan päälle. Lisäksi maanalaisten tilojen kansien kantokyky pitää selvittää ennen kuin mobiilinosturi ajatetaan kannelle. Nosturin tukijalkojen tulee noston yhteydessä olla pystytetty tukilevyille, jotka ovat valittu maaperän kantokykyä ja nostotyötä silmällä pitäen. Tela-alustanosturi tuodaan kohteeseen lavetilla. Se on kuitenkin erinomainen työkalu vaikeakulkuisessa maastossa ja hyvin kantavalla alustalla se kykenee myös kuljettamaan nostettavia kappaleita. Kovalla ukkosella ja riskialttiissa tuuli- tai sääolosuhteissa pitää mobiilinostureilla tehtävät työt keskeyttää. Ajoneuvonostureiden pääpuomien pituudet vaihtelevat 50 – 75 m välillä ja niiden maksiminostokyky taas 70 – 500 t välillä. Tela-alustanostureilla vastaavat luvut ovat 50 – 140 m ja 100 – 600 t.



Kuvassa Liebherr LTM 1090-4.1:n nostokykydiagrammi. Nosturin maksiminostokyky on 90 t ja maksiminostokorkeus 50 m. Nosturin maksimiulottuvuus on 46 m, jolloin sen nostokyky on 1,5 t.

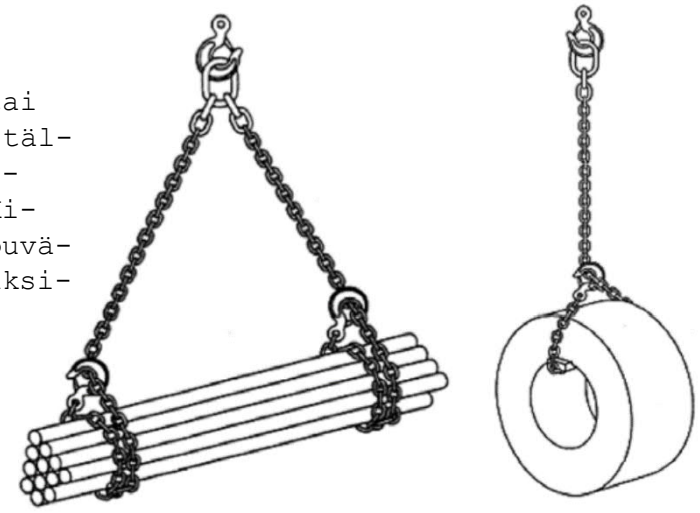
Taakan kiinnitys

Nostettava kappale kiinnitetään nosturiin nostoapuvälineillä, niiden avulla kappale myös kiinnitetään tasapainoon. Kappale tulee kiinnittää aina niin, että se on tasapainossa. Tasapaino tulee tarkistaa koenostamalla kappale irti maasta. Kappaleeseen voidaan tehdä nostopisteet ankkurointikalustolla. Nostopisteiden sijoittamisessa tulee huomioida nostokulma, joka ei saa ylittää 60°.



Kuva 86.

Jos nostopisteitä ei ole, tai niitä ei voi käyttää, niin tällöin käytetään nostoapuvälineillä kiristävää nostoa. Kiristävässä nostossa nostoapuvälineen nostokyky on 80 % maksiminostokyvystä.



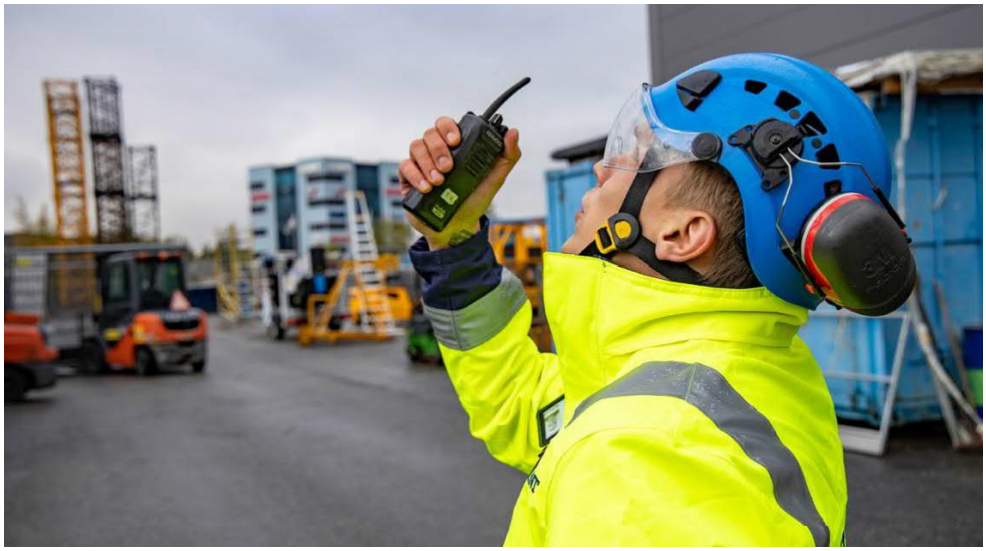
Kuva 87.

Mikäli on paljon käsin liikuteltavaa irtotavaraa, niin niitä voidaan lastata nostoastiaan tai -häkkiin.

Kuva 88.

Noston ohjaus

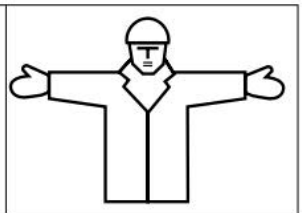
Nosturinkuljettajan ja alamiehen välisen yhteistyön on oltava sujuvaa ja jatkuvaa. Komentojen on oltava selkeitä ja yksiselitteisiä. Työmaalla on sovittava millä tavoin ohjeet annetaan. Kutsutaanko kuljettajan nimellä vai nosturin numerolla vai jotenkin muuten. Kaikki nostotöihin osallistuvat henkilöt perehdytetään myös merkinantoihin. Komennot on parempi antaa radiolla, mutta ohjaaminen onnistuu myös käsimerkein.



Kuva 89.

Käsimerkit

Yleiset merkit

ALOITA Huomio Käskyn alku	molemmat kädet on levitetty vaakasuoraan kämmenet eteen	
SEIS Keskeytys Liikkeen lopetus	oikea käsivarsi osoittaa ylös kämmen eteen	
Toiminnon LOPPU	molemmat kädet vastakkain rinnan korkeudella	

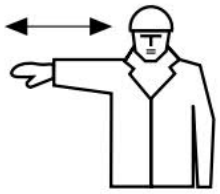
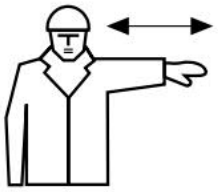
Kuva 90.

Pystysuora liike

NOSTA	oikea käsivarsi osoittaa ylöspäin kämmen eteenpäin ja tekee hitaasti ympyrän	
LASKE	oikea käsivarsi osoittaa alaspäin kämmen sisäänpäin ja tekee hitaasti ympyrän	
PYSTYSUORA ETÄISYYS	kädet osoittavat kyseisen etäisyyden	

Kuva 91.

Vaakasuora liike

LIIKU ETEEN	molemmat käsivarret taivutetaan kämmenet ylöspäin ja kädet kyynärpäistä lähtien tekevät hitaita liikkeitä kehoa kohti	
LIIKU TAAKSE	molemmat käsivarret taivutetaan kämmenet alaspäin ja kädet kyynärpäistä lähtien tekevät hitaita liikkeitä kehosta poispäin	
OIKEALLE merkinantajasta	oikea käsivarsi ojennetaan vaakasuoraan kämmen alaspäin ja tehdään hitaita pieniä liikkeitä oikealle merkinantajasta	
VASEMMALLE merkinantajasta	vasen käsivarsi ojennetaan vaakasuoraan kämmenpuoli alaspäin ja tehdään hitaita pieniä liikkeitä vasemmalle merkinantajasta	
VAAKASUORA ETÄISYYS	kädet osoittavat kyseisen etäisyyden	

Kuva 92.

Vaarat ja nopeus

VAARA Hätäpysäytys	molemmat käsivarret osoittavat ylöspäin kämmenet eteenpäin	
NOPEASTI	kaikki liikkeet nopeammin	
HITAASTI	kaikki liikkeet hitaammin	

Kuva 93.

Läpäisy

Läpäisyllä tarkoitetaan uhrin saavuttamista ja pelastustoiminnan edistämistä tekemällä aukkoja eri materiaaleihin tai poistamalla materiaalia pelastustoiminnan tieltä murtamalla, poraamalla, leikkaamalla tai sahaamalla.

Pelastustoiminnan edistämistä ovat esimerkiksi:

- aukkojen teko kuuntelu- sekä katselulaitteille
- hoitoyhteyden mahdollistaminen ensihoidolle murtamalla rakenteita
- kulkuaukkojen kasvattaminen rauniokoirille ja köysitoiminnalle
- siirrettävien kappaleiden muovaaminen, irrottaminen tai katkaiseminen
- sammutus- ja savunpoistoaukkojen tekeminen.

Kuva 94.

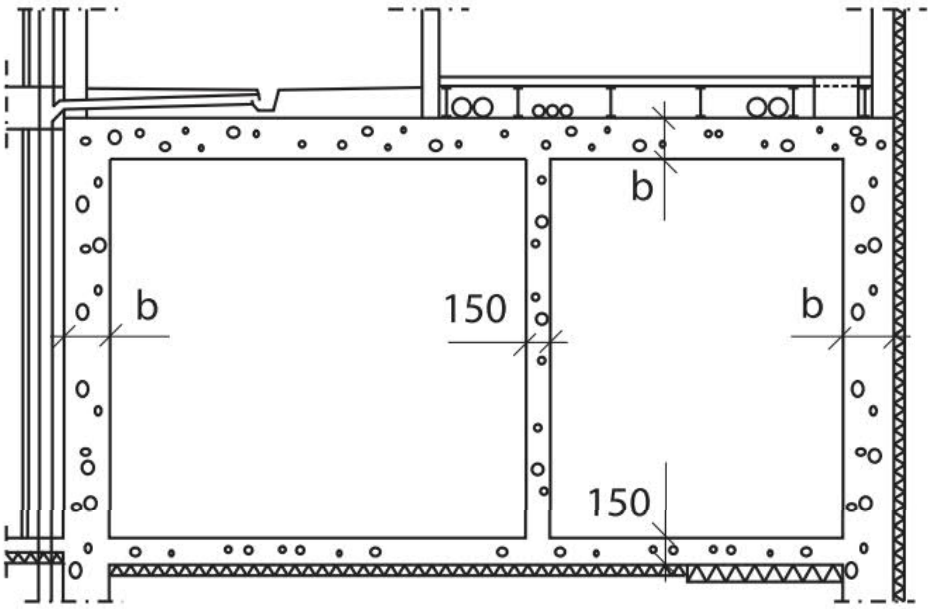
Uuden sukupolven RHE105:n ja raskaspelastuskontin läpäisykalusto on suunniteltu lähtökohtaisesti suomalaista rakennustekniikkaa ja -materiaaleja silmällä pitäen. Läpäisykalustolla saavutetaan jopa INSARAG-ohjeistusta korkeampi läpäisykyky. Läpäisytoiminta on kaikista fyysisintä toimintaa rauniopelastuksen eri osioista. Eri läpäisytekniikoiden ymmärtäminen ja työkoneiden oikeaoppinen käyttö helpottavat ja nopeuttavat läpäisytyötä. Myös ergonomian parantaminen läpäisytehtävällä pienentää fyysistä ja henkistä kuormitusta.

Rakenteiden paksuuksia

Rakenteiden paksuudet vaihtelevat käyttötavan, rakennusmateriaalin ja -tekniikan mukaan. Puurakenteet ovat suhteellisen helppoja läpäistä niiden paksuudesta huolimatta. Haasteita niiden läpäisystä syntyy, mikäli kyseessä yhdistelmärakenteet kuten katot tai julkisivut. Enemmän haasteita läpäisytoiminnalle tuottavat teräsbetonirakenteet ja -rakennelmat, joita suuret kaupungit ovat täynnä. Lisäksi teräsrakenteet hidastavat läpäisytoimintaa.

Betonirakentaminen

Teräsbetonista valmistetut väestönsuojat jaotellaan S1- ja S2-luokkiin niiden vaadittavan kestävyyden mukaan. S1-luokan pitää kestää 100 kPa paineaalto ja se saavutetaan, kun ulkorakenteet ovat vähintään 300 mm paksua teräsbetonia ja väliseinärakenteet 150 mm teräsbetonia. S2-luokalla vastaavat luvut ovat 200 kPa, 400 mm ja 200 mm.



Katon ja seinän paksuus b on S1-luokassa 300 mm

Kuva 95.

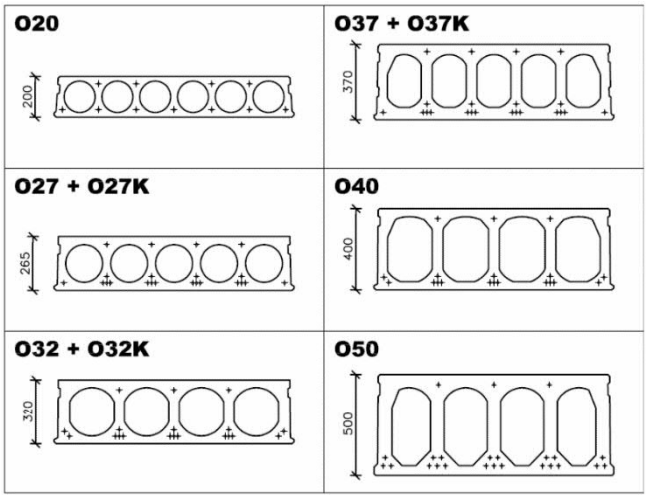
Massiiviteräsbetonisia seiniä käytetään ulkoseinän sisäkuoressa, väliseinissä ja kellarirakenteissa. Ulkoseinissä paksuudet ovat pääsääntöisesti 150 mm. Väliseinissä paksuudet vaihtelevat 160 – 240 mm välillä. Huoneistojen väliset seinät ovat yleensä 200 mm paksuja. Kellareissa paksuudet vaihtelevat myös 160 – 240 mm välillä.

Betonijulkisivut ovat niin sanottuja sandwich-seiniä. Se koostuu ulkokuoresta, eristeestä ja sisäkuoresta. Ulkokuoren paksuus vaihtelee 40 – 85 mm välillä, eristeosan paksuus 70 – 140 mm ja sisäkuoren paksuudet vaihtelee 70 - 150 mm välillä, riippuen siitä onko seinä kantava vai ei.

Yhdistelmäjulkisivussa ulkokuori voi olla jotain muuta materiaalia, kuten esimerkiksi metallilevyä, kuitusementtilevyä tai rappausta. Yhdistelmärakenteesta huolimatta sisäkuori on 120 – 150 mm paksua teräsbetonia.

Kuva 96.

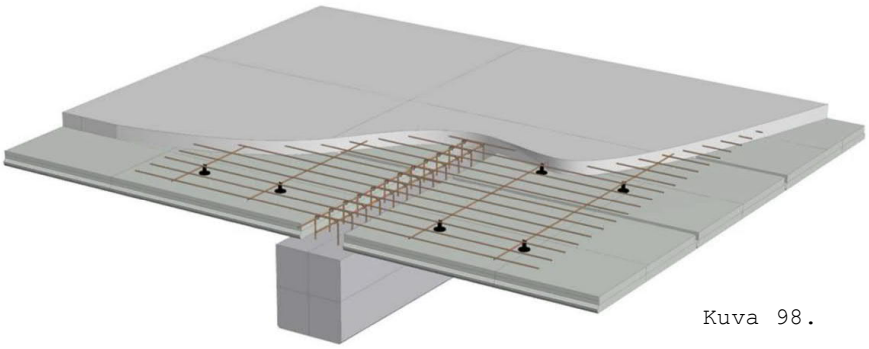
Betonilaatat jaotellaan ontelo-, kuori-, TT- ja massiivilaattoihin.



Kuva 97.

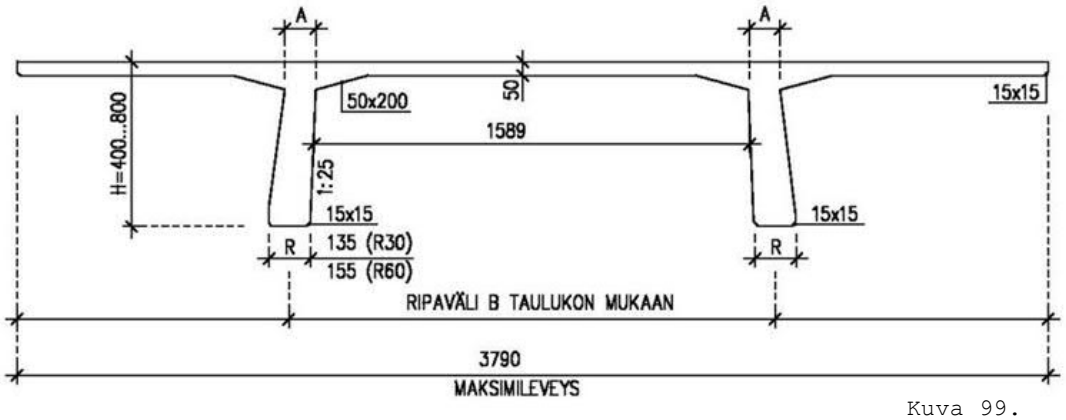
Ontelolaatat ovat esijännitettyjä laattaelementtejä, joita on kevennetty laatan pituussuunnassa kulkevilla onteloilla. Niiden paksuudet vaihtelevat 150 - 500 mm välillä. 150 – 200 mm laatat ovat käytössä pientaloissa. 270 mm on yleisin ontelolaatan paksuus ja sitä käytetään rivi- ja kerrostalorakentamisessa. 320 mm ja sitä paksummat ontelolaatat ovat yleensä käytössä toimisto-, liike- ja teollisuusrakennuksissa.

Kuorilaatta on ohut, esijännitetty umpilaattaelementti, joka toimii muottina paikallavalettavalle betonille. Sen paksuudet vaihtelevat 100 – 150 mm välillä. Valetun pintalaatan paksuus vaihtelee 100 – 200 mm välillä, joten yhteispaksuus vaihtelee 200 – 350 mm välillä.



Kuva 98.

TT-laatat ovat esijännitettyjä teräsbetonielementtejä, joilla voidaan toteuttaa pitkiä jännevälejä vaativia rakenteita. TT-laattoja käytetään yleensä teollisuus- ja varastohallien yläpohjassa, jolloin ”rivan” paksuus 50 mm. Ala- ja yläpohjissa TT-laatan päälle valetaan vähintään 50 mm pintavalu.

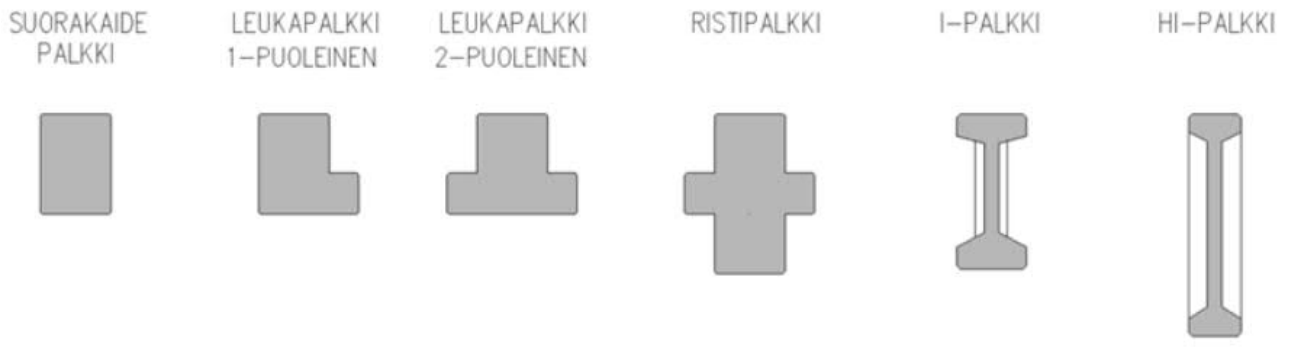


Kuva 99.

Teräsbetonisia massiivilaattaelementtejä käytetään yleisesti porrashuoneissa kerrostaso- ja välitasolaattoina. Massiivilaattaelementtien vakiopaksuuksia ovat 240, 250, 260 ja 280 mm.

Pilarit ovat pystyssä olevia tukirakenteita ja poikkileikkaukseltaan suorakaiteen muotoisia tai pyöreitä. Mitä korkeampi pilari on, niin sitä paksummat sen halkaisija tai sivu on. Pilarin minimipaksuun on 280 mm kolmen metrin korkuisena. Kuuden metrin korkuisena taas 580 mm.

Palkit ovat vaakatasossa olevia tukirakenteita. Ne voivat olla tavallisia teräsbetonipalkkeja tai jännitettyjä jännebetonipalkkeja. Niiden koko vaihtelee pituuksien mukaan, mutta tyypillisimmät leveydet vaihtelevat 280 – 480 mm välillä sekä korkeudet 280 – 980 mm välillä. Niiden muoto myös vaihtelee käyttötarkoituksen mukaan.



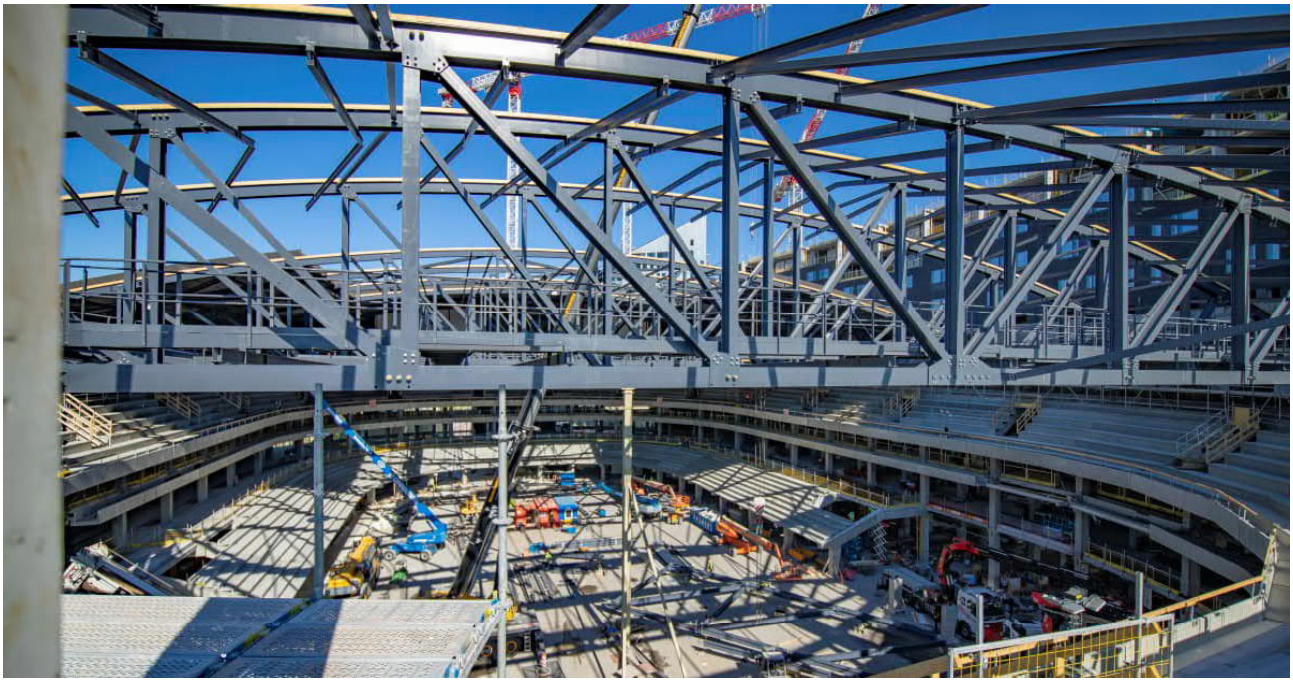
Kuva 100.

Pilarin ja palkkien läpäisy ei lähtökohtaisesti ole suositeltavaa, koska niissä on paljon terästä. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että jos läpäisytyössä kohtaat pilarin tai palkin, niin kierrä se. Mikäli kuitenkin joudutaan katkaisemaan teräbetonipilari, niin silloin piikataan ensin raudat esiin ja katkaistaan ne hallitusti yksitellen. Varsinkin jos kyseessä on jännitetyt vaijerit.

Kuva 101.

Teräsrakenteet

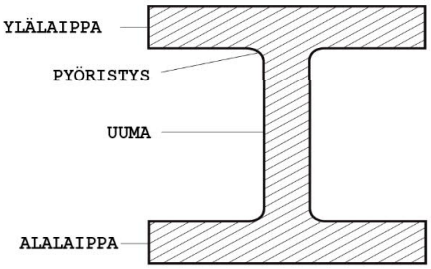
Terästä on käytetty teollisen vallankumouksen päivistä lähtien useiden rakennustöiden tukirakenteissa. Sitä käytetään yleensä rakennuskehikoiden pylväinä ja palkkeina. Terästä käytetään myös verhousmateriaalina nykyaikaisessa kaupunkiarkkitehtuurissa. Rakenneteräksellä tarkoitetaan yleensä erityyppisiä pitkiä tuotteita, kuten palkkeja, tankoja ja putkia, joita käytetään kantavissa rakenteissa, joissa eri syistä ei voida tai haluta käyttää puuta, teräsbetonia tai muurausta. Litteät tuotteet kuten ohutlevy, nauhalevy, teräslevy, kyynellevy ja rihlalevy luetaan myös rakenneteräksiksi. Erityyppiset pitkät tuotteet voidaan erottaa toisistaan niiden poikkileikkauksen eli profiilin perusteella.



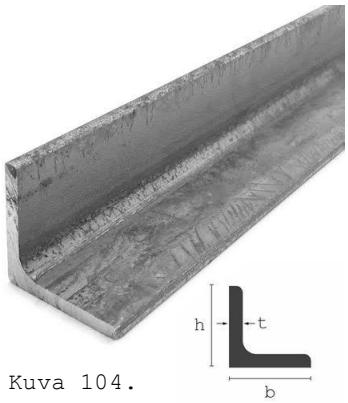
Kuva 102.

Teräspalkkeja on olemassa useita muotoja ja malleja. Vuosien mittaan rakennusala on kokeillut monia erilaisia profiileja, joilla kaikilla on ollut sekä hyvät ja huonot puolensa. Ajan myötä standardointi on johtanut nykypäivän standardiprofiileihin, jotka on määritelty tarkasti sääntöjen mukaisesti. Yleisimmät profiilit ovat H-, I-, U-, L- ja T-profiilit sekä erilaiset putkiprofiilit. Palkkien seinämäpaksuus vaihtelee sen korkeuden mukaan ja ne vaihtelevat 5 – 30 mm välillä.

I- & H-palkkien poikkileikkaus



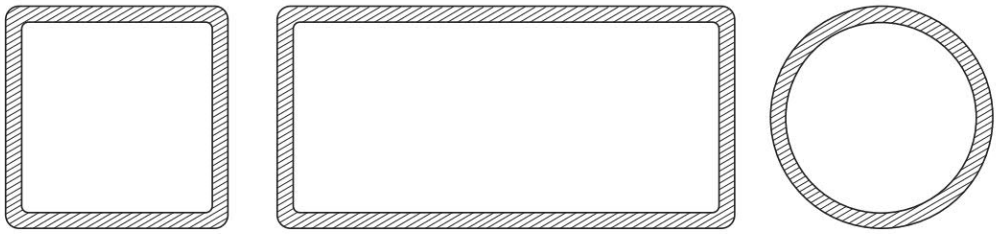
Kuva 103.



Kuva 104.

Tanko on yhteisnimike pitkille tuotteille, joiden profiilit ovat yksinkertaisempia ja joiden mitat ovat pienemmät kuin palkilla. Erilaiset tankoprofiilit on nimetty palkkien tavoin profiilin poikkileikkauksen perusteella. Tankoprofiileilla on monia käyttökohteita teräsrakentamisessa. Tankoja käytetään esimerkiksi kattotuolien ja muun tyyppisten ristikkojen valmistukseen. Kulmatangon seinämäpaksuudet vaihtelevat kylkien pituuden mukaan 3 – 20 mm välillä.

Putket ovat rakenneosia, joita käytetään yleensä hitsatuissa teräsrakenteissa, joissa kantavat elementit ovat näkyviä. Rakenneputkia käytetään usein pilareina. Seinämäpaksuudet vaihtelevat 6 – 40 mm välillä, riippuen putkien ulkomitoista.



Kuva 105.

Rakentamisessa käytetään eri paksuisia ja muotoisia **teräslevyjä** kahteen päätarkoitukseen: erilaisten kantavien rakenneosien täydentämiseksi ja yhdistämiseksi sekä sellaisten erikoistuotteiden valmistukseen kohteisiin, joissa vakiovalssattujen profiilien käyttö ei ole suotuisaa. Yleisimmät seinämäpaksuudet vaihtelevat 3 – 16 mm välillä.

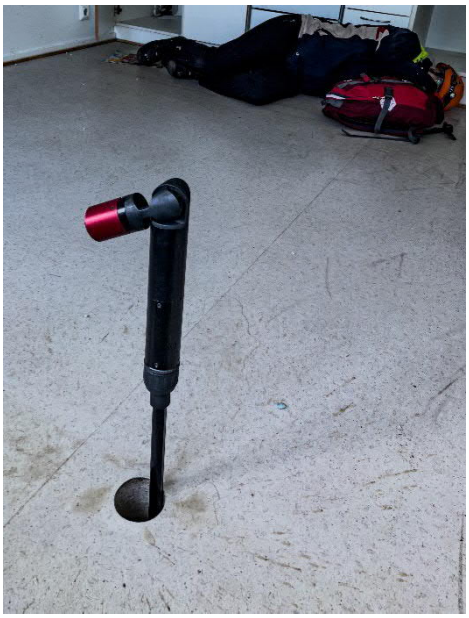
Kuva 106.

Väestönsuojan ovien seinämäpaksuus vaihtelee S-1 luokassa 20 – 30 mm välillä. S-2 luokassa seinämäpaksuus on 50 mm.

Läpäisyaukon yleisperiaatteita

Aukkoa tehtäessä ei yleensä lähtötilanteessa tiedetä miltä läpäistävän rakenteen takana näyttää tai missä pelastettava uhri tarkalleen sijaitsee. Tämän takia on syytä tiedustella läpäistävä rakenne ja sen takana oleva tila perusteellisesti. Esimerkiksi tekemällä pieni aukko (50–80 mm) katselulaitteelle, jotta saadaan valittua oikea läpäisytekniikka ja -menetelmä.

Läpäisykohta kannattaa toteuttaa mahdollisimman etäälle uhrista, jottei itse läpäisytoiminta vaaranna lisää hänen turvallisuuttansa.

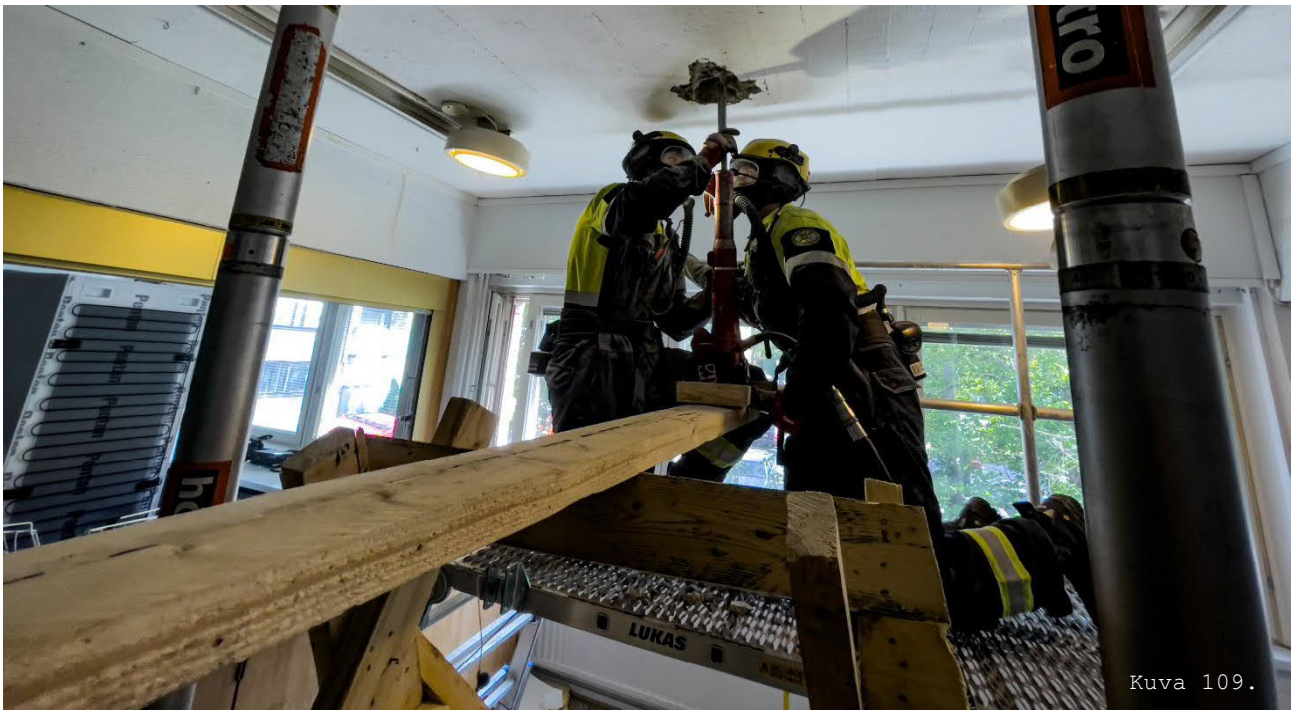


Kuva 107.

Kuva 108.

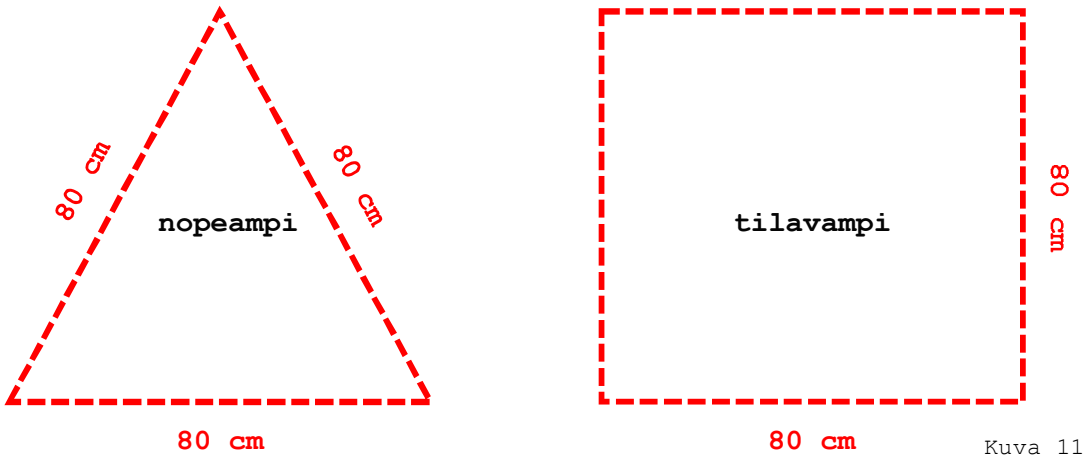
Aukon on oltava riittävän suuri, jotta pelastajat, kalusto ja siirtovalmisteltu potilas mahtuu siitä sisään ja ulos. Aukon koko on oltava sivuiltaan vähintään 70 – 80 cm!

Aukon valmistuksessa on mietittävä ergonomiaan alusta asti, koska toiminta on hidasta ja työlästä.



Kuva 109.

Aukon muoto on harkittava kiireellisyyden, kokovaatimuksen ja läpäisytekniikan mukaan. Puhtaassa läpäisyssä kolmion mallinen aukko on nopeampi tehdä kuin neliön mallinen, koska siinä on yksi sivu vähemmän toteutettavana. Neliöaukko taas on helppokulkuisempi. Likaisessa läpäisyssä aukon muoto ei ole määräävä, vaan siinä aukko toteutetaan riittävän isoksi mahdollisimman nopeasti.



Kuva 110.

Teräsbetonia läpäistäessä raudoitus pienentää aukkoa ja vaikeuttaa kulkua.

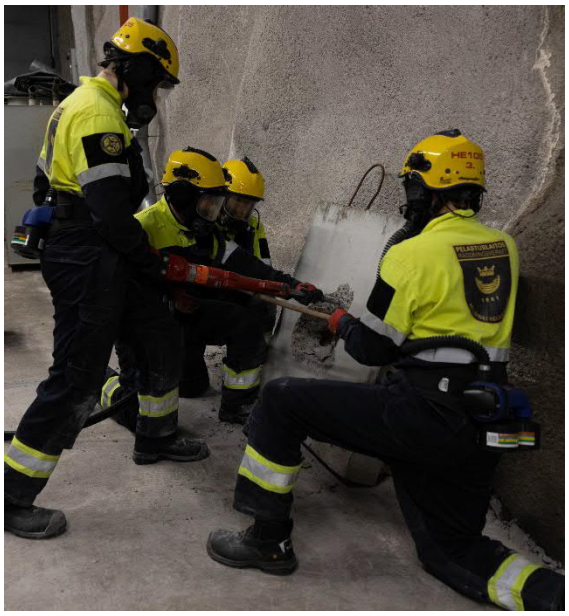
Läpäisytekniikat

Läpäisytekniikat jaetaan likaiseen ja puhtaaseen läpäisyyn. Likaisessa läpäisyssä materiaalia leviää aukon molemmille puolille, jolloin potilaan on oltava riittävän etäällä läpäisykalustosta ja mahdollisista heitteistä. Jos ei tiedetä potilaan tarkkaa sijaintia ja oletetaan sen olevan lähellä läpäistävää rakennetta, niin silloin valitaan aina puhdas läpäisy. Puhtaassa läpäisyssä murtojätettä muodostuu suurimmaksi osaksi aukon ulkopuolelle. Kun valitaan puhdas läpäisytekniikka, niin on syytä merkata selkeästi tussilla tai liidulla, aukon koko ja muoto. Näin ollen kaikki läpäisijät tietävät suunnitellun aukon koon. Puhdas läpäisytekniikka on huomattavasti hitaampi kuin likainen. Likainen läpäisy on syytä valita aina kuin mahdollista. Aukon muoto ei määrää likaista läpäisytyötä, vaan sen määrää materiaalin hajoamisen suunta. Eli kasvatetaan aukkoa siihen suuntaan mistä rakenne murtuu helpoiten. Puhtaassa läpäisytyössä irrotettava kappale tulee ankkuroida aina, jottei se pääse tippumaan uhrin päälle.

Kuva 111.

Läpäisyn suunta

Läpäisyn suunta vaikuttaa myös ergonomian kautta fyysiseen toimintakykyyn, läpäisyaikaan ja -kalustoon. Alaspäin toteutettava läpäisy on kevyintä, koska pelastajan lihakset eivät joudu kannattelemaan työkonetta. Tällöin pelastaja joutuu käyttämään voimia vain koneen nostamiseen ja lisäpaineen tuottamiseen koneen ja läpäistävän materiaalin välillä. Vaakasuuntaisessa läpäisyssä pelastaja joutuu kannattelemaan työkonetta paineen tuottamisen lisäksi, jonka vuoksi työskentely kannattaa muuttaa joko parityöskentelyksi tai ryhmätyöskentelyksi. Lisäksi on suotavaa käyttää aputasoja ja -välineitä läpäisyn helpottamiseksi. Ylöspäin läpäisy on kaikista raskainta ja tätä varten on syytä rakentaa kiikkulauta tai jokin muu helpottava apuväline, sekä toteuttaa läpäisy ryhmätyöskentelynä, mikäli vain on mahdollista.

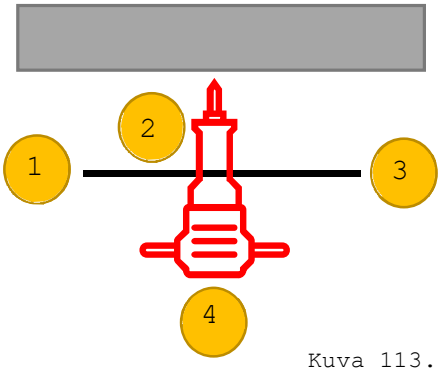


Kuva 112.

Likaisen läpäisyn ryhmätyöskentely:

1. ”Vasen laituri”
2. ”Meisselimies”
3. ”Oikea laituri”
4. ”Liipaisinmies”.

Kiertojärjestys 1->2->3->4->1…



Kuva 113.

Läpäisykalusto

Pelastuslaitoksen läpäisyyn soveltuvat työvälineet ovat voimakkaita käsityökaluja. Ne ovat tarpeeksi pieniä sijoitettavaksi pelastusyksikköihin sekä käytettäväksi ahtaissa tiloissa. Ne ovat kuitenkin todella tehokkaita oikein käytettyinä.

Telapiikkari on erittäin tehokas työkalu, mutta se on vaikeaa sijoittaa pelastusyksikköön sekä sen hankinta hinta on erittäin korkea.

Kuva 114.

Läpäisytyötä suunnitellessa on syytä huomioida vaihtoehtoiset läpäisytyökalut sekä menetelmät, jottei toiminta lakkaa häiriön tai rikkoutumisen sattuessa. Usein läpäisytyökalut vaativat huoltoa jo tehtävän aikana, kuten voitelua ja putsausta.

Hydraulinen betoniläpäisykalusto

Helsingin kaupungin pelastuslaitoksen ensisijainen betoniläpäisykalusto perustuu Hyconin ja ICS:n hydraulilla toimiviin työkaluihin. Niissä työkalujen tuottama voima saadaan aikaisiksi öljynvirtauksella, jolloin ne ovat huomattavasti tehokkaampia, kuin vastaavat sähkökäyttöiset työkalut.

Hydraulitekniikka on luotettavaa ja ne toimivat jopa veden alla. Ne ovat lisäksi erittäin kevyitä sähkö- tai polttomoottorityökaluihin verrattuna, jolloin ergonomiakin paranee.

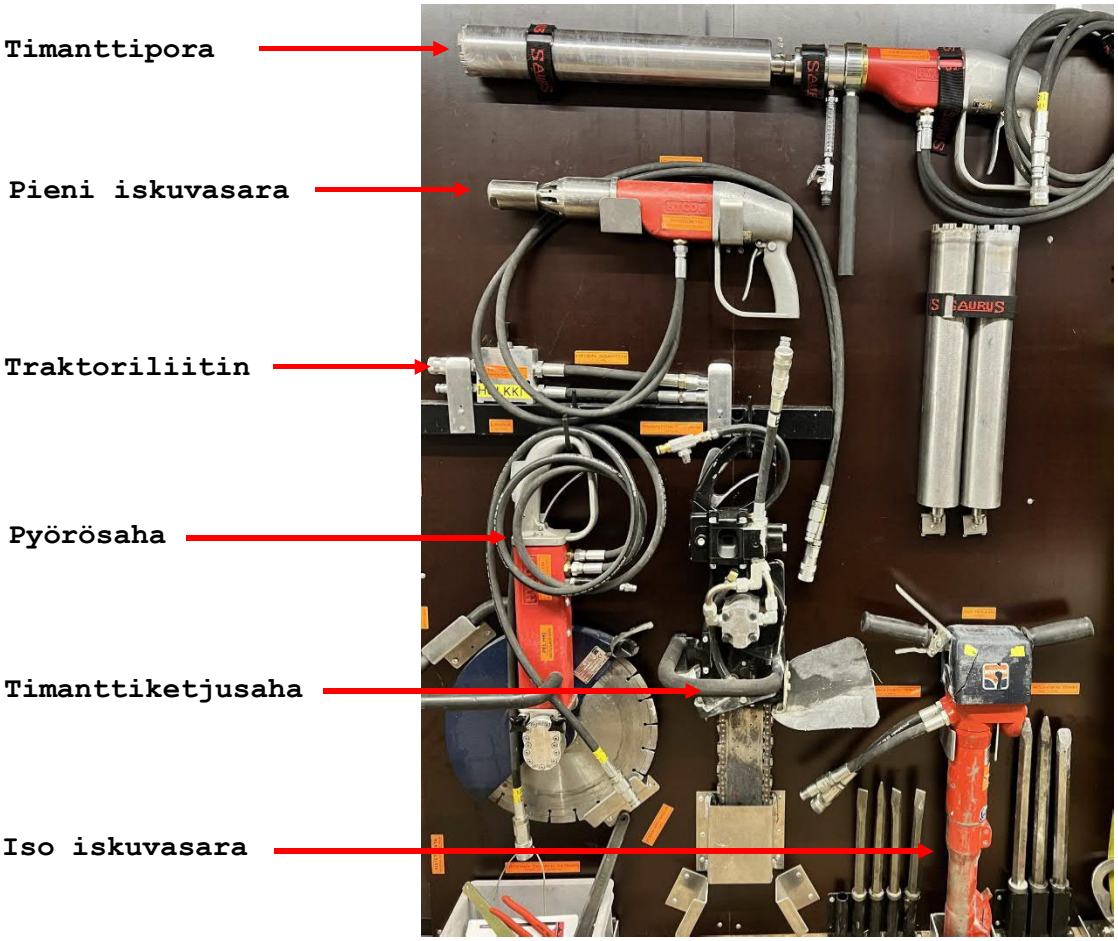
Pelastuslaitoksen hydraulityökalut sijaitsevat raskaspelastuskontissa ja niihin kuuluu:

- Käyttöyksikkö, joka toimii sähköllä, 32A voimavirralla. Pelastuslaitoksen yksiköistä RHE105, RHE1052 ja generaattorikontti pystyvät syöttämään käyttöyksikölle tarvittavan virran. Käyttöyksikkö tuottaa tarvittavan öljyvirran työkaluille 20,30 ja 40 litran minuuttivirtauksella. Maksimietäisyys työkalun ja käyttöyksikön kanssa on kolme letkunmittaa eli noin 15 metriä.
- Timanttipora, joka pyörittää 600 rpm vauhdilla 80 mm timanttiterää, jolla voi porata teräsbetonia aina 300 mm syvyydeltä.
- Pieni ja iso iskuvasara, jotka ovat voimiinsa nähden kevyitä. Iskuvasaroista löytyy taltta sekä piikkiterät.
- Pyörösaha, jonka terän halkaisija on 400 mm ja katkaisusyvyys on 162 mm. Pyörösahassa on myös vesisyöttö.
- Timanttiketjusaha, jonka laipassa pyörivällä timanttiketjulla pystytään sahaamaan laipan, jopa 630 mm verran teräsbetonia. Sahassa on vesisyöttö, jota tulee aina käyttää. Sahaustekniikka perustuu sahan kävelyttämiseen sahausurassa, joten se poikkeaa normaalista moottorisahauksesta.
- ”Traktoriliitin”, jolla työkalujen käyttö mahdollistuu kaikista hydrauliikan ulosotoista. Esimerkiksi RHE105:n vinssin hydrauliikalla.

Hycon selvitys:

1. Tarkista öljymäärä
2. Liitä sähkö
3. Liitä työkalu
4. Valitse virtaus
5. Käynnistä käyttöyksikkö
6. Avaa virtausventtiili.

Kuva 115.



Kuva 116.

Sähkökäyttöinen betonin läpäisykalusto

Hydraulinen kalusto on varmennettu sähkökäyttöisellä kalustolla. Sähkökäyttöistä kalustoa käytetään, kun ”Hyconeita” ei voida käyttää, joko rikkoutumisen, selvitysmatkan tai läpäisykohteen takia. Sähkökäyttöistä läpäisykalustoa käytetään myös betonin puhtaassa läpäisyssä, koska hydrauliset työkalut ovat liian voimakkaita siihen. Sähkökäyttöisinä löytyvät iso piikkausvasara sekä useat kombivasarat.

Kuva 117.

Polttomoottorityökalut

Moottorilaikkaleikkuria pystytään käyttämään hyvin tuulettuvissa tiloissa ja sen laikan koko on 350 mm ja katkaisusyvyys on 125 mm.

Teräksen läpäisykalusto

Teräksen läpäisyyn Helsingin kaupungin pelastuslaitos käyttää lähtökohtaisesti magneettiporan ja puukkosahojen kombinaatioita. Sen etuna on, että työskentelyssä ei muodostu kipinöitä, eikä metallisulaa. Magneettipora on käytännössä magneetilla kiinnittyvä ja akulla toimiva pylväsporakone, jonka terällä pystytään nopeasti tuottamaan teräkseen 38 mm leveä ja 50 mm syvä reikä.

Kuva 118.

Puukkosahoja on sähkö- sekä akkukäyttöisiä. Kaikista puukkosahoista löytyy karbiditerät metallin työstämiseen. Metallin sahaamisessa voiteluaineena käytetään leikkuunestettä pidentääkseen terän käyttöikää ja nopeuttaakseen leikkausta.

Plasmaleikkuri toimii vaihtoehtoisena metallin läpäisykalustona. Sen käyttöä tulisi aina välttää, mikäli se aiheuttaa lisävaaraa potilaalle, pelastajille tai ympäristölle. Sitä käytettäessä metallisula voi sytyttää tulipalon, jota varten täytyy varautua sammutuskalustolla. Lisäksi leikkaustoiminta plasmalla tuottaa myrkyllisiä savukaasuja, joihin potilas ei kykene varautumaan. Plasman hyvä puoli on sen leikkausnopeus alle 12 mm paksuisissa metallituotteissa.

Kuva 119.

Kulmahiomakoneet toimivat myös vaihtoehtoisena teräksen läpäisykalustona. Tieliikennepelastamisessa käytettävät hydrauliset leikkurit toimivat hyvin muovi- ja metallirakenteiden työstämiseen myös sortumaonnettomuuksissa.

Kuva 120.

Läpäisyn perustoimintamenetelmät

Betonin puhdas ja likainen läpäisy

Timanttiporauksella tuotetaan reikä katselulaitteelle, jonka halkaisija on 80 mm. Reiästä pystytään myös antamaan potilaalle suojausvälineet, nestettä ja ravintoa. Aukon valmistuksessa on koneen annettava tehdä työtään ja pidettävä porauskulma samana alusta loppuun asti. Kulman muuttuessa poraus takertelee herkästi, kierrosten ollessa vain 600 rpm. Timanttiporaus vaatii siis vakaita käsiä ja malttia.

Kuva 121.

MUISTIKORTTI TIMANTTIPORAUKSESTA

Ryhmänjohtaja:

1. Käske työkaluasema.
2. Roolita porari, avustaja ja konemies.
3. Tiedustele läpäistävä kohta.
4. Mieti vaihtoehtoinen tapa.
5. Määritä suojaustaso.
6. Vahdi työturvallisuutta tarpeeksi etäältä.

Porari:

1. Selvitä timanttipora Hyconille.
2. Tue terä omaa jalkaterää vasten.
3. Aloita poraus pienessä kulmassa (terän alaneljännes).
4. Suorista timanttipora sentin porauksen jälkeen.
5. Anna pieni paine poralle, mutta anna poran tehdä kuitenkin varsinainen työ.
6. Pidä poraa suorassa koko porauksen aikana.
7. Älä anna koneen ”hakata” poratessa, koska terä vaurioituu.
8. Jos terä ”jumiutuu” vedä poraa hieman ulos ja anna poran kerätä kierrokset ennen kuin aloitat porauksen uudelleen.

Avustaja:

1. Varmista veden tulo timanttiporalle ennen porausta.
2. Avusta tarvittaessa aloituksessa.
3. Tarkkaile porauksen suoruutta.

Konemies:

1. Selvitä voimavirta Hyconille.
2. Toimi Hyconin konemiehenä.

Vaiheet:

1. TYÖKALUASEMA
2. ROOLITUS
3. TIEDUSTELU
4. MERKKAUS
5. HYCON SELVITYS
6. VESISYÖTTÖ
7. PORAUKSEN ALOITUS
8. SUORISTUS
9. PORAUS
10. TIEDUSTELU

Hycon-selvitys:

1. Tarkista öljymäärä
2. Liitä voimavirta
3. Liitä työkalu
4. Valitse virtaus
5. Käynnistä käyttöyksikkö
6. Avaa virtausventtiili.

1.
HYCON
HPP18E
KATSELUKAMERA

6./7.

8./9.

5.
START
STOP
HYCON
PEL HKI
HANSA-MACHINES

7.

10.
SEARCHCAM 3000

Kuva 122.

MUISTIKORTTI

BETONIN LIKAISESTA LÄPÄISYSTÄ

Ryhmänjohtaja:

1. Käske työkaluasema.
2. Roolita läpäisytyönjohtaja, laiturit, meisselimies, liipaisinmies ja konemies.
3. Tiedustele läpäistävä kohta.
4. Mieti vaihtoehtoinen tapa.
5. Määritä suojaustaso.
6. Vahdi työturvallisuutta tarpeeksi etäältä.

Läpäisytyönjohtaja:

1. Määritä läpäisykone ja -tapa.
2. Varaudu vaihtoehtoiseen menetelmään.
3. Rytmitä läpäisytyötä ja henkilörotaatiota.
4. Huolehdin potilaan turvallisuudesta.

Laiturit:

1. Kannattele työkonetta rungosta.
2. Tarkkaile meisselimiehen käsien liikettä.
3. Muista ergonomia.

Meisselimies:

1. Ohjaa piikkausterällä piikkauksen suuntaa ja kulmaa.
2. Sweet spot 3 – 5 cm reunasta pienessä kulmassa.
3. Jos terä jumiutuu, niin vaihda uusi terä.

Liipaisinmies:

1. Pidä liipaisin pohjassa ja anna paine iskuvasaralla.
2. Seuraa meisselimiehen ohjausta

Konemies:

1. Toimi Hyconin konemiehenä ja avustajana ryhmälle.

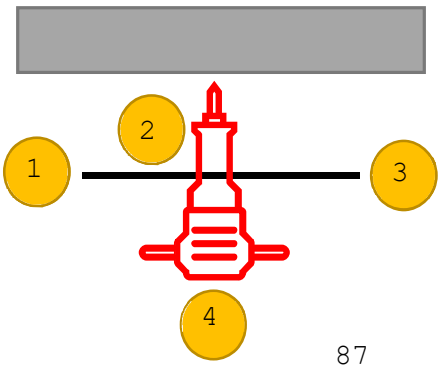
Vaiheet:

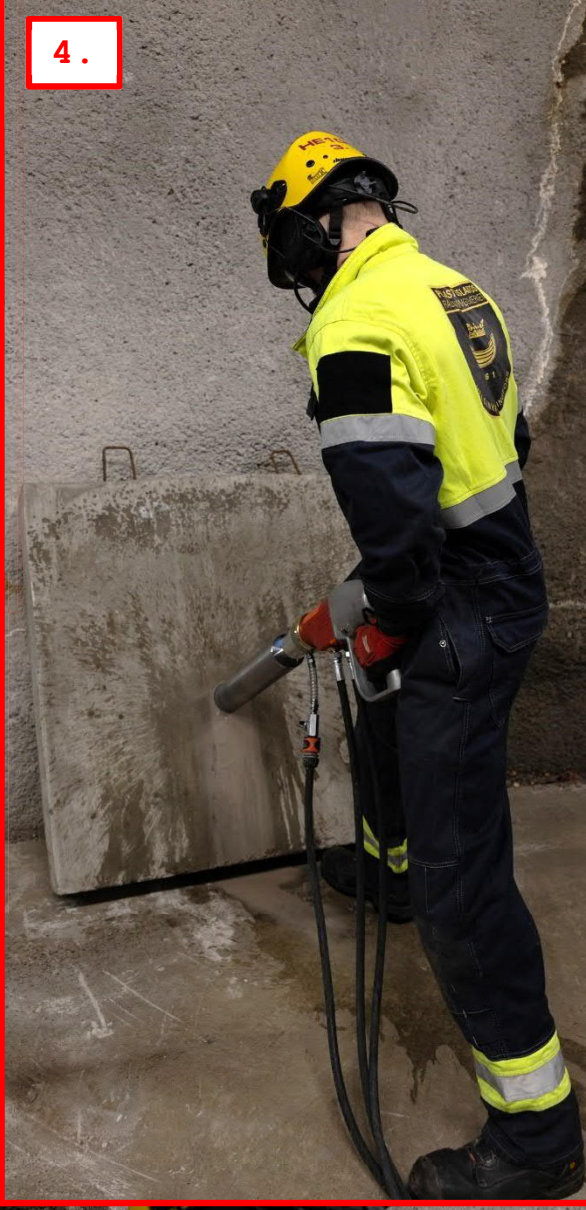
1. TYÖKALUASEMA
2. ROOLITUS
3. HYCON-SELVITYS
4. TIEDUSTELU
5. POTILAAN SUOJAUS
6. KIERTOJÄRJESTYS
7. LÄPÄISTYÖ
8. POTILAAN KUNNON TARKASTUS VÄHINTÄÄN 30 MIN VÄLEIN
9. RAUTOJEN KATKAISU

1. Vasen laituri
2. Meisselimies
3. Oikea laituri
4. Liipaisinmies

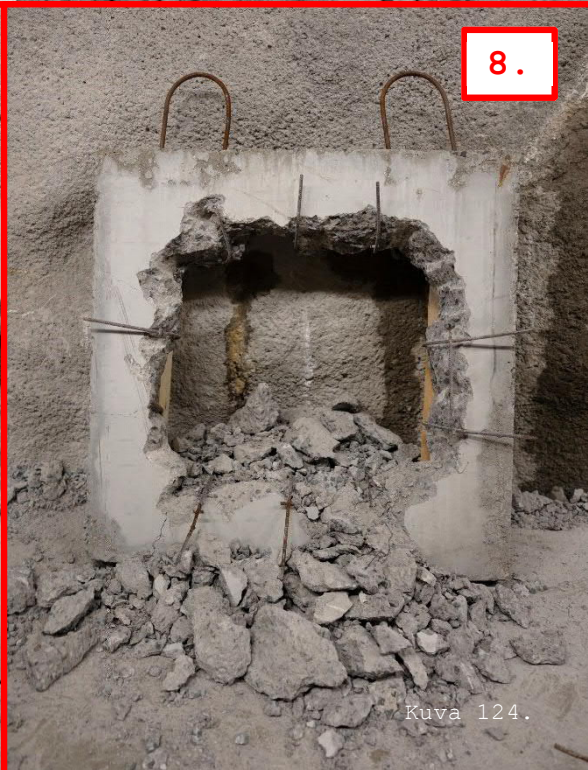
Kiertojärjestys

1->2->3->4->1…





Kuva 123.



Kuva 124.

MUISTIKORTTI TIKKAUS-PIIKAUS LÄPÄISYSTÄ

Ryhmänjohtaja:

1. Käske työkaluasema.
2. Roolita läpäisytyönjohtaja, porarit, piikkari, konemies.
3. Tiedustele läpäistävä kohta.
4. Mieti vaihtoehtoinen tapa.
5. Määritä suojaustaso.
6. Vahdi työturvallisuutta tarpeeksi etäältä.

Läpäisytyönjohtaja:

1. Määritä ja piirrä kolmio.
2. Määritä läpäisykoneet ja -tapa.
3. Varaudu vaihtoehtoiseen menetelmään.
4. Rytmitä läpäisytyötä ja henkilörotaatiota.
5. Huolehdin potilaan turvallisuudesta.

Porarit:

1. Poraa 25 mm välein reikiä kolmion reunaa pitkin.
2. Aloitetaan 2 porarilla kunnes. puolet rei'istä tehty -> 1 porari vaihtaa piikkausterän.
3. Lopuksi kaikki piikkaa.

Piikkari:

1. Aloita piikkaus, kun saat työskentelytilaa.
2. Lähde piikkaamaan kanjonimaisesti reikien reunoilta.
3. Jos terä jumiutuu, vaihda terä ja jatka piikkausta.

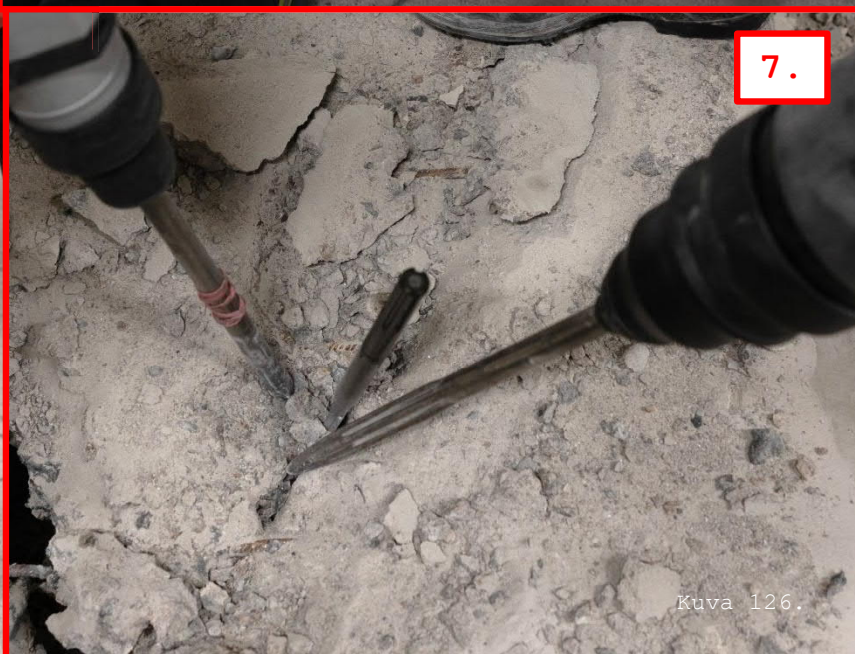
Konemies:

1. Selvitä virta koneille.
2. Avusta ja kasaa kolmijalka.

Vaiheet:

1. TYÖKALUASEMA
2. ROOLITUS
3. HYCON-SELVITYS
4. TIEDUSTELU
5. POTILAAN SUOJAUS
6. KOLMIO
7. LÄPÄISTYÖ
8. POTILAAN KUNNON TARKASTUS VÄHINTÄÄN 30 MIN VÄLEIN
9. RAUTOJEN KATKAISU
10. KOLMION ANKKUROINTI/ KATKAISU/IRROITUS
11. AUKON VIIMEISTELY

Kuva 125.



Kuva 126.

Kuva 126.

Kuva 127.

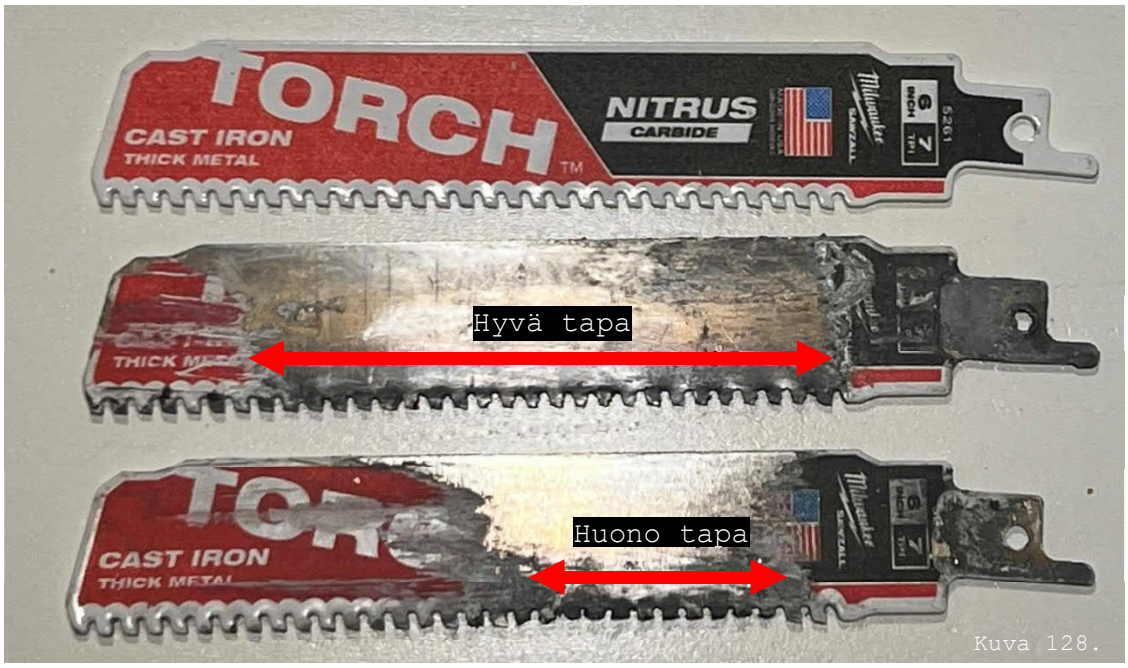
Betonirautojen katkaiseminen

Likaisessa läpäisyssä nopein tapa on rautojen katkaiseminen aukon keskeltä, jonka jälkeen niiden taivuttaminen ulospäin läpäistävän kappaleen kyljen suuntaisesti.

Tikkaus-piikkaus läpäisyssä rautojen katkaiseminen voidaan aloittaa ennen kappaleen ankkurointia, kunhan muistetaan jättää jokaiseen nurkkaan ”pitoraudat”. Tämän jälkeen ankkuroidaan kolmio ja aloitetaan pitorautojen katkaisu aukon alimmasta kohdasta edeten ylöspäin. Näin vältytään katkaisutyökalun kiilautuminen. Raudat tulee tällöin katkaista mahdollisimman juuresta. Katkaistaessa on huomioitava, että leikattava pinta on täysin puhdas betonista. Kulkuaukosta nousevat terävät raudat voi suojata esimerkiksi viltillä tai hakata moskalla tylpiksi.

Rautojen katkaiseminen eri työkaluilla:

Puukkosahaa käyttäessä on syytä leikata ainoastaan puhdasta raudoitusta, koska betoni kuluttaa nopeasti terää. Lisäksi jännityksessä olevat raudat voivat jumiuttaa terän. Puukkosahaa käyttäessä on syytä hyödyntää koko terän mittaa, eikä vain tiettyä kohtaa. Puukkosahalla saadaan paksutkin raudoitukset nopeasti poikki ja terä ei vaadi paljon tilaa.



Kuva 128.

Voimapihdit ovat nopein tapa alle 10 mm raudoituksessa, mutta niiden käyttäminen vaatii paljon tilaa. Pihdin leikkuupää ei mahdollista leikkaamista aivan raudan juuresta sekä pihdin vivut vaativat ison liikkumatilan. Voimapihdin terät on saatava kohtisuoraan rautaan nähden, koska terät eivät kestä vinottaista leikkausta.

Kuva 129.

Murtorepun leikkauspäät toimivat kuin voimapihdit, mutta niiden käyttäminen ei vaadi paljon tilaa. Leikkausvoimaa ei tuoteta vivuilla vaan hydrauliikalla. Leikkauspäällä on kuitenkin samat rajoitteet kuin voimapihdin päällä. Repun leikkauspäistä löytyy giljotiini- ja voimapihtipää.

Kuva 130.

Hydraulileikkurit vaativat huomattavasti suuremman leikkaustilan kuin voimapihdit tai murtoreppu. Kuitenkin niiden etuna on leikkuuvoima, jolloin voidaan katkaista järeämpää raudoitusta.

Yllä olevat leikkaustavat eivät aiheuta kipinöintiä. Kulmahiomakoneella toteutettu rautojen katkaisu aiheuttaa kipinöitä, jonka seurauksena on syttymisen mahdollisuus. Lisäksi terä ei kestä betonia ja rautojen jännityksiä. Näiden seikkojen takia kulmahiomakoneen käyttöä rautojen katkaisuun on syytä välttää.

MUISTIKORTTI TERÄKSEN LÄPÄISYSTÄ

Ryhmänjohtaja:

1. Käske työkaluasema.
2. Roolita porari, puukkosahamiehet ja avustaja.
3. Tiedustele läpäistävä kohta.
4. Mieti vaihtoehtoinen tapa.
5. Määritä suojaustaso.
6. Vahdi työturvallisuutta tarpeeksi etäältä.

Läpäisytyönjohtaja:

1. Määritä tiedustelureiän paikka.
2. Määritä aukon malli.
3. Varaudu vaihtoehtoiseen menetelmään.
4. Rytmitä läpäisytyötä ja henkilörotaatiota.
5. Huolehdin potilaan turvallisuudesta.

Porari:

1. Poraa aluksi kolme reikää katselukameralle.
2. Poraa kolmion kulmiin reiät.
3. Poraa kolmion sivuille apureikiä.

Puukkosahamiehet:

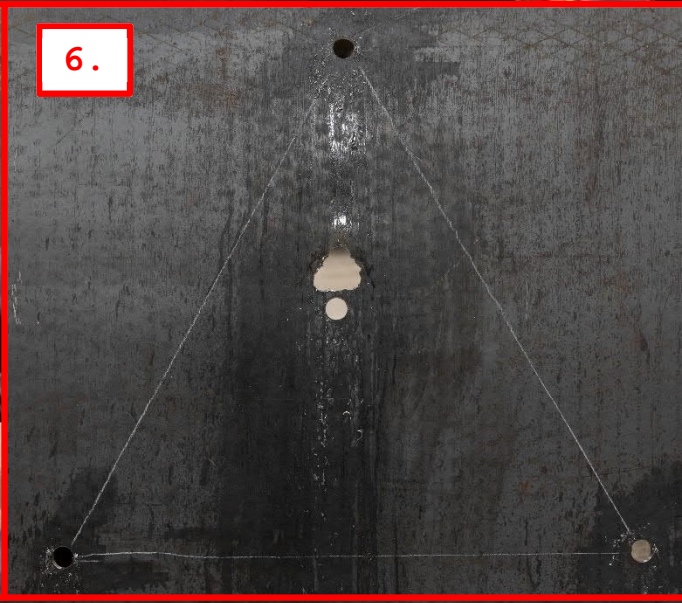
1. Yhdistä katselukameralle varten tehdyt reiät sahaamalla.
2. Aloita kolmion sahaaminen, heti kun on tilaa.
3. Yhdistä reiät toisiinsa.
4. Muista käyttää koko terän pituutta.
5. Jätä pitopalat kolmion kulmiin, jos kolmiota ei ole ankkuroitu.
6. Viimeistely tulee aloittaa alhaalta, jottei terä jää jumiin.

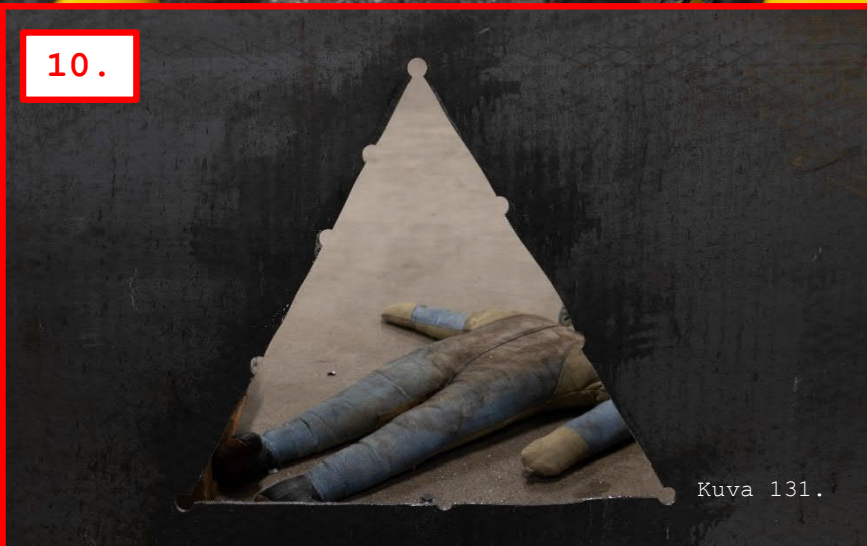
Avustaja:

1. Levitä leikkuunestettä pumppupullolla porarille ja puukkosahamiehille.

Vaiheet:

1. TYÖKALUASEMA
2. ROOLITUS
3. TIEDUSTELU
4. POTILAAN SUOJAUS
5. KOLMIO
6. PORAUS
7. SAHAUS
8. POTILAAN KUNNON TARKASTUS VÄHINTÄÄN 30 MIN VÄLEIN
9. KOLMION ANKKUROINTI/ SAHAUS/IRROITUS
10. AUKON VIIMEISTELY





Kuva 131.

Läpäisyajat

TERÄSBETONI	150 mm	250-300 mm
Timanttiporaus	10 min	20 min
Likainen vaaka	30 min	45-60 min
Alhaalta ylös kiikulla	45 min	60-75 min
Tikkaus-piikkaus ryhmässä	60-90 min	120 min
Tikkaus-piikkaus itsekseen	120 min	180 min
Timanttiketjusahaus	120 min	180 min
TERÄSLEVY	**10 mm**	**20 mm**
Magneettipora + puukkosaha	30 min	60 min

Puhtaan läpäisyn kappaleen painoja

TERÄSBETONI	150 mm	200 mm	250 mm	300 mm
Neliö 80 x 80 cm	230 kg	310 kg	385 kg	460 kg
Kolmio 80 cm sivut	100 kg	135 kg	170 kg	200 kg
TERÄSLEVY	**10 mm**		**20 mm**	
Neliö 80 x 80 cm	50 kg		100 kg	
Kolmio 80 cm sivut	20 kg		40 kg	

RHE105 Rauniopelastuskalusto:

Etsintäkalusto:

Katselukamera: Savox Searchcam 3000

Endoskooppi: Milwaukee akkuendoskooppi

UAS: DJI Mavic 2 Enterprise Thermal

Lämpökamera: Scott Safety X380

Tuentakalusto:

Paratech Longshore Tuentatankosarja:

- 3 kpl 183-295 cm tuentatanko
- 3 kpl 122 cm jatkopala
- 2 kpl 61 cm jatkopala
- 2 kpl 30,5 cm jatkopala
- 1 kpl kolmijalka setti
- 1 kpl A-puomi setti
- 4 kpl 4”x4” pää
- 2 kpl kourupää
- 4 kpl ketjupää
- 2 kpl tasapää
- 2 kpl nivelletty tasapää
- 3 kpl aluslevyt
- 1 kpl kiristystyökalu.

Paratech Hydrafusion nostotankosarja:

- 2 kpl 64-89 cm 10 tonnin nostotanko
- 6 kpl Paratech tankosarjan adapteripala
- 2 kpl Hydrafusion hydraulipumppu
- 1 kpl 9 m nostoketju.

RHE105 Paratech Tuentatankosarja

Puukalusto:

- 2 kpl 15mm Havuvaneri
- 5 kpl nelosnelonen
- 10 kpl kakkosnelosta
- 10 kpl raakalauta.

Resqtec Cribbingblock setti:

- 18 kpl CB600 tukipala
- 4 kpl CB80 tukipala
- 4 kpl CB40 tukipala
- 4 kpl pelastusporras satulalla
- 6 kpl iso kiilapala
- 8 kpl pieni kiilapala.

Nosto- ja siirtokalusto:

Hydraulitunkit:

- 2 kpl Holmatro TJ3610, 10–12 tonnin varvastunkki 25 cm nostokorkeudella
- 2 kpl Holmatro HAC 50 S 15, 50 tonnin tunkki 15 cm nostokorkeudella
- 4 kpl Holmatro hydrauliletku
- 2 kpl Holmatro PA 9 H 2 käsipumppu
- 2 kpl Holmatro PA 18 H 2 käsipumppu.

Nostotyynyt:

- 2 kpl Paratech Multiforce, 28 tonnin hybridityyny 66 cm nostokorkeudella
- 2 kpl Paratech Maxiforce, 12 tonnin korkeapainetyyny 21 cm nostokorkeudella
- 1 kpl Paratech Maxiforce, 17 tonnin korkeapainetyyny 23 cm nostokorkeudella
- 2 kpl Paratech Maxiforce, 23 tonnin korkeapainetyyny 27 cm nostokorkeudella
- Paratech käyttöyksikkösetti letkuineen
- 2 kpl Lysenkilen kiilatyyny, 10 tonnin matalapainetyyny 120 cm nostokorkeudella
- 2 kpl Lysenkilen käyttöyksikkö
- 2 kpl Lysenkilen letku.

Mekaaninen nostokalusto:

- 2 kpl RH-Pusher rescue, yhden tonnin nostokyky 150 cm nostokorkeudella.

RHE105 Nostokalustoa

Yksinkertaiset koneet:

- 2 kpl pitkä palkokanki.

SAN murtoreppu:

- 6,2 tonnin oven murtaja(varvastunkki)
- 6,2 tonnin kiilalevitin.

Siirtokalusto:

- 1 kpl Habegger HIT 16, 1600 kg lompakkotalja
- 1 kpl YaleLift 360, 1000 kg käsiketjutalja
- 1 kpl YaleLift, 500 kg ketjuviputalja
- 1 kpl Warn hydraulic, 6,4 tonnin ajoneuvovinssi 30 m köydellä.

Nostoapuvälineet:

- Nostovyöt: 2 kpl 500 kg, 5 kpl 2 ja 2 kpl 3 tonnin työkuormalla.
- Päällysteraksit: 2 kpl 5 tonnin työkuormalla.
- Ketjut: 4 kpl 2,5 ja 1 kpl 4 tonnin työkuormalla.
- Sakkelit: 6 kpl 6,5 tonnin työkuormalla.
- Blokit: 3 kpl 13 tonnin työkuormalla.
- Koukut: 4 kpl 2,5 tonnin työkuormalla.
- Jatkovaijeri: 20 m pitkä 10 tonnin työkuormalla.

Vetoliinat:

- 20 metriä pitkä 4,5 tonnin työkuormalla
- 9 metriä pitkä 8 tonnin työkuormalla.

Ankkurointikalusto:

- Ankkurointisalkku: Hissinostinankkurit, takakartioankkurit, kiila-ankkurit, Milwaukee SDS plus akkukombivasara, asennusvälineet
- 6 kpl Maanaula 55 cm.

Läpäisykalusto:

Milwaukee valovirta SDS MAX kombivasara

Milwaukee valovirta HEX K2000 piikkausvasara

SAN murtoreppu:

- 15.5 tonnin giljotiinileikkuri
- 23 tonnin voimapihtipää.

Sahauskalusto:

- 2 kpl Husqvarna 560xp Moottorisaha
- 1 kpl Husqvarna 540ixp Akkuketjusaha
- 1 kpl Husqvarna 770 Laikkaleikkuri.

Teräksen läpäisy:

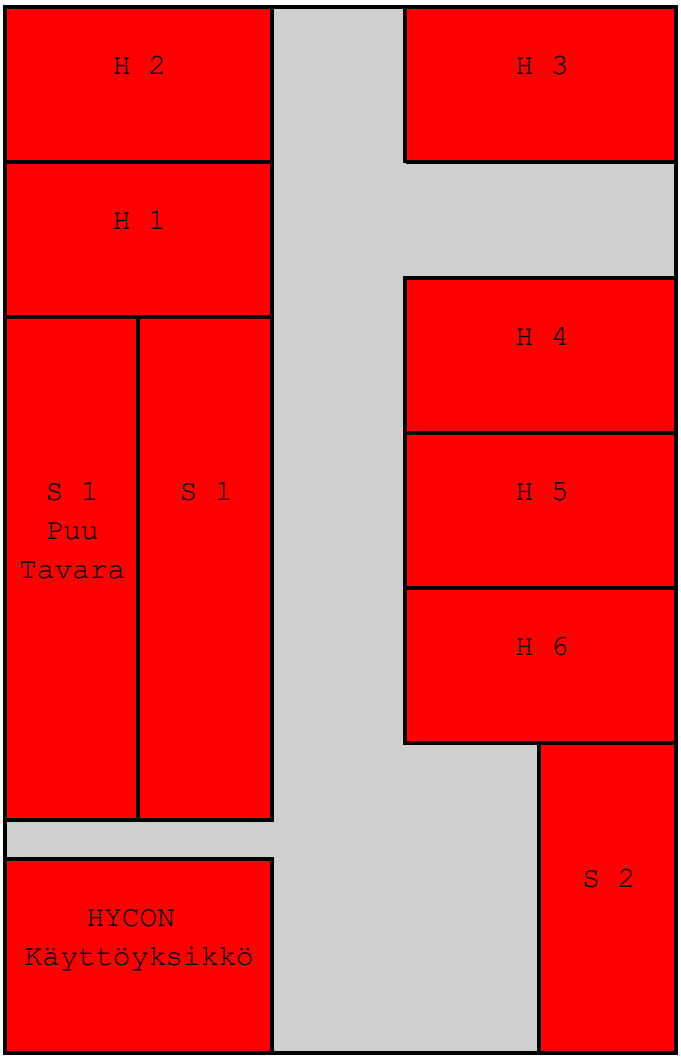
- 1 kpl Milwaukee akkumagneettipora
- 2 kpl Milwaukee akkupuukkosaha
- leikkausnesteet.

Kulmahiomakoneet

- 1 kpl Milwaukee valovirta kulmahiomakone 230 mm
- 1 kpl Milwaukee akkukulmahiomakone 125 mm.

Lisäksi löytyy käsityökaluja akkurunkonaulaimesta ruuvimeisseliin!

Kalustoluettelo RHE60K15



S 1

Sijainti	Tavara	Määrä
Kontin ovi	Voimapihdit	3 kpl
Alhaalla vasemmalla	Hycon Käyttöyksikkö	1 kpl
Seinän takimmainen	Vanerilevy	4 kpl
Seinän yläpuolella	4"x4" puutavara	8 kpl
Seinän takana ylhäältä alas	Laudat	20 kpl
	2"x4" puutavara	12 kpl
	2"x5" puutavara	8 kpl
	2"x6" puutavara	8 kpl
	Ristetuenta	
Seinä vasemmalta ylhäältä	Timanttipora	1 kpl
	Pieni piikkauskone	1 kpl
	Hycon adapteri	1 kpl
	Laikka	1 kpl
	Timanttiketjusaha	1 kpl
	Hyconin tarvikelaatikko	
	Voimavirtakela	1 kpl
Seinä keskellä alhaalla	Iso Piikkauskone	1 kpl
	Pienen rouhimen terät	3 + 2 kpl
	Ison rouhimen terät	2 + 1 kpl
	Timanttiporanterät	2 kpl
	Paratech tukitanko	1 kpl
	Kolmijalka	1 kpl
	Hycon 32A kaapelit	2 kpl
	Kirves	1 kpl
	Tavarapaarit	1 kpl
	Hycon letkut	3 kpl

H 1

Sijainti	Tavara	Määrä
Hyllyn vasemmalla	Pistolapio	3 kpl
	Minipistolapio	4 kpl
	Kuuppalapio	2 kpl
	Purkurauta	4 kpl
	Murtorauta	4 kpl
	Moska	2 kpl
	Leka	2 kpl
Ylähylly/Vasen	Työhaalarit XXL ja XL	4 kpl
Ylähylly/Oikea	Työhaalarit L ja M	5 kpl
Ylempi keskihylly/Vasen	Käsiketjutaljat	1 + 1 kpl
Ylempi keskihylly/Oikea/Taka	Sakkelit iso 12t	6 kpl
Ylempi keskihylly/Oikea/Etu	Sakkelit pienet	8 kpl
Alempi keskihylly/Vasen	Ketjuviputalja 1600kg	2 kpl
Alempi keskihylly/Oikea	Ketjuviputalja 3200kg	2 kpl
Alahylly/Vasen	**Kombivasara**	
	Poranterä 20mm	2 kpl
	Poranterä 24mm	1 kpl
	Poranterä 25mm	1 kpl
	Poranterä 32mm	2 kpl
	Piikkausterä piikki	1 kpl
	Piikkausterä taltta	4 kpl
	Vaseliini	1 kpl
	Kombivasara	
	Poranterä 20mm	2 kpl
	Poranterä 24mm	1 kpl
	Poranterä 25mm	1 kpl
	Poranterä 32mm	2 kpl
	Piikkausterä piikki	1 kpl
	Piikkausterä taltta	4 kpl
	Vaseliini	1 kpl
Alahylly/Oikea/ylhäältä	Vaijeri Tirfor	2 kpl
	Vaijeri Japan	3 kpl

H 2

Sijainti	Tavara	Määrä
Hyllyjen välissä	Rautakanki	1 kpl
	Palokanki	1 kpl
	Lastan varsi	1 kpl
Ylähylly/Vasen	Aksiaalipuhallin	1 kpl
Ylähylly/Oikea	Puhaltimen sukka	2 kpl
Ylempi keskihylly/Vasen	**Sähkötarvikkeet**	
	Työmaakeskus	1 kpl
	Jatkojohto	2 kpl
Ylempi keskihylly/Oikea	**Työvalot**	
	Jatkettava työvalo	7 kpl
Keskihylly/Vasen	**2t Nostovyö**	
	2m nostovyö	2 kpl
	5m nostovyö	2 kpl
	6m nostovyö	2 kpl
Keskihylly/Oikea	Palonaru	6 kpl
Alempi keskihylly/Vasen	**3t ja 4t nostovyöt**	
	3t nostovyö 5m	1 kpl
	3t nostovyö 6m	1 kpl
	3t nostovyö 8m	1 kpl
	4t nostovyö 5m	1 kpl
Alempi keskihylly/Oikea	**Ankkurointi laatikko**	1 kpl
	Kiila-ankkuri	1/2 ltk
	Takakartioankkuri	1/2 ltk
	Sulkurengas	2 kpl
	Ankkurointilevy	3 kpl
	Korvakkeet	10 kpl
	12 mm sds max terä	3 kpl
	Pysäytysterä	1 kpl
	Lyöntityökalu	1 kpl
	Maa-ankkuri kiila	6 kpl
	Maa-ankkurilevy	2 kpl
Alahylly	Tirfor lompakkotalja 3,2 t	2 kpl
	Japan lompakkotalja 1,6 t	3 kpl
Hyllyn oikealla	Lompakkotaljojen varret	5 kpl

H 3

Sijainti	Tavara	Määrä
Ylähylly/Taka	Holmatro leikkuri	1 kpl
Ylähylly/Keskellä	Holmatro iso tankolevitin	1 kpl
Ylähylly/Etu	Holmatro levitin	1 kpl
Ylähylly/Vasen sivu	Holmatro mini tankolevitin	1 kpl
Ylähylly/Alapuoli	Holmatro letkut	2 kpl
Lattiataso/Vasen	Ketjusarja	1 kpl
Lattiataso/Vasen	Holmatro tankolevitin	1 kpl
Alahylly/Vasen	Holmatro kiilalevitin	1 kpl
Alahylly/Keski	Työkalupakki	1 kpl
Alahylly/Oikea	Holmatro käyttöyksikkö	1 kpl

H 4

Sijainti	Tavara	Määrä
Ylähylly/Vasen	**WASP**	1 kpl
	Metallilevy	1 kpl
	Huomionauha	1 kpl
	Turvanaru	1 kpl
	WASP-laite	1 kpl
	Kulmatuki	1 kpl
	Puristintuki	1 kpl
	Imukuppi	1 kpl
	Vara paristot	4 kpl
Ylähylly/Oikea	Hitsausmaski	1 kpl
Ylempi keskihylly	Tyhjä salkku	1 kpl
Keskihylly	Haalausköydet	
Alempi keskihylly	**Suojainsalkku**	1 kpl
	Kasvomaski	1 pkt
	Suodattimet	4 kpl
	Suojalasit	1 pss
	Kuppisuojaimet	4 kpl
	Korvatulpat	1 rss
	Suodatinmaski	3 kpl
Alahylly	**Hengityksen helpoitin**	1 kpl
	Yksikkö	4 kpl
	Maskit	4 kpl
	Suodattimet	8 kpl
	Laturi	4 kpl
Hyllyn alla	Pelastusportaat	6 kpl

H 5

Sijainti	Tavara	Määrä
Ylähylly	**Korkeapainetyyny**	
	Ohjausyksikkö	1 kpl
	Paineenalennin	1 kpl
	Sulkuletkut	2 kpl
	Letkut	2 kpl
	T-liitin	1 kpl
	Jatkoliitin	1 kpl
Ylempi keskihylly	**Korkeapainetyyny**	
	Tyyny 37,5 x 37,5cm	2 kpl
	Tyyny 36 x 65,5cm	2 kpl
Keskihylly	**Miljoonalaatikko**	
	Fläppitaulu	1 kpl
	Tussit	4 kpl
	Holmatro öljy	1 prk
	Paperi rulla	2 kpl
	Palokuntanauha	1 rulla
	Puhdistusspray	1 kpl
	Voiteluöljy	1 kpl
	Multispray	1 kpl
	Mittanauha	1 kpl
Alempi keskihylly	**Plasmaleikkuri**	
	Käyttöyksikkö	1 kpl
	Letku	1 kpl
	Lasit	2 kpl
	Maakaapeli	1 kpl
	Paineensäädin	1 kpl
	Erillinen rasia	1 kpl
Alapuolella	Pelastuspalat	6 kpl
Alapuolella	**Mustat kiilat**	
	Isot kiilat	10 kpl
	Pienet kiilat	10 kpl
Hyllyn alla	Pullotunkit 12t	5 kpl
	Varret	5 kpl

H 6

Sijainti	Tavara	Määrä
Ylähylly	Tyhjä laatikko	1 kpl
Ylempi keskihylly	Kuormaliinat	7 kpl
Keskihylly	**Tankosarjan päät 2**	
	Kruunupää	6 kpl
	Koolinkipää	4 kpl
	Adapteri	4 kpl
	Pikkukulma	2 kpl
	Isokulma	2 kpl
Alempi keskihylly	**Tankosarjan päät 1**	
	Tasanivel	6 kpl
	Kulmanivel	6 kpl
	Tasapää	4 kpl
Alapuolella	Tankosarjan aluslevyt	8 kpl
Hyllyn alla/Vasen	**Kynsitunkkien osat**	
	Kynnet	2 kpl
	Hatut	2 kpl
Hyllyn alla/Oikea	**Pullotunkit**	
	Pullotunkki 12t	2 kpl
	Varret	2 kpl
Hyllyn edessä/Maassa	Metalliset aluslevyt	2 kpl
Hyllyn sivussa/Oikealla	**Telaputket**	
	Pitkä	5 kpl
	Lyhyt	6 kpl

S 2

Sijainti	Tavara	Määrä
Seinä vasemmalla/Ylä	Tuentatankosarjan pumput	4 kpl
Seinä vasemmalla/Ala/Vasen	Kynsitunkit 10t	2 kpl
	Kynnet	2 kpl
Seinä vasemmalla/Ala/Oikea	Kynsitunkit 15t	2 kpl
Seinä oikealla	**Holmatron Tuentatankosarja**	
	Nostotanko	4 kpl
	Jatkopala 100cm	6 kpl
	Jatkopala 50cm	6 kpl
	Jatkopala 25cm	4 kpl
	Jatkopala 12,5cm	4 kpl
	Jatkopala 25-37,5cm	2 kpl

Kuvat:

Ossi Pietiläinen/HelPel:

Kansi kuva

Kuva 5.

Kuva 14. (kuvasarja)(muokattu)

Kuva 15. (kuvasarja)(muokattu)

Kuva 16. (kuvasarja)(muokattu)

Kuva 17. (kuvasarja)(muokattu)

Kuva 18. (kuvasarja)(muokattu)

Kuva 20. (kuvasarja)(muokattu)

Kuva 21. (kuvasarja)(muokattu)

Kuva 26. (kuvasarja)(muokattu)

Kuva 46.

Kuva 61.

Kuva 75.

Kuva 76.

Kuva 77. (kuvasarja)(muokattu)

Kuva 78. (kuvasarja)(muokattu)

Kuva 79. (kuvasarja)(muokattu)

Kuva 81. (kuvasarja)(muokattu)

Kuva 82. (kuvasarja)(muokattu)

Kuva 83. (kuvasarja)(muokattu)

Kuva 84. (kuvasarja)(muokattu)

Kuva 94.

Kuva 107.

Kuva 108.

Kuva 111.

Kuva 112.

Kuva 117.

Kuva 118.

Kuva 121.

Kuva 122. (kuvasarja)(muokattu)

Kuva 123. (kuvasarja)(muokattu)

Kuva 124. (kuvasarja)(muokattu)

Kuva 125. (kuvasarja)(muokattu)

Kuva 126. (kuvasarja)(muokattu)

Kuva 127. (kuvasarja)(muokattu)

Kuva 129. (muokattu)

Kuva 131. (kuvasarja)(muokattu)

EBa/HelPel:

Kuva 10.

Kuva 24.

Kuva 25.

Kuva 27.

Kuva 28.

Kuva 32.

Kuva 33.

Kuva 34.

Kuva 35.

Kuva 37.

Kuva 38.

Kuva 39.

Kuva 41.

Kuva 42.

Kuva 47.

Kuva 49.

Kuva 55.

Kuva 64.

Kuva 65.

Kuva 70.

Kuva 74.

Kuva 80.

Kuva 110.

Kuva 113.

Kuva 116.

Kuva 128.

Kuva 130.

WEB:

Kuva 1. Firehouse.com/Michael Donahue (muokattu)

Kuva 2. FEMA: Field Guide for Building Stabilization and Shoring Techniques (muokattu)

Kuva 3. Paratech.com (muokattu)

Kuva 4. Elementtisuunnitelu.fi (muokattu)

Kuva 6. Veljekset Kulmala

Kuva 7. Paratech.com

Kuva 8. Paratech.com

Kuva 9. FRT

Kuva 11. UVSAR/USAR operations (muokattu)

Kuva 12. FEMA:Field Guide for Building Stabilization and Shoring Techniques (muokattu)

Kuva 13. FEMA:Field Guide for Building Stabilization and Shoring Techniques (muokattu)

Kuva 19. Nordpel.com

Kuva 22. FEMA National US&R Response System Structual Collapse Technician (muokattu)

Kuva 23. FEMA National US&R Response System Structual Collapse Technician (muokattu)

Kuva 29. Rautaanetista.fi

Kuva 30. Betonitieto.fi

Kuva 31. Polkky.com

Kuva 36. Lift-it.com

Kuva 40. OSHA Technical Manual (muokattu)

Kuva 43. Wikipedia/Tomia (muokattu)

Kuva 44. Wikipedia/Tomia (muokattu)

Kuva 45. Wikipedia/Tomia (muokattu)

Kuva 48. Paratech.com (muokattu)

Kuva 50. Lysekilen.se

Kuva 51. Paratech.com

Kuva 52. Pompiercenter.com

Kuva 53. Paratech.com

Kuva 54. Holmatro.com (muokattu)

Kuva 56. IKH.com

Kuva 57. Dafo.se

Kuva 58. Griphoist manual (muokattu)

Kuva 59. Machinetool.fi (muokattu)

Kuva 60. Etra.fi (muokattu)

Kuva 62. Hoffmann-group.fi (muokattu)

Kuva 63. Hilti.fi (muokattu)

Kuva 66. Haklift.com (muokattu)

Kuva 67. Haklift.com (muokattu)

Kuva 68. Cros4wd.fi

Kuva 71. Haklift.com (muokattu)

Kuva 72. IKH.fi

Kuva 73. Heavy-rescue.de

Kuva 85. Liebherr LTM1090-4.1 technical data

Kuva 86. Nostoapuvälineet, työsuojeluhallinto

Kuva 87. Nostoapuvälineet, työsuojeluhallinto

Kuva 88. ramirent.fi

Kuva 89. ramirent.fi

Kuva 90. Nostoapuvälineet, työsuojeluhallinto

Kuva 91. Nostoapuvälineet, työsuojeluhallinto

Kuva 92. Nostoapuvälineet, työsuojeluhallinto

Kuva 93. Nostoapuvälineet, työsuojeluhallinto

Kuva 95. Teemu Korhonen/S1-luokanväestönsuojat (muokattu)

Kuva 96. Paroc.fi

Kuva 97. Lujabetoni.fi

Kuva 98. Iiro Heikkilä/Kuorilaattojen käyttö pysäköintilaitoksen välipohjana

Kuva 99. Elementtisuunnitelu.fi

Kuva 100. Elementtisuunnitelu.fi

Kuva 101. Betoni 2. 2021/Jukka Haavisto, Heikki Alho ja Mika Vuorela

Kuva 102. Yle.fi

Kuva 103. BE-Group, Teräsrakentajan käsikirja (muokattu)

Kuva 104. BE-Group, Teräsrakentajan käsikirja

Kuva 105. BE-Group, Teräsrakentajan käsikirja

Kuva 106. BE-Group, Teräsrakentajan käsikirja

Kuva 114. Gles.fi

Kuva 115. Hycon.dk

Kuva 119. Rautajatti.fi

Kuva 120. Holmatro.com