



KUULA-ANKKUREIDEN SOVELTUVUUS BETO- NISISSA VÄLISEINÄELEMENTEISSÄ

Mika-Matti Hanka

Opinnäytetyö
Maaliskuu 2015
Rakennustekniikan ko.
Infrarakentaminen

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Infrarakentaminen

MIKA-MATTI HANKA:

Kuula-ankkureiden soveltuvuus betonisissa väliseinäelementeissä

Opinnäytetyö 50 sivua, joista liitteitä 1 sivu
Maaliskuu 2015

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää voiko kuula-ankkurimallisia nostoeliimiä käyttää betonisissa väliseinissä kustannustehokkaasti perinteisiin pyörönostolenkeihin verrattuna. Tarve tälle työlle tuli Parma Oy:n hankintapäällikön kautta, jonka mukaan kuula-ankkurit ovat huomattavasti edullisempia kuin nostolenkit.

Työssä tutkitaan kahden kuula-ankkurimallin vaikutusta betoniväliseinien suunnitteluun ja elementtitehtaalla tehtäviin työtappoihin. Tutkimuksissa on käytetty hyödyksi kuula-ankkurivalmistaja Halfenin ohjeita, Betoniteollisuus ry:n Betonielementtien nostolenkit ja -ankkurit 2010 -ohjetta ja Parma Oy:n Kangasalan tehtaan työntekijöille tehtyjä haastatteluja. Haastateltavat työskentelivät tehtaan eri työpisteissä, kasauksessa, raudottamossa ja valussa. Halfen ei ole ainoa kuula-ankkureiden valmistaja, mutta heiltä löytyvät yksityiskohtaisimmat ohjeet ja selosteet ankkureiden toimintavoista.

Kuula-ankkureiden ja nostolenkkien erot ovat havainnollistettu elementtipiirustusten avulla. Elementit ovat ensin mallinnettu Tekla Structures 3D-ohjelmalla, jonka jälkeen mallinnetuista valukappaleista on tuotettu elementtipiirustukset. Kuula-ankkureiden eduksi todettiin kustannustehokkuus ja tietyissä kohdin asennuksen helppous. Lisäksi ankkurit vievät pienen kokonsa vuoksi vähemmän tilaa varastossa. Alkujaan oli tarkoitus testata kuula-ankkureita käytännössä, Parma Oy:n Kangasalan tehtaalla. Testausta ei kuitenkaan ehditty tekemään osaksi tätä opinnäytetyötä. Tämä opinnäytetyö toimii jatkossa Parma Oy:n suuntaa antavana ohjeistuksena kuula-ankkureita käyttöön otettaessa.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Bachelor's degree of Construction engineering
Infrastructure engineering

MIKA-MATTI HANKA:
Spherical head anchors suitability for precast partition concrete walls

Bachelor's thesis 50 pages, appendices 1 page
March 2015

The purpose of this thesis is to find out can spherical head anchors be used cost-effectively in precast partition concrete walls, compared to traditional bar lifting-links. The need for this thesis came from Parma corporations Purchase manager. According to him spherical head anchors are considerably cheaper than bar lifting-links.

In this thesis research is made for two types of spherical head anchors effect in designing precast partition concrete walls and way of working in element factory. Spherical head anchor manufacturer Halfen's precepts, Concrete Industry Association of precast concrete elements lifting links and parts the 2010-record and interviews for Parma's Kangasala-element factory's employees were used in these researches. Interviewees worked in different work points of the factory, including stacking, reinforcement and casting. Halfen is not the only manufacturer of spherical head anchors but they got the most detailed precepts for using spherical head anchors.

The differences of spherical head anchors and bar lifting-links are visualized by element drawings. Precast concrete walls are first modelled in Tekla Structures 3D-modelling program and then modelled cast units are produced as to element drawings. Spherical head anchors found in favour of cost-effective and in certain points easy to install. In addition to this, spherical head anchors are small sized so they need less storage space. Originally the plan was to test spherical head anchors practically in Parma's Kangasala's element factory. The test was not able to be done in time to be a part of this thesis. In the future this thesis will be a part of taking spherical head anchors in use, but only for illustrative purposes only.

Key words: spherical head anchor, bar lifting-link, partition wall, concrete

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Tausta.....	6
1.2	Tavoite	6
1.3	Rajaus.....	6
1.4	Aineisto ja menetelmät	7
2	NOSTOLENKIT JA -OSAT YLEISESTI	8
2.1	Suunnittelu ja yleiset vaatimukset	8
2.2	Materiaalien osavarmuusluvut.....	8
2.3	Kuormien osavarmuuskertoimet.....	9
2.4	Muotti-imu	10
2.5	Dynaamiset kuormat	11
2.6	Haara- ja nostokulma	11
2.7	Kuorman epätasainen jakautuminen.....	13
2.8	Elementin kääntäminen ilmassa.....	13
3	PYÖRÖNOSTOLENKIT.....	15
3.1	Yleistä	15
3.2	PBK-nostolenkit.....	15
3.3	PA-nostolenkit	16
3.4	SA-nostolenkit	16
4	KUULA-ANKKURIT.....	17
4.1	Kuula-ankkurit yleisesti.....	17
4.2	Deha 6000	19
4.2.1	Mitat ja sallitut kuormat.....	20
4.2.2	Sallitut reuna- ja keskiöetäisyydet ja rakennepaksuudet.....	22
4.3	Deha 6050	23
4.3.1	Mitat ja sallitut kuormat.....	24
4.3.2	Sallitut reuna- ja keskiöetäisyydet ja rakennepaksuudet.....	25
4.4	Suora nosto	26
4.5	Vino nosto.....	28
4.6	Kääntönosto	29
5	NOSTOLUKKO.....	31
5.1	Mitat ja sallitut kuormat.....	31
5.2	Käyttöohjeet.....	32
6	KOLOMUOTIT	35
6.1	Mitat ja osat	35
6.2	Käyttöohjeet.....	37

7	KUULA-ANKKUREIDEN SOVELTUVUUS	39
7.1	Varauksettomat väliseinät.....	39
7.2	Valulipalliset väliseinät.....	41
7.3	Lyhyet väliseinät ja pilarit	42
7.4	Aukolliset väliseinät	44
7.5	Palkkimaiset väliseinät	45
7.6	Raskaat väliseinät	45
8	POHDINTA.....	46
9	LÄHTEET	48
10	LIITTEET	49
	Liite 1. Kysymykset Parma Oy:n Kangasalan tehtaan työntekijöille.....	49

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Tämä opinnäytetyö tehtiin Parma Oy:lle. Parma Oy:n historia juontaa reilun sadan vuoden päähän Lohjan Kalkkitehtaan ja Paraisten Kalkin toimintaan. Nämä kaksi monitoimialayritystä yhdistyivät vuonna 1992 ja syntyi Partek Betonila Oy. Vuonna 1997 Partek Betonilan ja Puolimatkan teollisuuden elementtitoiminnot yhdistettiin Parma Betonilaksi. Parma Oy nimellä yhtiö on toiminut vuodesta 2003. Tänä päivänä Parma Oy toimii 11 paikkakunnalla. Parma Oy kuuluu kansainväliseen Consolis -konserniin.

1.2 Tavoite

Työn tarkoitus on selvittää Halfen AB:n kuula-ankkureiden hyödyt ja haitat Parma Oy:n väliseinien suunnittelussa ja tuotannossa. Avainkysymyksiä ovat:

- Voiko kuula-ankkureita käyttää kustannustehokkaasti nostolenkkien sijaan?
- Kuinka kuula-ankkurit vaikuttavat erilaisten väliseinäelementtien suunnitteluun ja tuotantoon?
- Kumpi kuula-ankkurityypeistä sopisi parhaiten Parma Oy:n väliseinätuotantoon? Tyssä- vai harjateräsmallinen kuula-ankkuritappi?

Kuula-ankkureita käytetään jo yhtiön ontelolaatoissa. Jossain vaiheessa kuula-ankkurit on tarkoitus ottaa käyttöön myös Parma Oy:n porrastasolaatoissa.

1.3 Rajaus

Opinnäytetyössä keskitytään Parma Oy:n betonisiin väliseinäelementteihin ja tutkitaan Halfen AB:n kahta kuula-ankkurimallia. Rajauksen ulkopuolelle jätetään kuula-ankkureiden vaikutus väliseinäelementtien varastointiin, kuljetukseen ja asennukseen työmaalla.

1.4 Aineisto ja menetelmät

Lähdemateriaalina käytetään Halfen AB:n kuula-ankkureiden käyttö- ja asennusohjeita sekä tuote-esitteitä ja Betoniyhdistys ry:n ohjeita nostolenkeille ja -ankkureille. Tällä hetkellä Parman suunnittelussa ja tuotannossa käytössä olevien nostolenkkien aineistona on käytetty Pintos Oy:n ohjeita. Lisäksi hyödyksi on käytetty Parma Oy:n työntekijöiden haastatteluita.

2 NOSTOLENKIT JA -OSAT YLEISESTI

2.1 Suunnittelu ja yleiset vaatimukset

Nosto-osat ovat osana elementin tuotesuunnittelua. Nostolenkkien ja -ankkurien eli nosto-osien tarkoitus on olla osana betonielementin nostoa, siirtoa ja asennusta. Lisäksi nosto-osia voidaan käyttää elementin kuljetusaikaiseen kiinnittämiseen sekä valmiin rakennuksen sitovana osana eli ns. sidontapisteenä (Betoniteollisuus ry 2010, 7).

Nosto-osia suunniteltaessa tulee huomioida nostosuunta ja sallituissa rajoissa olevat nostovoimat. Elementin on noustava suorassa asennossa joten suunnittelussa tulee kiinnittää huomiota sen painopisteen sijaintiin ja täten nosto-osien sijoittamiseen. On myös otettava huomioon, että nosto-osat ovat riittävällä etäisyydellä elementin ja esimerkiksi ovi- ja ikkuna-aukkojen reunoista, jotta halkaisuvoimat eivät pääse murtamaan elementin reunoja. Lisäksi elementti on raudoitettava nosto-osien kohdalla, niin ettei irtoavaa betonikartiota eikä poikittaista halkeilua pääse muodostumaan. (Betoniteollisuus ry 2010, 7).

Elementin valmistuspiirustuksessa tulee esittää nosto-osan tyyppi, koko ja teräslaatu. Lisäksi piirustuksessa tulee esittää nosto-osien sijainti painopisteeseen ja elementtiin nähden. Jos nosto-osa vaatii lisäraudoituksen, tulee se olla elementtipiirustuksessa esillä. Piirustuksessa tulee mainita myös sallitut nosto- ja haarakulmat (Betoniteollisuus ry 2010, 8).

2.2 Materiaalien osavarmuusluvut

Nosto-osien varmuuskertoimet perustuvat eurokoodisuunnittelun betonirakenneseosion lisäksi myös tekniseen raporttiin CEN/TR 15728. Näiden ohjeiden edeltävä versio perustui Suomen rakentamismääräyskokoelman ohjeeseen B4 missä kokonaisvarmuutena on käytetty lukua 4,0. Nosto-osien murtokapasiteetin hajontaan huomioidaan materiaalien osavarmuuskerroimet, jotka esitetään taulukoissa 1 ja 2 (Betoniteollisuus ry 2010, 8).

TAULUKKO 1. Varmuuskertoimet teräkselle [γ_s] (Betoniteollisuus ry 2010, 8)

Nosto-osan tyyppi	$f_{uk} \leq 800 \frac{N}{mm^2}$ ja $f_{yk} / f_{uk} \leq 0,8$	$f_{uk} \leq 800 \frac{N}{mm^2}$ tai $f_{yk} / f_{uk} \leq 0,8$
Teollisesti valmistetut nostojärjestelmät *)	Max (1,5; 1,2 f_{yk} / f_{uk})	1,7
Pyörönostolenkit **)	2	-
Jännepunokset	-	1,8

*) tuotteen on oltava CE-merkitty ja/tai laatu on muuten todistetusti hyväksytty.

**) pyöröteräsnostolenkkien laatu on oltava vähintään S235J2+N. Teollisesti valmistetuissa pyörö- ja harjateräsnostolenkeissä on teräkselle käytettävä varmuuslukua 2,0.

Elementin ulkopuolella olevalle nosto-osalle syntyy vedon lisäksi leikkausta ja taivutusta sekä muodonmuutoksia. Eurokoodimitoituksessa huomioidaan kuitenkin ainoastaan vetovoima. Taivutus- ja leikkausvoima on huomioitu muita osavarmuuskertoimia korottamalla. Nosto-osia mitoitettaessa tulee betonin lujuutena käyttää elementin nostohetken mitoitusarvoa. Tämä mitoitusarvo tulee olla vähintään 70 % suunnittelulujuudesta (Betoniteollisuus ry 2010, 9).

TAULUKKO 2. Varmuuskertoimet betonille [γ_c] (Betoniteollisuus ry 2010, 9)

Kuormitustapa	Varmuusluku
Veto	1,5
Leikkaus, veto ja leikkaus yhdessä	1,5

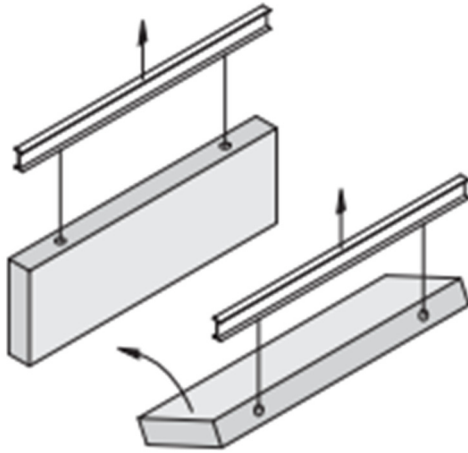
2.3 Kuormien osavarmuuskertoimet

Eurokoodimitoituksessa kuormien osavarmuuskertoimina käytetään seuraavia lukuja (Betoniteollisuus ry 2010, 9):

- pysyvät kuormat $\gamma_G = 1,15$
- muuttuvat kuormat $\gamma_Q = 1,5$ (sysäysvoimille sekä muotti-imun aiheuttamille kuormille)

2.4 Muotti-imu

Jos väliseinäelementtejä nostetaan muotista kääntönostona (kuva 1), nosto-osiin ja elementtiin kohdistuu muotin materiaalista ja seinäelementin välisestä kitkasta ja adheesiosta johtuvia imukuormia. Kääntönosto tehdään nostamalla elementti vaakatasosta suoraan pystyasentoon.



KUVA 1. Elementin kääntönosto (Halfen AB 2013, 14)

Imuvoimasta johtuvat kuormat lasketaan kaavasta 1.

$$E_d = \gamma_G * G + \gamma_Q * q_{adh} * A_f \quad (\text{kaava 1})$$

G = elementin paino

A_f = muotin ja elementin välisen pinnan ala

q_{adh} = taulukosta 3 saatava tartuntavoiman arvo

γ_G = pysyvien kuormien varmuuskerroin

γ_Q = muuttuvien kuormien varmuuskerroin

TAULUKKO 3. Imuvoiman arvot (Betoniteollisuus ry 2010, 9)

Muotti	q_{adh} *)
Öljyinen teräsmuotti	1 kN/m ²
Sileä puumuotti	2 kN/m ²
Karkea puumuotti	3 kN/m ²

*) yhteispinta-ala betonille ja muotille

2.5 Dynaamiset kuormat

Dynaamiset voimat ovat nosturin ankkureille aiheuttamia sykäysvoimia. Nämä huomioidaan eurokoodimitoituksessa kaavassa 2. Taulukossa 4 on esitetty erilaisten nostotilanteiden mukaiset dynaamisen kuorman kertoimet.

TAULUKKO 4. Dynaamisen kuorman kertoimet. (Betoniteollisuus ry 2010, 10)

Käytössä oleva nostotapa	Ψ_{dyn}
Silta- tai torninosturista	1,2 *)
Nosto autosta	1,4 *)
Liikkuvasta nosturista, tasainen maasto	2,0-2,5
Liikkuvasta nosturista, epätasainen maasto	3,0-4,0

*) alempia arvoja voidaan käyttää jos työmaalla ja tehtaalla pystytään näin järjestämään.

$$E_d = \gamma_G * G + (\Psi_{dyn} - 1) * \gamma_Q * G \quad (\text{kaava 2})$$

G = elementin paino

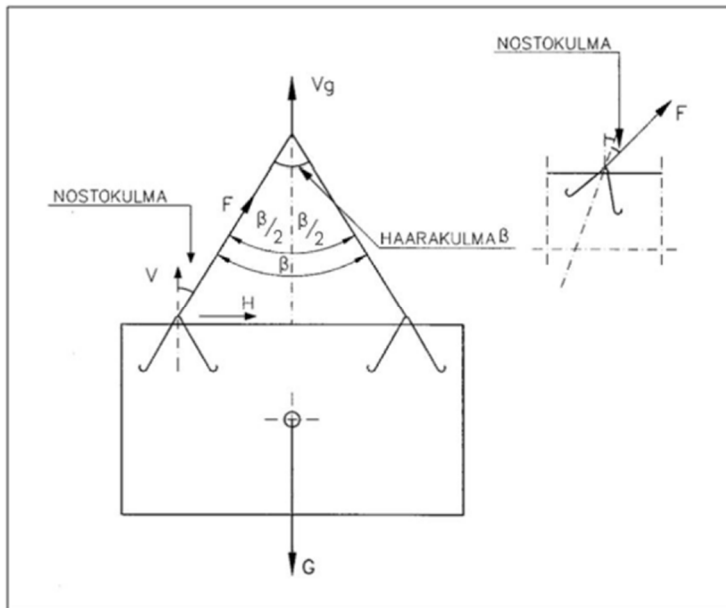
Ψ_{dyn} = dynaamisen kuorman kerroin

γ_G = pysyvien kuormien varmuuskerroin

γ_Q = muuttuvien kuormien varmuuskerroin

2.6 Haara- ja nostokulma

Kun elementtiä nostetaan ilman nosturiin liitettävää tasauspalkkia, syntyy nosto-osaan vinoa vetorasitusta. Haarakulma β :n kasvaessa nostoelimeen kohdistuva voima lisääntyy. Kuvassa 2 on esitetty haara- ja nostokulman ero. (Betoniteollisuus ry 2010, 10).



KUVA 2. Haara- ja nostokulma (Betoniteollisuus ry 2010, 11)

Kuvan 2 mukainen nostoelimeen kohdistuva voima F lasketaan kaavasta 3.

$$F = V / \cos(\beta/2) \quad (\text{kaava 3})$$

Kaava 3 saadaan yksinkertaisemmaksi merkitsemällä $z = 1 / \cos(\beta/2)$.

$$F = V * z \quad (\text{kaava 3})$$

z tarkoittaa taulukon 5 mukaista haarakulman suuruudesta aiheutuvaa kerrointa.

TAULUKKO 5. Haarakulman vaikutus kertoimeen z (Betoniteollisuus ry 2010, 11)

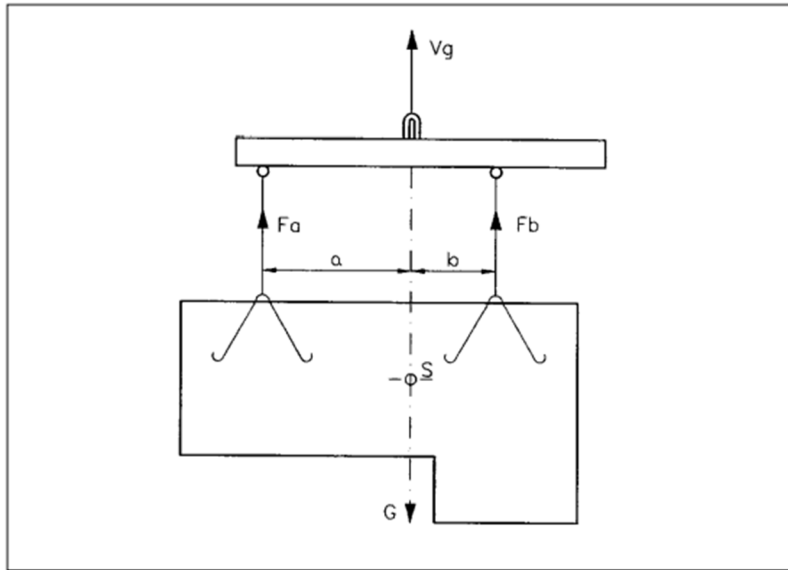
β	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°
z	1,00	1,01	1,03	1,08	1,15	1,26	1,41	1,64	2,00

Jos kaksipistenostossa nostoelimet sijaitsevat symmetrisesti painopisteeseen nähden, lasketaan voima F kaavan 4 mukaisesti.

$$F = G / 2 * z \quad (\text{kaava 4})$$

2.7 Kuorman epätasainen jakautuminen

Jos nostoelimet sijaitsevat epäsymmetrisesti elementin painopisteeseen nähden, jakautuu nostosta aiheutuva kuorma epätasaisesti. Sama tilanne ilmenee myös jos nostossa ei käytetä tasauspalkkia. Tasauspalkkia käytettäessä tulee kuitenkin huomioida että nostokorvake sijaitsee elementin painopisteakselilla kuvan 3 mukaisella tavalla (Betoniteollisuus ry 2010, 12).



KUVA 3. Kuorman epätasainen jakautuminen (Betoniteollisuus ry 2010, 12)

Kuvassa 3 esitetyt voimat F_a ja F_b lasketaan kaavoilla 5 ja 6.

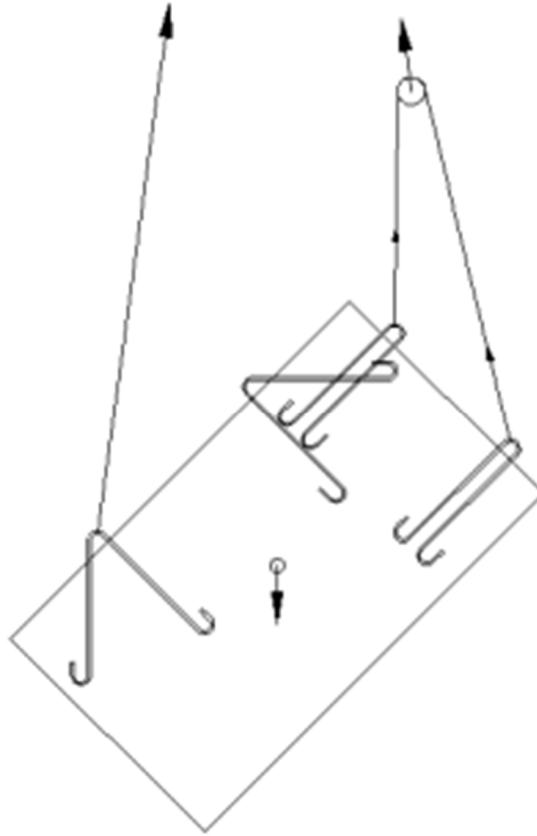
$$F_a = G * b / (a+b) \quad (\text{kaava 5})$$

$$F_b = G * a / (a+b) \quad (\text{kaava 6})$$

2.8 Elementin kääntäminen ilmassa

Elementin kuljetuskorkeuden ollessa liian suuri tulee elementti suunnitella ns. kääntökiivenä, jotta kuljetus voidaan tehdä kylkiasennossa. Sama pätee myös jos elementtitehtaan muottikalusto on matalampi kuin elementin korkeus. Nosto-osat suunnitellaan siten että elementtiä käsitellään tehtaalla ja kuljetuksessa kylkiasennossa, kun taas työmaalla elementti on saatava pystyyn kääntämällä se ilmassa oikeaan asentoon kääntöpyörän avulla, kuvan 4 mukaisella tavalla.

Kuten kuvastakin näkyy, niin elementin kauimmaisilla nosto-osilla on suuri nostokulma, jopa 90° . Tämä asia täytyy ottaa tarkasti huomioon nostoelimiä suunniteltaessa.



KUVA 4. Kääntöpyörän toiminta (Betoniteollisuus ry 2010, 14)

3 PYÖRÖNOSTOLENKIT

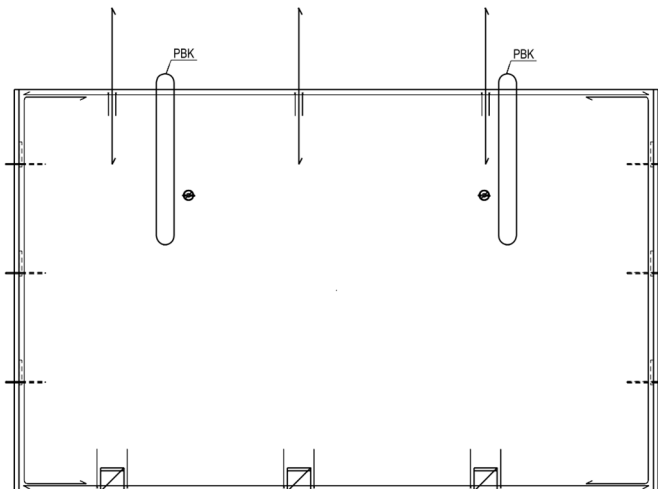
3.1 Yleistä

Pyörönostolenkit ovat yksi yleisimmistä nostoelintyypeistä. Parma Oy:n väliseinätuotannossa ja omassa suunnittelussa kyseistä nostoelintä käytetään tällä hetkellä erittäin paljon. Yleisimmät pyörönostolenkit ja niiden toimintatavat sekä käyttökohteet esitellään tässä opinnäytetyössä pintapuolisesti, vertailukohtana uusille ja Suomessa käytöllään hieman tuntemattomille kuula-ankkureille ja niiden käyttötavoille.

Pyöröteräslenkkien katkaisu ja taivutus voidaan tehdä elementtitehtaalla Betoniteollisuus ry:n ohjeiden (Betonielementtien nostolenkit ja -ankkurit 2010) mukaan. Usein on kuitenkin järkevää teettää tämä työvaihe nostolenkkivalmistajalla. Yksi valmistajista on Pintos. Pintoksen Pyöröteräslenkit ovat valmistettu pyöröteräsangosta joka on katkaistu ja taivutettu valmiiksi määrättyyn mittaan ja muotoon (Pintos Oy 2013, 4). Pintoksen tehtaalta tulevat nostolenkit ovat siis valmiiksi muotoonsa taivutettuja ja täten heti käyttövalmiita. Alla olevat nostolenkkityypit ovatkin kaikki kolme Pintoksen tuotteita.

3.2 PBK-nostolenkit

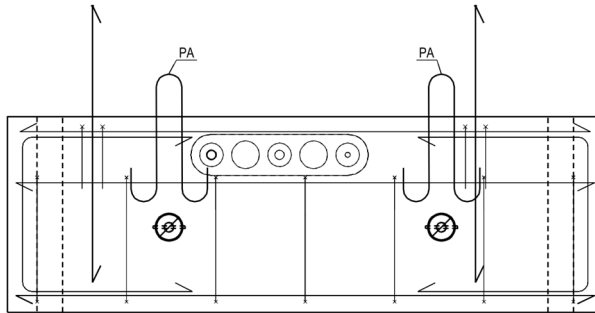
Parman omassa suunnittelussa PBK-nostolenkki (kuva 5) on yksi yleisimmistä pyörönostolenkkityypeistä. Käyttökohteena ovat tavanomaiset aukottomat väliseinäelementit missä nostolenkkejä ei tarvitse sijoittaa esimerkiksi oviaukon palkkiosuudelle



KUVA 5. PBK-nostolenkki

3.3 PA-nostolenkit

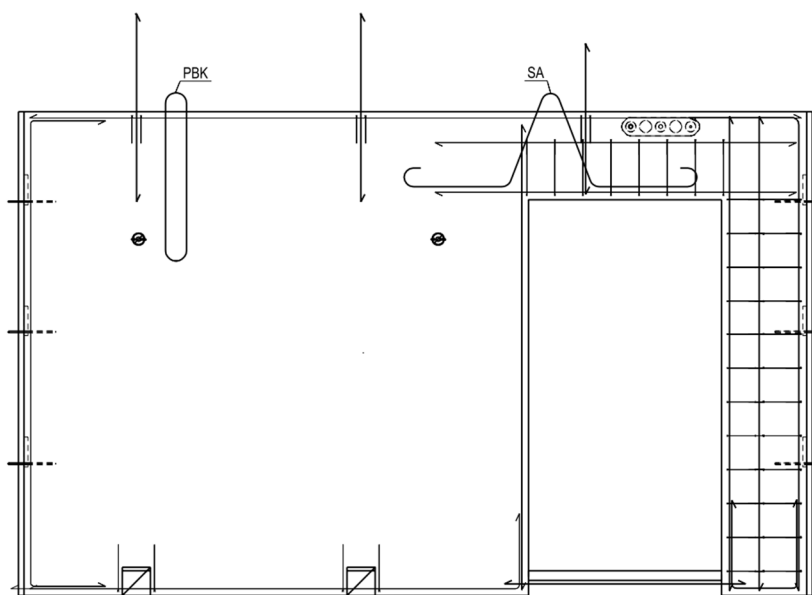
PA-lenkkejä (kuva 6) käytetään Parman suunnittelussa ja tuotannossa pieniin ja kevyisiin väliseiniin, esimerkiksi ovipalkkeihin joissa tulee käyttää mahdollisimman pienikokoisia nostolenkkejä.



KUVA 6. PA-nostolenkki

3.4 SA-nostolenkit

SA-lenkkejä (kuva 7) käytetään usein väliseiniä oviaukkojen palkkiosuoksilla. Nostolenkkien sijoittelussa tulee mahdollisuuksien mukaan välttää sijoittamasta nostolenkkiä palkkiosuoksille, painopisteen määrittelyn vuoksi näin kuitenkin tietyissä tapauksissa käy.



KUVA 7. SA-nostolenkki

4 KUULA-ANKKURIT

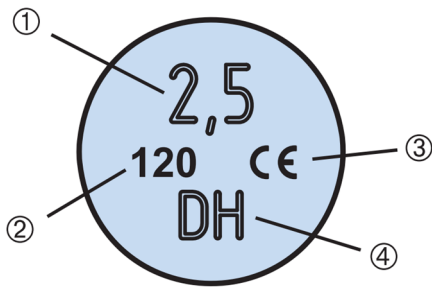
4.1 Kuula-ankkurit yleisesti

Opinnäytetyössä tutkitaan kuula-ankkureiden soveltuvuutta Parma Oy:n teräsbetonisten väliseinäelementtien suunnittelussa ja valmistuksessa. Kuula-ankkureiden käyttö betonisissa väliseinissä ei ole kovinkaan yleistä Suomessa, joten tietoa ja tutkimuksia soveltuvuudesta ei paljon löydy. Halfenin Deha kuula-ankkurijärjestelmä (kuva 8) perustuu teräsosiin jotka ankkuroituvat betoniin mekaanisesti leikatun ja katkaistun tyssätapin (Deha 6000) tai harjaterästapin (Deha 6050) avulla.

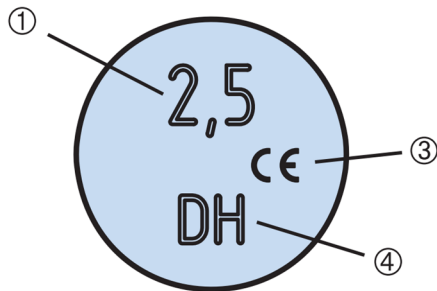


KUVA 8. Deha kuula-ankkurijärjestelmä (www.halfen.fi)

Tapin toiseen päähän on tyssätty tai stanssattu tuotetunnus sekä sallittu kuormaluokka, joka on saksalaisten normien mukainen. Kuvissa 9 ja 10 on esitetty nostotapin merkin-



KUVA 9. Deha 6000 tuotemerkinnät (Halfen AB 2013, 10)



KUVA 10. Deha 6050 tuotemerkinnät (Halfen AB 2013, 10)

Kuvien 9 ja 10 merkintäselitykset ovat seuraavanlaiset:

- 1 = kuormaluokka
- 2 = kuljetusankkurin pituus
- 3 = CE-merkintä
- 4 = valmistaja (DH tarkoittaa Dehaa)

Suomessa käytettäville nostoankkureille kestävydet ja sallitut nostoaikaiset kuormat määritellään siten että raudoitettulla betonilla lujuusluokka tulee olla vähintään C12/15, kun taas raudoittamattomalla betonilla vähintään C25/30. Betonin lujuuden tulee nostohetkellä olla vähintään 70 % lieriölujuuden arvosta 28 vuorokauden iässä, tulee raudoittamattomalla betonilla käyttää lujuusluokan C12/15 arvoja. Tartuntaolosuhteet oletetaan olevan hyvien olosuhteiden mukaisia. (Halfen AB 2014, 13)

Deha -ankkureiden taulukoissa on sallituille kuormille käytetty nelinkertaista varmuutta teräksen ja betonin väliseen murtoon nähden. Jos suunnittelija pystyy selvästi laskelmilla osoittamaan että betonin lujuus on nostohetkellä suurempi kuin C12/15, voidaan sallittuja kuormia korjata k-kertoimella. Kerroin määrittelee betonin nostohetkellä olevan ja lujuusluokan C12/15 olevan vetolujuuden suhteen, joka puolestaan suhteutetaan keskimääräiseen puristuslujuuteen kaavan 7 mukaisesti. (Halfen AB 2014, 13)

$$k = \frac{f_{ck,nosto} + 8 \text{ MPa}}{f_{ck,nim} + 8 \text{ MPa}} * \left(\frac{f_{ck,nim}}{12 \text{ MPa}} \right)^{2/3} \leq 1,4 \quad (\text{kaava 7})$$

$f_{ck,nosto}$ = betonin lieriölujuuden arvo nostohetkellä

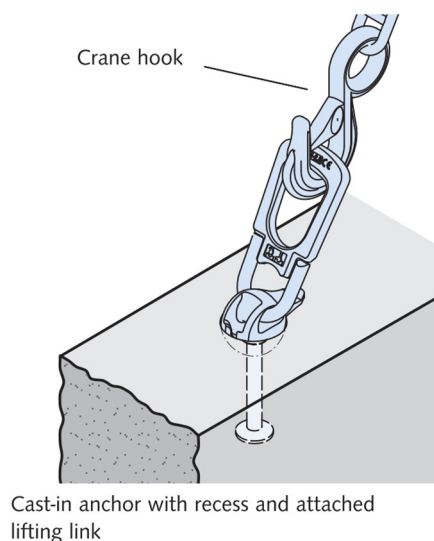
$f_{ck,nim}$ = betonin lieriölujuuden arvo 28 vuorokauden iässä, $f_{ck,nim}$ enintään 50 MPa

Lujuusluokan ollessa yli C50/60, käytetään betonille arvoa C50/60. Ankkurille ei kuitenkaan sallita suurempaa nostohetken kuormaa kuin lujuusluokan C25/30 sallittu kuorma tai suurempaa kuormaa kuin mitä vastaavalle nostolukolle ilmoitetaan. (Halfen AB 2014, 13)

Harjaterästängollisten nostoankkureiden tangon pituutta voidaan lyhentää kaavan 7 avulla, tällöin betonin lujuusluokan on oltava nostohetkellä vähintään C12/15. (Halfen AB 2014, 13)

4.2 Deha 6000

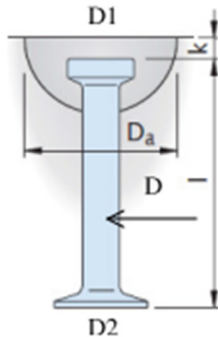
Deha 6000 on betonin murtokartioon perustuva kuula-ankkuri, jonka molemmat pyörtangolliset päät ovat kuumatyssätyjä. Tangon toinen pää ankkuroituu betoniin ja toinen nostohetkellä nosto-osaan eli tässä tapauksessa nostolukkoon kuvassa 11 esitetyllä tavalla. (Halfen AB 2014, 3)



KUVA 11. Deha 6000 kuula-ankkurin toimintatapa (Halfen AB 2013, 16)

4.2.1 Mitat ja sallitut kuormat

Taulukossa 6 on esitetty Deha 6000-sarjan ankkureiden kuvan 12 mukaiset mitat.



KUVA 12. Deha 6000 kuula-ankkurin mitat (Halfen AB 2014, 5)

TAULUKKO 6. Deha 6000 kuula-ankkurin mitat (Halfen AB 2014, 5)

Tuotetunnus	Kokonaispituus	Varren halkaisija	Nostopään halkaisija	Tyssäkannan halkaisija	Upotussyvyys	Varauskolon halkaisija
	l	D	D_1	D_2	k	D_a
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
6000 - 1.3 - 0120	120	10	19	25	10	60
6000 - 1.3 - 0240	240	10	19	25	10	60
6000 - 2.5 - 0170	170	14	26	35	11	74
6000 - 2.5 - 0280	280	14	26	35	11	74
6000 - 4.0 - 0120	120	18	26	35	15	94
6000 - 4.0 - 0210	210	18	36	45	15	94
6000 - 4.0 - 0240	240	18	36	45	15	94
6000 - 4.0 - 0340	340	18	36	45	15	94
6000 - 4.0 - 0420	420	18	36	45	15	94
6000 - 5.0 - 0240	240	20	36	50	15	94
6000 - 5.0 - 0340	340	20	36	50	15	94
6000 - 5.0 - 0480	480	20	36	50	15	94
6000 - 7.5 - 0300	300	24	46	60	15	118
6000 - 7.5 - 0540	540	24	46	60	15	118
6000 - 7.5 - 0680	680	24	46	60	15	118
6000 - 10 - 0340	340	28	46	70	15	118
6000 - 10 - 0680	680	28	46	70	15	118
6000 - 15 - 0300	300	34	69	85	15	160
6000 - 15 - 0400	400	34	69	85	15	160
6000 - 20 - 0500	500	38	69	98	15	160
6000 - 20 - 1000	1000	38	69	98	15	160
6000 - 45 - 0500	500	50	88	135	23	214
6000 - 45 - 1200	1200	50	88	135	23	214

Tuotetunnus:

6050 – kuormaluokka [t] – pituus [mm] (Halfen AB 2014, 5)

Taulukossa 7 on esitetty Deha 6000-sarjan kuula-ankkureiden sallitut kuormat. Taulukon mukaisia sallittuja kuormia käytettäessä täytyy kuitenkin seuraavat ehdot täyttyä:

- raudoitettun betonin lujuus vähintään C12/15 tai C25/30
- raudoittamattoman betonin lujuus vähintään C12/15
- käytettävä suoran noston raudoitusta
- rakennepaksuus oltava sallituissa rajoissa

Kun nostokulma on $10^\circ < \beta/2 \leq 30^\circ$, tulee lisäksi käyttää vinon noston lisäraudoitusta. Kun nostokulma on $30^\circ < \beta/2 \leq 45^\circ$, on sallittu kuorma 80 % taulukon 1 arvoja vähemmän ja lisäksi on käytettävä vinon noston lisäraudoitusta. Yli 45° nostokulmaa ei tule käyttää. (Halfen AB 2014, 13)

TAULUKKO 7. Deha 6000 kuula-ankkurin sallitut kuormat (Halfen AB 2014, 17)

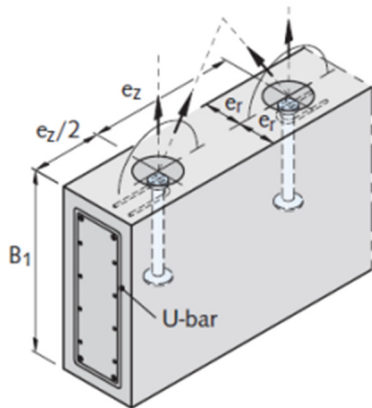
Tuotetunnus	Pituus L [mm]	Rakennepaksuus b [mm]	Sallittu kuorma F_{sall} [kN]	
			C12/15	C25/30
6000 - 1.3 - 0120	120	150	6.8	9.6
6000 - 1.3 - 0120	120	250	9.5	12.6
6000 - 1.3 - 0240	240	80	9.5	12.6
6000 - 2.5 - 0170	170	200	11.9	16.8
6000 - 2.5 - 0170	170	400	18.6	24.1
6000 - 2.5 - 0280	280	120	18.6	24.1
6000 - 4.0 - 0120	120	160	4.4	6.3
6000 - 4.0 - 0210	210	200	14.6	20.7
6000 - 4.0 - 0210	210	500	25.3	35.8
6000 - 4.0 - 0240	240	240	19.7	27.9
6000 - 4.0 - 0240	240	520	30.7	38.6
6000 - 4.0 - 0340	340	160	30.7	38.6
6000 - 4.0 - 0420	420	130	30.7	38.6
6000 - 5.0 - 0240	240	300	21.9	31.0
6000 - 5.0 - 0240	240	610	34.4	48.3
6000 - 5.0 - 0340	340	230	37.9	48.3
6000 - 5.0 - 0480	480	190	37.9	48.3
6000 - 7.5 - 0300	300	350	28.9	40.9
6000 - 7.5 - 0300	300	750	46.6	65.9
6000 - 7.5 - 0540	540	190	38.0	53.7
6000 - 7.5 - 0540	540	360	54.6	72.4
6000 - 7.5 - 0680	680	150	34.0	48.2
6000 - 7.5 - 0680	680	360	54.6	72.4
6000 - 10 - 0340	340	350	35.1	49.6
6000 - 10 - 0340	340	890	61.5	87.0
6000 - 10 - 0680	680	200	39.0	55.1
6000 - 10 - 0680	680	560	74.3	96.6
6000 - 15 - 0300	300	500	29.0	41.0
6000 - 15 - 0300	300	580	32.5	45.9
6000 - 15 - 0400	400	450	42.5	60.1
6000 - 15 - 0400	400	960	68.7	97.1
6000 - 20 - 0500	500	530	64.6	91.4
6000 - 20 - 0500	500	1330	112.7	159.4
6000 - 20 - 1000	1000	260	44.9	63.5
6000 - 20 - 1000	1000	1020	136.9	193.2
6000 - 45 - 0500	500	1160	91.6	129.5
6000 - 45 - 1200	1200	420	60.6	85.7
6000 - 45 - 1200	1200	1230	237.1	335.3

4.2.2 Sallitut reuna- ja keskiöetäisyydet ja rakennepaksuudet

Taulukossa 8 on esitetty Deha 6000-sarjan ankkureiden kuvan 13 mukaiset mitat. Kuvassa 13 esitetty palkkirauditus on esitetty ainoastaan havainnollistavana asiana, Kuula-ankkureiden ympäristön raudotteet käsitellään tarkemmin sivuilla 26-30. Taulukon mukaisia arvoja käytettäessä täytyy kuitenkin seuraavat ehdot täyttyä:

- betonin lujuus oltava vähintään C12/15
- käytettävä suoran noston raudoitusta

Huomioitavaa on että nostokulman $\beta/2$ ollessa yli 10° , vaatii vinonoston lisäraudoite tietyissä tapauksissa pidemmän reunaetäisyyden kuin mitä taulukossa 8 on esitetty.



KUVA 13. Deha 6000 kuula-ankkurin reunaetäisyydet (Halfen AB 2014, 23)

Taulukossa 8 olevaa elementin minimikorkeusmittaa B_1 ei tule sekoittaa väliseinän rakennepaksuuteen b , joka on kaksi kertaa mitta e_r .

TAULUKKO 8. Deha 6000 kuula-ankkurin reuna- ja keskiöetäisyyksien sekä rakennepaksuuksien ja -korkeuden vaatimat vähimmäismitat. (Halfen AB 2014, 23)

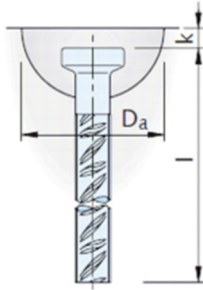
Tuotetunnus	L	Rakennepaksuus $b=2e_r$	Elementin korkeus B_1	Reunaetäisyys $e_z/2$	k/k-etäisyys e_z
	mm	mm	mm	mm	mm
6000 - 1.3 - 0120	120	150	250	280	380
6000 - 1.3 - 0240	240	80	480	360	720
6000 - 2.5 - 0170	170	200	350	420	530
6000 - 2.5 - 0280	280	120	580	420	850
6000 - 4.0 - 0210	210	210	420	420	650
6000 - 4.0 - 0240	240	240	480	480	740
6000 - 4.0 - 0340	340	160	680	680	1040
6000 - 4.0 - 0420	420	130	840	840	840
6000 - 5.0 - 0240	240	300	480	540	740
6000 - 5.0 - 0340	340	210	680	760	1040
6000 - 5.0 - 0480	480	145	980	960	1450
6000 - 7.5 - 0300	300	350	580	600	910
6000 - 7.5 - 0540	540	190	1080	1080	1630
6000 - 7.5 - 0680	680	150	1360	1360	2050
6000 - 10 - 0340	340	350	680	780	1030
6000 - 10 - 0680	680	200	1360	1560	2050
6000 - 15 - 0300	300	500	580	650	900
6000 - 15 - 0400	400	450	780	850	1200
6000 - 20 - 0500	500	530	980	1250	1500
6000 - 20 - 1000	1000	260	1980	2000	3000
6000 - 45 - 0500	500	1050	980	1250	1500
6000 - 45 - 1200	1200	420	2400	2400	3600

4.3 Deha 6050

Deha 6050 on harjateräksinen ankkuri, jonka toinen pää on kuumatyssäetty. Toinen pää ankkuroiduu betoniin harjateräspinnan avulla ja toinen nostohetkellä nosto-osaan eli nostolukkoon. (Halfen AB 2014, 3)

4.3.1 Mitat ja sallitut kuormat

Taulukossa 9 on esitetty Deha 6000-sarjan ankkureiden kuvan 14 mukaiset mitat.



KUVA 14. Deha 6000 kuula-ankkurin mitat (Halfen AB 2014, 6)

TAULUKKO 9. Deha 6000 kuula-ankkurin mitat (Halfen AB 2014, 6)

	Kokonais- pituus	Tangon halkaisija	Tyssäpään halkaisija	Upotus- syvyys	Varauskolon halkaisija
Tuotetunnus	l	D	D_1	k	D_a
	mm	mm	mm	mm	mm
6050 - 2.5 - 0400	400	14	26	11	74
6050 - 2.5 - 0520	520	14	26	11	74
6050 - 4.0 - 0510	510	18	36	15	94
6050 - 4.0 - 0720	720	18	36	15	94
6050 - 4.0 - 1150	1150	18	36	15	94
6050 - 5.0 - 0580	580	20	36	15	94
6050 - 5.0 - 0900	900	20	36	15	94
6050 - 7.5 - 0750	750	24	46	15	118
6050 - 7.5 - 1150	1150	24	46	15	118
6050 - 10 - 0870	870	28	46	15	118
6050 - 10 - 1300	1300	28	46	15	118
6050 - 15 - 1080	1080	34	69	15	160
6050 - 15 - 1550	1550	34	69	15	160

Tuotetunnus: 6050 – kuormaluokka [t] – pituus [mm] (Halfen AB 2014, 6)

Taulukossa 10 on esitetty Deha 6050-sarjan kuula-ankkureiden sallitut kuormat. Toisin kuin 6000-sarjan ankkureissa ei 6050-sarjan ankkureissa tarvitse käyttää suoran noston raudoitusta. Dehan ohjeiden mukaan betonielementti tulee raudoittaa kuten normaaleja nostolenkkejä käytettäessä, niin että betonirakenne pysyy noston aikana ehjänä. Taulukon mukaisia sallittuja kuormia käytettäessä täytyy kuitenkin seuraavat ehdot täyttyä:

- raudoitetun betonin lujuus vähintään C12/15 tai C25/30
- raudoittamattoman betonin lujuus vähintään C12/15
- rakennepaksaus oltava sallituissa rajoissa

Jos nostokulma on $10^\circ < \beta/2 \leq 30^\circ$, tulee lisäksi käyttää vinon noston lisäraudoitusta. Kun nostokulma on $30^\circ < \beta/2 \leq 45^\circ$, on sallittu kuorma 80 % taulukon 10 arvoja vähemmän ja lisäksi on käytettävä vinon noston lisäraudoitusta. Yli 45° nostokulmaa ei tule käyttää. (Halfen AB 2014, 13)

TAULUKKO 10. Deha 6050 ankkurin sallitut kuormat. (Halfen AB 2014, 15)

Tuotetunnus	L mm	D mm	Sallittu kuorma F_{sall} [kN]	
			C12/15	C25/30
6050 - 2.5 - 0400	400	14	8.6	13.4
6050 - 2.5 - 0520	520	14	11.8	18.6
6050 - 4.0 - 0510	510	18	14.0	22.0
6050 - 4.0 - 0720	720	18	21.4	31.8
6050 - 4.0 - 1150	1150	18	31.8	31.8
6050 - 5.0 - 0580	580	20	18.3	28.7
6050 - 5.0 - 0900	900	20	30.8	37.5
6050 - 7.5 - 0750	750	24	28.8	45.1
6050 - 7.5 - 1150	1150	24	47.4	56.5
6050 - 10 - 0870	870	28	40.1	62.9
6050 - 10 - 1300	1300	28	63.5	75.0
6050 - 15 - 1080	1080	34	59.8	93.7
6050 - 15 - 1550	1550	34	90.9	113.5

Jos suoraan harjaterästankoon halutaan lisätä koukku esimerkiksi seinäelementissä olevan oviaukon palkkiosuuden vuoksi, tulee huomioida seuraavat asiat:

- taivutuksen alkukohdan on ulotuttava vähintään $5 \cdot$ harjaterästangon halkaisijan (d) verran tyssäpään puristuskohdasta.
- tangon halkaisijan ollessa 10 - 16 mm:ä, tulee taivutustelan halkaisija olla 4^* kyseisen harjaterästangon halkaisija.
- tangon halkaisijan ollessa yli 20 mm:ä, tulee taivutustelan halkaisija olla 7^* kyseisen harjaterästangon halkaisija.

4.3.2 Sallitut reuna- ja keskiötäisyydet ja rakennepaksuudet

Taulukossa 11 on esitetty Deha 6050-sarjan ankkureiden sallitut reuna- ja keskiötäisyydet sekä rakennepaksuudet. Taulukon mukaisia arvoja käytettäessä täytyy kuitenkin

betonin lujuus oltava vähintään C12/15. Vaadittu rakennepaksuus on taulukossa eritelty sen mukaan tapahtuuko nosto normaalina nostona vai kääntönostona.

TAULUKKO 11. Deha 6050 kuula-ankkurin reuna- ja keskiöetäisyyksien sekä rakennepaksuuksien vaatimat vähimmäismitat. (Halfen AB 2014, 22)

Kuormaluokka	Rakennepaksuus [mm]		Reunaetäisyys [mm]	k/k-etäisyys [mm]
	Nosto	Irrotus		
1.3	60	60	400	800
2.0 - 2.5	80	80	500	1000
4.0 - 5.0	100	100	600	1200
7.5	140	140	850	1700
10.0	160	160		
12.5	180	180		
15.0	200	200		

4.4 Suora nosto

Deha 6000-sarjan kuula-ankkurin betonin murtokartioon synnyttämä voima on sidottava elementin betonirakenteeseen lisäraudoituksella. Halfenin ohjeissa kyseinen lisäraudoitus on otettu huomioon kaavan 8 avulla johdettuun taulukkoon 12. Taulukossa 12 on esitetty lisäraudoitushakojen kappalemäärät ja halkaisijat eri kuormaluokille. Kaavassa 8 on nostovoimalle käytetty osavarmuuslukua $\gamma_L = 2,05$, raudoitukselle $\gamma_r = 1,15$ ja betonille $\gamma_c = 1,5$. Huomioitavaa on että yläreunan vaakateräksen minimihalkaisija tulee olla 10 millimetriä. (Halfen AB 2014, 26)

$$A_s = \frac{2,4 * F_{sall}}{f_{yk}} \quad (\text{kaava 8})$$

F_{sall} = ankkurin sallittu kuorma

f_{yk} = raudoituksen ominaislujuus

TAULUKKO 12. Ankkurin lisäraudoitus (Halfen AB 2014, 26)

Kuormaluokka	Haat (A500HW)
1.3	(1+1) T8
2.5	(1+1) T8
4.0	(2+2) T8
5.0	(2+2) T10
7.5	(2+2) T10
10	(3+3) T10
12.5	(3+3) T10
15.0	(3+3) T10
20.0	(4+4) T10
40.0	(4+4) T10
45.0	(5+5) T10

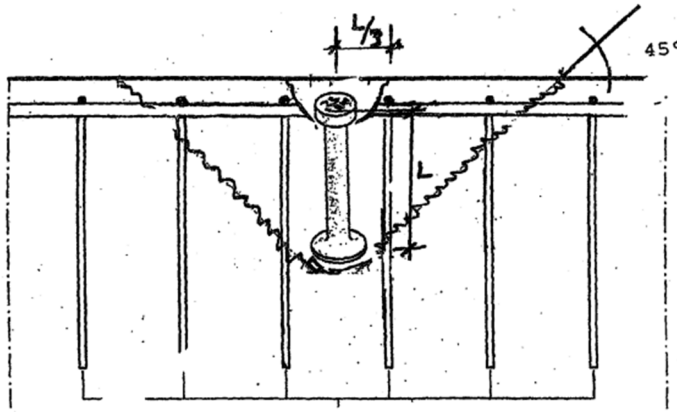
Lisäraudoitushakasia ei tarvitse ankkurin ympärille mitoittaa jos elementin molemmissa pinoissa käytetään taulukon 13 mukaisia kuormaluokkiin vaikuttavia vähimmäisverkkoja. (Halfen AB 2014, 26)

TAULUKKO 13. Suoran noston vähimmäisverkot (Halfen AB 2014, 27)

Kuormaluokka	Raudoitusverkko B500K
1.3	4 – 150 mp.
2.5	5 – 150 mp.
5.0	6 – 150 mp.
7.5	6 – 150 mp.
10.0	8 – 200 mp.
15.0	8 – 200 mp.
20.0	10 – 200 mp.
32.0	10 – 150 mp.
40.0	10 – 150 mp.
45.0	10 – 100 mp.

Lisäraudoitus tulee asentaa kuula-ankkurin ympärille niin että ensimmäinen hakanen tulee mahdollisimman lähelle nostoankkuria. Murtokartio pyrkii irtoamaan kuvan 15 mukaisesti joten loput hakaset tulee sijoittaa murtokartion leveydelle tasaisin välein.

Hakasraudoituksen tulee ulottua betonin murtokartion ulkopuolelle hakasen vahvuuden vaatiman ankkurointipituuden verran. Jos elementissä on käytetty jostain muusta syystä murtokartion voimaa vastaanottavaa ja ankkurointipituudeltaan riittävää teräsmäärää, voidaan se huomioida vaadittavassa teräsmäärässä A_s . (Halfen AB 2014, 26)



KUVA 15. Teräshakasten sijoittelu murtokartioon nähden (Halfen AB 2014, 26)

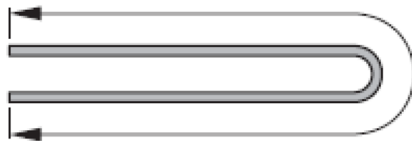
4.5 Vino nosto

Nostokulman $\beta/2$ ollessa yli 10° on kyseessä vino nosto. Tällöin tulee vinosta nostosta aiheutuva voima ankkuroida betoniin nostokuorman vastakkaissuuntaisella ankkurointi-teräksellä (kuva 16). Jos nostokulma $\beta/2$ on yli 10° mutta alle 30° riittää vinon voiman ankkurointiin ankkurointiteräs. Jos nostokulma $\beta/2$ on yli 30° mutta alle 45° tulee ankkurointiteräksen lisäksi ottaa huomioon että sallittu kuorma on 80 %:a ankkureiden kapasiteeteista. Taulukossa 14 on esitetty kuormaluokkia vastaavien ankkurointiterästen pituudet ja vahvuudet. Pituudella L tarkoitetaan raudoitteen kokonaispituutta (Halfen AB 2014, 28)

TAULUKKO 14. Lisäraudoitus vinolle nostolle (Halfen AB 2014, 28)

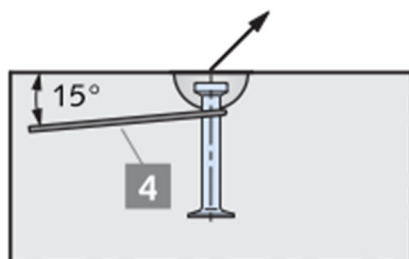
Kuormaluokka	Lenkki d - L [mm]	
	A500HW	B600KX
1.3	T10 L 400	X9 L 400
2.5	T10 L 400	X9 L 400
4.0	T16 L 600	X11 L 400
5.0	T16 L 600	X11 L600
7.5	T20 L 1100	
10.0	T20 L 1100	
12.5	T20 L 1100	
15.0	T25 L 1500	

Jos vino nosto tapahtuu elementin paksuussuuntaan nähden, on ankkurointiterästä käytettävä aina.



KUVA 16. Vinon noston ankkurointiteräs (Halfen AB 2014, 28)

Ankkurointiteräs tulee asentaa kiinni ankkuriin kuvan 17 esittämällä tavalla. (Halfen AB 2014, 26)

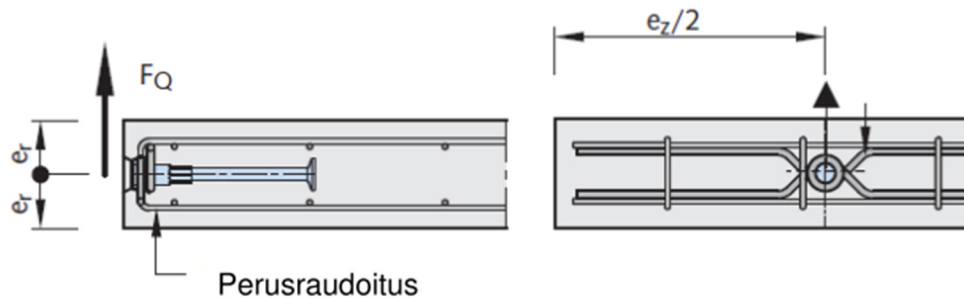


KUVA 17. Ankkurointiteräksen sijoittaminen (Halfen AB 2014, 28)

4.6 Kääntönosto

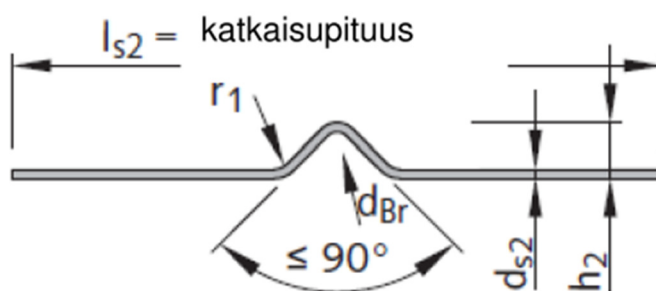
Kun elementti nostetaan vaakatasosta suoraan pystyasentoon, kutsutaan tätä nostoa kääntönostoksi. Tällöin ankkuriin kohdistuva voima on ankkuroitava vastakkaiselle

puolelle lisäraudoitteen avulla. Lisäraudoite tulee asentaa kiinni ankkuriin kuvan 18 mukaisesti, niin ettei nostovoima aiheuta kuorman suuntaista sykäysvoimaa. Kääntönostossa on erityisesti huomioitava, että nostoankkurin kapasiteetti on ainoastaan 50 % sallituista kuormista. (Halfen AB 2014, 29)



KUVA 18. Kääntönoston lisäraudoitteen sijoittaminen (Halfen AB 2014, 29)

Taulukossa 15 on esitetty kuvan 19 mukaisen lisäraudoitteen halkaisija sekä katkaisupituudet eri kuormaluokkien mukaan.



KUVA 19. Kääntönoston lisäraudoite (Halfen AB 2014, 29)

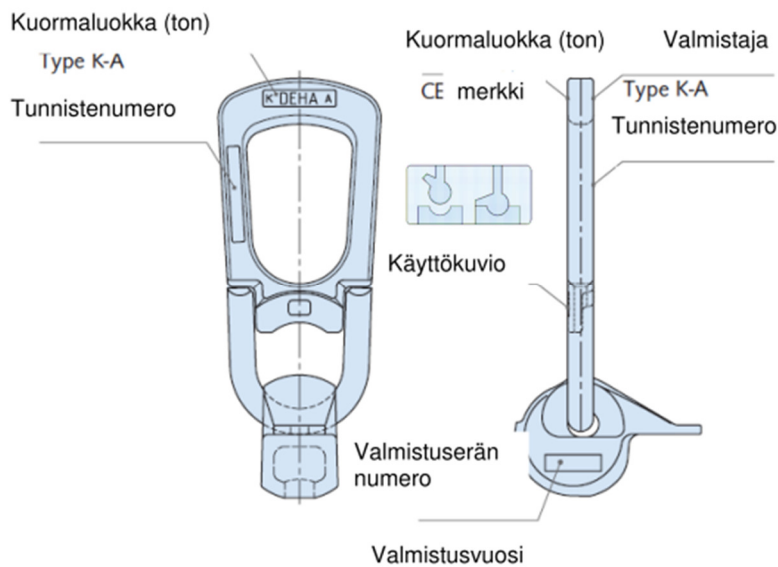
TAULUKKO 15. Kääntönostossa vaaditun lisäraudoitteen mitat (Halfen AB 2014, 29)

Kuormaluokka	Lisäraudoite $d_{s^2} - l_{s^2}$ [mm]
1.3	T10 L 600
2.5	T12 L 800
4.0	T12 L 800
5.0	T16 L 1000
7.5	T20 L 1100
10.0	T20 L 1100
12.5	T25 L 1500
15.0	T20 L 1100

5 NOSTOLUKKO

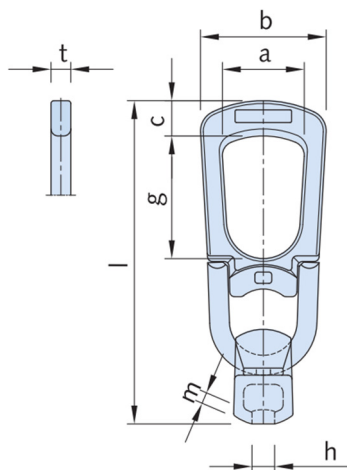
5.1 Mitat ja sallitut kuormat

Kuula-ankkurit kiinnittyvät nostovaiheessa nostolukkoon. Nostolukot ja -ankkurit on suunniteltu niin että ainoastaan tietyn kuormaluokan ankkurit ja lukot sopivat yhteen. Kuvassa 20 on esitetty nostolukossa olevien tuotemerkkien sijainti ja merkitys.



KUVA 20. Nostolukon tuoteleimojen sijainti ja merkitys. (Halfen AB 2014, 34)

Taulukossa 16 on esitetty kuvan 21 mukaiset mitat eri kuormaluokkien nostolukoille. Taulukossa on lisäksi ilmoitettu kunkin nostolukon sallitut kuormat.



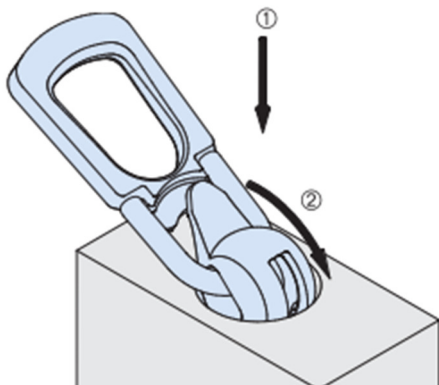
KUVA 21. Nostolukon mittamerkinntät. (Halfen AB 2014, 34)

TAULUKKO 16. Nostolukon mitat ja sallitut kuormat (Halfen AB 2014, 34)

Tuote- tunnus	Kuor- maluok- ka	Fsall		Paino	a	b	c	g	h	t	l	m
		ton	kN	kg	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
6102 - 1.3	1.3	1,0	9,8	0,9	47	75	20	71	11	12	188	7.0
6102 - 2.5	2.5	1,9	19,0	1,4	59	91	25	86	16	14	230	8.5
6102 - 5.0	4 / 5	3,8	37,5	3,4	70	118	37	88	21	16	283	10.0
6102 - 10.0	7.5 / 10	7,5	75,0	9,1	88	160	50	115	30	25	401	14.0
6102 - 20.0	20	15,0	150	21,0	106	180	75	135	41	30	506	21.0
6102 - 32.0	32	24,0	240	47,0	172	272	100	189	52	40	680	28.5
6102 - 45.0	45	33,8	338	59,0	179	349	100	192	52	40	686	28.5

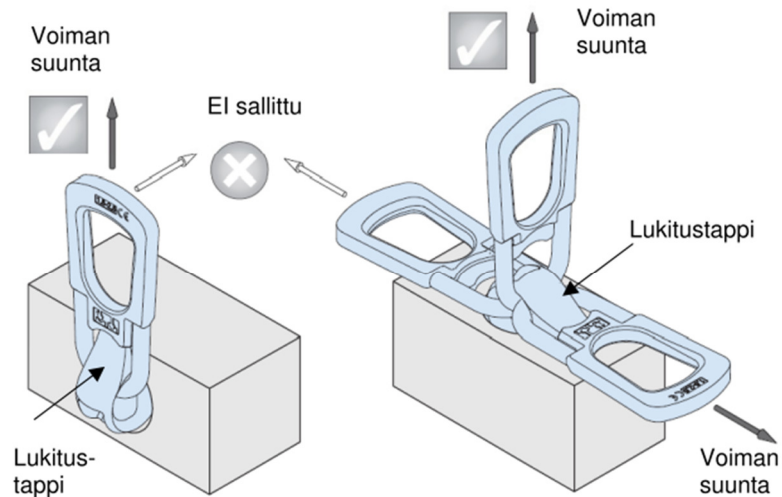
5.2 Käyttöohjeet

Ensimmäiseksi tulee tarkistaa että nostolukko on tarkoitettu käytettävän nostoankkurin kuormaluokalle. Jos varauskolossa ilmenee irtoroskaa, täytyy roskat poistaa kolosta ennen nostolukon asentamista. Lukko asennetaan kuula-ankkuriin siten että lukossa oleva lukituspään kahva nostetaan ensin ylös jonka jälkeen lukko asetetaan ankkurin päälle. Lukituspään kahva käännetään alas vaakasuoraan elementin yläpäähän kiinni niin että kahva osoittaa nostosuuntaan, kuten kuvassa 22 on havainnollistettu. (Halfen AB 2014, 35)



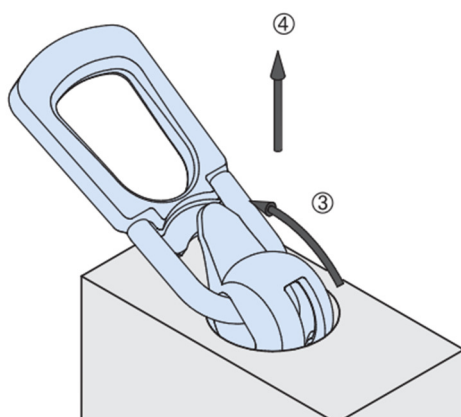
KUVA 22. Nostolukon asentaminen (Halfen AB 2014, 35)

Kuvassa 23 on esitetty nostolukon sallitut nostosuunnat. Kuvassa ilmenee, että nostolukkoa voidaan käyttää myös kääntönostoissa, kunhan lukituspään kahva osoittaa samaan suuntaan kuin nostovoima.



KUVA 23. Nostolukon sallitut nostosuunnat (Halfen AB 2014, 35)

Nostolukko irrotetaan ankkurista siten että lukkopään kahva käännetään ylös ja lukko nostetaan pois ankkurin päältä, kuvan 24 mukaisesti.



KUVA 24. Nostolukon irrotus (Halfen AB 2014, 35)

Sallittu käyttöikä nostolukolle on noin 7 vuotta. Lukolle on vähintään kerran vuodessa tehtävä kuntotarkastus, jossa tulee tarkastaa että seuraavat asiat toteutuvat:

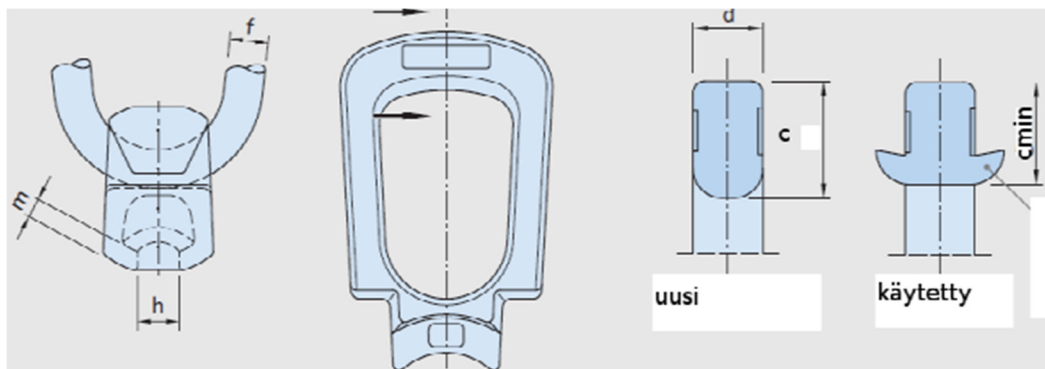
- tunnuksat ovat helposti luettavissa
- nostokourun kulumat ovat taulukon 17 sallimissa rajoissa
- lukko-osia ei ole hitsattu eikä korjattu

Tarkastusten tulokset on pystyttävä esittämään mahdollisten onnettomuustapausten vuoksi. (Halfen AB 2014, 36)

TAULUKKO 17. Nostolukon kourun sallitut mitat (Halfen AB 2014, 36)

Kuormaluokka	h_{\max} [mm]	m_{\min} [mm]	f_{\min} [mm]	c_{\min} [mm]
1 - 1.3	13	5.5	10.5	14.0
1.5 / 2.5	18	6.0	12.5	17.5
3.5	25	8.0	18.5	28.0
6 - 10	32	12.0	26.0	36.0
12 - 20	46	18.0	36.0	56.0
32	58	24.0	40.0	80.0
45	58	24.0	48.5	85.0

Kuvassa 25 on esitetty nostokourun kulumiskohtat.



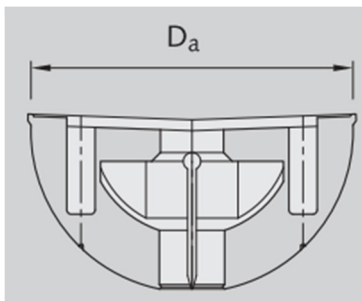
KUVA 25. Nostolukon kourun kulumiskohtat (Halfen AB 2014, 36)

6 KOLOMUOTIT

6.1 Mitat ja osat

Ennen betonielementin valamista kuula-ankkurin nostopää asennetaan kolomuottiin. Halfenin värikoodilla tunnistettava vakiokolomuotti kestää lämpöä ja öljyä aina 120 °C:een asti. Kolomuotti on puolisympyrän muotoinen valumuotti, jonka tehtävä on pitää ankkuri valun ajan suorassa. Toisena tehtävänä on tehdä elementin yläpään oikean muotoinen varaus nostolukkoa varten. (Halfen AB 2014, 30)

Kolomuotin koko määräytyy käytettävästä kuormaluokasta, eli täten käytettävästä kuula-ankkurista ja nostolukosta. Kolomuotin asentamisen helpottamiseksi Halfenin kuula-ankkureihin löytyy varusteena kierretanko, -levy ja -hylsy, näiden toimintatapa on esitetty kolomuotin käyttöohjeissa. Taulukossa 18 on esitetty ankkurien kuormaluokista määräytyvät kuvan 26 mukaisten vakiokolomuottien tuotetunnukset, värikoodit sekä leveysmitat. (Halfen AB 2014, 30)

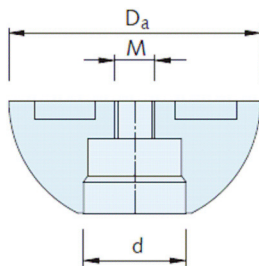


KUVA 26. Kolomuotti (Halfen AB 2014, 30)

TAULUKKO 18. Vakiokolomuottien mitat (Halfen AB 2014, 31)

Tuotetunnus			Kuormaluokka [ton]	Väri	Da [mm]
Kierrelevy+ retanko	kier- hylsy	Ilman te- räsosia			
6132 – 1.3	6133 – 1.3	6131 – 1.3	1.3	sininen	60
6132 – 2 / 2.5	6133 – 2 / 2.5	6131 – 2 / 2.5	2.0 ja 2.5	keltainen	74
6132 – 4	6133 – 4	6131 – 4	4.0	musta	94
6132 – 5	6133 – 5	6131 – 5	4.0	sininen	94
6132 – 7.5	6133 – 7.5	6131 – 7.5	7.5	punainen	118
6132 – 10	6133 – 10	6131 – 10	10.0	keltainen	118
6132 – 15	6133 – 15	6131 – 15	15.0	harmaa	160
6132 – 20	6133 – 20	6131 – 20	20.0	musta	160
6132 – 32	6133 – 32	6131 – 32	32.0 ja 45.0	musta	214

Halfenin valikoimasta löytyy myös magneettinen kolomuotti. Tätä voidaan käyttää hyödyksi esimerkiksi elementin vaakavalussa. Vaakavalussa elementin yläreunan muotiosaan asennetaan teräslevy johon magneettinen kolomuotti kiinnittyy. Taulukossa 19 on listattu kuvan 27 mukaisten magneettisten kolomuottien mitat.



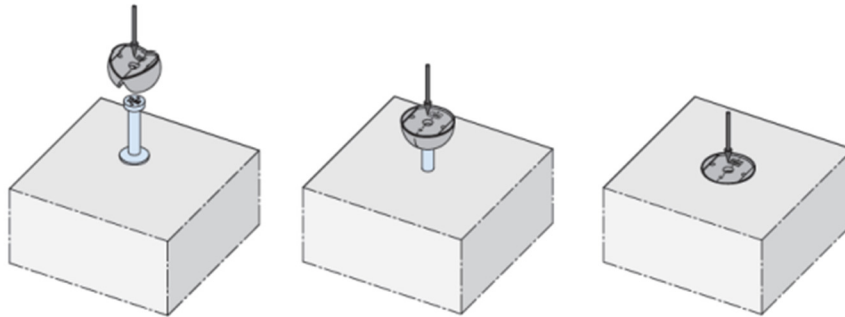
KUVA 27. Magneettinen kolomuotti (Halfen AB 2014, 31)

TAULUKKO 19. Magneettisen kolomuotin mitat (Halfen AB 2014, 31)

Tuotetunnus	Kuormaluokka [ton]	M [mm]	Da [mm]	Korkeus [mm]	Tartuntavoima [kN]
6135 – 1.3	1.3	10	70	32	1.4
6135 – 2.5	2.5	10	83	38	1.4
6135 – 5.0	5.0	10	95	42	1.4
6135 – 7.5	7.5	10	120	60	1.4

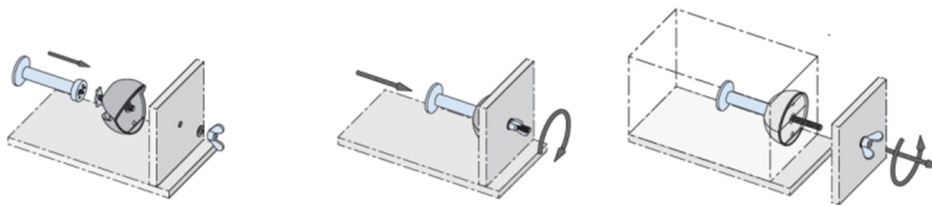
6.2 Käyttöohjeet

Jos väliseinäelementti valetaan pystysuorassa asennossa, tulee ankkuri ja kolomuotti asentaa paikoilleen painamalla ne elementin yläpäähän, tuoreeseen betoniin (kuva 28). Tällöin täytyy huomioida että kolomuotti ja ankkuri pysyvät pystysuorassa. Huomioitavaa on myös se että kolomuotti on elementin yläpään kanssa samalla tasolla. (Halfen AB 2014, 31)



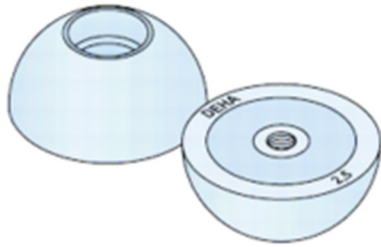
KUVA 28. Kolomuotin asennus elementin yläpintaan (Halfen AB 2014, 30)

Kun elementti valetaan vaakasuorassa asennossa, voidaan käyttää seuraavaa kiinnitysmenetelmää. Kolomuotti kiinnitetään elementin yläreunan muottiosaan kierretangon, mutterin ja kierrelevyn avulla, kuvan 29 mukaisesti.



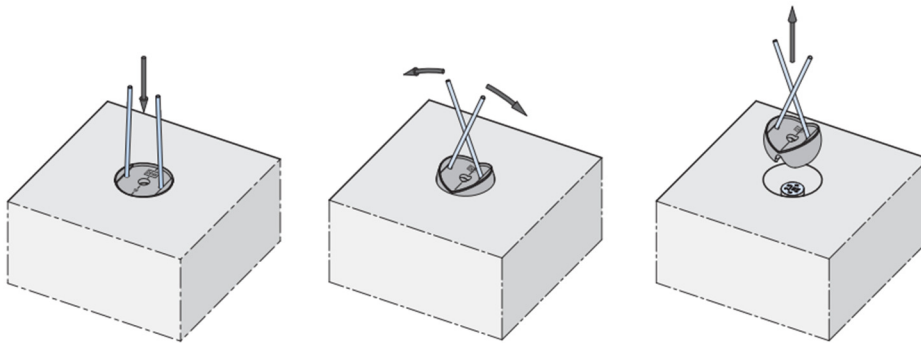
KUVA 29. Kolomuotin asennus kierretangon, mutterin ja kierrelevyn avulla (Halfen AB 2014, 30)

Kolmas tapa on käyttää kiinnityksessä kuvan 30 mukaista magneettista kolomuottia.



KUVA 30. Magneettinen kolomuotti (Halfen AB 2014, 30)

Kolomuotin irrotus kovettuneesta elementistä tapahtuu kahden tangon avulla jotka asennetaan muotissa oleviin reikiin ja taivutetaan vastakkaisiin suuntiin, kuten kuvassa 31 on esitetty.



KUVA 31. Kolomuotin irrotus (Halfen AB 2014, 32)

7 KUULA-ANKKUREIDEN SOVELTUVUUS

Tässä luvussa käsitellään kuula-ankkureiden soveltuvuutta eri väliseinissä, suunniteluohjeiden ja valmistajan ohjeiden mukaan sekä haastattelujen avulla tehtynä. Esimerkkitaupaukset ovat ensin mallinnettu Tekla Structures-mallinnusohjelmalla, jonka jälkeen mallinnetuista seinäelementeistä on tulostettu elementtipiirustukset, joita on tässä luvussa käytetty havainnollistavina kuvina. Luvussa käydään läpi Parma Oy:n omassa suunnittelussa ja tuotannossa esiintyviä tavanomaisia elementtityyppejä, oletuksena että nämä ovat 200 millimetriä paksuja, raudoittamattomia betonielementtejä.

7.1 Varauksettomat väliseinät

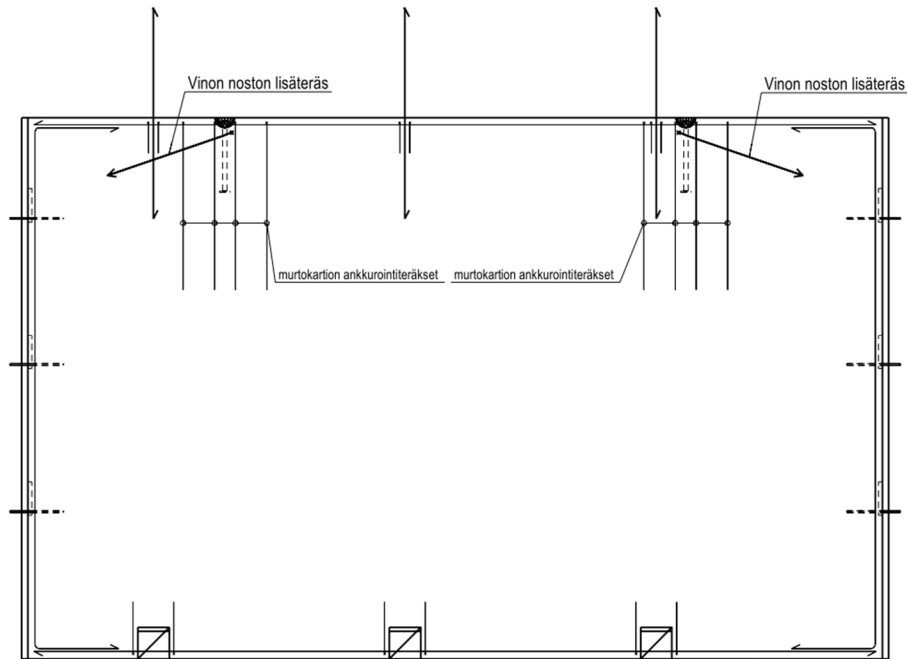
Varauksettomat väliseinät käsitetään olevan ilman ovi- ja ikkuna-aukkoja sekä muita isoja reikävarauksia (kuva 32).



KUVA 32. Väliseinä

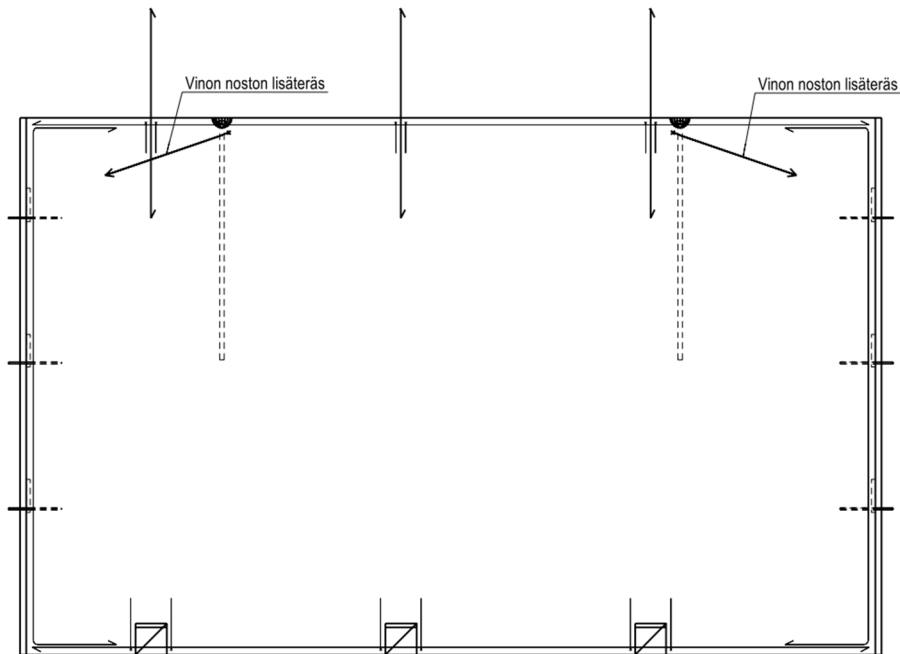
Näissä elementeissä ei myöskään ole ylösnostoja eli valulippoja. Tämän otsikon alla on otettu esille kuula-ankkurien vaatimat lisäterästyksset, joita ei perinteisiä nostolenkkejä käytettäessä ole ollut tarvetta käyttää. Molemmissa kuula-ankkurityypeissä vinon noston voima tulee Halfenin ohjeen mukaan ankkuroida aina kun nostokulma on yli 10 astetta, tämä on toisin sanoen kyseessä lähes jokaisessa nostossa. Tehtaalla tehdyissä nostoissa nostokulma ylittää usein 10 astetta.

Lisäksi Deha 6000 nostoankkurit vaativat jokaisessa nostotilanteessa suoran noston lisäraudoitteet (kuva 33) murtokartion ankkuroinnin vuoksi.



KUVA 33. 6000-sarjan kuula-ankkurin lisäraudoitteet

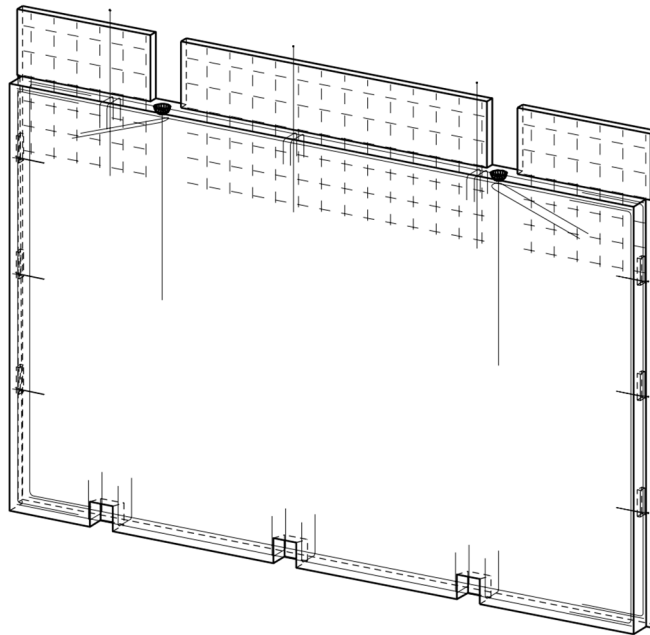
6050-sarjan nostoankkureissa murtokartion lisäraudoitetta ei tarvitse huomioida (kuva 34) koska harjateräs ankkuroituu harjamuotonsa vuoksi betoniin tarpeellisella tartunta-voimalla.



KUVA 34. Deha 6050-sarjan kuula-ankkurin lisäraudoitteet.

7.2 Valulipalliset väliseinät

Valulipallisilla väliseinillä tarkoitetaan seiniä joissa on ylösnosto (kuva 35). Tällaisia elementtejä käytetään muun muassa porrashuoneissa. Parma Oy:n omassa tuotannossa valulipat valmistetaan kahdella eri tapaa, johtuen siitä kumpi on tuotannollisesti järkevä.



KUVA 35. Valulipallinen väliseinä.

Yksi tapa on valmistaa valulippa etukäteen ennen varsinaisen elementin valua. Jos lippan ei ole määrä tulla varauksia tai muuta rakenteellista katkaisua, voidaan perinteisiä nostolenkkejä käytettäessä lippa valmistaa yhtenäisenä valukappaleena (kuva 36).



KUVA 36. Valulipallinen väliseinä

Kuula-ankkureita käytettäessä ankkureiden nostolukko vaatii puoliympyrän muotoisen varauksen elementin yläreunaan. Jos varaus on niin leveä että se ulottuu lipan puolelle (kuva 37), tulee valulippa katkaista riittävältä matkalta nostolukon toimivuuden varmistamiseksi. Sivulla 41 olevassa kuvassa 35 on esitetty katkaistu valulippa ja kuvassa 36 yhtenäinen valulippa..



KUVA 37. Kolomuottivaraus

Jos lippaa ei haluta katkaista, voidaan tähän tehdä kolomuotin kohdalle syvennys, kunhan varmistetaan siitä että valulippa kestää nostonaikaiset voimat sekä työmaalla tehtävien jälkivalujen valupaineet.

Kun lipa valetaan samaan aikaan väliseinäelementin kanssa yhtenä valukappaleena, tulee lipan ympärille asentaa esimerkiksi puutavarasta ja muottivanerista valmistettu kotelomuotti. Tällöin kuula-ankkurin kolomuotti asennetaan suoraan koteloon kiinni.

7.3 Lyhyet ja pilarimaiset väliseinät

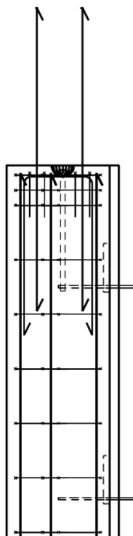
Lyhyissä ja pilarimaisissa väliseinissä (kuva 38) kuula-ankkureiden kuin myös nostolenkkien vaatimat reunaetäisyydet eivät usein täyty.



KUVA 38. Lyhyet väliseinät

Kun reunaetäisyyksien tai rakennepaksuuksien minimimitat eivät täyty, on tällöin Halfenin ohjeiden mukaan tarkistettava syntyvän murtokartion sivumitta. Jos sivumitta on pienempi kuin kolminkertainen ankkurointisyvyys, sallittua kuormaa on pienennettävä ja huomioitava että reunalohkeamista ei pääse syntymään.

Pilarimaiset väliseinät ovat yläpäästään usein raudoitettu niin vahvasti vaaka- ja pysty-teräslenkeillä että nämä parantavat tilannetta (kuva 39).



KUVA 39. Deha 6050-ankkurit pilarimaisessa väliseinässä.

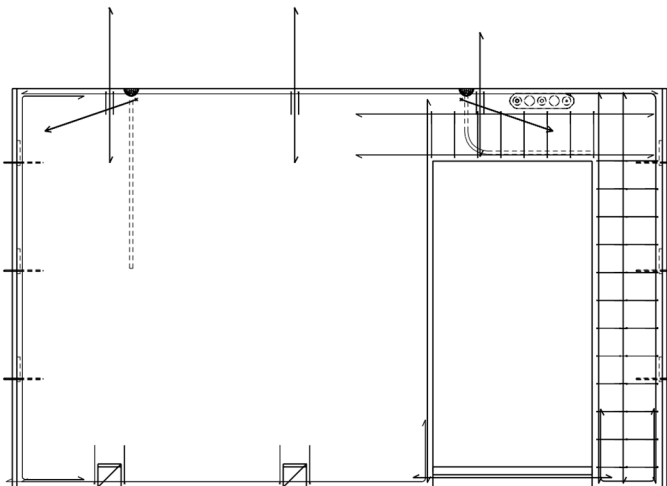
7.4 Aukolliset väliseinät

Aukollisilla väliseinillä (kuva 40) tarkoitetaan tässä tapauksessa ovi- ja ikkuna-aukkojen vaikutusta väliseinän painopisteeseen ja täten nostoelimen sijoitteluun.



KUVA 40. Oviaukollinen väliseinä

Tietyissä tilanteissa nostoelin on sijoitettava esimerkiksi oviaukon yläpuolelle. Harjateräsmallisen (Deha 6050) kuula-ankkuritapin sijoittaminen ovipalkkiin onnistuu hyvin koska harjaterästä voidaan taivuttaa palkin sisään, kuten kuvassa 41 on esitetty.

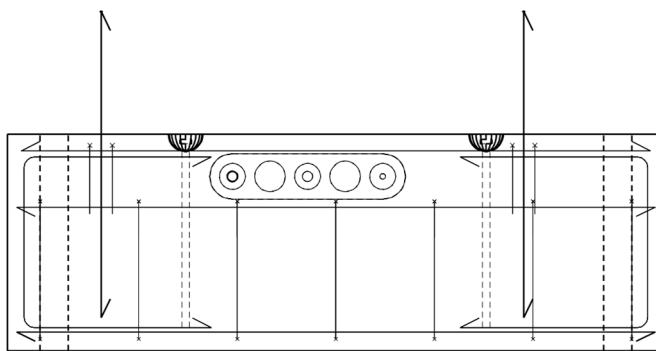


KUVA 41. Deha 6050-ankkurit ovipalkillisessä väliseinässä

Kun ovipalkissa käytetään 6000-sarjan nostoankkureita (tyssätappi), on otettava huomioon että palkin korkeus ei ole alle kuormaluokan vaatiman rakennekorkeuden. Jos näin kuitenkin on, tulee nostoankkurin aiheuttama murtokartio ankkuroida raudoituksen avulla muuhun väliseinäelementin rakenteeseen.

7.5 Palkkimaiset väliseinät

Palkkimaisia väliseiniä suunnitellaan tavanomaisesti niissä tilanteissa joissa oviaukollisen väliseinäelementin ovipalkki joudutaan rakenteellisesta syystä suunnittelemaan omana valukappaleena (kuva 42). Nämä ovat normaalisti melko kevyitä, 1-2 metrisiä palkkielementejä. On huomioitavaa että näissä lyhyissä palkeissa kuormaluokkien reunaetäisyydet sekä rakennekorkeudet tulevat helposti määrääviksi.



KUVA 42. Deha 6050-ankkurit ovipalkissa

7.6 Raskaat väliseinät

Raskailla väliseinillä tarkoitetaan yli 10 tonnin painoisia elementtejä. Harjateräsmallille nostoankkurille kuormaluokkien kapasiteetit riittävät raudoittamattomalle väliseinäelementille 90,9 kN:iin asti. Kahta ankkuria käytettäessä kapasiteetti on kiloina noin 18,2 tonnia. Tyssätyllä ankkurilla kapasiteetti ylettyy 200 millimetriä paksulla elementillä 39,0 kN:iin asti. Kahdella nostoankkurilla 7,8 tonniin asti. Deha 6050-sarjan kuulaankkurilla päästään siis normaalissa väliseinässä korkeimpiin kapasiteettilukemiin kuin 6000-sarjan kuula-ankkurilla.

8 POHDINTA

Tähän osioon on kerätty kuula-ankkureiden hyödyt ja haitat perinteisiin pyörönostolenkkeihin verrattuna. Tutkimustuloksina on käytetty valmistajan ohjeiden ja suunniteluohjeiden perusteella tehtyjä päätelmiä sekä Parma Oy:n tuotannon työntekijöiden (Aalto, Huhtasalo, Westerlund, 2015) kautta saatuja kommentteja.

Hyödyt:

- Edullinen hinta.
- Ankkureiden asentaminen väliseinän ovipalkkiin on huomattavasti vaivattomampaa yksinkertaisemman muotonsa vuoksi. Vertailukohtana Pintoksen SA-nostolenkki.
- Parman ontelolaattatuotannossa on jo tällä hetkellä kuula-ankkurit käytössä. Parman oman suunnittelun ja tuotannon porrastasolaattoihin on myös suunnitteilla kuula-ankkureiden käyttöönotto. Näin ollen nostoelimien yhtenäistäminen eri tuotteissa olisi järkevää.
- Väliseinien yläreunassa mahdollisesti olevia kotelomuotteja tai laitamuotteja ei kuula-ankkureita käytettäessä tarvitse kolota. Pyörönostolenkkejä varten kotelomuottiin kyseinen varauskolo täytyy tehdä koska nostolenkki tulee asentaa yli väliseinän yläreunan. Tämän vuoksi on myös mahdollista että työntekijä kompastuu nostolenkkiin (Aalto, Huhtasalo, Westerlund, 2015).
- Kuula-ankkurit vievät vähän varastotilaa pienen kokonsa vuoksi.

Haitat:

- Nostolenkkejä käytettäessä valulippaa ei tarvitse katkaista, joten lippa pystytään valmistamaan yhtenä valukappaleena. Kuula-ankkureiden kohdalla valulippa tulee katkaista tai lipaan tulee tehdä syvennys. Varsinkin lipan katkaisu teettää paljon lisätyötä koska yhden valukappaleen sijasta täytyykin esivalaa monta valukappaletta (Aalto, Huhtasalo, Westerlund, 2015).
- Esivaletuissa valulipoissa olevat teräsverkot vaikeuttavat kuula-ankkureiden ympärille ennen valutyötä asennettavia lisäteräksiä (Aalto, Huhtasalo, Westerlund, 2015).
- Kun nostoankkureiden nostokulma on yli 10 astetta, tulee ankkurin ympärille asentaa vinon noston ankkurointiteräs. Kun käytetään perinteisiä nosto-

lenkkejä, tätä lisäraudoitetta ei tarvitse asentaa. Lisäteräksen asentaminen vaatii siis lisätyötä, materiaalikustannusten lisäksi.

- 6000-sarjan kuula-ankkurin ympärille tulee aina asentaa suoran noston ankkuroidintiraidotteet. Tämä tuottaa todella paljon lisätyötä ja materiaalikustannuksia.
- Parma Oy:n Kangasalan tehtaalla tehdyt pystyvaluseinät kiinnitetään elementin purkuvaiheessa turvakiinnityksellä nostolenkeistä valumuottiin. Kuula-ankkureita käytettäessä täytyisi turvakiinnitys suunnitella uudelleen (Aalto, Huhtasalo, Westerlund, 2015).
- Kolovarauksen puhtaanapito (Aalto, Huhtasalo, Westerlund, 2015).

Hyödyistä ja haitoista on pääteltävissä että Dehan kahden eri kuula-ankkuritapin väliset isot erot ovat niiden lisäraudoitusten määrissä. 6000-sarjan ankkureiden lisäraudoitteiden määrä on huomattavasti suurempi kuin 6050-sarjan harjateräsmallisessa ankkurissa. Tyssätappimallisen ankkurin lisäraudoitteiden työ- ja materiaalikustannukset kasvavat siis helposti liian suuriksi. Lisäksi harjateräsmallisen ankkurin nostokapasiteetti on 200 mm:ä paksulle väliseinälle paljon isompi.

Kuula-ankkuritapit ovat erittäin edullisia, tietyissä tapauksissa jopa neljä kertaa edullisempia kuin perinteiset nostolenkit. Oma mielipiteeni on että kuula-ankkureiden harjateräsmallinen ankkuri on varsin kilpailukykyinen ja kustannustehokas tuote Parma Oy:n betoniväliseinien nostoelimenä toimimiseen.

9 LÄHTEET

Betoniteollisuus ry. 2010. Betonielementtien nostolenkit ja -ankkurit. Helsinki. Suomen rakennusmedia Oy.

Pintos Oy. 2013. PB-, PBK- ja PBR-nostolenkkien käyttöohje.

Halfen AB. 2014. Deha-nostoankkureiden käyttöohje.

www.halfen.fi

Aalto, Huhtasalo, Westerlund. 2015. Parma Oy Kangasala. Haastattelu 23.2.2015

10 LIITTEET

Liite 1. Kysymykset Parma Oy:n Kangasalan tehtaan työntekijöille

Kysymykset koskien opinnäytetyötä (23.2.2015)

(LIITE 1)

Mitä tulee huomioida betonisissa väliseinissä omassa työssäsi kun nostoelimenä käytetään kuula-ankkureita? Ongelmakohdat? Mitä hyvää verrattuna normaaleihin nostolenkkeihin? Mitä huonoa verrattuna normaaleihin nostolenkkeihin? Kehitysmahdollisuudet? Haasteet?

Kasaus:

Raudoitus:

Valu:

Purku: