



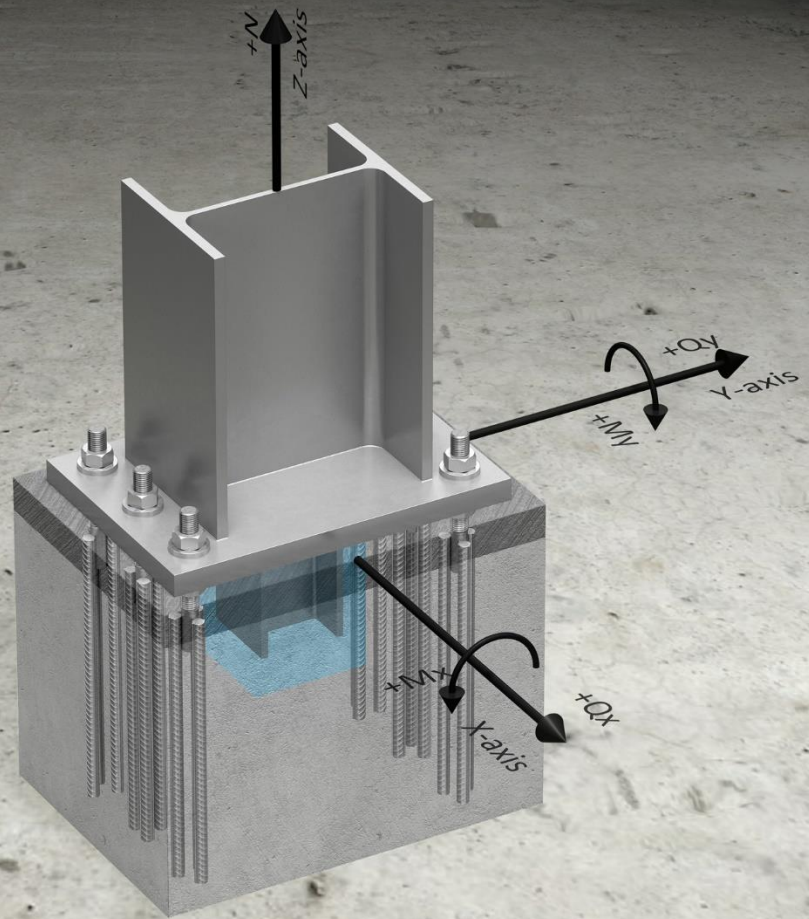
Anstar[®]



ASTEEL

Käyttöohje

Versio 1/2020



ASTEEL-mitoitusohjelma

ASTEEL-mitoitusohjelma on suunnittelun apuväline, jolla suunnitellaan teräsprofiilien pohjalevy peruspulttiliitokset betoniin. Ohjelma käyttää Anstar Oy:n teräsrakenteiden järeitä peruspultteja sekä kevyitä harjateräspultteja. Ohjelmaa käytetään myös koneiden ja laitteiden kiinnittämiseen betoniperustukseen. Ohjelmassa on liittotyypit liittopilareiden, kiinnityslevyjen sekä ristikkoliitosten mitoittamiseen betonissa.

Ohjelma täydentää Anstar Oy:n runkorakenteiden liitosten mitoitusohjelmavalikoimaa. ACOLUMN ohjelmalla suunnitellaan betonielementtipilarin kenkä-pultti liitokset perustukseen ja palkki-pilari momenttijäykät liitokset. ABEAM ohjelmalla suunnitellaan liittopalkit ABEAM-W ja ABEAM-S.

SISÄLLYSLUETTELO

1	ASTEEL MITOITUSOHJELMA	4
2	OHJELMAN KÄYTTÖKOHEET	4
2.1	Teollisuuden järeät teräspilariliitokset	4
2.2	Liike-, toimisto ja julkisten rakennusten teräspilariliitokset	5
2.3	Liittopilarirunkojen perustusliitokset	5
2.4	Sekundääristen teräsrakenteiden perustusliitokset	5
2.5	Koneiden ja laitteiden perustusliitokset	6
2.6	Kiinnityslevyjen liitokset	6
2.7	Ristikkoliitokset	7
2.8	ASTEEL ohjelman käyttöalue	7
2.9	Teräsrakenteiden peruspultit	8
3	VALMISTUSTIEDOT	9
4	MITOITUSPERUSTEET	10
4.1	Suunnittelu- ja valmistusnormit	10
4.2	Pohjalevy-peruspulttiliitoksen kestävyysarvot	10
4.2.1	Pohjalevyliitoksen jäykkyys	10
4.2.2	Pultin normaalivoimakkestävyys	11
4.2.3	Pultin leikkauskestävyys	12
4.2.4	Veto- ja leikkauskestävyys. Käyttöasteiden yhdistely	13
4.3	Teräspilarin leikkausvoiman siirto jälkivalulle ja perustukseen	14
4.4	Pulttiliitoksen suunnitteluohje päärakennesuunnittelijalle	14
5	POHJALEVYLIITOKSEN DETALJISUUNNITTELU	16
5.1	Suunnittelun vaiheet ja osapuolet	16
5.2	Mitoitusohjelma ASTEEL	16
5.3	Ohjelman lähtötiedot	17
5.3.1	Projektkansio ja laskentanormi	17
5.3.2	Liitostyyppi	18
5.3.3	Pohjalevyliitoksen lähtötiedot	19
5.3.4	Liitoksen voimat	22
5.3.5	Peruspulttien sijoitus pohjalevyyn	23
5.3.6	Liitoksen laskenta	25
5.4	Asennustilanne. Peruspultit	26
5.4.1	Tulosten esitystapa	26
5.4.2	Pulttien kestävyys. Asennustilanne	27
5.5	Murtotilanne. Pohjalevy, hitsit ja leikkausvaarna	28
5.5.1	Pohjalevyn laskentamenetelmä	28
5.5.2	Pohjalevyn jännitystila. Käyttöasteet ja taipumat	29
5.5.3	Pilariprofiilin hitsit	31
5.5.4	Leikkausvaarna	32
5.6	Murtotilanne. Jälkivalupoikkileikkaus	33
5.6.1	Peruspulttiliitoksen yhteisvaikutuskuvaajat	33
5.6.2	Pilariprofiilin taivutusjännitykset	35
5.6.3	Pohjalevyn jälkivalun jännitystila	35
5.6.4	Peruspulttien kestävyys jälkivalupoikkileikkauksessa	36
5.7	Murtotilanne. Peruspulttien mitoitus perustuksessa	37
5.8	Peruspulttien lisäraudoitus	37
5.9	Pulttiliitoksen käyttöikämitoitus	37
6	PULTTIEN ASENNUS TYÖMAALLA	39
6.1	Asennustyössä noudatettavat normit ja suunnitelmat	39
6.2	Pulttien asennus perustukseen	39
6.3	Pilarin asennus	41
6.4	Pulteille sallitut korjaustoimenpiteet työmaalla	42
7	TURVALLISUUSTOIMENPITEET	43
7.1	Tiedot työmaan työturvallisuusohjeen laatimista varten	43
7.2	Pulttiliitoksen käyttöönotto rakentamisaikana	43
8	ASENNUKSEN LAADUNVALVONTA	44
8.1	Pilarin asennuksen valvontaohje	44
8.2	Asennuksen laadunvalvonnan loppudokumentointi	44

Revisio B – 31.1.2020

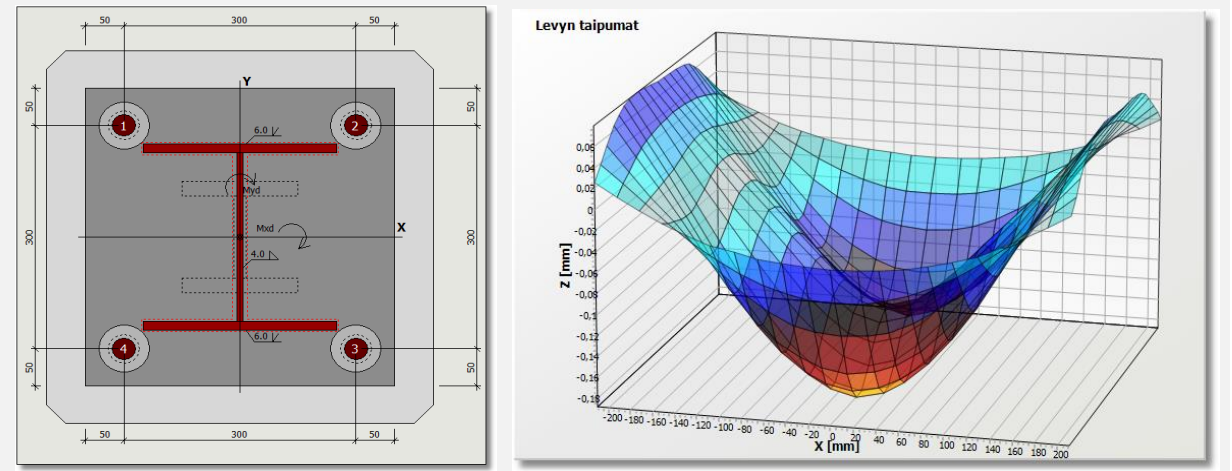
- Ohjelmaversio 2.0 on julkaistu.
- Ohjelmaan on lisätty uusia liitostyyppisiä sekä tehty uusia ominaisuuksia.
- ASTEEL ohjelman mitoitusnormi on SFS-EN 1992-4:2018 murto- ja onnettomuustilanteessa.
- Ohjelma laskee myös kumotulla CEN/TS-1992-4-2 normilla. Normi antaa hieman konservatiivisempia laskentatuloksia.
- Ohjelmaan on lisätty vakiokiinnityslevyjen KL, AKL ja JAL mitoitus murto- ja onnettomuustilanteessa.
- Ohjelma mitoittaa myös Anstar Oy:n AKLC-Custom erikoiskiinnityslevyt.
- Ohjelmaan on lisätty Ristikkoliitosten ADE ja ADK mitoitus projektikohtaisille kuormille.
- Pulttietokantoja on päivitetty.
- Ohjelma käyttöliittymää on parannettu. Tulosten hyväksyntälogiikkaa on parannettu.
- Pulttien ja kiinnityslevyjen raudoitusperiaatteita on yksinkertaistettu.

Tämä käyttöohje koskee yksinomaan tässä dokumentissa esitettyjen Anstar Oy:n valmistamien peruspulttituotteiden suunnittelua ja lujuuslaskentaa teräspilarin ja betoniperustuksen välisessä liitoksessa. ASteel ohjelmaa tai sen erillisiä osia ei voi soveltaa eikä käyttää muiden valmistajien peruspulttituotteiden suunnitteluun ja käyttöön peruspulttiliitoksissa. Ohjelman käyttämät peruspulttien aksiaalijäykkyyden parametrit eivät ole voimassa muiden valmistajien pulttituotteille.

1 ASTEEL MITOITUSOHJELMA

ASTEEL mitoitusohjelmalla suunnitellaan teräspilarin pohjalevyn peruspulttiliitos betonielementti- tai paikallavalettuun rakenteeseen. Ohjelmaa käytetään järeiden teräsrunkojen sekä myös kevyiden teräspilareiden perustusliitoksissa. Ohjelma soveltuu myös koneiden ja laitteiden kiinnittämiseen betoniperustukseen sekä kevyiden sekundääristen teräsrakenteiden pohjalevy/peruspulttikiinnityksiin. Ohjelma mitoittaa myös kiinnityslevyt ja ristikkoliitokset.

Ohjelmassa käytetään Anstar Oy:n teräsrakennepultteja, joilla muodostetaan pilarin pohjalevyliitos eri tyyppisiin paikallavalu- ja elementtirakenteisiin. Pulteista on sovellutukset erikseen matalaan perustukseen ja lähellä betonin reunaan oleviin rakenteisiin. S-sarjan pulteissa on irrotettava kierreosa, jonka pituus ja materiaali valitaan korroosio-olosuhteiden ja liitettävän rakenteen paksuuden mukaan.

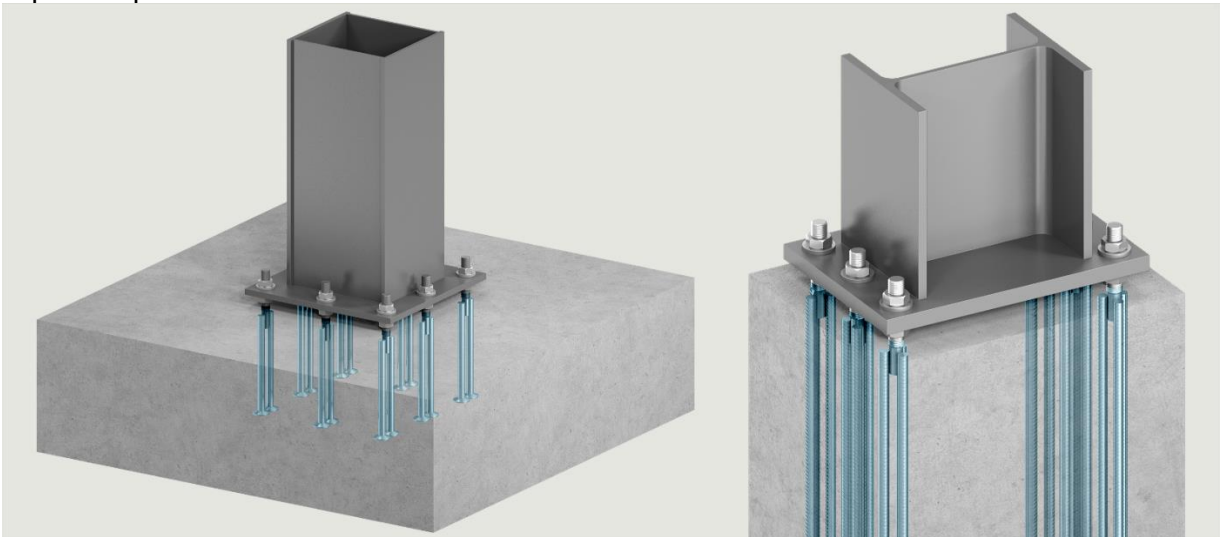


Kuva 1. Teräspilarin perustusliitoksen mitoitusohjelma

2 OHJELMAN KÄYTTÖKOHTEET

2.1 Teollisuuden järeät teräspilariliitokset

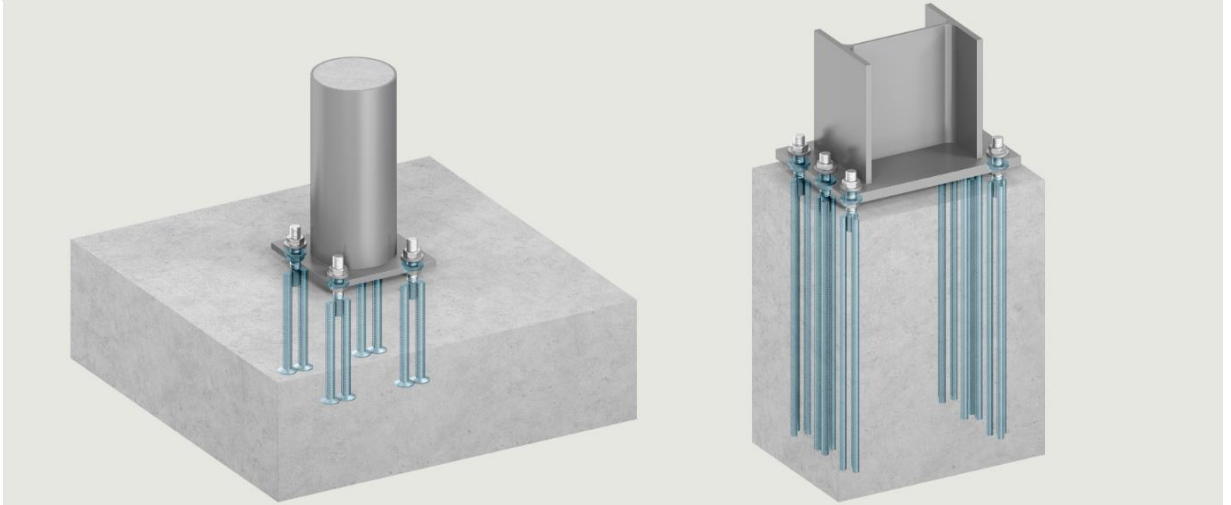
ALP-C sarjan peruspultteja käytetään teollisuusrakennusten järeissä teräspilariliitoksissa paikallavalettuun perustukseen. Pultit sopivat liitoksiin, joissa siirretään merkittäviä normaali- ja leikkausvoimia sekä taivutusmomenteja. L-sarja sopii matalaan anturaan ja P- sekä P2 sarjat sopivat kapeaan rakenteeseen.



Kuva 2. ALP-C teräsrakennepultit järeissä teollisuuden teräspilariliitoksissa

2.2 Liike-, toimisto ja julkisten rakennusten teräspilariliitokset

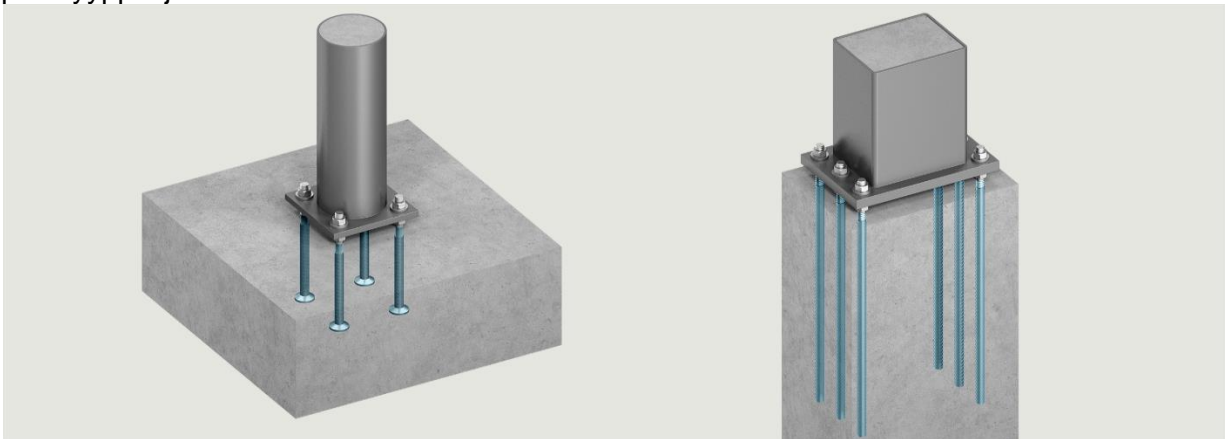
Liike- toimisto- ja julkisten rakennusten teräspilareiden liitoksissa käytetään ALP-C sarjan pultteja ja kevyissä kohteissa ATP, AHP ja ARJ sarjan pultteja.



Kuva 3. ALP-C ja ATP teräsrakennepultit toimisto- ja liikerakennusten teräspilariliitoksissa

2.3 Liittopilarirunkojen perustusliitokset

ATP ja AHP pultteja käytetään teräs/betoni liittopilareiden perustusliitoksissa. Lyhyet ATP sarjan pultit sopivat myös massiivilaattaan. Pitkät AHP sarjan pultit sopivat kapeaan peruspilariin lähelle rakenteen reunaan. ASTEEL ohjelma mitoittaa myös epäsymmetriset ja eri pulttityyppiä ja -kokoja olevat liitokset.

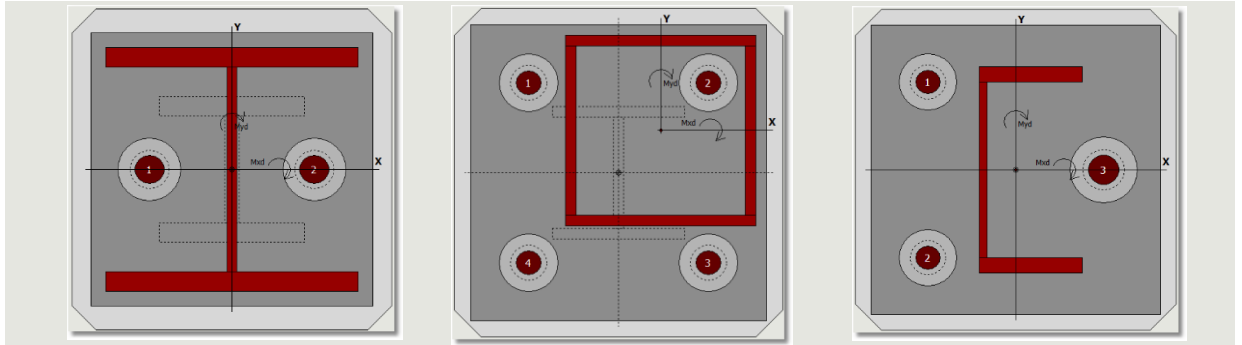


Kuva 4. ATP ja AHP teräsrakennepultit liittopilarin liitoksissa

2.4 Sekundääristen teräsrakenteiden perustusliitokset

Sekundääristen teräsrakenteiden, putkisiltojen, kuljettimien ja teollisuuden laite- ja hoitotasojen pilarit kiinnitetään perustukseen joko ALP-C sarjan pultteilla järeissä kiinnityksissä tai ATP, AHP ja ARJ sarjan harjateräspultteilla kevyissä kiinnityksissä. Pileri voi olla joko valssattu tai hitsattu symmetrinen tai epäsymmetrinen profiili. Pulttiliitoksen voi muotoilla symmetriseksi tai se voi tehdä pilariprofiilin epäkeskeisen sijainnin ja muodon mukaan. Leikkausvaarnalla estetään ruuvireiän välyksestä tulevat pilarin siirtymät. Pultteille on rinnakkaismalli S-sarja irrotettavalla kierreellä erikoissovellutuksia varten.

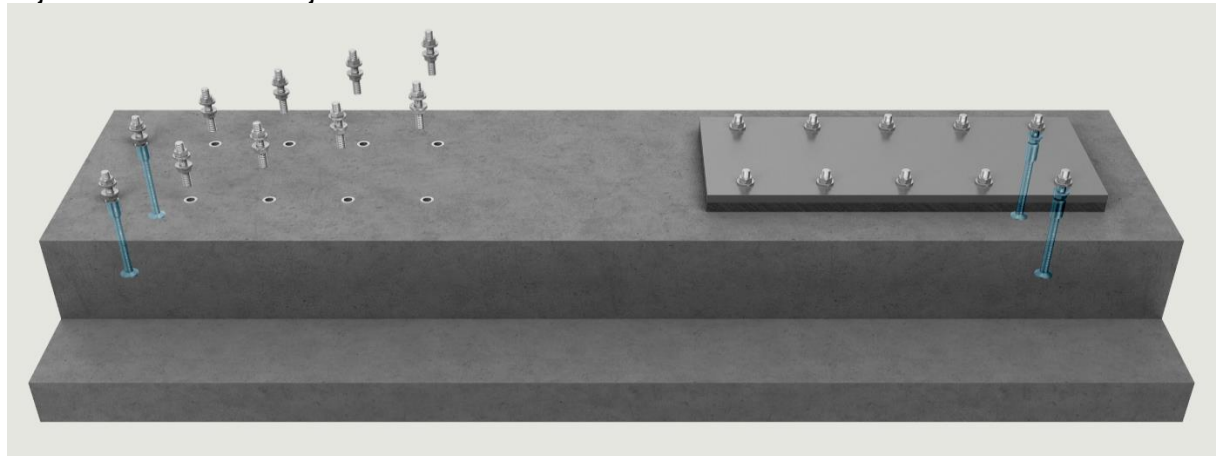
Liitoksen normaalivoima voi olla puristusta tai vetoa sekä taivutusmomentti ja leikkausvoima kahden akselin suuntaan. Jälkivalumateriaali voidaan valita useista kaupallisista tuotteista lujuuden tai pakkaskestävyyden mukaan.



Kuva 5. Teräsrakennepultit sekundääristen teräspilareiden epäsymmetrisissä liitoksissa

2.5 Koneiden ja laitteiden perustusliitokset

Kone- ja laiteperustuksissa käytetään ALP-C sarjan pultteja suurta voimaa vaativissa kiinnityksissä ja ATP, AHP ja ARJ sarjaa kevyissä kiinnityksissä. Pultin irrotettavan kierreosan pituus ja materiaali valitaan laitteen laipan paksuuden ja korroosio-olosuhteiden mukaan. Irrotettava kierreosa ei vaurioidu rakentamisaikana. ASTEEL ohjelmalla mitoitetaan perustuksen pultit laitteelta tuleville voimille. Laite kiinnittyy pohjalevyn avulla pultteihin. Betoniin valettavat pultit ja niiden lisäraudoitus perustuksessa suunnitellaan ASTEEL ohjelmalla EN 1990 sarjan euronormien mukaan.



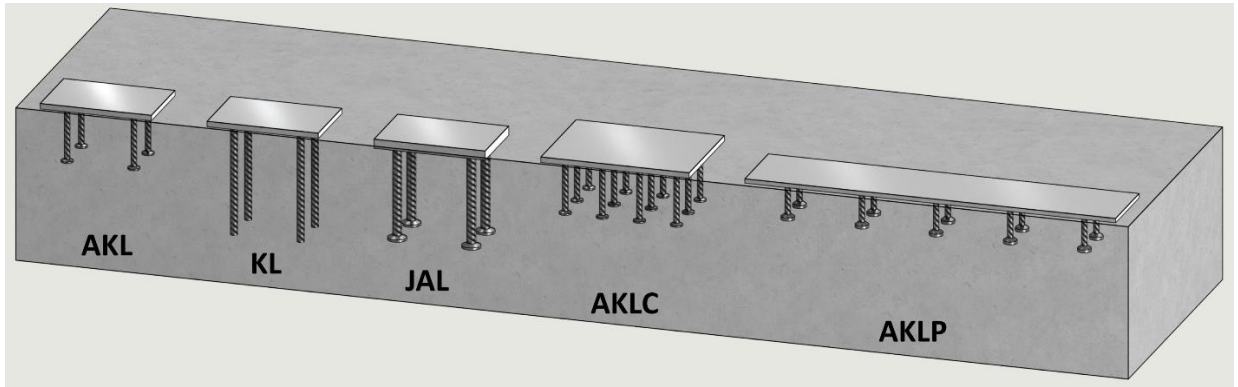
Kuva 6. Teräsrakennepultit kone- ja laiteperustuksissa

2.6 Kiinnityslevyjen liitokset

Kiinnityslevyjä käytetään teräs- ja betonirakenteet yhdistävissä liitoksissa siirtämään kuormat betonirakenteelle. Levyt asennetaan paikallavalu- tai elementtimuottiin ja valetaan betoniin. Kiinnityslevyliitoksien suunnittelu voidaan tehdä projektissa Anstar Oy:n ASTEEL ohjelmalla, jolla suoritetaan levyjen mitoitus rakenteen kuormille ja levyn sijoitukselle rakenteen reunassa. Ohjelma mitoittaa kiinnityslevyn raudoituksen sekä pintalevyyn hitsattavan profiilin ja sen hitsiliitoksen. Liitoksen suunnittelu ja lujuuslaskelmat tuotetaan samalla kertaa.

Anstar Oy:n kiinnityslevytuotteet soveltuvat seuraaviin rakenteisiin:

AKL	- Kevyiden kuormien siirtäminen ohuissa elementti- ja paikallavalurakenteissa.
KL	- Kevyiden kuormien siirtäminen hyvin kapeassa rakenteessa ja rakenteen reunassa levyn täydellä vetokestävyydellä.
JAL	- Raskaiden kuormien siirtäminen elementti- ja paikallavalurakenteissa.
AKLP AKLJ	- Kiinnityslevyä käytetään kohteissa, joissa tarvitaan useita kiinnityskohtia vierekkäin. - Levy sopii systeemikiinnitykseen, jossa pitää varautua myöhemmin tulevaan kiinnitystarpeeseen, jonka sijaintia ei tarkkaan tiedetä.
AKLC- Custom	- Projektikohtainen erikoiskiinnityslevy suunnitellaan ASTEEL ohjelmalla. Anstar Oy suorittaa mitoituksen suunnittelijan antamilla lähtötiedoilla.



Kuva 7. Kiinnityslevy tuotteet

2.7 Ristikkoliitokset

Ristikkoliitostuotteet ADE ja ADK on suunniteltu betonielementtirungon jäykistystä varten. Liitososia käytetään teräsrakenteisten jäykistyssauvojen kiinnittämiseen betonielementtipilariin. Tuotteilla voidaan muodostaa vaikeissa talviasennusolosuhteissa rakennuksen jäykistys ilman työmaalla tehtävää hitsausta ja jälkivaluja. Rakennuksen jäykistykseen vino- tai vaakasauvat kiinnitetään ruuviiliitoksella pilariin valettuihin liitososiin. Liitoksen säätövara huomioi betonielementtirungon normaalit valmistus- ja asennustoleranssit. Liitos on heti asennuksen jälkeen valmis käyttöönottoon.

Liitokset muodostetaan teräsosista, jotka valetaan elementtipilariin sekä näihin pilariosiin valun jälkeen kiinnitettävistä jäykistyssauvoista. Tuotteilla voidaan toteuttaa seuraavia rakenteita:

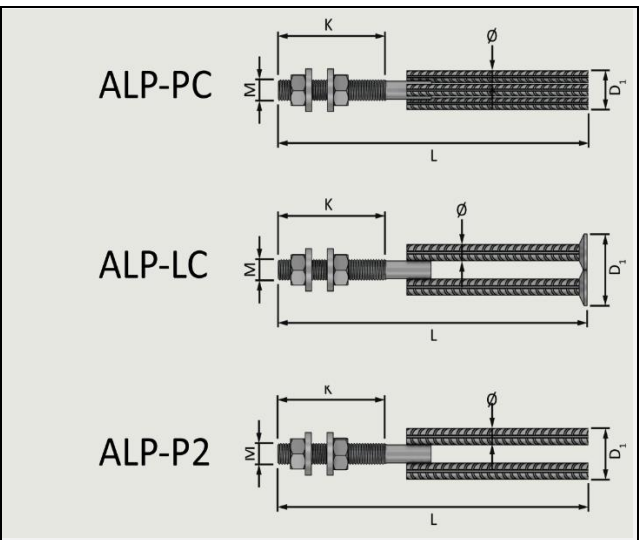
ADE	- ADE-vaakasauvaliitos sopii elementtipilarin vaakasuuntaiseen nurjahdustuentaan ja siirtämään vaakakuormia runkoa jäykistävälle pystyrakenteille sekä vinojäykistysristikolle.
ADK	- ADK-vinosauvaliitosta käytetään betonielementtirungon pystyjäykistyksessä. - Vinosauvat muodostavan jäykistysristikon, jolla siirretään vaakakuormat perustuksille.

2.8 ASTEEL ohjelman käyttöalue

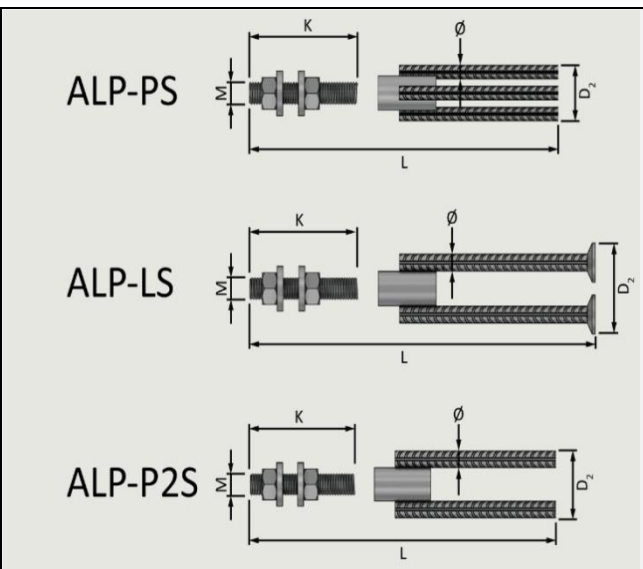
ASTEEL laskee teräspilarin pohjalevy peruspulttiliitoksen seuraavilla mitoitusohjeilla.

1. Laskentanormi	- Liitoksen rakenteet suunnitellaan Euronormien EN 1992-1-1 ja EN 1993-1-8 mukaan. - Peruspultit suunnitellaan SFS-EN 1992-4:2018 normin mukaan. - Laskennan voi tehdä vielä tehdä vanhalla CEN/TS 1994-2 standardilla.
2. Liitostyyppi	- Liitostyyppi voi olla jäykkä tai joustava liitos. - Ohjelma laskee pohjalevyn jännitystilan ja muodonmuutokset ja määrittää pohjalevyn kestävyuden kahdella valinnaisella menetelmällä.
3. Teräspilarin ja hitsin mitoitus	- Ohjelma laskee teräspilarin profiilin alustavan jännitystilan. - Ohjelma mitoittaa teräspilarin hitsiliitoksen pohjalevyssä.
4. Jälkivalu	- Ohjelma mitoittaa pohjalevyn alustan jälkivalun kestävyuden kaupallisilla jälkivalumassoilla. Valittavana on useita eri massoja.
5. Peruspultit ja leikkausvaarna	- Ohjelma mitoittaa peruspultit pohjalevyiltä tuleville voimille - Ohjelma mitoittaa peruspulttien betonikestävyuden perustuksessa - Leikkausvoima siirtää pulteilla, kitkalla tai leikkausvaarnalla.
6. Perustuksen mitoitus	- Ohjelma tarkistaa pulttien vaatiman perustuksen pääraudoituksen kestävyuden sekä laskee pulttien lisäraudoituksen.
7. Kiinnityslevyt	- Ohjelma suorittaa kiinnityslevyjen mitoituksen projektikohtaisille kuormille
8. Ristikkoliitokset	- Ohjelma suorittaa Ristikkoliitoksen mitoituksen projektikohtaisille kuormille.

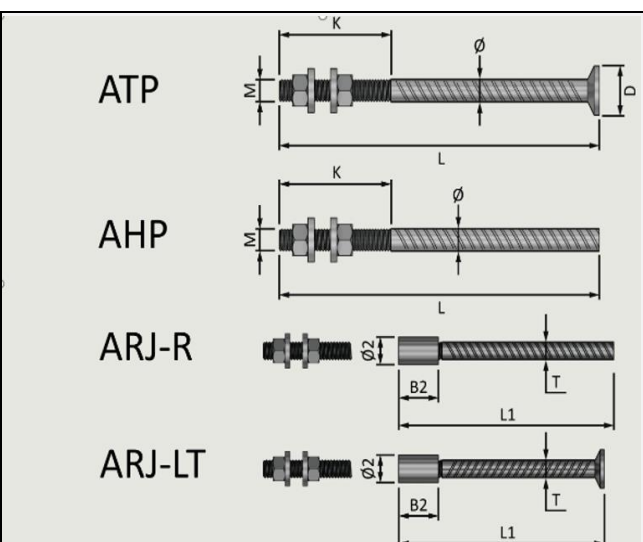
2.9 Teräsrakenteiden peruspultit

<p>ALP-PC</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teollisuuden järeät pulttikiinnitykset - Soveltuu peruspilariin ja massiivilaattaan - Pultin kokoalue M22 – M60 - Pulteilla euronormien mukainen mitoitus <p>ALP-LC</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teollisuuden järeät pulttikiinnitykset - Soveltuu anturaan ja laattaan. - Normaalivoimakestävyys 161 – 1259 kN - Kuumasinkittynä vaativiin kohteisiin <p>ALP-P2</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teollisuuden järeät pulttikiinnitykset - Soveltuu peruspilariin ja rakenteen reunaan - Pulttien kokoalue M22 – M52. - Pultti sopii kapeaa ja korkeaan rakenteeseen 	
--	--

Kuva 8. ALP-C sarjan järeät pulttituotteet, kiinteä kierreosa

<p>ALP-PS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teollisuuden järeät pulttikiinnitykset - Soveltuu peruspilariin ja massiivilaattaan - Pultin kokoalue M22 – M60 - Irrotettava kierre. Korroosiota kestävä materiaali <p>ALP-LS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teollisuuden järeät pulttikiinnitykset - Matala laiteperustus, massiivi laatta/antura - Irrotettava kierreosa. Materiaali valittavissa. - Normaalivoimakestävyys 161 – 1259 kN <p>ALP-P2S</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teollisuuden järeät pulttikiinnitykset - Laitteperustus lähelle rakenteen reunaan - Irrotettava kierreosa. - Pultin kokoalue M22 – M52 	
---	---

Kuva 9. ALP-S sarjan järeät pulttituotteet, irrotettava kierreosa

<p>ATP</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kevyet peruspulttikiinnitykset - Soveltuu pilarianturaan ja massiivilaattaan - Pultin kokoalue M16 – M45. Musta ja sinkitty - Sopii matalaan rakenteeseen <p>AHP</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kevyet peruspulttikiinnitykset - Soveltuu peruspilariin rakenteen reunaan - Normaalivoimakestävyys 61 – 493 kN - Kiinnitys hyvin lähelle rakenteen reunaan. <p>ARJ-LT, ARJ-R</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kevyet laite- ja koneperuspulttikiinnitykset - Irrotettava kierreosa. Pituus säädettävissä - Kierremateriaali korroosio-olosuhteiden mukaan. Pultin kokoalue M16 – M45 	
--	--

Kuva 10. ATP, AHP ja ARJ sarjan kevyet harjateräspultit kiinteä ja irrotettava kierreosa.

3 VALMISTUSTIEDOT

ANSTAR Oy on tehnyt teräsrakenteiden peruspulttituotteiden valmistuksesta laadunvalvontasopimuksen KIWA Inspecta Oy:n kanssa.

1. Valmistusmerkinnät	Pultin valmistusmerkinnät. - ANSTAR Oy:n tunnus - Pultin tunnus maalataan värikoodilla pultin päähän - Pakkaus. Kuormalava
2. Materiaalit	Valmistuksessa käytettävät materiaalit. - Harjatangot SFS-EN 10080, SFS 1300, B500B - Kierretanko, hitsattu ImacroM $f_y = 700$, $f_u = 800-1100$ MPa - Kierretanko, irrotettava m8.8 $f_y = 640$ MPa, $f_u = 800$ MPa Kierteen laskentalujuuden mitoitusarvot: $f_{yb}=640$ MPa ja $f_{ub} =800$ MPa - Mutteri DIN 934, lujuus 8 - Aluslevy SFS-EN 10025 musta/sinkitty, S355J2+N - Materiaalien minimi iskutkestauslämpötila ≤ -20 °C
3. Valmistusmenetelmä	Pultin valmistus. - Pultit valmistetaan standardin SFS-EN 1090-2:2018 mukaan toteutusluokassa EXC2. Erikoistilauksesta toteutusluokassa EXC3. - Hitsausluokka C ja erikoistilauksesta B, SFS-EN ISO 5817. [11] - Harjatangon hitsaus SFS-EN 17660-1 [16] - Kierre SFS-EN ISO 898-2, rullavalssaus - Vaarna-ankkuri, kuumamuokkaus - Valmistustoleranssit SFS-EN 1090-2:2018 [2]
4. Pintakäsittelymenetelmät	Vakiotoimitus 1. Ei käsittelyä - Kierre ja tartunnat ilman pintakäsittelyä - Mutterit DIN 934 -8, ei käsittelyä - Aluslevyt S355J2+N, ei käsittelyä Vakiotoimitus 2. Kuumasinkitys, tilaustunnus HDG - C sarja. Kierre kuumasinkitty SFS-EN 10684 ja tartunnat ilman käsittelyä - S sarja. Kierretanko kuumasinkitty SFS-EN 10684 ja tartuntaosa ilman käsittelyä - Mutterit DIN 934 -8, kuumasinkitty - Aluslevyt S355J2+N, kuumasinkitty
5. Tuote-hyväksyntä ja laadunvalvonta	Tuotannon laadunvalvonta: Sertifikaatti 0416-CPR-7247-03. Tuotehyväksyntä Suomessa: Peruspulttit: BY -käyttöseloste. Lisätiedot: www.anstar.fi.

Taulukko 1. Anstar Oy:n peruspultti- ja kiinnityslevytuotteiden valmistusohjelma

	Tuoteryhmä	Käyttöohje	Pultin tyypillinen käyttökohte teräsrungossa
1	ATP AHP	Harjateräs-pultit	<ul style="list-style-type: none"> - Toimisto-, liike- ja julkisten rakennusten pulttiliitokset - Betoni- ja teräsrungot sekä liittopilarirungot. - Kevyiden teollisuusrakennusten perustusten pulttiliitokset betoni- ja teräsrungoissa - Kone- ja laiteperustusten kevyet liitokset betoniin
2	ALP-LC ALP-PC ALP-P2 ALP-P2M	Peruspulttit	<ul style="list-style-type: none"> - Teollisuuden teräsrunkojen järeät perustusliitokset - Liittopilareiden perustusliitokset - Teräsrungon järeät pilari-perustusliitokset - Muut järeät pulttiliitokset betoniin - Kone- ja laiteperustusten järeät liitokset betoniin
3	ARJ	Raudoitus-jatkos	<ul style="list-style-type: none"> - Harjateräksen jatkosliitos - Raudoitusjatkokseen tehdyt pulttisovellukset - Momenttijäykkä palkki-pilariliitos - Vetotankorakenteet
4	KL, AKL, JAL AKLC-Custom	Kiinnityslevyt	<ul style="list-style-type: none"> - Betonirakenteisiin sijoitettavat kiinnityslevyt. - Projektikohtaiset erikoiskiinnityslevyt.
5	ADE-T, -P ADK-T, -P	Ristikkoliitokset	<ul style="list-style-type: none"> - Betonielementtirungon jäykistysristikoiden kiinnitysosat

4 MITOITUSPERUSTEET

4.1 Suunnittelu- ja valmistusnormit

1. Suomen normit

<i>SFS-EN 1991-1+NA</i>	Rakenteiden kuormat. Osa 1-1. Yleiset kuormat. [5]
<i>SFS-EN 1992-1-1+NA</i>	Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 1-1. Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt. [6]
<i>SFS-EN 1993-1-1+NA</i>	Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1-1. Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt. [7]
<i>SFS-EN 1992-4:2018</i>	Eurocode 2. Design of concrete structures. Part 4 Design of fastenings for use in concrete.

2. Muut euronormialueen maat

<i>Perus Eurokoodi</i>	EN-1992-1-1:2004/AC:2010
<i>Ruotsi</i>	SS-EN 1992-1:2005/AC:2010+A1/2014 + EKS 11
<i>Saksa</i>	DIN-EN 1992-1-1+NA/2013-04

3. Pulttien valmistus

<i>SFS-EN 1090-1</i>	Teräsrakenteiden toteutus. Osa 1. Vaatimukset rakenteellisten kokoonpanojen vaatimustenmukaisuuden arviointiin. [1]
<i>SFS-EN 1090-2:2018</i>	Teräsrakenteiden toteuttaminen. Osa 2. Teräsrakenteita koskevat tekniset vaatimukset. Toteutusluokat EXC2 ja EXC3. [2]
<i>SFS-EN-ISO 5817</i>	Hitsaus. Teräksen, nikkelin, titaanin ja niiden seosten hitsaus. Hitsiluokat. [11]
<i>SFS-EN 17760-1</i>	Hitsaus. Betoniterästen hitsaus. Osa 1. Voimaliitokset. [16]

4.2 Pohjalevy-peruspulttiliitoksen kestävyysarvot

4.2.1 Pohjalevyliitoksen jäykkyys

ASTEEL ohjelma laskee pohjalevyliitoksen kahdella menetelmällä, jotka määrittävät myös liitoksen taivutusjäykkyyden ja sen vaikutuksen yläpuolisen teräsrungon siirtymätilaan.

1. <i>Rakenteen siirtymätila</i>	Rakenteen siirtymätilan vaikutus lasketaan SFS-EN 1993-1-1 kohdan 5.2 mukaan. Liitoksen jäykkyys vaikuttaa rakenteen mitoitukseen.
2. <i>Jäykkä liitos</i>	Jäykkä liitos (Kimmoinen) <ul style="list-style-type: none"> - Pohjalevyille ei sallita tasomuodonmuutosta. Levy pysyy tasona taivutukselle. - Levyn taivutusjännitykset pysyvät kimmoisalla alueella. - Liitoksen syntyy kiertymää peruspulttien venymästä ja jälkivalun muodonmuutoksista. - Menetelmä lisää pulttien vetovoimia sekä pohjalevyn paksuutta ja jännityksiä. - Rungolle käytetään SFS-EN 1993-1-1 kaavan 5.1 kimmoteorian mukaista analyysiä, mikäli kaavan muut edellytykset ovat voimassa.
3. <i>Joustava liitos</i>	Joustava liitos (Kimmo-plastinen) <ul style="list-style-type: none"> - Pohjalevyille sallitaan tasomuodonmuutos ja taipuma levyn taivutukselle. - Levyn taivutusjännitykset mitoitetaan kimmo-plastisella alueella. - Liitoksen syntyy kiertymää levyn, peruspulttien ja jälkivalun muodonmuutoksista. - Menetelmä minimoi pulttien vetovoimia sekä pohjalevyn paksuutta ja jännityksiä. - Rakenteelle käytetään SFS-EN 1993-1-1 kaavan 5.1 kimmo-plastista analyysiä. - Liitokseen syntyy kiertymää levyn taipumista ja pulttien ja valun muodonmuutoksista

4.2.2 Pultin normaalivoimakestävyys

1. Normaalivoimakestävyys. Mitoitustilanteet betonissa.

1. <i>Asennustilanne Jälkivaluleikkaus</i>	- Asennustilanteessa peruspultit siirtävät pilarin normaali- ja leikkausvoiman ja taivutusmomentin.
2. <i>Murtotilanne Jälkivaluleikkaus</i>	- Murtotilanteessa jälkivalu siirtää puristusta ja pultit siirtävät puristusta ja vetoa. Pultin kierteen mitoitusarvo lasketaan standardin EN 1992-4:2018 taulukon 4.1 [22]. - Pulttien normaalivoimakestävyys mitoitusarvot on esitetty vastaavissa pulttikäyttöohjeissa.
3. <i>Murtotilanne Perustus</i>	- Pultin normaali- ja leikkausvoimat siirretään perustuksen raudoitukselle. Pultin kullekin murtokriteerille perustuksessa määritetään lisäraudoitus.
4. <i>Onnettomuustilanne Perustus</i>	- Pultille määritetään SFS-EN 1992-4:2018 [22] mukaan onnettomuustilanteen kestävyys CC3 rakenteiden vaurionsietokyvyn määrittämistä varten.

2. Normaalivoimakestävyys. Murtokriteerit betonissa.

Murtokriteeri	Suure	Laskentamenetelmä ja soveltuva normi
1. <i>Steel failure</i>	$N_{Rd,s}$	Pultin teräsvetokestävyys lasketaan SFS-EN 1992-4:2018 taulukon 4.1 materiaaliosavarmuuskertoimilla.
2. <i>Concrete Cone</i>	$N_{Rd,c}$	ALP-LC ja ATP-pultille lasketaan Concrete Cone murtokriteeri. - SFS-EN 1992-4:2018, (7.1). ALP-PC ja AHP-pultin kestävyys perustuu harjateräksen tartunnan ankkurointikestävyyteen: - SFS-EN 1992-1-1. Kappale 8.4.4 - Limijatkoskerroin $\alpha_6 = 1.5$, hyvä tartuntaolosuhde.
3. <i>Pull-out</i>	$N_{Rd,p}$	ALP-LC ja ATP-pultille lasketaan Pull-out murtokriteeri. - SFS-EN 1992-4:2018, (7.11).
4. <i>Blow-out</i>	$N_{Rd,cb}$	Rakenteen reunassa oleville ATP ja ALP-LC-pultille lasketaan Blow-out murtokriteeri. - SFS-EN 1992-4:2018, (7.25).
5. <i>Lisäraudoituksen vetokestävyys.</i>	$N_{Rd,re}$	Pultin lisäraudoituksen kestävyys määritetään ehdosta: - $N_{Rd,re} > N_{Rd,c}$
6. <i>Pultin mitoittava vetokestävyys.</i>	N_{Rd}	Pultin mitoittava vetokestävyys määräytyy seuraavasti: <u>Raudoittamaton rakenne:</u> - $N_{Rd} = \min(N_{Rd,s}; N_{Rd,c}; N_{Rd,p}; N_{Rd,cb})$ <u>Raudoitettu rakenne:</u> - $N_{Rd} = \min(N_{Rd,s}; N_{Rd,re}; N_{Rd,p}; N_{Rd,cb})$, kun $N_{Rd,re} > N_{Rd,c}$.
7. <i>Pohjalevyn jännitystila. Vain ASTEEL ohjelma</i>	δ_{vert}	Pohjalevylle suoritetaan FEM analyysi ja lasketaan von Mises jännitystila liitettävän profiilin kautta tuleville voimille. Levyn jännitystilan varmuustaso ja käyttöaste lasketaan normilla: - SFS-EN 1993-1-1 kaava 6.1. - Kimmoplastinen, joustava liitos $\delta_{vert} = f_u/\gamma_{M2}$, $\gamma_{M2} = 1,25$ - Kimmoinen, jäykkä liitos $\delta_{vert} = f_y/\gamma_M$, $\gamma_M = 1,0$ Levylle lasketaan muodonmuutoksista tuleva siirtymätila.
8. <i>Liitettävän profiilin ja sen hitsin mitoitus. Vain ASTEEL</i>	$F_{w,Rd}$	Pohjalevyn hitsattavalle profiilille lasketaan jännitys- ja käyttöaste. Tarkastelu suoritetaan levyn pinnassa. - SFS-EN 1993-1-1, kappale 6.2 kaava 6.1. Tämä menetelmä ei suorita profiilille levyosien hoikkuusanalyysejä. Profiilin pienahitsi pintalevyn mitoitetaan normilla: - SFS-EN 1993-1-8, kappale 4.5 kaava 4. - V- ja K-hitsille sovelletaan SFS-EN 1993-1-1 kaavaa 6.1.
9. <i>Alustabetonin jännitystila.</i>	δ_c	Pohjalevyn alustabetonille suoritetaan FEM laskennassa jännitysanalyysi levystä tulevalle normaalivoimalle. - Betonin puristusjännityksen mitoitusarvo on rajoitettu SFS-EN 1992-1 mukaiseen arvoon: $\delta_c \leq f_{cd}$

		- Voimakkaasti puristuskorjettuihin pohjalevyille voidaan tehdä betonin jännitysanalyysi, vaikka levyn muut kestävyysvaatimukset eivät olisi määrääviä.
10. Lisäraudoituksen jännitystilalla ominaiskuormille	δ_t	Pulttien raudoitukselle lasketaan ominaiskuormien aiheuttama jännitystilalla, jonka avulla voidaan suorittaa betonin halkeamatarkastelu rakenteen reunassa.

4.2.3 Pultin leikkauskestävyys

1. Leikkauskestävyys. Mitoitustilanteet betonissa

Pultin leikkauskestävyyden mitoitusarvo määritetään seuraavissa mitoitustilanteissa:		
1. Asennustilanne Jälkivaluleikkaus		<ul style="list-style-type: none"> - Pultin kierteen teräisleikkauskestävyys $V_{Rd,se}$. - Leikkauskestävyys määräytyy EN 1992-4:2018 kaavan 7.34 ja 7.36 mukaan asennustilanteen voimilla, kun liitoksen jälkivalupaksuus on $t_{grout} \leq 0,5 \cdot D$, jossa D=pultin kierteen nimellishalkaisija. (Steel failure without lever arm). - Leikkauskestävyys määräytyy EN 1992-4:2018 kaavan 7.37 mukaan asennustilanteen voimilla, kun liitoksen jälkivalupaksuus on $t_{grout} \geq 0,5 \cdot D$, jossa D=pultin kierteen nimellishalkaisija. (Steel failure with lever arm). - Kun jälkivalu $t_{grout} \geq 0,5 \cdot D$. Asennustilanne lasketaan aina ohjelmilla.
2. Murtotilanne Jälkivaluleikkaus (ULS)		<ul style="list-style-type: none"> - Pultin kierteen teräisleikkauskestävyys on $V_{Rd,se}$. - Leikkauskestävyyden mitoitus tapahtuu kuten edellä kohdassa 1, mutta murtotilanteen voimilla. - Tätä murtotilaa ei tarkastella, jos liitoksen leikkausvoima siirretään kitkalla tai vaarnalla perustukseen.
3. Murtotilanne Perustus. (ULS)		<p>Pulteille on määritetty kolme leikkauskestävyyttä:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mitoitustilanne on halkeillut betoni ja lujuus C25/30 -2. - Reunaetäisyys on C4 tai C5 voiman suunnassa ja sivusuunnassa. A. Teräisleikkauskestävyys on $V_{Rd,s}$, kun reunaetäisyys on $\geq C5$. Ei pulttikohtaista lisäraudoitusta. Pintaraudoitus vaaditaan. B. Betonileikkauskestävyys $V_{Rd,c1}$ on laskettu ilman pultin leikkausraudoitusta taulukon 7 reunaetäisyydelle C5. C. Betonileikkauskestävyys $V_{Rd,c3}$ on laskettu pulttikohtaisella U-leikkaushakaraudoituksella taulukon 7 reunaetäisyydelle C4. - Reunaetäisyyksillä C1 \leftrightarrow C5 betonileikkauskestävyydet lasketaan aina ASTEEL ja ACOLUMN ohjelmilla.
4. Onnettomuustilanne. Perustus. (ALS)		<ul style="list-style-type: none"> - Pultille määritetään onnettomuustilanteen leikkauskestävyydet kohdan 3 periaatteiden mukaan. - Osavarmuuskertoimet SFS-EN 1992-4:2018 taulukko 4.1 onnettomuustilanteen. - Mitoitus tehdään aina ohjelmilla.
5. Betonilujuus, reunaetäisyydet		<ul style="list-style-type: none"> - Kun perustuksen betonilujuus muuttuu ja reunaetäisyydet pienenevät, lasketaan kestävyys aina ohjelmilla.

2. Leikkauskestävyys. Murtokriteerit betonissa

Pulteille suoritetaan seuraavat leikkausvoiman murtokriteeri tarkastelut:		
<ul style="list-style-type: none"> - Murtokriteereissä huomioidaan pulttien sijainti rakenteen reunasta ja sivusuunnasta ja toisista pulteista. - Laskenta tehdään kaikille pulteille, joista määräävin mitoittaa liitoksen. 		
1. Steel failure without lever arm.	$V_{Rd,s}$	Pultin varren teräisleikkauskestävyys lasketaan SFS-EN 1992-4:2018 taulukon 4.1 osavarmuuskertoimilla ja kaavalla (7.34) ja (7.35), kun jälkivalupaksuus $t_{grout} \leq D/2$. (D =pultin kierteen nimellishalkaisija).
2. Steel failure with lever arm. Asennustilanne.	$V_{Rd,se}$	Pultin varren teräisleikkauskestävyys asennustilanteessa lasketaan SFS-EN 1992-4:2018 kaavalla (7.37), kun jälkivalupaksuus t_{grout} on $\geq D/2$. Asennustilanteen kuormat ja jälkivalua ei ole tehty.

3. <i>Steel failure with lever arm.</i> <i>Murtotilanne</i>	$V_{Rd,s}$	Pultin varren teräskestävyys murtotilanteessa lasketaan SFS-EN 1992-4:2018 kaavoilla (7.34)(7.37) jälkivalupaksuuden mukaan. Murtotilanteen kuormat ja jälkivalu siirtää normaalivoimaa.
4. <i>Pry-out.</i>	$V_{Rd,cp}$	ATP ja ALP/LC -pultille lasketaan Pry-out murtokriteeri. - SFS-EN 1992-4:2018, kaava 7.39.
5. <i>Concrete Edge.</i> <i>Reunapuristuskestävyys.</i> <i>Ilman leikkausraudoitusta.</i>	$V_{Rd,c}$	Pultin reunapuristuskestävyys $V_{Rd,c}$ määritetään SFS-EN 1992-4:2018 kaavalla 7.40. Raudoituskerroin $\psi_{re,v} = 1.0$. Arvo lasketaan pultille lähintä reunaa kohti tai leikkausvoiman suunnassa. <u>Pultin minimi leikkauskestävyys:</u> $V_{Rd,c, min} = \min(V_{Rd,s}; V_{Rd,cp}; V_{Rd,c})$ <u>Liitoksen leikkauskestävyys:</u> $V_{Rd,c, levy} = n * V_{Rd,c, min}$, jossa n = pulttien määrä levyssä ja $V_{Rd,c, min} =$ pulttien pienin leikkauskestävyys.
6. <i>Concrete Edge.</i> <i>Reunapuristuskestävyys.</i> <i>Leikkausraudoituksella.</i>	$V_{Rd,c}$	Pultin reunapuristuskestävyys $V_{Rd,c}$ määritetään SFS-EN 1992-4:2018 kaavalla (7.40). Raudoituskerroin $\psi_{re,v} = 1.4$. Arvo lasketaan lähimpänä reunaa olevalle pultille ja leikkausvoiman suunnassa. <u>Pultin minimi leikkauskestävyys raudoitettu:</u> $V_{Rd,c, min} = \min(V_{Rd,s}; V_{Rd,cp}; V_{Rd,re})$, kun $\min(V_{Rd,c})_n$ <u>Liitoksen leikkauskestävyys määräytyy</u> $V_{Rd,c, levy} = n * V_{Rd,c, min}$, jossa n = pulttien määrä liitoksessa $V_{Rd,c, min} =$ Pulttien pienin leikkauskestävyys. Leikkausvoima siirretään lisäraudoituksella.
7. <i>Raudoituksen</i> <i>kestävyys.</i>	$V_{Rd,re}$	Pulttien raudoitus leikkausvoimalle määritetään ehdosta: - $V_{Rd,re} \geq V_{Rd,c}$

4.2.4 Veto- ja leikkauskestävyys. Käyttöasteiden yhdistely

1. Veto- ja leikkauskestävyys. Käyttöasteiden yhdistely

- Pulteille suoritetaan veto- ja leikkausvoiman murtokriteerien yhdistely seuraavilla periaatteilla. - Mitoitus suoritetaan jokaiselle yksittäiselle pultille, joista suurin käyttöaste määrää liitoksen kestävyydelle.	
1. <i>Pultin teräskestävyys</i>	Pultille lasketaan yhdistetty teräsveto- ja leikkauskestävyys - SFS-EN 1992-4:2018 kaava 7.54. - $(N_{Ed}/N_{Rd,s})^2 + (V_{Ed}/V_{Rd,s})^2 \leq 1$ (7.54)
2. <i>Pultin betonikestävyys</i>	Pultille lasketaan yhdistetty betonin veto- ja leikkauskestävyys kaavoilla 7.55 ja 7.56 tilanteessa, jossa ei käytetä raudoitusta tai molemmat voimakomponentit siirretään lisäraudoituksella. Kaava huomioi teräskestävyyden, mikäli se mitoittaa. $(N_{Ed}/N_{Rd,i})^{1.5} + (V_{Ed}/V_{Rd,i})^{1.5} \leq 1$ (7.55) tai $(N_{Ed}/N_{Rd,i}) + (V_{Ed}/V_{Rd,i}) \leq 1.2$ (7.56)
3. <i>Pultin betonikestävyys</i>	Pulteille lasketaan yhdistetty betonin veto- ja leikkauskestävyys kaavalla 7.57 tilanteessa, jossa raudoituksella siirretään vain toinen (veto tai leikkaus) voimakomponentti ja toinen siirretään vain pultilla. Exponentti $k_{11} = 0,67$. Kaava huomioi teräskestävyyden, mikäli se mitoittaa. $(N_{Ed}/N_{Rd,i})^{k_{11}} + (V_{Ed}/V_{Rd,i})^{k_{11}} \leq 1$ (7.57)
4. <i>Pultin kestävyys</i>	Pultin kestävyys määrää suurin käyttöaste murtokriteerien yhdistelyssä. Kun leikkausvoima siirretään kenkäliitoksessa kitkan avulla ja teräspilarissa leikkausvaaran avulla, pultille ei lasketa leikkausvoimaa ja suure $\beta_v = 0$.

4.3 Teräspilarin leikkausvoiman siirto jälkivalulle ja perustukseen

Pilarin leikkausvoima siirretään murtotilanteessa pilarilta jälkivalun kautta perustukselle kolmella eri menetelmällä, joiden käytön suunnittelija valitsee ohjelman *Lähtötiedoissa* ja *Kuormitusyhdistelyssä*.

1. Leikkausvaarna	Leikkausvoima siirretään teräsvaarnalla. <ul style="list-style-type: none"> - Pohjalevyn alapintaan on hitsattu teräsprofiili, jonka vaarnavaikutuksella leikkausvoima siirtyy jälkivalun läpi suoraan perustuksen betonille. - Peruspultit eivät osallistu laskennallisesti leikkausvoiman siirtoon. - Leikkausvaarnan käyttö on oletuksena ohjelmassa.
2. Pohjalevyn kitkavoima	Leikkausvoima siirretään kitkalla avulla pilarin pohjalevyltä jälkivalulle. <ul style="list-style-type: none"> - Leikkausvoima siirtyy pohjalevyn alapinnan kitkan kautta jälkivalulle ja siitä perustuksen betonille. Liitoksessa ei ole leikkausvaarnaa. - Pultit eivät osallistu laskennallisesti leikkausvoiman siirtoon. - Kitkavoima lasketaan SFS-EN 1993-1-8 kappaleen 6.2.2 kitkakertoimella $\mu = 0,2$. - Menetelmää sovelletaan käyttöön, kun pilarin normaalivoima pysyy puristettuna ja normaalivoimasta tuleva kitkavoima riittää leikkausvoiman siirtoon.
3. Pultin reunapuristus	Leikkausvoima siirretään pultin reunapuristuksen kautta. <ul style="list-style-type: none"> - Leikkausvoima siirtyy teräspilarin pohjalevyn reiän reunapuristuksen kautta pultille, josta voima siirtyy pultin kautta perustusbetonille. - Mitoitus tehdään SFS-EN 1993-1-8 kohdan 6.2.2 mukaan [8]. - Teräspilarin pohjalevyssä on 9-15 mm suurempi reikä, jolloin pilari siirtyy reikävälyksen verran, ennen kuin se alkaa toimia leikkauksen reunapuristukselle. - Vaihtoehto lisää oleellisesti pultin rasituksia ja vähentää pultin yhdistettyä normaali- ja leikkausvoimakestävyyttä jälkivaluliitoksessa. - Pilarin siirtymä reikävälyksen verran pitää huomioida. - Leikkausvoima siirretään liitoksen kaikkien pulttien kautta.

4.4 Pulttiliitoksen suunnitteluohje päärakennesuunnittelijalle

Teräspilarin pohjalevy-pulttiliitoksen suunnittelu tehdään *ASTEEL* mitoitusohjelmalla. Seuraavassa on esitetty ohjelman mitoitusperiaatteet.

1. Mitoitusnormit	Pohjalevy-pulttiliitoksen suunnittelu. <ul style="list-style-type: none"> - Ohjelma käyttämät mitoitusnormit on esitetty kappaleessa 4.1. - Ennen ohjelman käyttöä lasketaan erillisillä mitoitusohjelmilla teräspilarista pohjalevylitokseen tulevat voimayhdistelmät, jotka annetaan lähtötietoina.
2. Asennustilanne	Pohjalevy-pulttiliitos toimii asennustilanteessa ilman jälkivaluja. <ul style="list-style-type: none"> - Pulttien kestävyys lasketaan asennustilanteelle annetuille voimille. - Normaalivoima siirtyy pulteilla ja leikkaus pulttien taivutuksella ja leikkauksella. - Pulttien hoikkuus ja taivutuskestävyys huomioidaan liitoksen jälkivalun mukaan.
3. Murtotilanteen mitoitus (ULS)	<ul style="list-style-type: none"> - Seuraamusluokan CC1–CC3 kertoimet huomioidaan kuormitusyhdistelyssä. - Pulttiliitos toimii murtotilanteessa, kun perustuksen betoni ja liitoksen jälkivalut ovat kovettuneet. - Ohjelma laskee liitoksen taivutettuna ja puristettuna rakenteena, jossa vetovoima siirtyy pultin/kengän kautta ja puristusvoima siirtyy pilaribetonin sekä kenkä/peruspulttien kautta. - Liitoksen leikkausvoima siirtyy kohdassa 4.2.2 esitetyillä periaatteilla. - Ohjelma suorittaa pulttien tarvitseman lisäraudoituksen mitoituksen.
4. Liitoksen jäykkyys	Jäykkä liitos. Kimmoisen laskenta. <ul style="list-style-type: none"> - Pohjalevy toimii jäykkänä levynä, joka ei saa tasomuodonmuutoksia. - Liitos lasketaan kimmoisana ja plastisoitumista ei sallita laskennassa. - Liitoksen voidaan katsoa olevan jäykkä ja kiertymätön.

	Joustava liitos. Kimmo-plastinen laskenta <ul style="list-style-type: none"> - Levylle sallitaan taiputuksesta tulevat tasomuodonmuutokset. - Levyn plastisoituminen sallitaan laskennassa. - Liitoksessa voi tapahtua kiertymää, joka on huomioitava yläpuolen rakenteissa.
5. Palotilanne	Pohjalevy-pulttiliitos suunnitellaan samaan paloluokkaa rungon kanssa. <ul style="list-style-type: none"> - Pultti on sijoitettava riittävän betonikerroksen etäisyydelle perustuksen reunasta. - Pohjalevy ja näkyviin jäävät pultit ja mutterit on suojattava rungon paloluokkaan.
6. Dynaamiset ja väsyttävät voimat	Dynaamista vaikutusta sisältävät voimat. <ul style="list-style-type: none"> - Laskenta tehdään SFS-EN 1990-1 kohdan 4.1.5 mukaan kertomalla staattiset ominaiskuormat vastaavilla dynaamisilla osavarmuuskertoimilla. - Lasketaan näillä voimilla staattisena tilanteena. Pultin kestävyysarvoja ei ole määritetty väsyttävälle voimille. <ul style="list-style-type: none"> - Väsymismitoitus tehdään tapauskohtaisesti SFS-EN 1990-1 kohdan 4.1.4 mukaan.
7. Maanjäristys	Maanjäristys huomioidaan murtotilanteen laskennassa SFS-EN 1991-1 mukaan. <ul style="list-style-type: none"> - Lasketaan näillä voimilla staattisena tilanteena. - Mitoitus pitää tehdä ohjelmassa Joustavan liitoksen laskentamenetelmällä, joka varmistaa liitokselle riittävää muodonmuutoskykyä.
8. Onnettomuus-tilanne (ALS)	Liitoksen pulteille tehdään onnettomuus-tilanteen mitoitus SFS-EN 1992-4:2018 mukaan <ul style="list-style-type: none"> - Mitoitusta tarvitaan myös selvitetäessä ohjeen RIL 201-4-2017 [1] mukaan pulttiliitoksen vaurionsietokykyä onnettomuus-tilanteessa CC3 luokan rakenteilla. - Onnettomuus-tilanteessa pulttien materiaalien osavarmuustaso on betoni $\gamma_c = 1,2$ ja rakenne- ja harja- ja rakenneteräs $\gamma_s = 1,0$. Laskenta onnettomuus-tilanteen kuormilla. - Ohjelma laskee onnettomuus-tilanteen kestävyysarvot ja käyttöasteet liitoksen osille käyttämällä karakteristisia materiaaliarvoja teräkselle, jolloin harjateräs ja peruspulttiteräs voivat lähteä myötöön. Betonilla on pieni $\gamma_c = 1,2$ varmuus jäljellä haurasmurtumaa vastaan. Profiili, pohjalevy, vaarna ja hitsit $\gamma_s = 1,0$.
9. Pultti matalassa lämpötilassa	<ul style="list-style-type: none"> - ATH ja AHP sarjan pulteille ei tarvitse tehdä erillistä käyttölämpötilatarkastelua. Noudatetaan harjateräkselle määritettyjä matalan lämpötilan mitoitusmenetelmiä. - ALP-C sarjan pulttien kierremateriaalin iskutkeys testataan -40 °C lämpötilassa
10. Pultin lisäraudoitus.	Ohjelma laskee pultin lisäraudoituksen liitoksen voimien mukaan. <ul style="list-style-type: none"> - Pulteilta tulevat voimat siirretään perustuksen raudoituksen kautta. - Ohjelma suorittaa perustuksen päätankojen normaalivoimakestävyyden ja limituspituuden tarkistuksen pultin alueella. Lisätietoja pulttikäyttöohjeissa.
11. Pultin minimi reunaetäisyys	<ul style="list-style-type: none"> - Ohjelma laskee standardin EN 1992-4:2018 mukaan normaalivoimalle kappaleessa 7.2.1.8 ja leikkausvoimalle kappaleessa 7.2.2.5 määritellyt murtokriteerit vaaditun reunaetäisyyden mukaan. - Reunaetäisyyden tullessa määrääväksi redusoidaan pultin normaali- ja leikkausvoimakestävyyttä pultin todellisen reunaetäisyyden mukaan.
12. Pultin käyttöikä (SLS)	<ul style="list-style-type: none"> - Liitoksen käyttöikämitoitus tehdään SFS-EN 1992-1-1 kappaleen 4 ohjeilla. Periaatteet on esitetty tämän ohjeen kappaleessa 5.7.

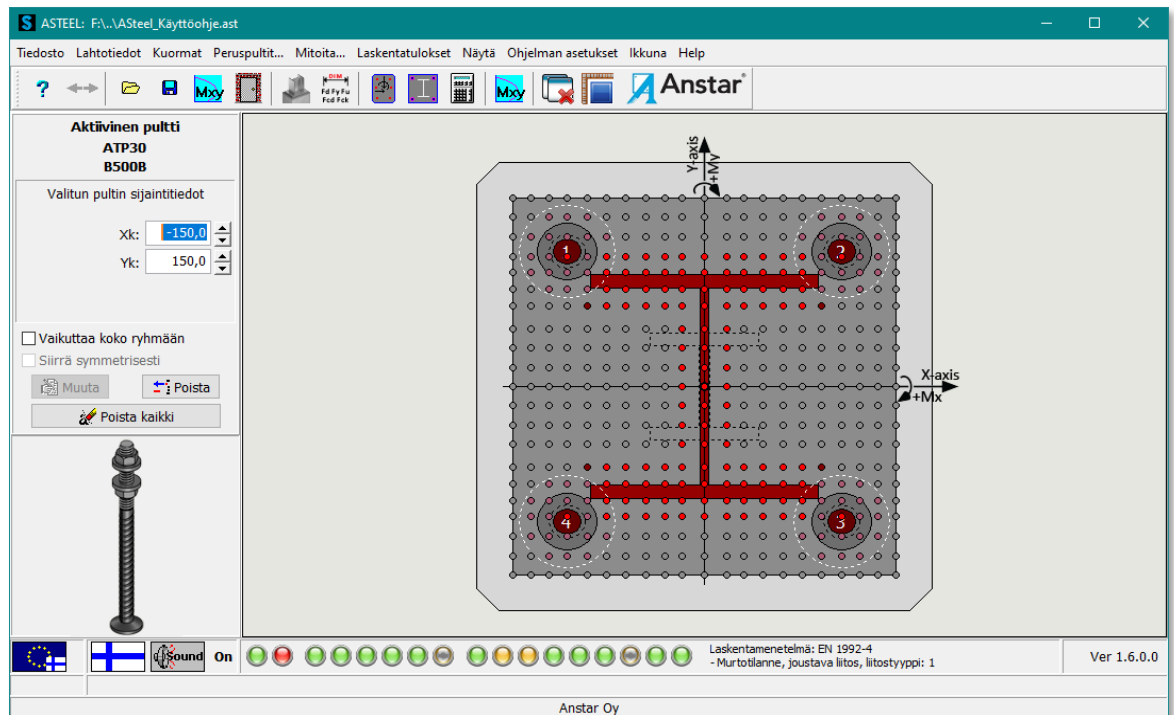
5 POHJALEVYLIITOKSEN DETALJISUUNNITTELU

5.1 Suunnittelun vaiheet ja osapuolet

1. Osapuolet	<ul style="list-style-type: none"> - Anstar Oy:n teräsrakennepultit ovat tuotteita, joiden lopullinen käytön suunnittelu kuuluu teräsrungon ja perustusten rakennesuunnittelijoille. - Pohjalevyliitoksen ja peruspulttien detaljisuunnittelua varten on laadittu tämä käyttöohje sekä teräspilarin pohjalevy pulttiliitoksen mitoitusohjelman ASTEEL.
2. Ohjelma	<ul style="list-style-type: none"> - Pulttiliitoksen detaljisuunnittelu tehdään ASTEEL mitoitusohjelmalla. - Ohjelma laskee pohjalevyn ja pulttien kestävyudet liitoksen mitoilla ja annetuilla laskentavoimilla. - Ohjelma tarkistaa, että pultin laskentavoimat siirtyvät euronormien mukaisesti perustuksen betonille ja raudoitukselle.
3. Tekninen tuki	<ul style="list-style-type: none"> - Anstarin tekninen suunnittelu antaa lisäohjeita ohjelman ja pulttien käytöstä. anstar@anstar.fi.
4. Lataus	<ul style="list-style-type: none"> - Ohjelman voi ladata kotisivuilta www.anstar.fi. - Ohjelma toimii Windows 10 järjestelmissä.

5.2 Mitoitusohjelma ASTEEL

1. Ohjelman pääikkuna



Kuva 11. ASTEEL ohjelman pääikkuna.

2. Käyttöliittymän valikot

<i>Valikko-rakenne</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Pääikkunassa näytetään pilarin poikkileikkaus pohjalevyn yläpinnan tasolta sekä alapuolisen perustuksen mitat ja pultit. - Pääikkunan valikkorakenne muodostuu oheisista toiminnoista.
1. Tiedosto	<ul style="list-style-type: none"> - Valikossa suoritetaan projektitansion ja tiedostohallinnan ja tulostuksen valinnat.
2. Lähtötiedot...	<ul style="list-style-type: none"> - Ensiksi valitaan laskettava liitostyyppi. - Seuraavaksi annetaan poikkileikkauksen geometria ja materiaalitiedot.
3. Kuormat	<ul style="list-style-type: none"> - Toiminnolla annetaan rungon kuormitusyhdistelystä lasketut voimat asennus- ja murtotilanteelle sekä palomitoitukselle.
4. Raudoitteet...	<ul style="list-style-type: none"> - Toiminnolla sijoitetaan liitokseen kengät ja peruspultit sekä pilarin

	pääraudoitus kenkien alueelle.
5. Mitoita...	- Valinta suorittaa liitoksen laskennan. - Tässä toiminnossa valitaan myös käyttö- ja onnettomuustilanteen laskenta.
6. Laskentatulokset	- Laskentatulokset tarkastellaan kengille ja pulteille sekä eri tilanteiden mitoitusuureille.
7. Näytä...	- Toiminto lisää mitat pääikkunan poikkileikkaukseen
8. Ohjelman asetukset	- Valikossa annetaan ohjelman käyttöä ja laskentaa ohjaavia parametreja.


3. Laskentaa ohjaavat tiedot

1. Laskentanormi	- Pääikkunassa on laskentaa ohjaavaa informatiivista tietoa: - Ikkunan vasemmassa alakulmassa on projektikansiossa käytössä olevan laskentanormin lipputunnus.
2. Käyttökieli	- Normilipun vieressä on käyttökielen lipputunnus. Valittavina on suomi, ruotsi, englanti ja saksa sekä sama myös tulostuskieleksi. Käyttö- ja tulostuskieli voidaan valita erikseen.

4. Laskentatulosten nopea tarkastelu

Pääikkunassa on laskentatulosten nopeaa tarkastelua ohjaavaa informatiivista tietoa.

Käyttöastevalot

1. Valopalkki	Ikkunan alapalkissa on esitetty laskentasuureiden käyttöasteet valoindikaatioilla. Värin merkitys laskentasuureeseen on.
2. Vihreä	Käyttöaste on 0 - 0,95
3. Keltainen	Käyttöaste on 0,951 - 1,00
4. Punainen	Käyttöaste on >1,0 ylittyy
5. Harmaa	Jos väri on harmaa, ei suuretta lasketa tai se ei kuulu liitostyyppin arvoihin. Jos asennuskuormia ei anneta, asennustilannetta ei lasketa ja väri on harmaa.
6. Väripalkki 7.	 Käyttöastevalot aktivoituvat, kun liitos on laskettu.

Käyttöasteet

1. Merkitys	- Valopalkin mitoitusuureen saa selville osoittamalla hiirellä valoa, jolloin valopalkin alle tulostuu käyttöastevalon merkitys.
2. Käyttöaste	- Klikkaamalla hiirellä valoa, avautuu kyseisen suureen tulostusikkuna siihen kuormitustapaukseen ja laskentasuureeseen, joka oli määräävin. - Valopalkki näyttää myös liitoksen laskentasuureiden merkittävimmät käyttöasteet, vaikka valo olisi vihreä.
3. Hyväksyntä	- Kun kaikki valot ovat vihreitä, keltaisia tai harmaita, on liitos hyväksytty. - Punainen merkitsee käyttöasteyleitystä kyseisessä laskentasuureessa. - Laskijan velvollisuus on suorittaa lopullinen hyväksyntä.

5.3 Ohjelman lähtötiedot

5.3.1 Projektikansio ja laskentanormi

1. Projektikansio

1. Yleistä	- Laskenta aloitetaan luomalla projektikansio, jonne tallentuu laskentanormi ja -tiedostot. - Käyttöohjeessa on esitetty ASTEEL ohjelman laskennan lähtötiedot ja laskentamenetelmät sekä teräspilarin pohjalevyn laskentatulokset. - Peruspulttien laskentatulosten esittely on käyttöohjeissa. [18][19][20]
2. Laskentanormin valinta	- Alussa luodaan projektikansio, jonne lähtötiedot ja tulokset tallentuvat. - Tämä tehdään valikolla <i>Tiedosto/Projektikansio</i> , joka avaa kuvan 12. - Projektikansioon kopioidaan laskentanormi.

	<ul style="list-style-type: none"> - Normivalinta tehdään kerran jokaiseen uuteen kansioon. - Laskenta käyttää kansioon valittua normia. - Normi vaihdetaan tekemällä uusi kansio ja valitsemalla sinne toinen normi.
3. <i>Projekti-tiedot</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Kenttiin annetaan kansion projektia koskevat yleistiedot. - Tiedot tulostuvat laskelmatiedostoon.

2. ASTEEL ohjelman laskentanormit.

EN 1992-1-1:2004	Perus Eurokoodi
SFS-EN 1992-1-1:2005+NA	Suomen Eurokoodi + NA
SS-EN 1992-1-1:2005/AC:2010+A1/2014 + EKS 11	Ruotsin Eurokoodi + EKS 11
DIN-EN 1992-1-1:2011-01+A1/2014	Saksan Eurokoodi + NA

5.3.2 Liitostyyppi

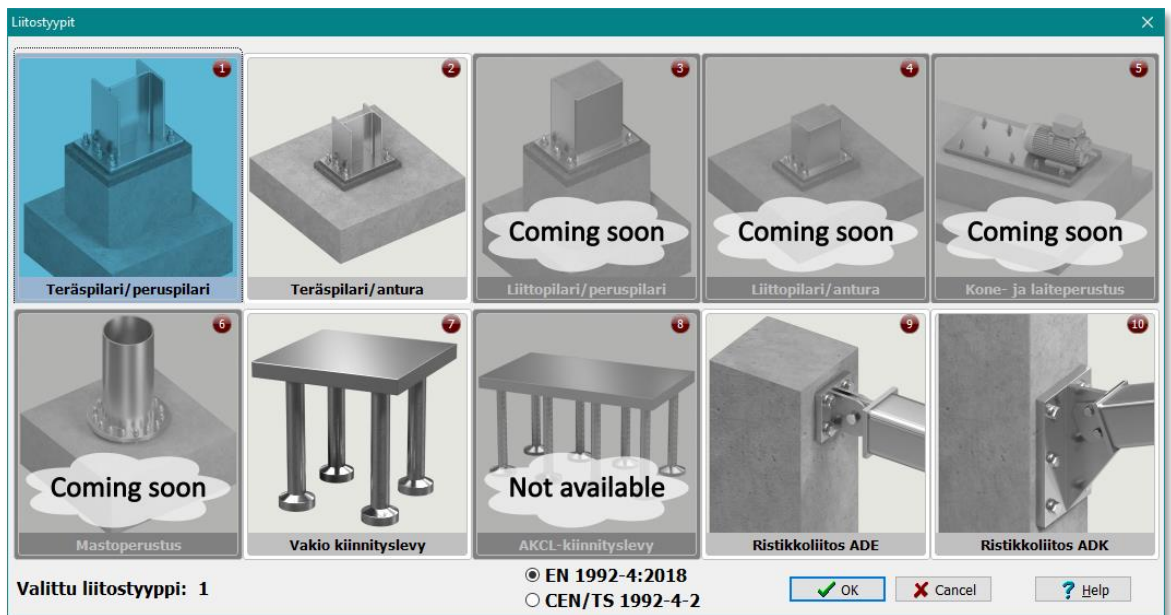
1. Pultin laskentanormi betonissa

1. <i>Liitostyyppi</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Liitostyyppi valitaan kuvan 13 valikosta, jossa on ohjelman liitokset. - Liitostyyppi valitaan ensimmäisenä. - Valinta muokkaa ohjelma pääikkunan ja muut ikkunat valitun liitoksen mukaiseksi.
2. <i>Liitoksen laskentanormi</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Ikkunasta valitaan myös peruspultin/kiinnityslevyn laskentanormi. Oletusnormi on EN 1992-4:2018. - Laskennan voi tehdä myös vanhalla (kumotulla) CEN /TS 1992-4-2 standardilla, joka antaa jonkin verran konservatiivisemman laskentatuloksia.

2. Liitostyytit

1. <i>Teräspilari-peruspilari</i>	<u>Teräsprofiilin päätylevyliitos liitos betoniin.</u> <ul style="list-style-type: none"> - Teräsprofiili: Valssatut ja hitsatut profiilit. - Päätylevy ja sen alla jälkivalu. - Perustus on kapea pilari/peruspilari tai seinän reuna. <p><i>Käyttöohje: Peruspultit ja Harjateräspultit.</i></p>
2. <i>Teräspilari-antura tai laatta</i>	<u>Teräsprofiilin päätylevyliitos liitos betoniin.</u> <ul style="list-style-type: none"> - Sama liitos kuin edellä, mutta perustus on laaja pilariantura tai massiivilaatta tai seinämäinen rakenne.
3. <i>Liittopilari/peruspilari</i>	<u>Liittopilariprofiilin päätylevyliitos liitos betoniin.</u> <ul style="list-style-type: none"> - Pilariprofiili: Betonitäytteinen putkiliittopilari. - Valssatut ja hitsatut suorakaideputkiprofiilit. - Päätylevy ja sen alla jälkivalu. - Perustus on kapea pilari tai peruspilari. <p><i>Käyttöohje: Peruspultit ja Harjateräspultit.</i></p>
4. <i>Liittopilari/antura laatta</i>	<u>Liittopilariprofiilin päätylevyliitos liitos betoniin.</u> <ul style="list-style-type: none"> - Sama liitos kuin edellä, mutta perustus on laaja pilariantura tai massiivilaatta.
5. <i>Kone- ja laiteperustus</i>	<u>Kone ja laitekiinnitys betoniin.</u> <ul style="list-style-type: none"> - Laite kiinnitetään päätylevy pulttiliitoksella betoniin. - Päätylevy ja sen alla jälkivalu. - Perustus on kapea laiteperustus tai massiivilaatta.
6. <i>Mastoperustus</i>	<u>Maston kiinnitys betoniin.</u> <ul style="list-style-type: none"> - Mastoprofiili: pyöreä- tai neliöputki. - Profiili kiinnitetään päätylevy pulttiliitoksella betoniin. - Päätylevy ja sen alla jälkivalu. - Perustus on kapea perustuspilari tai massiivilaatta
7. <i>Vakio kiinnityslevy</i>	<u>Vakio kiinnityslevy betonialustaan.</u> <ul style="list-style-type: none"> - Teräsprofiili: Valssatut ja hitsatut profiilit. - Kiinnityslevy valetaan betoniin ja profiili hitsataan levyyn. - Ohjelma suorittaa kiinnityslevyliitoksen mitoituksen.

	<i>Käyttöohje: Kiinnityslevyt.</i>
8. AKLC erikoiskiinnityslevy	<u>AKLC erikoiskiinnityslevy betonialustaan.</u> - Teräsprofiili: Valssatut ja hitsatut profiilit. - Kiinnityslevy valetaan betoniin ja profiili hitsataan levyyn. - Liitoksella voidaan muodostaa asiakkaan erikoiskiinnityslevy. - Liitos vain Anstarin käytössä laskentapalveluna.
	<i>Käyttöohje: Kiinnityslevyt.</i>
9. Ristikkoliitos ADE	<u>ADE ristikkoliitos betonipilariin.</u> - Betonirungon pilareiden vaakajäykistys. - Teräsprofiili: Putki profiilit. - Kiinnityslevy valetaan pilariin ja profiili kiinnitetään pulttiliitoksella ADE-osaan.
	<i>Käyttöohje: Ristikkoliitos</i>
10. Ristikkoliitos ADK	<u>ADK ristikkoliitos betonipilariin.</u> - Betonirungon vinojäykistys. - Teräsprofiili: Putki profiilit. - Kiinnityslevy valetaan pilariin ja profiili kiinnitetään pulttiliitoksella liitokseen
	<i>Käyttöohje: Ristikkoliitos</i>



Kuva 12. ASTEEL ohjelman liitosvalinta.

5.3.3 Pohjalevyliitoksen lähtötiedot

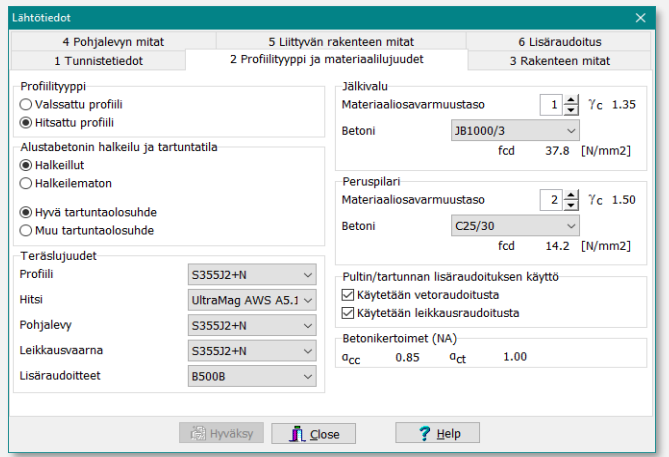
Valikkorakenne

1. Valikko	- Pohjalevyliitoksen lähtötiedot, liitoksen rakenne ja materiaalit annetaan <i>Lähtötiedot</i> valikossa, joka sisältää 6 välilehteä.
2. Lähtötiedot	- Lähtötiedot kannattaa antaa välilehtijärjestyksessä joko muuttamalla arvoja tai hyväksymällä annetut oletusarvot. - Tämä säätää sitten muut välilehdet ja niiden laskentaparametrit koskemaan valittua liitostyyppiä.
3. Hyväksyntä	- Hyväksy valinta päivittää pääikkunan valittujen mittojen mukaiseksi.

1. Tunnistetiedot, väliehti 1

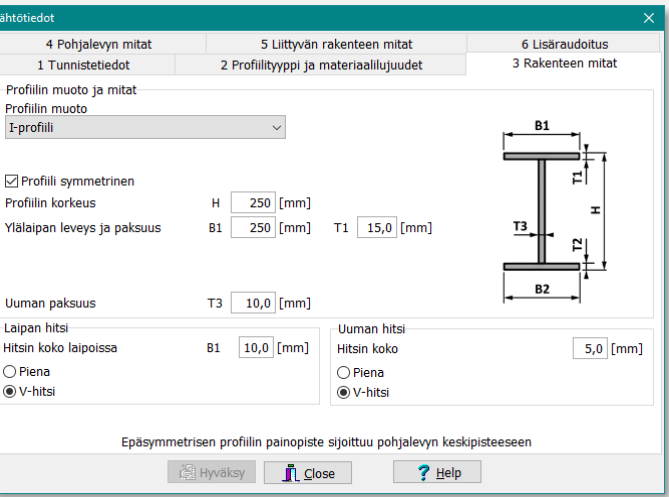
Kenttiin annetaan kyseistä laskentaa koskevat tunnistetiedot, jotka tulostuvat laskelmiin.

2. Profiilityppi ja materiaalilujuudet, välilehti 2

<p>1. Profiilityppi</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pilarin profiili voi olla valssattu tai hitsattu. Tämä muuttaa ikkunan 3 vastaamaan valintaa. <p>2. Betonin halkeilu ja tartuntatila</p> <ul style="list-style-type: none"> - Valitaan perustuksen betonin mitoitustila. <p>3. Teräslujuudet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Annetaan teräsmateriaalien laskentalujuudet kuvan mukaan. - Hitsin materiaalilujuus. Sama kuin pilarilla tai valikosta. - Pohjalevyn materiaalilujuus. - Leikkausvaarnan materiaali 	
<p>4. Betonilujuudet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jäikvalun materiaalilujuus. Valikossa on useita jäikvalumassoja. - Perustuksen betonin materiaalilujuus <p>Materiaaliosavarmuustaso betonissa on vakiona 2</p>	<p>5. Lisäraudoituksen valinta</p> <ul style="list-style-type: none"> - Valitaan perustuksessa käytettävä pulttien lisäraudoitus. - Oletus on, että käytetään. - Valinta vaikuttaa pulttien kestävyysien laskentaan

Kuva 13. Välilehti 2. Pilariprofiilin tyyppi, materiaalilujuudet ja lisäraudoituksen käyttö.

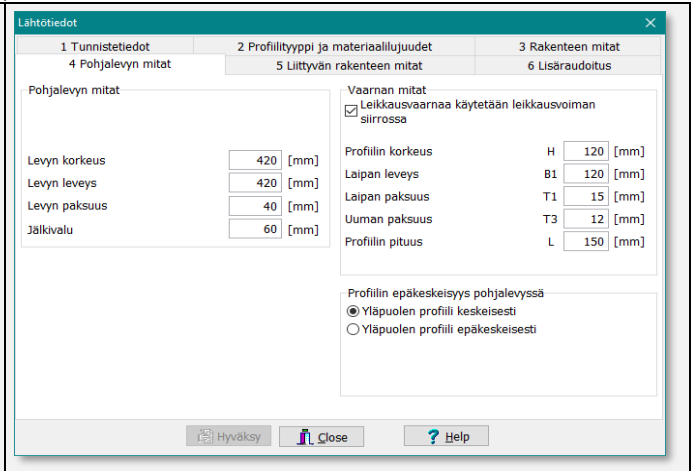
3. Rakenteen mitat, välilehti 3

<p>1. Pilariprofiilin muoto</p> <ul style="list-style-type: none"> - I-Profiili, valssattu, hitsattu - Neliö- ja suorakaideputket - Hitsattu koteloprofiili - U-profiili, valssattu, hitsattu - Kaikki vakioprofiilit <p>2. Profiilin hitsi pohjalevyssä</p> <ul style="list-style-type: none"> - Piena- tai V-hitsin voi vapaasti valita profiilin levyosiin. - Hitsi kiertää aina profiilin näkyvän pinnan ympäri. - Putken sisälle ei hitsiä. - V-hitsin maksimi koko on ainevahvuus/2. (=K-hitsi) - Pienahitsin kokoa ei ole rajoitettu. 	
--	--

Kuva 14. Välilehti 3. Pilariprofiilin ja hitsimittojen valinta

4. Pohjalevyn mitat ja leikkausvaarna, välilehti 4.

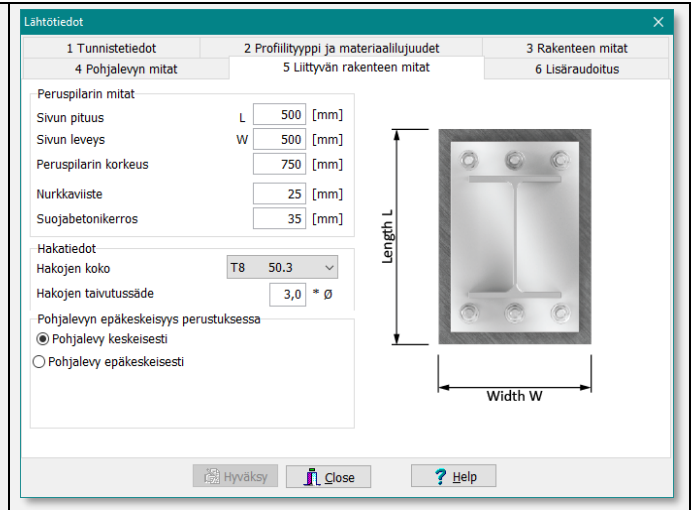
1. *Pohjalevyn mitat*
 - Ulkomitat
 - Paksuus
 - Jälkivalun paksuus
2. *Pilarin epäkeskeisyys*
 - Pilaria siirretään annettujen mittojen mukaan pohjalevyn keskipisteestä.
3. *Leikkausvaarnan käyttö*
 - Jos valitsee vaarnan, siirretään leikkausvoima aina vaarnalla.
 - Vaarna mitat ja ainepaksuudet. Hitsattu tai valssattu I-profiili.
 - Vaarna on hitsattu K-hitsillä pohjalevyyn.



Kuva 15. Välilehti 4. Pohjalevyn mittojen ja leikkausvaarnan valinta

5. Perustuksen mitat, välilehti 5

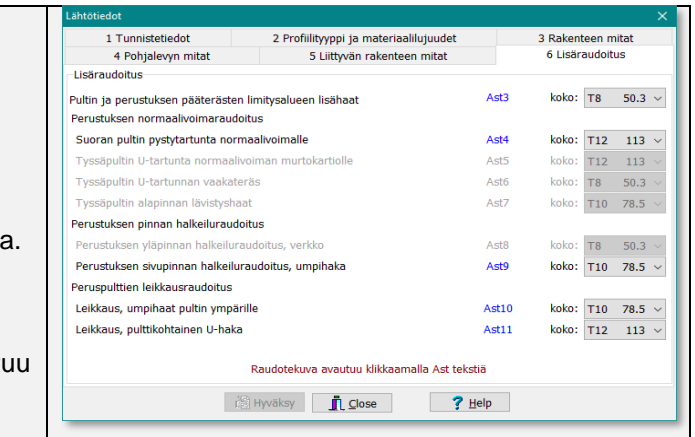
1. *Peruspilarin tai anturan mitat*
 - Peruspilarille annetaan ulkomitat sekä suojabetonikerros
 - Anturalle annetaan ulkomitat sekä anturan paksuus
 - Laatalle annetaan ulkomitoiksi vähintään 3*laatan paksuus tai sitten oikea etäisyys laatan reunaan.
2. *Pohjalevyn epäkeskeisyys*
 - Pohjalevyä siirretään annettujen mittojen mukaan perustuksen keskipisteestä.
3. *Hakatiiedot*
 - Perustuksen vakiohakakoko



Kuva 16. Välilehti 5. Perustuksen mitat

6. Lisäraudoitus, välilehti 6

4. *Lisäraudoitus*
 - Kiinnityslevyn raudoitteen laskentakoko voidaan valita välilehdeiltä 6
 - Ikkunassa näkyy liitostyypeittäin käytössä olevat raudotteet
 - Raudoituksen periaatekuva avautuu klikkaamalla Ast tunnusta.
 - Ohjelma laskee valitulla tankokoolla lisäraudoitteen määrän.
 - Valittu oletusraudoituskoko tulostuu laskentatiedostoon.



Kuva 17. Välilehti 6. Perustuksen lisäraudoitteiden oletustangot

7. Lähtötietojen hyväksyminen

- Kaikki valitut/muutetut laskentatiedot on hyväksyttävä **Hyväksy** valinnalla aina ennen laskentaa.
- Valinta hyväksyy kaikki *Lähtötiedot* ikkunan välilehdet yhdellä kertaa.
- Mittoja ja materiaaleja voi muuttaa ja kokeilla nopeasti laskentojen välillä.

5.3.4 Liitoksen voimat

1. Liitoksen laskentavoimat ja koordinaatisto

1. *Laskentavoimien määrittäminen*

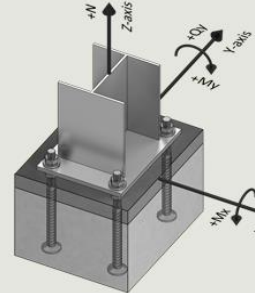
- Liitoksen voimat lasketaan erillisellä statiikkaohjelmalla.
- Tuloksista muodostetaan yhdistelyt, joista määrävimmät annetaan ohjelmalle.
- Voimat sisältävät jo laskentanormin mukaiset kuormaosavarmuuskertoimet sekä seuraamusluokan kertoimen.
- Onnettomuustilanne annetaan ominaiskuormina tai sen mukaan mitä halutaan laskea.
- Ohjelma ei lisää laskentaa kuormaosavarmuuskertoimia.
- Tässä ohjeessa määritetään liitosten 1-4 ja 6 voimat.
- Liitoksien 5, 7-10 voimat määritetään vastaavissa käyttöohjeissa.

2. *Liitoksen laskentavoimat*

N_d = Pilarin normaaliavoiman laskenta-arvo.
Puristava voima on negatiivinen.
Vetovoima on positiivinen

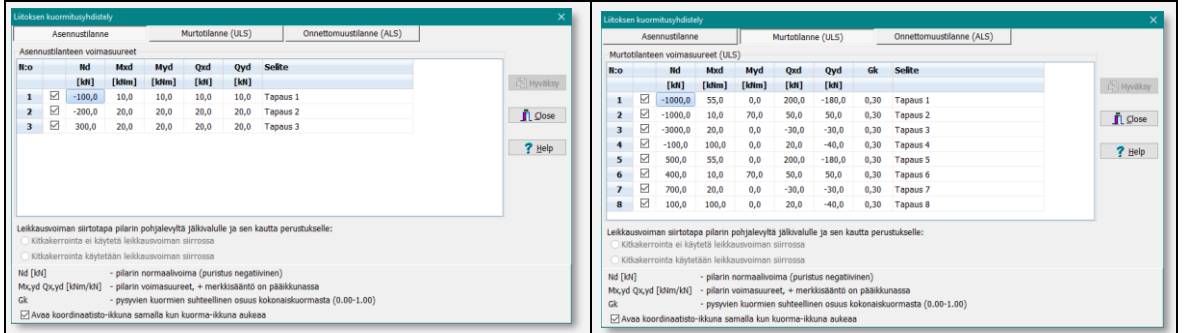
- M_{xd}, M_{yd} = Pilarin taivutusmomentit akseleiden suhteen, positiivinen suunta kuvassa.
- Q_{xd}, Q_{yd} = Leikkausvoimat akseleiden suuntaan.

Laskentavoimat vaikuttavat pohjalevyn yläpinnassa.
Asennustilanne on samoilla merkkisäännöillä.



2. Liitoksen mitoitustilanteet

1. <i>Asennustilanne</i>	- Liitokselle annetaan kolme voimayhdistelyä tilanteissa, jossa pileri on asennettu ja liitoksen jälkivaluja ei ole vielä tehty. - Pultit siirtävät kaikki voimat.
2. <i>Murtotilanne (USL)</i>	- Liitokselle voi antaa enintään 8 voimayhdistelyä murtotilanteessa. Käytetään murtotilanteen osavarmuuskertomia. - Jälkivalut on tehty ja liito toimii lopullisessa tilanteessa.
3. <i>Onnettomuustilanne (ALS)</i>	- Liitokselle voi antaa enintään 8 voimayhdistelyä onnettomuustilanteessa. - Käytetään onnettomuustilanteen osavarmuuskertomia.



Asennustilanteen voimaosuudet

It:o	Nd [kN]	Mxd [kNm]	Myd [kNm]	Qxd [kN]	Qyd [kN]	Selite
1	-100,0	10,0	10,0	10,0	10,0	Tapaus 1
2	-200,0	20,0	20,0	20,0	20,0	Tapaus 2
3	300,0	20,0	20,0	20,0	20,0	Tapaus 3

Murtotilanteen voimaosuudet (USL)

It:o	Nd [kN]	Mxd [kNm]	Myd [kNm]	Qxd [kN]	Qyd [kN]	Gk	Selite
1	-1000,0	55,0	0,0	200,0	-180,0	0,30	Tapaus 1
2	-1000,0	10,0	70,0	50,0	50,0	0,30	Tapaus 2
3	-3000,0	20,0	0,0	-30,0	-30,0	0,30	Tapaus 3
4	-100,0	100,0	0,0	20,0	-40,0	0,30	Tapaus 4
5	500,0	55,0	0,0	200,0	-180,0	0,30	Tapaus 5
6	400,0	10,0	70,0	50,0	50,0	0,30	Tapaus 6
7	700,0	20,0	0,0	-30,0	-30,0	0,30	Tapaus 7
8	100,0	100,0	0,0	20,0	-40,0	0,30	Tapaus 8

Kuva 18. Liitoksen voimat asennus- ja murtotilanne

3. Leikkausvoiman siirto liitoksessa

Liitoksen leikkausvoiman siirtoon valitaan kolme menetelmää.

1. *Pohjalevyn kitka*

Kitkakerrointa käytetään leikkausvoiman siirrossa

- Leikkausvoima siirtyy pohjalevyn puristetun alapinnan kitkan kautta jälkivalulle ja siitä perustuksen betonille.
- Pultit eivät osallistu leikkausvoiman siirtoon.
- Tällä menetelmällä voidaan siirtää suurempia leikkausvoimia, mikäli pilarin puristavan normaaliavoiman osuus on riittävä.
- Ohjelma tarkistaa kitkavoiman riittävyyden ja siirtää loput leikkausvoimasta pulteilla, mikäli kitka ei riitä.
- Tämä menetelmä on oletuksena ohjelmassa

2. Peruspultit	Kitkakerrointa ei käytetä leikkausvoiman siirrossa <ul style="list-style-type: none"> - Leikkausvoima siirtyy pilarilta pohjalevyn reiän reunapuristuksen kautta pultille, josta leikkausvoima siirtyy pultin kautta perustukselle. - Menetelmää käytetään, kun normaalivoima on pieni tai se on vetoa.
3. Leikkausvaarna	Leikkausvoima siirretään pohjalevyyn hitsatulla vaarnalla <ul style="list-style-type: none"> - Kun vaarna valitaan, jäävät vaihtoehdot 1 ja 2 pois käytöstä.

4. Laskentavoimien hyväksyminen

Kaikki annetut tai muutetut voimat on aina hyväksyttävä *Hyväksy* valinnalla ennen laskentaa.

5.3.5 Peruspulttien sijoitus pohjalevyyn

1. Pultit ja pulttikehys

1. Pulttien sijoitus

- Pultit sijoitetaan liitokseen valikon *Peruspultit...* avulla.
- Pultit ja pilariprofiili sijoittuvat pääikkunaan oikeassa mittakaavassa, jolloin sijoituksen voidaan tarkistaa.
- Ohjelma tarkastaa kaksoissijoituksen ja estää sen.
- Sijoituksen voi tehdä useita kertoja ja pulttityyppiä ja kehyksen kokoa ja sijaintia voi vaihtaa.
- Pultteja voi poistaa tai niiden kokoa voi vaihtaa.

2. Pulttikehys

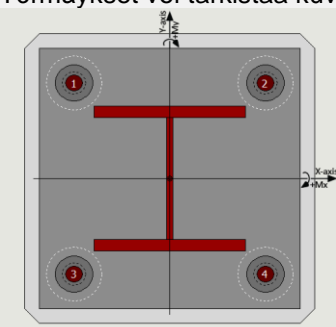
- Sijoitus tehdään aina pulttikehyksen avulla.
- Saat uuden kehyksen, kun pulttien sijoituksen jälkeen muutat kehyksen mittoja ja jätät merkin pois "Siirretään pultit" valinnasta.

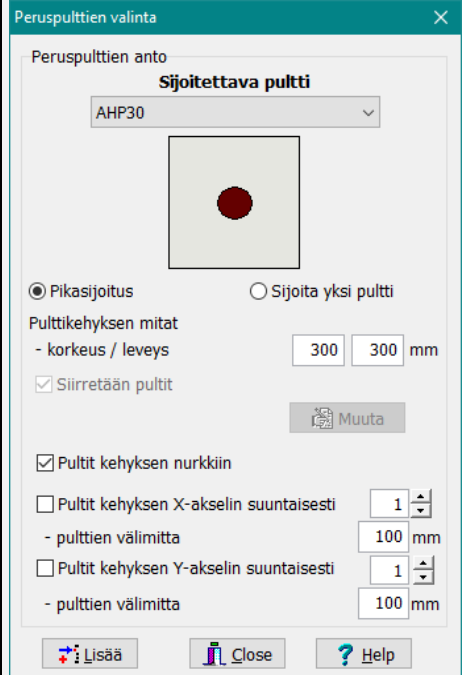
3. Pulttien valinta

- Pultti valitaan valikosta.
- Valikkoon tulee kaikki teräsrakennepultit.

4. Pulttien sijoitus kehykseen

- Musta katkoviiva näyttää pulttikehyksen sijainnin.
- Laskenta-asetuksissa on parametri, jossa kehyksen oletussijainti on 60 mm levyn reunasta.
- Kehyksen sijaintia ja kokoa voi muuttaa.
- Punainen katkoviiva näyttää pilariprofiilin hitsin vaatiman tilan ja hitsin sijainnin.
- Peruspultin ympärillä on aluslevyn vaatima tila.
- Törmäykset voi tarkistaa kuvasta.





Kuva 19. Peruspulttien sijoitus pohjalevyyn

2. Pikasijoitus

1. <i>Pikasijoitus</i>	Sijoitetaan useita pultteja symmetrisesti liitokseen. Tämä sijoitus muodostaa aina yhden symmetrisen pulttiryhmän poikkileikkaukseen.
2. <i>Pulttikehyksen mitat</i>	- Annetaan kehyksen mitat, johon pultit sijoittuvat
3. <i>Siirretään pultit</i>	- Uusi kehys valitaan muuttamalla kehyksen mitat. - Kehystä muutettaessa valitaan, siirtyykö pultit kehyksen mukana.

	- Jos ei pultteja siirretä, syntyy uusi kehys, johon voidaan sijoittaa lisää pultteja.
4. Pultit kehyksen nurkkiin	- Pultti sijoitetaan kehyksen nurkkiin. - Ohjelman asetustiedoissa on parametri, joka säätelee sijoituksen liian lähelle pohjalevyn reunaa. Minimietäisyys on $1.2 \cdot \Phi$. Varoitusraja = $1.5 \cdot \Phi$.
5. Pultit kehykseen X-akselin suuntaisesti	- Pultteja sijoitetaan 1-30 kpl kehyksen vaakasivuille symmetrisesti valitun mitan etäisyydelle. Tämä muodostaa pulttiryhmän. Minimiväli on $3 \cdot \Phi$.
6. Pultit kehykseen Y-akselin suuntaisesti	- Pultteja sijoitetaan 1-30 kpl kehyksen pystysivuille symmetrisesti valitun mitan etäisyydelle. Tämä muodostaa pulttiryhmän. Minimiväli on $3 \cdot \Phi$.
7. Pulttien välimitta	- Annetaan välimitta, jolla pultit sijoittuvat symmetrisesti kehykseen.

3. Sijoita yksi pultti

1. Sijoita yksi pultti	Vedetään hiirellä yksi pultti pikakuvakkeesta liitokseen. Menetelmää käytetään, kun tehdään epäsymmetrinen pulttiliitos.
2. Vedä yksi pultti poikkileikkaukseen	- Kun pultti vedetään hiirellä kehyksen sisäpuolelle, se asettuu kehykseen lähimpään hiiren osoittamaan paikkaan. - Paikka voi korjata koordinaateilla. - Kehyksessä on neliö, johon pudotettu pultti menee kehyksen kulmaan. - Tee ensiksi symmetrinen liitos ja poista sitten yksi pultti, jonka korvaat toisella pultilla.

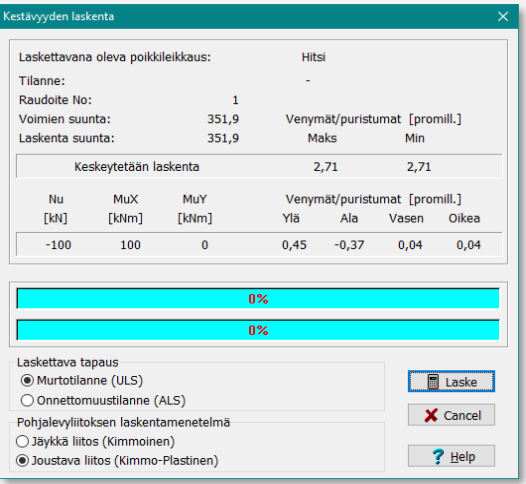
4. Pulttien tarkastelu/poisto ja siirtäminen

Pohjalevystä voi tehdä symmetrisen tai epäsymmetrisen. Liitoksessa voi olla erikokoisia pultteja. Pulttien tarkastelu, poisto ja siirrot tehdään pääikkunan toiminnoilla.	
1. Tarkastelu	- Pultin tietoja tarkastellaan klikkaamalla pultti hiirellä aktiiviseksi pääikkunasta pultin punaiselta alueelta. - Pultin väri muuttuu ja tiedot näkyvät pääikkunan vasemmassa yläkulmassa. - Pultin rakenne näkyy vasemman reunan reunassa. - Pultin koordinaatit poikkileikkauksen origosta näkyvät ikkunassa. - Valinta näyttää kaikki samaan ryhmään kuuluvat muut pultit korostusvärillä.
2. Pultin poisto	- Poista toiminto poistaa vain aktiiviseksi valitun pultin. - Vaikuttaa koko ryhmään. Valinta poistaa aktiivisen pultin koko ryhmän - Poista kaikki toiminto poistaa kaikki pultit.
3. Muuta toiminto	- Valitaan aktiiviseksi yksi pultti - Muutetaan pultin koordinaatteja halutun siirron verran - Muuta toiminto siirtää valitun pultin uuteen koordinaattiin
4. Muuta/Vaikuttaa koko ryhmään	- Muuta/Vaikuttaa koko ryhmään siirtää koko ryhmän pultit valitun suhteellisen siirron verran vaaka/pystysuuntaan. - Lineaarinen siirto koko ryhmälle.
5. Muuta/Siirrä symmetrisesti	- Muuta/Siirrä symmetrisesti siirtää koko ryhmän pultit valitun mitan verran symmetrisesti pääakseleiden suhteen. - Symmetrinen siirto koko ryhmälle.

5.3.6 Liitoksen laskenta

1. Liitoksen laskentamenetelmän valinta

Liitos lasketaan kohdasta *Mitoita*, joka avaa *Kestävyys laskenta* ikkunan.

<p>1. Laskettava tapaus Valinta suorittaa laskennan mitoitus tilanteissa.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Murtotilanne (ULS) - Onnettomuustilanne (ALS) <p>Asennustilannetta ei lasketa, jos kuormia ei anneta.</p>	
<p>2. Onnettomuustilanteen laskenta Valinta suorittaa laskennan vain onnettomuustilanteessa.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> - Kun haluaa tulostaa laskentatulokset molemmista tilanteista, pitää suorittaa murtotilanteen välitulostus. - Mikäli onnettomuustilanteen kuormia ei ole annettu, ei tilanteen laskenta ole mahdollista. - Liitokseen pitää sijoittaa pultit, ennen kuin voi laskea. 	

<p>4. Pohjalevyn laskentamenetelmä.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tässä valitaan pohjalevyn laskentamenetelmä. - Tämä vaikuttaa kaikkiin jäljempänä tuleviin laskentatuloksiin. - Liitoksen rakenteellinen optimointi voidaan suorittaa valitsemalla <i>Joustava liitos</i>. 	<p>Jäykkä liitos. Kimmoinen laskenta.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pohjalevy toimii jäykkänä rakenteena. - Levylle ei sallita muodonmuutoksia tasosta pois päin. - Levy lasketaan kimmoisana - Plastisoitumista levyssä ei sallita. - Liitoksen voidaan katsoa olevan jäykkä ja kiertymätön. - Laskenta-aika on suhteellisen nopea <p>Joustava liitos. Kimmo-plastinen laskenta.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Levylle sallitaan tasomuodonmuutokset. - Plastisoituminen sallitaan levyn laskennassa. - Liitoksessa tapahtuu kiertymää. - Laskenta-aika on huomattavasti pidempi. (5 -15 min)
---	--

2. Liitoksen laskenta-aika.

<p>1. Laskenta-aika</p>	<p>Ohjelma laskenta-aika on 5-10 minuuttia, jopa huomattavasti pitempi ja siihen vaikuttavat seuraavat tekijät.</p>
<p>2. Laskenta menetelmä</p>	<p>Jäykkä levy</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jäykän liitoksen laskenta on suhteellisen nopea. Siihen ei voi vaikuttaa. <p>Joustava levy</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pohjalevyn jännitysten siirtyminen plastiselle alueelle lisää oleellisesti iterointikierrosten lukumäärää ja laskenta-aikaa. Laskenta-aikaan voidaan säätää.
<p>3. Kuormitus-yhdistelyt</p>	<p>Alustava laskenta</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rakenteen kestävyys voi arvioida alustavasti kääntämällä aluksi oletettu maksimi kuormitustapaus aktiiviseksi <i>Kuorma</i> ikkunassa. - Kun rakenne on optimoitu pohjalevyn paksuuden ja pulttien määrän suhteen, voi suorittaa lopullisen laskennan kaikilla kuormitustapauksilla.
<p>4. Laskenta-elementit</p>	<p>Laskentaelementtien määrä</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elementtien määrää säädetään <i>Laskenta-asetuksista</i>. - Apuelementtien määrää ei ole syytä nostaa. Vakio 2 elementtiä riittää. - Pääelementtien määrän nostaminen lisää oleellisesti laskenta-aikaa. - Suorakaidellevyllä määrän voi sovittaa levyn mittasuhteiden mukaan siten, että oletusarvo 20 jää kapeammalle mitalle. - Elementtiverkko näkyy laskentatulokset ikkunan 2/1 ensimmäisellä välilehdellä.

5.4 Asennustilanne. Peruspulttit

5.4.1 Tulosten esitystapa





1. Valikot

<i>Yleistä</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Laskennan tulokset ovat valikossa Laskentatulokset. - Valikko jakaantuu neljään osa-alueeseen.
<i>1. Asennustilanne</i>	Peruspulttien kestävyys jälkivaluleikkauksessa ennen valuja. <ul style="list-style-type: none"> - Asennustilanteen normaalivoiman kestävyyskuvaajat - Asennustilanteen normaali- ja leikkausvoiman käyttöasteet
<i>2. Murtotilanne Pohjalevy</i>	Murtotilanteessa lasketaan pohjalevylle kestävyudet. <ul style="list-style-type: none"> - Pohjalevyn jännitystila, taipumat ja käyttöasteet. - Pilariprofiilin hitsien jännitystila ja käyttöasteet. - Leikkausvaarnan betoni- ja teräskestävyys.
<i>3. Murtotilanne Pultit</i>	Murtotilanteessa lasketaan peruspulttien kestävyudet. <ul style="list-style-type: none"> - Pulttien, pilariprofiilin ja hitsien kestävyyskuvaajat - Pulttien kestävyys jälkivalupoikkileikkauksessa. - Pulttien normaalivoimakestävyys perustuksessa. - Pulttien leikkausvoimakestävyys perustuksessa. - Pulttien vaatima lisäraudoitus perustuksessa. - Perustuksen pääraudoituksen tarkistus pulttivoimille. - Pulttien raudoitusperiaatekuvat.
<i>4. Rakenteen mitat</i>	Pääikkunaan tulostetaan rakenteen mitat <ul style="list-style-type: none"> - Perustuksen mitat. Perustuksen ja pohjalevyn sijainti - Pohjalevyn mitat. Pohjalevyn pulttien ja pilarin sijainti.

2. Laskentakoordinaatisto ja pulttien numerointi

<i>1. Koordinaatisto</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Tulokset näytetään laskentakoordinaatistossa pääakseleiden suuntaan tai vinon taivutuksen XY-suuntaan.
<i>2. Taivutussuunta</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Vaino taivutus lasketaan kombinaationa pääakseleiden voimista
<i>3. Numerointi</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Laskennan jälkeen pääikkunaan tulostuu pulttien numerot. - Numerot ovat tulosteikkunoissa vastaavan pultin kohdalla.

3. Käyttöasteet

<i>Yleistä</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Käyttöasteita sisältävien ikkunoiden tulosterivillä on hyväksyntämerkintä värikoodilla.
<i>Vihreä</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Suureen käyttöaste on välillä 0 – 0,95
<i>Keltainen</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Suureen käyttöaste on välillä 0,95 – 1,00
<i>Punainen</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Suureen käyttöaste on > 1,00. Tulosta ei hyväksytä.
<i>Harmaa</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Suuretta ei ole laskettu tai se ei kuulu pultin mitoitusarvoihin

5.4.2 Pulttien kestävyys. Asennustilanne

1. Asennustilanne. Liitoksen kestävyyskuvaaja normaalivoimalle

1. Ikkuna 1/1	- Ikkunassa 1/1 on pulttiliitoksen kestävyyskäyrä normaalivoimalle asennustilanteessa pääakseleiden ja vinoon taivutussuuntaan
2. Kestävyys	<ul style="list-style-type: none"> - Kuormapiste pitää sijaita käyrän sisällä. - Käyrällä liitoksen kestävyys on 1.0. - Normaalivoimassa ei ole vielä leikkausvoiman vaikutusta. - Ikkuna 1/2 pitää vielä tarkistaa.

Kuva 20. Asennustilanne. Liitoksen voimapisteeet ja kestävyyskuvaaja normaalivoimalle

2. Asennustilanne. Pulttien kestävyys ja käyttöasteet

1. Ikkuna 1/2 välilehti 1	<ul style="list-style-type: none"> - Välilehdellä 1 on pulttien asennustilanteen kestävyysarvot. - Leikkausvoimaan on laskettu pultin taivutuksen ja hoikkouden vaikutus.
2. Kestävyys	<ul style="list-style-type: none"> - Pultin kestävyys, $n_i \leq 1.0$ - Leikkauskestävyys $V_{Rd,s}$ lasketaan EN 1992-4:2018 kaavalla (7.3.7), kun jälkivalu $t_g \geq 0.5 \cdot d$ - Kaava huomioi myös pultin hoikkouden normaalivoiman ja taivutuksen.

Kuva 21. Asennustilanne. Pulttien normaalivoima- ja leikkauskestävyys ja käyttöasteet

3. Laskentaparametrit

1. Ikkuna 1/2 välilehti 2	Laskentaparametrit
2. Kestävyys	<ul style="list-style-type: none"> - Jälkivalu $0 \leq t_g \leq 0.5 \cdot d_{nom}$ $V_{Rd,s}$ lasketaan kaavalla (7.36) - Jälkivalu $t_g \geq 0.5 \cdot d$ $V_{Rd,s}$ lasketaan kaavalla (7.37) - l = pultin taivutuksen momenttivarsi - t_g = jälkivalun paksuus - l_m = laskentamenetelmä 0 = without lever arm 1 = with lever arm - l_f = kestävyuden reduktiokerroin $= (1 - 0.01 t_{grout})$

Kuva 22. Asennustilanne. Pulttien laskentaparametrit

4. Tulosten hyväksyntä

1. Tulosten hyväksyntä	- Asennustilanne on hyväksytty, kun pääikkunan valot 1/1 ja 1/2 ovat vihreä tai keltainen.
2. Valo on harmaa	- Harmaa väri tarkoittaa, että asennustilanteen kuormia ei ole annettu.
3. Onnettomuustilanne	- Asennustilanteen voimia ei anneta onnettomuustilanteessa.

5.5 Murtotilanne. Pohjalevy, hitsit ja leikkausvaarna

5.5.1 Pohjalevyn laskentamenetelmä

1. Laskentateoria

1. Laskenta- menetelmä	Pohjalevyn jännitys/muodonmuutostilan lasketaan FEM-menetelmällä <ul style="list-style-type: none"> - Pohjalevyn elementti on 4-solmuinen 3 vapausasteinen laattaelementti. - Laskenta suoritetaan sekä kimmoisesti että kimmo-plastisesti. - Pilariprofiili on kiinnitetty hitsiliitoksella jäykästi pohjalevyn yläpintaan. - Jälkivalu- ja perustusbetoni on kuvattu lineaarisilla jousilla niiden materiaalin puristuslujuuksien suhteessa. - Peruspultit ovat kiinni pohjalevyssä epälineaarisilla jousilla.
2. Elementti- jako	Pohjalevyyn on muodostettu elementtiverkko <i>Ohjelman asetukset/Laskenta-asetukset/Levyelementti</i> valikossa olevan määrittelyn mukaan. <ul style="list-style-type: none"> - Pääelementtijako pysty- ja vaakasuuntaan on oletuksena 20 elementtiä - Apuelementtijako on 2*2 pääelementtiä kohden. Pääelementtien määrää voidaan muuttaa seuraavissa tapauksissa. <ul style="list-style-type: none"> - Elementtijako on määritetty 500*500 mm pohjalevyille. Suuremmalla levyllä jakoa voi lisätä pohjalevyn mittojen suhteessa. - Epäsymmetrisillä levyillä jaon voi sovittaa levyn mittojen mukaan. - Lukumäärän suurentaminen kasvattaa oleellisesti laskenta-aikaa eikä välttämättä lisää merkittävästi laskentatarkkuutta.
3. Liitoksen laskenta menetelmä	Jäykkä liitos <ul style="list-style-type: none"> - Laskenta suoritetaan kimmoisana ja myötöraja-alueen yläpuolista plastista aluetta ei käytetä laskennassa hyödyksi. - Pohjalevy säilytetään tasopintana ja sille ei sallita tasomuodonmuutoksia. Tämä kasvattaa oleellisesti levyn jännitystasoa ja pulttivoimia. - Jälkivalubetoni lasketaan kimmoisana. - Materiaalien jännitystaso pitää pysyttää kimmoisalla alueella. Joustava liitos <ul style="list-style-type: none"> - Pohjalevy lasketaan kimmo-plastisena ja myötöraja-alueen yläpuolista plastista aluetta käytetään laskennassa. - Ohjelma laskee levyn muodonmuutokset hyödyntämällä levymateriaalin plastista muodonmuutosta aineen murtolujuuteen asti. - Jälkivalubetoni lasketaan kimmoisana.

2. Pohjalevyn jännitysten ja käyttöasteen laskenta

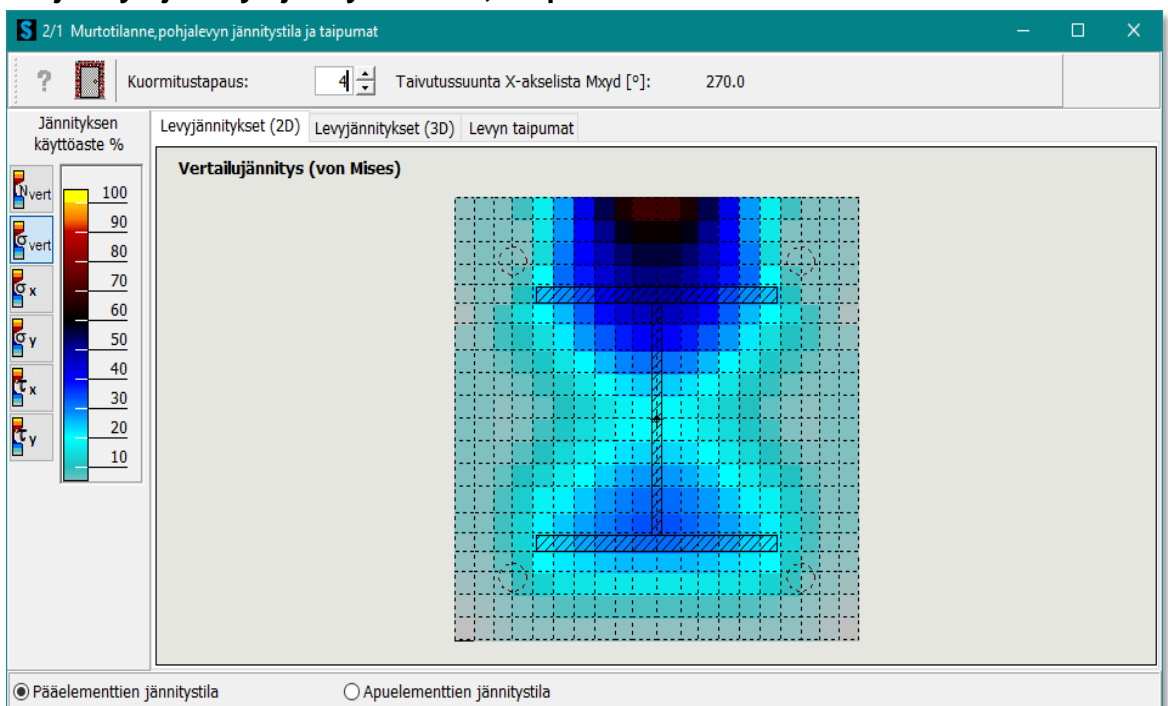
1. Materiaalin jännitystila	Pohjalevyn jännitystila lasketaan von Mises myötöehdon mukaan. <ul style="list-style-type: none"> - $\delta_{vert} = \sqrt{(\delta_x^2 + \delta_y^2 - \delta_x \delta_y + 3(\tau_x + \tau_y)^2)}$ Jäykkä liitos. Kimmoinen <ul style="list-style-type: none"> - Maksimi sallittu jännitys $\delta_{vert} = f_y / \gamma_{M0}$; $\gamma_{M0} = 1,0$ Joustava liitos. Kimmo-plastinen <ul style="list-style-type: none"> - Maksimi sallittu jännitys $\delta_{vert} = f_u / \gamma_{M2}$; $\gamma_{M2} = 1,25$
2. Vertailu- jännityksen käyttöaste	Vertailujännityksen käyttöaste lasketaan SFS-EN 1993-1 kaavan 6.1 mukaan: $\rho_{vert} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2 - \left(\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)\left(\frac{\sigma_{z,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right) + 3\left(\frac{\tau_{Ed}}{f_y/\gamma_{M0}}\right)^2} \leq 1$ Jäykkä liitos. Kimmoinen <ul style="list-style-type: none"> - Laskenta käyttää kaavassa muuttujille seuraavia arvoja: - f_y = materiaalin myötöraja - $\gamma_{M0} = 1,0$ Joustava liitos. Kimmo-plastinen <ul style="list-style-type: none"> - Laskenta käyttää kaavassa muuttujille seuraavia arvoja: - f_y = materiaalin murtolujuus = f_u - $\gamma_{M0} = 1,25$

5.5.2 Pohjalevyn jännitystilä. Käyttöasteet ja taipumat

1. Laskentamenetelmä

Ikkunassa 2/1 ensimmäisellä välilehdellä on esitetty pohjalevyn käyttöasteet ja von Mises jännitystilän laskenta-arvot kuormitustapauksittain 2D-esityksenä.			
1. Laskentatulokset	Pohjalevylle laskettavat mitoitusuureet. <ul style="list-style-type: none"> - n_{vert} = Levyn jännitysten käyttöaste SFS-EN 1993-1, kaava 6.1 - δ_{vert} = Levyn vertailujännitys, von Mises. - δ_x, δ_y = Levyn taivutusjännitykset pääakseleiden suuntaan. - T_x, T_y = Levyn leikkausjännitykset pääakseleiden suuntaan. 		
2. Elementin laskenta-arvot	Yksittäisen elementin laskenta-arvot. <ul style="list-style-type: none"> - Tulokset elementistä saa apuikkunaan klikkaamalla laskentaelementtiä. - Pohjalevy on jaettu pääelementtien mukaiseen ruudukkoon. - Tulokset voi katsoa pää-/apuelementti tasolla. 		
3. Väriskaalaus	Elementtien väriskaalaus. <ul style="list-style-type: none"> - Eurokoodi 3 vertailujännitys n_{vert}. Keltainen edustaa tasoa $n \geq 1,0$. - Muut värit on skaalattu tähän arvoon. - Von Mises vertailujännitys. Keltainen edustaa jännityksen sallittua maksimitasoa. Muut värit on skaalattu tähän arvoon. <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Jäykkä liitos <ul style="list-style-type: none"> - $\delta_{vert} \geq f_y/\gamma_{M0}$. - $\delta_{x,y} \geq f_y/\gamma_{M0}; T_{x,y} \geq f_y/\sqrt{3}\gamma_{M0}$. </td> <td>Joustava liitos <ul style="list-style-type: none"> - $\delta_{vert} \geq f_u/\gamma_{M2}$. - $\delta_{x,y}; T_{x,y} \geq f_u/\gamma_{M2}$. </td> </tr> </table>	Jäykkä liitos <ul style="list-style-type: none"> - $\delta_{vert} \geq f_y/\gamma_{M0}$. - $\delta_{x,y} \geq f_y/\gamma_{M0}; T_{x,y} \geq f_y/\sqrt{3}\gamma_{M0}$. 	Joustava liitos <ul style="list-style-type: none"> - $\delta_{vert} \geq f_u/\gamma_{M2}$. - $\delta_{x,y}; T_{x,y} \geq f_u/\gamma_{M2}$.
Jäykkä liitos <ul style="list-style-type: none"> - $\delta_{vert} \geq f_y/\gamma_{M0}$. - $\delta_{x,y} \geq f_y/\gamma_{M0}; T_{x,y} \geq f_y/\sqrt{3}\gamma_{M0}$. 	Joustava liitos <ul style="list-style-type: none"> - $\delta_{vert} \geq f_u/\gamma_{M2}$. - $\delta_{x,y}; T_{x,y} \geq f_u/\gamma_{M2}$. 		
4. Tulosten hyväksyntä	Käyttöaste <ul style="list-style-type: none"> - Käytetään pääelementin vertailujännityksen käyttöastetta (Eurokoodi 3) Jännitykset <ul style="list-style-type: none"> - Käytetään pääelementin vertailujännitys von Mises ikkunaa, joka näyttää paikalliset hot spot pisteet, mikäli niitä on. (Keltaiset alueet) - Keltaiset alueet voidaan hyväksyä paikallisesti 1-2 pääelementin alueella, kun pilarilla on vain staattista kuormaa. Apuelementti näyttää tarkemmat arvot hot spot pisteille - Dynaamisen kuorman kestävyys on arvioitava erikseen poistamalla hot spot pisteet käyttämällä paksumpaa pohjalevyä. 		

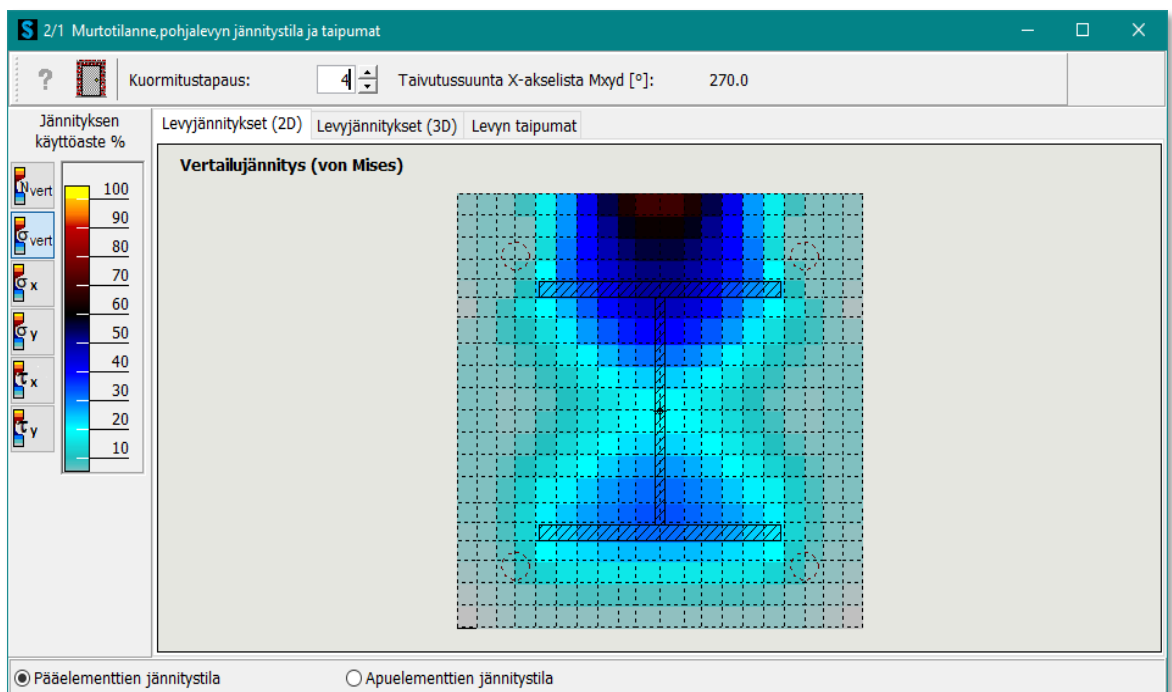
2. Pohjalevyn jännitys ja käyttöasteet, 2D pinta



Kuva 23. Murtotilanne. Pohjalevyn käyttöasteet ja von Mises jännitystilä, 2D-pinta.

3. Pohjalevyn jännitys ja käyttöasteet, 3D pinta

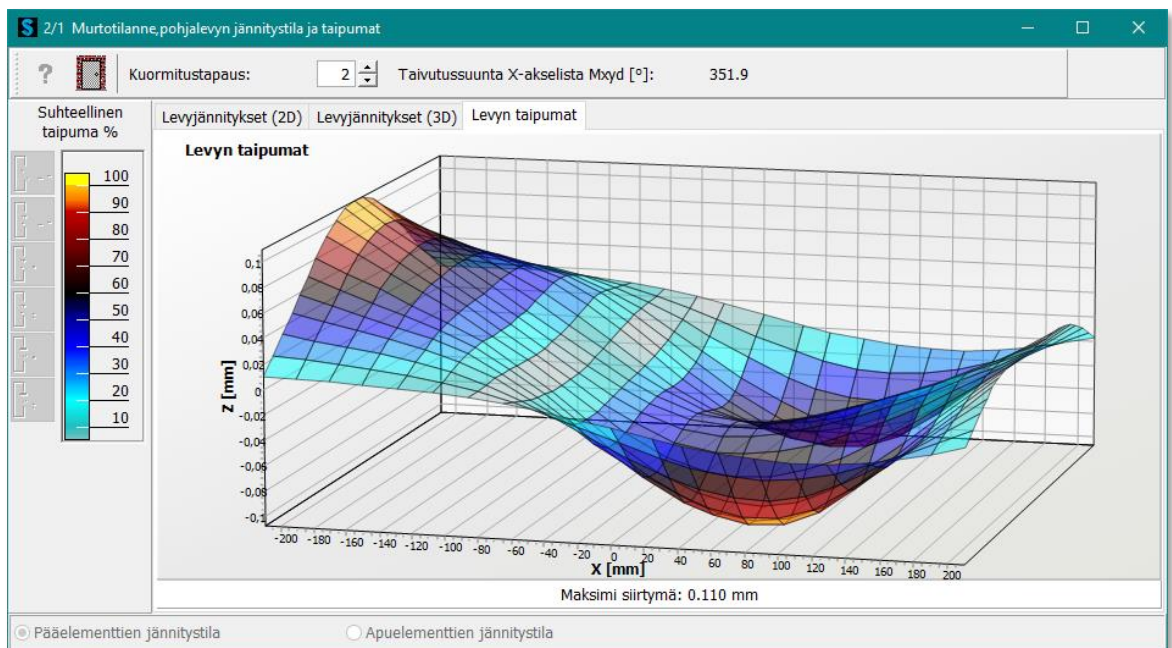
Ikkunassa 2/1 toisella välilehdellä on esitetty edellisen kohdan laskennasta vastaavat käyttöaste- ja jännitystilän tulosteet havainnollisena 3D esityksenä kuormitustapauksittain.	
1. <i>Graafinen esitys</i>	Käyttöasteet ja von Mises jännitysarvot on esitetty graafisena pintana. <ul style="list-style-type: none"> - Vaaka-akseleilla on levyn mitat ja pystyakseleilla kunkin laskentasuuren maksimi arvon mukaan laskettu skaalattu arvo. - Reunassa oleva väribaletti on laskettu materiaalin sallitulla lujuudella. - Pintaa voi tarkastella ja pyöritellä hiiren vasemmalla napilla. - Jännityskuvioista voi todeta kunkin suureen käyttöasteen taso ja laajuus. - Keltainen väri edustaa käyttöasteen/laskentajännityksen ylitystä.
2. <i>Murtotilan esitys</i>	Jännitystilän pinnat on katkaistu vaakasuoralla tasolla niissä elementeissä, missä kyseisen suureen laskenta-arvo ylittää materiaalin murtolujuuden laskenta-arvon ($=f_u/\gamma_{M2}$) <p>Jäykkä levy</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pinnan huippuja ei ole katkaistu, jotta kuvio näyttää myötöraja-alueen. - Jäykällä levyllä myötöalueen käyttö ei ole sallittua. <p>Joustava levy</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pinnan huiput on katkaistu, jotta kuvio näyttää tasaisella alueella ne elementit, joiden jännitys ylittää murtolujuuden laskenta-arvon $= f_u/\gamma_{M2}$. - Joustavalla levyllä murtoalueiden käyttö ei ole enää kovin suotavaa.
3. <i>Tulosten hyväksyntä</i>	<p>Jäykkä liitos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Käytetään pääelementin vertailujännitysten N_{vert} käyttöasteen kuvaajaa. - Eurocode 3:n kaava 6.1 antaa määräävän mitoitusohjeen. - Von Mises jännityksen δ_{vert} keltaisen myötöalueen käyttö ei ole sallittua jäykällä liitoksella. <p>Joustava liitos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Käytetään pääelementin vertailujännitysten N_{vert} käyttöasteen kuvaajaa. - Eurocode 3:n kaava 6.1 antaa määräävän mitoitusohjeen. - Von Mises jännityksen δ_{vert} keltaisen myötöalueen käyttö on sallittu joustavalla liitoksella ja staattisilla kuormilla. - Keltaisen vaakasuoran murtoalueen käyttö on mahdollista, mikäli alue on selvästi keskittynyt vain 1-2 elementin alueelle. - Myötöalueen käyttö heikentää oleellisesti pohjalevyn dynaamisten kuormien kestävyyttä sekä väsymislujuutta.



Kuva 24. Murtotilanne. Pohjalevyn käyttöasteet ja von Mises jännitystilä, 3D-pinta.

4. Pohjalevyn taipuma

Ikkunassa 2/1 kolmannella välilehdellä on esitetty pohjalevyn taipumapinta kuormitustapauksittain.	
1. <i>Graafinen esitys</i>	<p>Levyn taipumapinta.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Taipumapinnan muoto vastaa levyssä tapahtuvaa siirtymää Z-akselin suuntaan ja pystyakselilla on siirtymän lukuarvo. - Siirtymän väripaletti on suhteutettu nollatason suhteen tapahtuvaan maksimi suhteelliseen siirtymään. - Nollataso edustaa levyn kuormittamattoman pinnan tasoa, jossa jälkivalun jännitystaso on nolla. - Jäykällä levyllä taipumapinta on aina suora taso, jossa tason kaltevuus muuttuu kuormitustilan mukaan.
2. <i>Levyn irtoaminen alustasta</i>	<p>Siirtymät nollatason suhteen tarkoittavat.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nollatason yläpuolella levy on irronnut jälkivalusta. - Nollatason alapuolella jälkivalussa ja perustusbetonissa on tapahtunut kimmoisaa puristumaa.
3. <i>Tulosten hyväksyntä</i>	<p>Levyn taipumalle ei määritellä käyttöastetta.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Levyn muodonmuutokset määrittävät liitoksen jäykkyyden, josta voidaan arvioida yläpuolisen rakenteen siirtymätilaan tulevat lisäykset suhteessa täysin jäykkään liitokseen. - Levyn irtoamisalueella vesi voi päästä liitoksen sisään. - Puristetuilta alueilta pitää varmistaa, että jälkivalubetonin jännitys pysyy kimmoisana. Jälkivalun jännitystila näytetään tulostusikkunassa 3/1 kolmannella välilehdellä.



Kuva 25. Murtotilanne. Pohjalevyn taipumapinta nollatason suhteen.

5.5.3 Pilariprofiilin hitsit

1. Laskentaperiaate

- Pilariprofiilin hitsien kestävyys pohjalevyyn tulostetaan ikkunaan 2/2.
- Laskenta suoritetaan profiilin hitsimitoilla.
- Hitsin laskentalujuus määräytyy liitoksen matalimman materiaalilujuuden mukaan.
- Hitsiliitoksen kestävyyskuvaaja suhteessa teräsprofiilin kestävyyskuvaajaan esitetään ikkunassa 3/1 ensimmäinen välilehti.

Profiilin hitsien laskentalujuudet.

V-hitsin laskentalujuus

- $F_{w,Rd} = f_u / \gamma_{M2}$
- $f_u = \min; f_u$ (levy, profiili, hitsiaine).
- $\gamma_{M2} = 1,25$

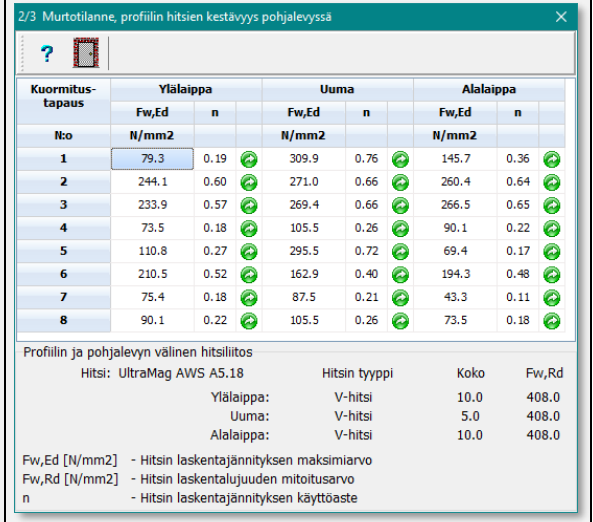
Pienahitsin laskentalujuus

- $F_{w,Rd} = f_u / (\sqrt{3} * \beta_w * \gamma_{M2})$
- $f_u = \min; f_u$ (levy, profiili, hitsiaine).
- $\gamma_{M2} = 1,25$

Hitsien laskentajännitys $F_{w,Ed}$ on laskettu tarkemmalla komponentti menetelmällä.

Hyväksyntä

Hitsi on hyväksytty, kun käyttöasteet ovat $\leq 1,00$.



Kuormitus-tapaus	Ylälaippa		Uuma		Alalaippa	
	Fw,Ed N/mm2	n	Fw,Ed N/mm2	n	Fw,Ed N/mm2	n
1	79.3	0.19	309.9	0.76	145.7	0.36
2	244.1	0.60	271.0	0.66	260.4	0.64
3	233.9	0.57	269.4	0.66	266.5	0.65
4	73.5	0.18	105.5	0.26	90.1	0.22
5	110.8	0.27	295.5	0.72	69.4	0.17
6	210.5	0.52	162.9	0.40	194.3	0.48
7	75.4	0.18	87.5	0.21	43.3	0.11
8	90.1	0.22	105.5	0.26	73.5	0.18

Profiilin ja pohjalevyn välinen hitsiliitos
 Hitsi: UltraMag AWS A5.18 Hitsin tyyppi Koko Fw,Rd
 Ylälaippa: V-hitsi 10.0 408.0
 Uuma: V-hitsi 5.0 408.0
 Alalaippa: V-hitsi 10.0 408.0

Fw,Ed [N/mm2] - Hitsin laskentajännityksen maksimiarvo
 Fw,Rd [N/mm2] - Hitsin laskentalujuuden mitoitusarvo
 n - Hitsin laskentajännityksen käyttöaste

Kuva 26. Murtotilanne. Pilariprofiilin hitsien laskentajännitykset ja käyttöasteet.

5.5.4 Leikkausvaarna

1. Laskentamenetelmä

Pohjalevyn leikkausvaarna laskentatulokset ovat ikkunassa 2/2.

1. <i>Laskenta-periaate</i>	Leikkausvaarna käytetään pilarin leikkausvoiman siirrossa. <ul style="list-style-type: none"> - Kun leikkausvaarna on valittu <i>Lähtötiedot</i> ikkunassa, siirretään kaikki leikkausvoimat vaarnalla. - Pulteilla ja kitkalla ei silloin lasketa leikkausvoimaa. - Jos vaarna ei valita niin leikkausvoima siirretään joko kaikilla pulteilla tai pelkästään pohjalevyn kitka avulla.
2. <i>Vaarna teräsmitoitus</i>	Leikkausvaarna mitoitusperiaate. <ul style="list-style-type: none"> - Vaarna hitsataan kiinni pohjalevyn ainevahvaisella K-hitsillä. Hitsin kokoa ei voi muuttaa ohjelmassa. - Hitsin laskenta-arvo määräytyy vaarnan tai pohjalevyn materiaalien minimi murtolujuuden mukaan. - Vaarna toimii ulokkeena, jota kuormittaa leikkausvoiman suunnassa vaarnan poikkipinnalle jakaantunut tasainen betonin puristus. - Taivutusmomentti lasketaan ulokkeen periaatteella vaarnan pinnan betonijännitykselle.
3. <i>Vaarna betonimitoitus</i>	Leikkausvaarna mitoitusperiaate. <ul style="list-style-type: none"> - Betonin paikallinen puristuskestävyys vaarnan pinnassa ei saa ylittää SFS-EN 1992-1-1 kaavan 6.63 pistekuormakestävyyttä. $F_{Rdu} = A_{c0} * f_{cd} * \sqrt{(A_{c1}/A_{c0})} \leq 3.0 f_{cd} * A_{c0}$
4. <i>Lisäraudoitus</i>	Vaarnan leikkausvoima ankkuroidaan hakaraudoituksella perustuksen takareunaan.
5. <i>Tulosten hyväksyntä</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Vaarnan hitsien ja betonin kestävyys näytetään pääikkunan valoilla. - Vaarna on hyväksytty, kun valot 2/3a, 2/3b ovat vihreä tai keltainen. - Jos valot ovat harmaana, vaarna ei ole annettu.

2. Leikkausvaarna. Teräskestävyys

1. Laskentatulokset

- Leikkausvaarna hitsataan pohjalevyn ainevahvaisella K-hitsillä.
- Vaarna toimii ulokkeena, joka siirtää leikkausvoiman profiilin pinnan puristuksen kautta betonille.
- Vaarna mitoitetaan hitsiliitoksen kestävyydelle.
- Hitsin laskentalujuus on minimi f_u (pohjalevy, hitsiaine, vaarna).

2. Hyväksyntä

- Muuta profiilin levypaksuuksia, jos hitsin käyttöaste ylittyy.
- Kestävyys lasketaan heikoimman materiaalilujuuden mukaan.
- Vaaran teräsosat ovat hyväksytyt, kun käyttöasteet ovat $\leq 1,00$.

Kuormitus-tapaus	Vaaran laskettaivoimat				Laipat				Uuma			
	Mxd	Qyd	Myd	Qxd	Fcy	Tau	Fw,Ed	n	Fcy	Tau	Fw,Ed	n
Ita	kNm	kN	kNm	kN	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²		N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
1	-13.5	-180.0	15.0	200.0	273.8	57.5	291.4	0.71	56.7	57.5	114.6	0.28
2	3.8	50.0	3.8	50.0	-70.3	15.1	75.0	0.18	-15.7	15.1	30.5	0.07
3	-2.3	-30.0	-2.3	-30.0	42.2	9.1	45.0	0.11	9.4	9.1	18.3	0.04
4	-3.0	-40.0	1.5	20.0	35.5	9.6	39.1	0.10	12.6	9.6	20.8	0.05
5	-13.5	-180.0	15.0	200.0	273.8	57.5	291.4	0.71	56.7	57.5	114.6	0.28
6	3.8	50.0	3.8	50.0	-70.3	15.1	75.0	0.18	-15.7	15.1	30.5	0.07
7	-2.3	-30.0	-2.3	-30.0	42.2	9.1	45.0	0.11	9.4	9.1	18.3	0.04
8	-3.0	-40.0	1.5	20.0	35.5	9.6	39.1	0.10	12.6	9.6	20.8	0.05

Pohjalevyn ja leikkausvaaran välinen hitsiliitos

Hitsi: UltraMag AWS AS.18 Hitsin tyyppi: Koko: Fw,Rd

Laipat: K-hitsi 15 408.0

Uuma: K-hitsi 12 408.0

Fcy [N/mm²] - Hitsin taivutusjännityksen laskenta-arvo
 Tau [N/mm²] - Hitsin leikkausjännityksen laskenta-arvo
 Fw,Ed [N/mm²] - Hitsin laskentajännityksen maksimiarvo
 Fw,Rd [N/mm²] - Hitsin laskentalujuuden mitoitusarvo
 n - Hitsin laskentajännityksen käyttöaste

Leikkausvaaran mitat: Laipat (B*t): 120*15.0 Uuma (H*t): 90*12.0

Kuva 27. Murtotilanne. Leikkausvaaran teräskestävyys.

3. Leikkausvaarna. Betonikestävyys

1. Laskentatulokset

- Vaaran kestävyys lasketaan SFS-EN 1992-1-1 kohdan 6.7 paikallisen puristuskestävyyden mukaan.

2. Hyväksyntä

- Vaarna on hyväksytty, kun käyttöasteet ovat $\leq 1,00$.

3. Raudoitus

- Vaaran koko leikkausvoima siirretään umpihaoilla perustukseen

Kuormitus-tapaus	X-suunta			Y-suunta			Leikkausvoima X-suuntaan
	Qxd	n	Ast	Qyd	n	Ast	
Ita	kN		mm ²	kN		mm ²	
1	200.0	0.45	460	-180.0	0.41	414	Ac0X 18000 mm ²
2	50.0	0.11	115	50.0	0.11	115	Ac1X 54000 mm ²
3	-30.0	0.07	69	-30.0	0.07	69	FrdUX 441.7 kN
4	20.0	0.05	46	-40.0	0.09	92	Ast10 3T10 (471 mm ²)
5	200.0	0.45	460	-180.0	0.41	414	Leikkausvoima Y-suuntaan
6	50.0	0.11	115	50.0	0.11	115	Ac0Y 18000 mm ²
7	-30.0	0.07	69	-30.0	0.07	69	Ac1Y 54000 mm ²
8	20.0	0.05	46	-40.0	0.09	92	FrdUY 441.7 kN

Paikallinen puristuskestävyys

Qd [kN] - Vaaran leikkausvoima
 FrdU [kN] - Paikallinen puristuskestävyys vaaran pinnassa, EC2 kohta 6.7
 n - Vaaran puristuskestävyyden käyttöaste
 Ast10 - Vaaran vaadittu leikkausharautus

Leikkausvaaran mitat: Laipat (B*t): 120*15.0 Uuma (H*t): 90*12.0

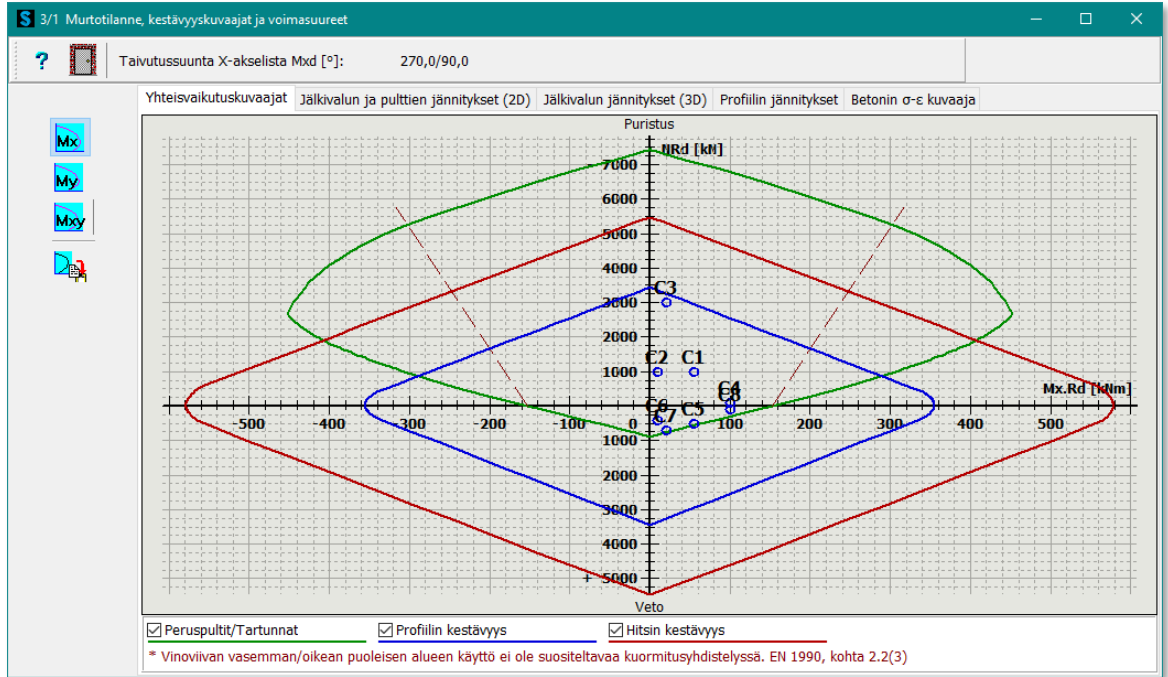
Kuva 28. Murtotilanne. Leikkausvaaran betonikestävyys.

5.6 Murtotilanne. Jälkivalupoikkileikkaus

5.6.1 Peruspulttiliitoksen yhteisvaikutuskuvaajat.

1. Laskentaperiaate

1. Voimapistee	- Pilarin pohjalevylitoksen kestävyyskuvaajat ja yhdistelytapauksen voimapistee liitoksen jälkivalupoikkileikkauksen kohdalla esitetään tulostusikkunassa 3/1
2. Taivutussuunta	- Normaali voiman kestävyyskuvaajat tulostetaan pääakseleiden Mx ja My taivutussuuntaan. - Vaino taivutussuunta lasketaan ja suuntakulma määräytyy taivutusmomenttien Mx/My suhteesta.
3. Kestävyydet	- Käyrät edustavat liitoksen rakenteiden maksimaalista N _d /M _{xd} voimakestävyyttä. - Pohjalevyn, profiilin ja hitsien sekä pulttien betonikestävyys pitää tarkistaa erikseen.



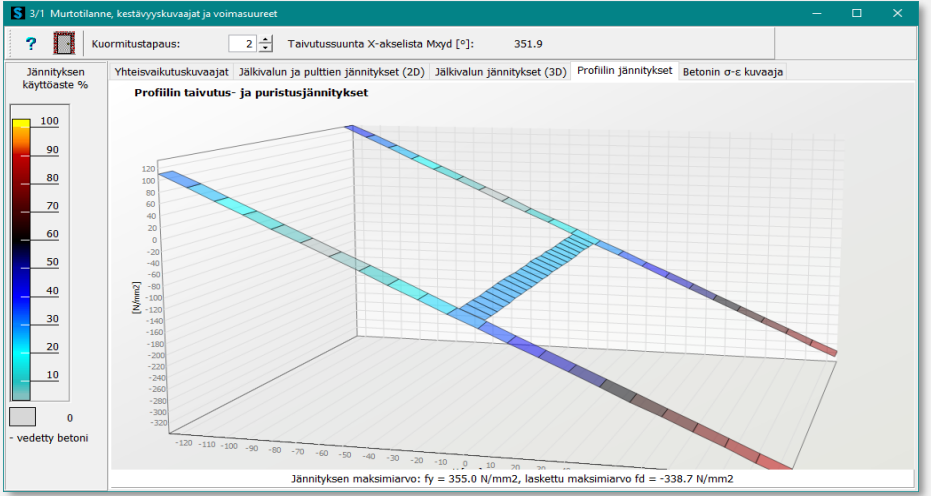
Kuva 29. Murtotilanne. Liitoksen kestävyyskuvaajat ja voimapisteet. X-akselin suunta.

2. Pohjalevyliitoksen kestävyyskuvaajat

<p>1. <i>Vihreä kuvaaja</i></p>	<p>Peruspulttien kestävyys</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kuvaaja lasketaan jälkivalupoikkileikkauksen kohdalta pultin kierteen normaalivoimakestävyydellä ja jälkivalubetonin laskentalujuudella. - Leikkausvoiman vaikutusta ei ole mukana kuvaajassa. - Kuvaaja on laskettu pohjalevyn kokoiselle betoni-poikkileikkaukselle. - Kuvaaja edustaa jäykän liitoksen maksimi kestävyyttä.
<p>2. <i>Sininen kuvaaja</i></p>	<p>Pilariprofiilin kestävyys</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kuvaaja on pilariprofiilin taivutusjännitysten kestävyys hitsin yläpuolelta. - Kuvaajassa ei ole huomioitu pilarin hoikkuutta. - Kuvaajassa ei ole huomioitu profiilin levyjen poikkileikkausluokkaa vaan se edustaa bruttopoikkileikkauksen kestävyyttä. Kuvaaja on siten voimassa vain 1, 2 poikkileikkausluokassa ja rajoitetusti luokassa 3. - Pilarimateriaalin lujuus on laskettu arvoon f_y/γ_m. Kerroin $\gamma_m = 1,0$. - Sininen kuvaaja voi paikallisesti leikata vihreää kuvaajaa tai olla sen sisäpuolella.
<p>3. <i>Punainen kuvaaja</i></p>	<p>Pilariprofiilin hitsien kestävyys</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kuvaaja on pilariprofiilin hitsin kestävyyspinta annetulla hitsimateriaalilla, hitsimitoilla ja hitsin muodolla. - Jos punainen on sinisen ulkopuolella, mitoittaa profiili liitoksen. - Jos punainen sijoittuu sinisen sisäpuolelle, mitoittaa hitsiliitos rakenteen. - Tällä voidaan määrittää pilarille tasaluja hitsiliitos.
<p>4. <i>Voimapisteet</i></p>	<p>Voimapisteet kuormitustapauksittain</p> <ul style="list-style-type: none"> - Murtotilanteen voimapisteiden C1-C8 (sininen), pitää sijaita kaikkien kuvaajien ja punaisen katkoviivan sisäpuolella. - Mikäli teräspilari sijaitsee epäkeskeisesti pohjalevyssä, lasketaan sijoituksesta epäkeskisyyssmomentti, joka tulostetaan keltaisella voimapisteellä. - Voimapisteiden C1-C8 suhteellinen etäisyys lähimmästä kuvaajasta edustaa liitoksen käyttöasteen tasoa. Kuvaajalla pisteen käyttöaste on 1,0.
<p>5. <i>Punainen katkoviiva</i></p>	<p>Katkoviivojen välinen tila on hyväksytty alue</p> <ul style="list-style-type: none"> - Voimapisteet eivät saa sijoittua katkoviivan ulkopuolelle jäävien käyrien alueelle. SFS-EN 1990 kohta 2.2(3). (=Kuormitushistoria kehityspolku) - Koskee kuormitustapausten eri kuormien kehitystä aikajänteellä.

5.6.2 Pilariprofiilin taivutusjännitykset

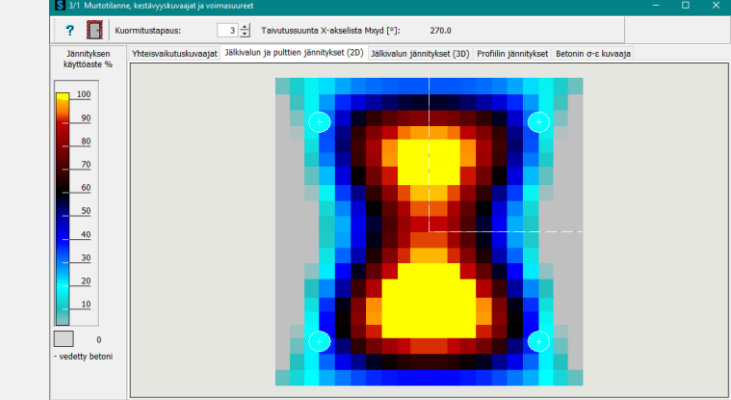
1. Pilariprofiilin alustava mitoitus

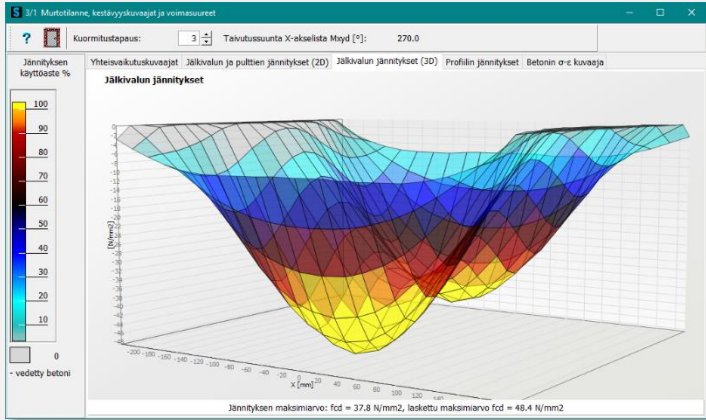
<p>1. Tulosten esitys</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Profiilin poikkileikkauksen kestävyys pohjalevyssä tulostetaan ikkunaan 3/1 neljäs välilehti. - Ikkuna näyttää kuormitustapauksittain profiilin jännitystason ja plastisoitumisen tilan. Profiilin voidaan päästää plastisoitumaan poikkileikkausluokissa 1 ja 2
<p>2. Tulosten hyväksyntä</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Keltainen väri edustaa plastisoitunutta aluetta jännitystasolla $\delta_n = f_y/\gamma_m$. Aluetta käytetään poikkileikkausluokissa 1 ja 2. - Profiili voidaan hyväksyä, mikäli voimapisteeet pysyvät ikkunassa 3/1 sinisen viivan sisäpuolella. Tarkista myös hitsin kestävyyskuvaaja. - Pilarille pitää tehdä myös normaali SFS-EN 1993-1 mukainen mitoitus.
<p>3. Kestävyys</p>	

Kuva 30. Murtotilanne. Pilariprofiilin taivutusjännityksen pinta.

5.6.3 Pohjalevyn jälkivalun jännitystila

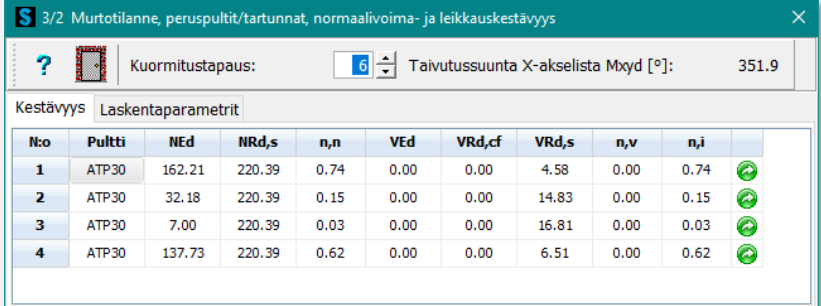
1. Jälkivalun jännitystila

<p>1. Tulosten esitys</p>	<p>Pohjalevyn jälkivalun jännitykset esitetään valikossa 3/1 toinen ja kolmas välilehti.</p>
<p>2. Elementin tiedot</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 2D ikkunassa voi hiirellä tarkistaa yksittäisen jälkivaluelementin jännitystilaa ja käyttöasteita. - Ikkunasta saa myös peruspulttien voiman ja jännityksen jälkivalun kohdalla. - 3D ikkuna näyttää jännitysten jakaantumisen koko levyssä. - Harmaan värin betonin jännitystaso on nolla, tai levy on irronnut valusta.
<p>3. Tulosten hyväksyntä</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Jälkivalun puristusjännitys ei saa ylittää jälkivalun laskentalujuutta f_{cd}. - Pohjalevy saa irrota jälkivalusta, jos se on korroosion suhteen sallittua. - Perustuksen betonin kestävyys pitää tarkastella erikseen lujilla jälkivaluilla.
<p>4. Pohjalevy jännitystila 2D kuva</p>	

<p>5. Pohjalevy jännitystila 3D kuva</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Jälkivalun 3D kuvio esittää jännitysten jakaantumisen pohjalevyn alla, maksimi lasketun arvon ja jälkivalubetonin laskentalujuuden. - Harmaan värin alueella vaakasuorassa elementissä pohjalevy on irronnut betonista. - Väribaletti edustaa puristusjännitysten käyttöastetta.
<p>6. Jälkivalu jännitystila 3D-pinta</p>	

Kuva 31. Murtotilanne. Pohjalevyn jälkivalun jännitystila. 2D ja 3D-pinnat

5.6.4 Peruspulttien kestävyys jälkivalupoikkileikkauksessa

<p>Peruspulttien murtotilanteen kestävyystarkastelu ja laskentatulokset jälkivalupoikkileikkauksessa esitetään ikkunassa 3/2. Tulosten esitystapa riippuu siitä mikä leikkausvoiman siirtotapa on valittu.</p>	
<p>1. Leikkausvoima siirtyy pulteilla</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ikkunassa 3/2 on jälkivalupoikkileikkauksen yksittäisten pulttien murtotilanteen kestävyys normaali- ja leikkausvoimalle. - Leikkausvoiman kestävyudessa on mukana pultin taivutuksen osuus. Kestävydet lasketaan pultin kierteelle EN 1992-4:2018 kohdan 7.2.2.3.2 mukaan. - Jälkivalubetoni siirtää myös puristuspuolella normaalivoimaa. - Ikkunaan tulostuvat arvot muuttuvat sen mukaan mikä leikkausvoiman siirtotapa on valittu.
<p>2. Leikkausvoima siirtyy kitkalla</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pultit siirtävät vain normaalivoimaa. Leikkausvoima pulteilla on nolla. - Leikkausvoima siirtyy pohjalevyn kitkan avulla.
<p>3. Leikkausvaarna</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Pultit siirtävät vain normaalivoimaa. - Leikkausvoima siirtyy vaarnalla.
<p>4. Tulosten hyväksyntä</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mikäli ikkunan 3/2 tulosterivin merkkivalo on vihreä, on pultit hyväksytyt. - Tulokset pätevät vain annetulle ja tätä pienemmällä jälkivalupaksuudelle. - Suurempi jälkivalupaksuus vaatii uuden laskennan.
<p>5. Laskentatulokset</p>	 <p>Murtotilanne, normaalivoima- ja leikkauskestävyys EN 1992-4, kappaleet 6.2.2.3 ja 7.2.2.3.2</p> <p>NEd [kN] - Pultin normaalivoiman laskenta-arvo NRd,s [kN] - Pultin normaalivoiman teräskestävyys, laskenta-arvo (kierre) VEd [kN] - Pultin leikkausvoiman laskenta-arvo VRd,cf [kN] - Valusauman kitka, leikkauskestävyys VRd,s [kN] - Pultin teräskestävyys, laskenta-arvo (with or without lever arm) n,i [-] - Pultin yhdistetty käyttöaste normaalivoimalle ja leikkaukselle (Exp=2)</p>

Kuva 32. Murtotilanne. Peruspulttien kestävyys jälkivalussa.

5.7 Murtotilanne. Peruspulttien mitoitus perustuksessa

Ohjelma suorittaa peruspulttien mitoituksen perustusbetonissa. Kestävyystarkastelut suoritetaan valitun pulttityypin mukaan. Tarkemmat raudoitusohjeet laskennasta on käyttöohjeissa [18][19][20].

Pulttien mitoitus betonissa	Ohjeen kappaleet	Pulteille laskettavat murtokriteerit
1. Mitoitus normaalivoimalle	Kappale 5.5.3	Pulttien normaalivoimakestävyydet. - Teräskestävyys - Blow-out murtokriteeri - Pull-out murtokriteeri - Concrete Cone murtokriteeri - Lävistyskestävyys perustuksen alapinnassa.
2. Mitoitus leikkausvoimalle	Kappale 5.5.4	Pulttien leikkauskestävyydet. - Teräsleikkauskestävyys - Betonileikkauskestävyys - Concrete edge murtokriteeri
3. Tulosten hyväksyntä	Kappale 5.5.3 Kappale 5.5.4	- Pääikkunan valot 3/3, 3/4 ja 3/5 näyttävät pulttien murtokriteerien hyväksyntäraajat. - Mikäli valot ovat vihreitä tai keltaisia, on pultti hyväksytty. - Harmaa väri tarkoittaa, että pultille ei lasketa kyseistä suuretta. - Punainen tarkoittaa ylitystä jossain laskentasuureessa. - Kun klikkaa hiirellä valoa niin ikkuna avautuu ylityksen kuormitustapaukseen ja kyseiseen suureen.

5.8 Peruspulttien lisäraudoitus

1. Pulttityypin mukaan tehtävät raudoitetarkastelut.

Perustuksen raudoitus	Ohjeen kappale	Ohjelmassa pulteille laskettavat lisäraudoitteet. Lisätiedot vastaavissa käyttöohjeissa.
1. Raudoitus Normaali-voimalle	Kappale 5.6.1	Pulteille lasketaan lisäraudoitteet - Murtokartion pystyhakaraudoitus ja lävistysraudoitus - Perustuksen ylä- ja sivupinnan halkeiluraudoitus - Perustuksen pääraudoituksen tarvittava minimimäärä
2. Raudoitus Leikkaus-voimalle	Kappale 5.6.2	Pulteille lasketaan leikkausraudoitteet - Perustuksen umpihakaraudoitus - Pulttikohtainen umpihakaraudoitus - Pulttikohtainen U-hakaraudoitus
3. Tulosten hyväksyntä		Lisäraudoitukselle ei lasketa erityistä hyväksyntärajaa. - Mikäli joku valoista 3/3 – 3/5 on punaisella, niin ohjelma ei voi laskea pultin kestävyysylityksen vuoksi kaikkia raudoitteita. - Ylimääräisellä raudoituksella ei voi parantaa pultin kestävyttä, jos pultin betoni- tai teräskestävyys ei riitä. - Muuta perustuksen rakennetta, pulttityyppiä tai kuormia ja pyri hyväksyttävään tulokseen. - Lisää leikkausvaarna pohjalevyyteen tai siirrä leikkausvoima kitkalla. - Tarvittava raudoitus tulostuu sitten oikein.

5.9 Pulttiliitoksen käyttöikämitoitus

1. Noudatettavat ohjeet

1. Betoni	Perustuksen ja jälkivalun tarkastelu. - Pulttiliitoksen käyttöikä- ja säilyvyysmitoitus tehdään BY65 [17] mukaan. - Tarkastelu tehdään erikseen pultin kierteelle jälkivalun kohdalla sekä perustuksessa pultin tartunnoille.
-----------	---

2. Teräs	Pultin muttereiden ja kierteen tarkastelu. <ul style="list-style-type: none"> - Pultin näkyviin jäävien teräsosien pintakäsittelyssä noudatetaan standardin SFS-EN 12944-2 [12] ohjeita. - Standardin SFS-EN 12944-2 mukainen ilmatorasitusluokka ja sen vaatimukset huomioidaan näkyviin jäävän teräspilarin pohjalevyn pintakäsittelyssä.
----------	---

2. Suositeltavat pintakäsittelyt

1. Betonipeite	<ul style="list-style-type: none"> - Taulukossa 2 on esitetty pultin tartuntojen betonipeitteen vaadittu nimellisarvo C_{nom} rasitusluokan mukaan BY65 taulukon 2.3 vähimmäisarvolla $C_{min,cur}$.
2. Kierre	<ul style="list-style-type: none"> - Pultin kierre pitää suojata korroosiolta joko materiaalivalinnalla tai valulla. - Kierrettä ei voi jättää käsittelemättä korroosion vuoksi. - Maalaus ei ole hyväksyttävä kierteen suojaus kylmissä ja kosteissa tiloissa.
3. Aluslevy ja mutterit	<ul style="list-style-type: none"> - Aluslevy ja mutteri ovat lämpimissä ja kuivissa olosuhteissa ilman käsittelyä - Muissa olosuhteissa pitää käyttää kuumasinkittyä tai austeniittista materiaalia.

Taulukko 2. Vaadittu betonipeitteen nimellisarvo C_{nom} ja pultin pintakäsittelysuositukset

Rasitus- luokka BY 65 Betoninormit	50 vuoden käyttöikä $C_{nom} + T10$ mm	100 vuoden käyttöikä $C_{nom} + T10$ mm	Pulteille suositeltava kierremateriaali ja pultin pintakäsittelyvaihtoehdot	
			Kierremateriaali tai kierteen pintakäsittely	Pultin tartuntaosan käsittely betonissa
X0	30	30	Ei pintakäsittelyä	Ei pintakäsittelyä
XC1	30	40	Ei pintakäsittelyä	Ei pintakäsittelyä
XC2	40	50	Ei pintakäsittelyä	Ei pintakäsittelyä
XC3 – XC4	45	55	Kuumasinkitty/austeniittinen	Kuumasinkitty
XS1 – XD1	50	60	Kuumasinkitty/austeniittinen	Kuumasinkitty
XD2	55	65	Kuumasinkitty/austeniittinen	Kuumasinkitty
XD3	60	70	Kuumasinkitty/austeniittinen	Kuumasinkitty
XS2 – XS3 XA1 – XA3 XF1 – XF4	-	-	Pultteja voi käyttää kohdekohtaisen erityisselvityksen perusteella. Pultin kierremateriaali, tartuntojen pintakäsittely ja betonipeite määritetään kohteen vaatimusten mukaan.	

6 PULTTIEN ASENNUS TYÖMAALLA

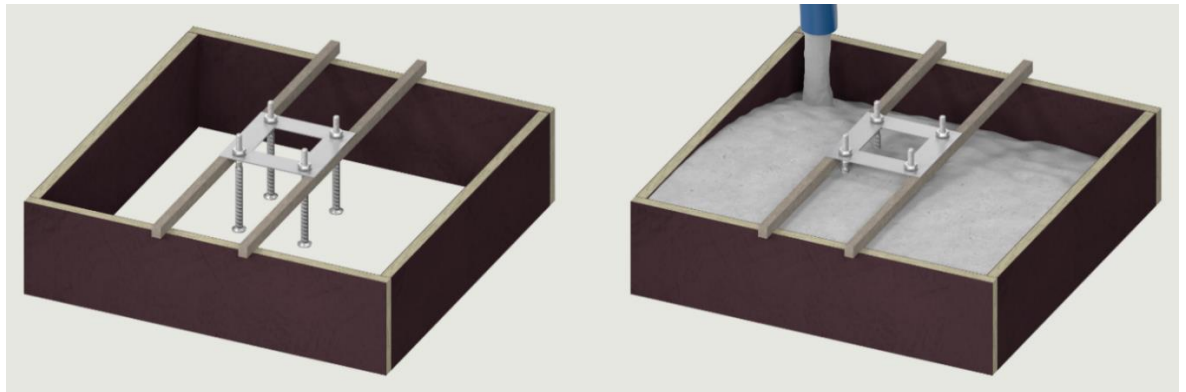
6.1 Asennustyössä noudatettavat normit ja suunnitelmat

1. Toteutuseritelmä Laatusuunnitelma	<ul style="list-style-type: none"> - Rungon Asentajan laatima Asennussuunnitelma. - Projektiin laaditut betoni- ja teräsrakenteiden toteutuseritelmat. - Projektiin työmaalle laadittu Laaduntarkastussuunnitelma.
2. Piirustukset	<ul style="list-style-type: none"> - Rungon suunnittelijan laatimat asennuspiirustukset - Rungon suunnittelijan laatimat rakenneleikkaukset ja asennusdetaljit. - Laiteperustusten asennusohjeet ja toleranssivaatimukset
3. Asennusohje	<ul style="list-style-type: none"> - Peruspulttien käyttöohjeet, joiden kappaleet 6, 7 ja 8 koskevat pulttiliitoksen asennusta työmaalla. [18] [19] [20]

6.2 Pulttien asennus perustukseen

1. Kiinnitys perustusmuottiin

1. Asennus kehikko	<ul style="list-style-type: none"> - Pultit kootaan ryhmäksi AAK asennuskehikolla. - Kehikolla saadaan pultille oikea korkeusasema. - Tilaustunnus on AAKM H*B. M on kierrekoko ja H*B pulttien mitat.
2. Koneperustukset	<ul style="list-style-type: none"> - Kone ja laiteperustuksissa voidaan käyttää myös muita asennusmenetelmiä.



Kuva 33. Pulttien asennus kehikon avulla ja perustuksen valu

2. Pulttien asennustoleranssit

1. Tarkastus	<ul style="list-style-type: none"> - Teräsrungon Asentaja suorittaa ennen asennusta pulttien sijainnin oikeellisuuden vastaanottotarkastuksen. - Tarkastus voidaan tehdä joko betoniurakoitsijan laatiman tarkemittauspöytäkirjan perusteella.
2. Hyväksyntä	<ul style="list-style-type: none"> - Katselmuksesta laaditaan pöytäkirja, jolla vastuu pulttien sijainnista siirtyy rakenteiden Asentajalle.
3. Toleranssit	<ul style="list-style-type: none"> - Taulukossa 3 ovat pulttien normaalit asennustoleranssit - Kone ja laiteperustuksissa voidaan käyttää tiukempia toleransseja.

Taulukko 3. Pulttiryhmän asennustoleranssit teräspilariliitoksessa

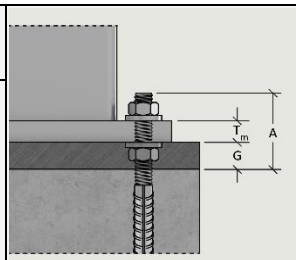
1	Pultin keskinäinen sijainti ja ristimita valmiissa peruspulttikehikossa	±2 mm
2	Peruspulttikehikon keskilinjan sijainti moduulilinjan suhteen	±5 mm
3	Peruspulttikehikon kiertymä kehikon ulkonurkan kohdalla	±5 mm
4	Kahden viereisen kehikon keskinäinen sijaintipoikkeama	±5 mm
5	Kahden kehikon keskinäinen maksimi poikkeama pilarilinjan suunnassa	±5 mm
6	Kahden kehikon maksimi poikkeama pääkannattajan suunnassa	±5 mm
7	Pultin pään korkeusaseman poikkeama	±10 mm
8	Irrotettavan kierteen korkeuspoikkeama muhvin pinnasta	±10 mm
9	Pultin suoruus (kallistuma) teoreettisesta (L=pultin koko pituus)	±L/150

3. Pulttien asennusohjeita

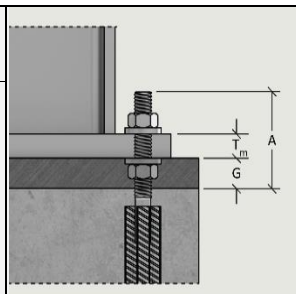
1. Kierteen korkeus	Kierteen korkeusaseman määrittäminen perustuksessa <ul style="list-style-type: none"> - Taulukossa 4 ja 5 on pulttien ja jälkivalun vakiokorkeus raakavalun pinnasta - Taulukoissa on maksimi pohjalevyn paksuus vakio kierrepituudella.
2. Aluslevyt	Teräs rakennepulttien omat aluslevyt <ul style="list-style-type: none"> - Aluslevyt on suunniteltu taulukoiden 4 ja 5 mukaisille ylisuurille pultin rei'ille. - Aluslevy on käytettävä aina pohjalevyn ylisuurilla (kun välys > 2 mm) rei'illä. - Aluslevyt on valmistettu materiaalista S355J2. Ei ole kovuusmäärittystä. - Voimakkaasti vedetyissä sekä dynaamisesti kuormitetuissa liitoksissa suositellaan käytettäväksi standardi EN 7089 kovuusluokan HV300 aluslevy ylämutterin ja pultin oman aluslevyn välissä. Ei ole mukana pulttitoimituksessa.
3. Mutterin kiristys Teräspilari	Mutterin kiristy vakioliitoksissa <ul style="list-style-type: none"> - Mutterin kiristys on määritetty SFS-EN 1090-2 kohdan 8.5.1 mukaan siten, että pultin esijännitysvoimaksi $F_{p,c}$ tulee 30 % pultin kierteen murtovoimasta. Mutterit kiristetään momentilla $M_{r,1} = 0,125 \cdot d \cdot F_{p,c}$, jossa $F_{p,c} = 0,3 \cdot f_{ub} \cdot A_s$. - Kiristuksen jälkeen pitää pultista olla ruuvikierrettä näkyvissä vähintään yhden kierteen nousun verran. - Kierremitan alitusta ei sallita ja alituksesta on tehtävä korjaussuunnitelma.
4. Mutterin kiristys Laiteperustus	Vääntömomentti laite- ja koneperustus liitoksissa. <ul style="list-style-type: none"> - Momentin arvoa voi muuttaa antamalla kaavassa $F_{p,c} = 0,3 \cdot f_{ub} \cdot A_{s,i}$ uusi prosenttiosuus arvon 0,3 tilalle vaaditusta esijännitysvoimasta. Maksimiarvo voi olla 0,7 (=70 % pultin murtovoimasta). - ATP, AHP ja ARJ pulttien murtolujuuden laskenta-arvo f_{ub} on 550 MPa. - ALP-C pulttien murtolujuuden laskenta-arvo f_{ub} on 800 MPa.
5. Mutterin lukitus	Mutterin lukitusmenetelmät. Käytettävä menetelmä on määritettävä rakennesuunnitelmissa. Valittavana on neljä menetelmää: <ul style="list-style-type: none"> - Ylämutteri kiristetään vaadittuun momenttiin, joka riittää lukitukseen. - Kiristuksen jälkeen kierre lyödään vielä rikki mutterin juuresta. - Käytetään tuplamutteria, jos liitos pitää olla avattavissa myöhemmin. - Ylämutterit sijoittuvat betonivalun sisään, joka riittää lukitsemaan mutterit.

4. Pulttien asennusmitat vakiopulteilla teräspilariiliitoksissa

Taulukko 4. ATP ja AHP pulttien korkeusasema, jälkivalu ja kiristysmomentti

Peruspultti	A	t _m	S	T	Φ	G	M _{r,1}	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Nm	
ATP16 AHP16	100	15	40	6	25	50	85	
ATP20 AHP20	120	25	46	6	30	50	170	
ATP24 AHP24	140	40	55	8	35	50	290	
ATP30 AHP30	170	50	65	10	40	50	580	
ATP36 AHP36	170	60	80	10	50	50	1000	
ATP39 AHP39	190	60	90	12	55	60	1300	
ATP45 AHP45	190	60	100	12	60	60	2000	

Taulukko 5. ALP-C pulttien korkeusasema, jälkivalu ja kiristysmomentti

Peruspultti C ja S sarjat	A	t _m	S	T	Φ	G	M _{r,1}	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Nm	
ALP22C	130	35	55	8	30	50	200	
ALP27C	150	50	65	8	35	50	370	
ALP30C	150	60	65	10	40	50	500	
ALP36C	170	60	80	10	50	50	880	
ALP39C	190	60	90	12	55	60	1140	
ALP45C	200	70	100	12	60	60	1760	
ALP52C	235	90	110	12	65	70	2740	
ALP60C	260	100	130	15	75	80	4250	

Merkinnät: A = Pultin vakiokierteen korkeus raakavalun tai muhvin pinnasta.

- t_m = Teräspilarin pohjalevyn maksimi paksuus vakio jälkivalu- ja kierrepituudella.
 G = Pohjalevyn alustavalun minimipaksuus.
 S, T = Pultin oman aluslevyn halkaisija ja paksuus.
 Φ = Pohjalevyn reiän sallittu maksimi halkaisija pultin omalla aluslevyllä.
 $M_{r,1}$ = Mutterin kiristysmomentti vakioliitoksessa N_m . Toleranssi $\pm 30\%$

6.3 Pilarin asennus

1. Irrotettavan S-sarjan pultin kierteen asennus

1. Valmistelevat työt	<ul style="list-style-type: none"> - Irrotettavat S sarjan peruspultit valmistellaan asennuskuntoon avaamalla kierrettä suojaava kansi ja tarkistetaan kierteen kunto ja puhtaus muhvilla. - Varmistetaan, että käytössä on suunnitelmien mukainen kierretanko.
2. Kierretangon asennus	<ul style="list-style-type: none"> - Tanko kierretään muhviin kierteen maalausmerkintään asti. - Kierteen upotussyvyyttä ei saa alittaa. - Tangon voi kiertää tarvittaessa muhviin myös syvemmälle.
3. Tangon lukitus	<ul style="list-style-type: none"> - Kierretanko lukitaan muhviin lyömällä kierre rikki tangon ja muhvin juuresta tangon molemmilta puolilta. - Jos tanko pitää avata myöhemmin, tehdään lukitus kiristämällä ylimääräinen mutteri tankoon muhvia vasten.

2. Pilarin asennusjärjestys

1. Pilarin korkeusaseman säätö	<ul style="list-style-type: none"> - Ylämutteri ja aluslevy irrotetaan ja tarkistetaan, että kierre on ehjä. - Pultin alamutterin aluslevyn yläpinta säädetään pohjalevyn tasoon. - Muiden pulttien aluslevyjen yläpinnat vaaitaan samaan tasoon. - Aluslevyinä saa käyttää vain pultintoimittajan aluslevyjä. - Varmistetaan, että pohjalevyn vaarna sopii perustuksen varauskoloon.
2. Pilarin nosto ja muttereiden asennus	<ul style="list-style-type: none"> - Pilari nostetaan paikoilleen ja ylämutterit ja aluslevyt kiinnitetään. - Pilari säädetään pystysuoraan pultin alamuttereista. - Pultin ylämutterit kiristetään taulukoiden 4 ja 5 momenteilla. - Arvot on määritetty EN 1090-2 mukaan vastaamaan kiristystä, joka on 30 % pulttien kierteen murtovoimasta.
3. Nosturin irrotus	<ul style="list-style-type: none"> - Varmistetaan, että suunnitelmissa ei ole pilarin asennustuenta. - Nosturi irrotetaan pilarista - Tarkistetaan, että mikään alamuttereista ei jää löysälle.
4. Liitoksen tarkistus	<ul style="list-style-type: none"> - Kun pilari on asennettu ja mutterit kiristetty, pitää pultista olla ruuvikierrettä näkyvissä vähintään kahden kierteen nousun verran. - Tarkistetaan, että kaikki mutterit on asennettu, kiristetty ja lukittu, että mikään alamuttereista ei ole jäänyt löysälle. - Kierremitan alituksesta on tehtävä poikkeamaraportti ja korjaustoimenpiteet.

3. Muttereiden lukitusmenetelmät

1. Lukitusmenetelmä	- Rakennesuunnitelmissa on esitettävä muttereiden lukitukseen käytettävä menetelmä.
2. Esikiristys	- Ylämutteri kiristetään taulukoiden 4 ja 5 vääntömomentilla ja tämä riittää mutterin lukitukseen.
3. Lukitaan pultin kierre mutteriin	- Ylämutteri kiristetään taulukoiden 4 ja 5 vääntömomentilla ja pultin kierre lyödään rikki mutterin ja kierteen juuresta.
4. Esikiristys ja betonivalu	- Ylämutteri kiristetään vääntömomentilla ja mutterin lukitukseen riittää liitokseen pultin ympärille tehtävät betonivalut.
5. Tuplamutteri	<ul style="list-style-type: none"> - Dynaamisten kuormilla käytetään tuplamutteria lukitukseen. - Tuplamutteria käytetään myös, kun mutteri pitää olla irrotettavissa.
6. Laiteperustukset	- Muttereiden kiristys ja lukitusmenetelmät määritetään erikseen.

4. Jälkivalut

1. Jälkivalun suoritus	<ul style="list-style-type: none"> - Varmistetaan jälkivalun ajankohta. Valut ovat rakenteellista betonia, joten niiden laadunvalvonta tehdään sen mukaan. - Valumenetelmä valitaan siten, että valu täyttää pohjalevyn alustan.
2. Jälkivalumassa	<ul style="list-style-type: none"> - Ohjelmassa on useita kaupallisia jälkivalumassoja, joista voi valita lujuuden tai pakkasenkestävyyden mukaan.

6.4 Pulteille sallitut korjaustoimenpiteet työmaalla

1. Sallitut korjaustoimenpiteet

Pulttiliitoksen rakenteita ei saa muuttaa muuten kuin rakennesuunnittelijan ja/tai pultin valmistajan luvalla. Seuraavia toimenpiteitä voidaan tehdä asennustyömaalla. Muutoksesta on tehtävä poikkeamaraportti ja muutokset on dokumentoitava projektin laatuaineistoon.

1. Sallittu korjaus toimenpide	<ul style="list-style-type: none"> - ALP-PC, ALP-P2 ja AHP pultin suoraa harjaterästartuntaa voi asennuksen tilantarpeen niin vaatiessa taivuttaa (=10-50 mm) työmaalla. Taivutus ei saa kuitenkaan ulottua pultin tartunnan hitsialueelle.
	<ul style="list-style-type: none"> - Pultin tartuntaan voi hitsata perustuksen raudotteita, mikäli käytetään pistehitsiä ja tarkoituksena on raudotteen tai pultin asennusaikainen kiinnitys muottiin. - Voimaliitoksia pultin tartuntaan ei saa hitsata.
	<ul style="list-style-type: none"> - Mikäli aluslevy ottaa kiinni teräspilarin profiiliin tai hitsiin, voidaan aluslevystä poistaa kyseiltä kohdalta sen verran materiaalia, että aluslevy sopii tiiviisti kiinni pohjalevyn yläpintaa vasten. - Vinoon asentoon aluslevyä ei saa jättää.
	<ul style="list-style-type: none"> - Vinoon asennetun pultin mutteria ei saa jättää vinoon asentoon niin, että mutteri koskettaa vain yhdeltä reunalta aluslevyä. - Tällaisia tapauksia varten valmistetaan vino aluslevy, jonka voi asentaa vakioaluslevyn ja mutterin väliin tasaamaan mutterin kosketuspinta aluslevylle.
	<ul style="list-style-type: none"> - Liitokseen voi tarvittaessa lisätä standardin EN 7089 mukaisia HV300 kovuusluokan aluslevyjä, mikäli pultinvalmistajan aluslevy jää kuitenkin alimmaiseksi.

2. Ei sallitut korjaustoimenpiteet

Seuraavia korjaustoimenpiteitä ei sallita. Muutokseen tarvitaan erillinen poikkeamasuunnitelma ja hyväksyntä suunnittelijalta tai pultin valmistajalta.

2. Ei sallittu korjaus toimenpide	<ul style="list-style-type: none"> - Pultin kierreosaa ei saa taivuttaa tai kuumentaa. - Pulttiin ei saa hitsata muuta voimaa siirtävää rakennetta.
	<ul style="list-style-type: none"> - Vaarnapultin tartuntoja ei saa taivuttaa. - Pulttia ja sen tartuntoja ei saa katkaista ja hitsata uuteen paikkaan.
	<ul style="list-style-type: none"> - Pulttia ei saa hitsata kiinni teräspilarin pohjalevyyn. - Pultin aluslevyn pitää olla pultinvalmistajan toimittama. - Aluslevyä ei saa vaihtaa.
	<ul style="list-style-type: none"> - Mutteria ei saa koskaan asentaa ilman pultin omaa aluslevyä. - Mikäli pilarin pohjalevyn reikää on avarrettu, pitää aluslevy vaihtaa suurempaan. - Yleensä tässä tapauksessa pitää valmistaa erikoisaluslevy.
	<ul style="list-style-type: none"> - Kuumasinkityn pultin mutteria ei saa vaihtaa toisen standardin mutteriin. - Kuumasinkityssä pultissa on käytettävä standardin DIN 934 m8 ylikoko mukaista kuumasinkittyä mutteria.
	<ul style="list-style-type: none"> - Kun mutteri on kiristetty paikoilleen, pitää pultin kierrettä olla näkyvissä vähintään kaksi kierteen nousua. - Kierrepituuden alituksesta pitää tehdä poikkeamaraportti ja korjaustoimenpiteet hyväksytetään rakennesuunnittelijalla.

7 TURVALLISUUSTOIMENPITEET

7.1 Tiedot työmaan työturvallisuusohjeen laatimista varten

Rakennuttajan nimeämä projektin työturvallisuuskoordinaattori vastaa rakennustyön toteutukseen liittyvästä työturvallisuudesta huolehtimisesta. Projektin työturvallisuusohjetta laadittaessa huomioidaan peruspulttiliitoksen asennuksessa seuraavat kohdat.

1. Asentaminen	- Pilareiden asennuksessa noudatetaan urakoitsijan Asennussuunnitelman työjärjestystä ja suunnittelijan määrittämää rungon asennusaikaista stabiliteettivaatimusta.
	- Pilarin kaatuminen ja pulttiliitoksen virheellinen kuormitus asennusvaiheessa on estettävä.
	- Piliaria nostetaan nostolenkkejä/laitetta käyttäen.
	- Piliaria ei saa siirtää tai nostaa pohjalevyn pultinreiästä.
	- Nostovaiheessa pilarin pohjalevy ei saa osua/tukeutua maahan tai muuhun kiinteään rakenteeseen.
	- Nostolaite irrotetaan pilarista sitten, kun pilari on paikallaan kiinnitettynä kaikkiin pultteihin ja suunnitelmien mukaan asennustuetuna.
	- Pultteja ei saa kuormittaa suunnitelmista poikkeavilla tavoilla ja kuormilla.
2. Stabiilitetti	- Piliaria ei saa koskaan jättää kiinnittämättä sitä kaikilla muttereilla pultteihin.
	- Rungon stabiilitetti pitää varmistaa työvuoron päättyessä poikkeuksellisille kuormille.
	- Osittain asennetun rungon kokonaisstabiilitetti on varmistettava.
3. Rakenne	- Liitoksen jälkivalujen suoritusajankohta on määritettävä asennussuunnitelmassa.
	- Yläpuolisen rungon asennusta ei saa jatkaa ennen kuin jälkivalut ovat kovettuneet
	- Jälkivalubetoni on osa liitoksen kantavaa rakennetta, joten materiaalit ja työmenetelmät pitää valita siten, että jälkivalu ei pääse jäätymään.

7.2 Pulttiliitoksen käyttöönotto rakentamisaikana

1. Asennustilanne	- Pulttiliitos on suunniteltu asennustilanteen kuormille ja rungon murtotilanteen lopullisille kuormille. - Liitoksen kuormitettavuus poikkeaa merkittävästi näiden tilanteiden välillä.
2. Murtotilanne	- Pulttiliitos saavuttaa murtotilanteen kuormituskestävyyden vasta, kun liitoksen jälkivalubetoni on saavuttanut suunnittelulujuuden. - Siihen asti pilariliitosta ja sen kuormitettavuutta on tarkasteltava asennustilanteen kestävyysarvoilla.
3. Jälkivalu	- Jälkivalun suorituksen ajankohta määritetään Asennussuunnitelmassa. Ajankohtaa ei saa ylittää.
4. Käyttöönotto	- Pilarin käyttöönottolupa yläpuolisten rakenteiden asennukseen jatkamiseen ja pilarin lisäkuormitukseen todetaan katselmuksella.

8 ASENNUKSEN LAADUNVALVONTA

8.1 Pilarin asennuksen valvontaohje

Pilariliitoksen asennuksen laadunvalvonnassa noudatetaan projektiin työmaalle laadittua Laadunvalvontasuunnitelmaa. Rakennuksen rungolle suoritetaan toteutuseritelmässä määritetyt rakenne- ja mittatarkastukset. Betonirakenteiden vaatimusten osalta noudatetaan standardin SFS-EN 13670 ohjeita ja teräsrungon osalta noudatetaan SFS-EN 1090-2 ohjeita. Rungon laadunvalvonta- ja mittatarkastuksista laaditaan tarkastusraportti, joka talletetaan projektin laatuaineistoon. Pulttiliitosten osalta tarkastetaan seuraavaa.

1. Ennen pilarin asennusta	<ul style="list-style-type: none"> - Varmistetaan, että pultit eivät ole vaurioituneet - Asennussuunnitelman noudattaminen teräspilareiden asennuksessa - Pilareiden alapään ja pulttien korkeusaseman tarkistus.
2. Pilarin asennuksen jälkeen ennen jälkivaluja	<ul style="list-style-type: none"> - Tarkistetaan, että pilariliitos on asennettu suunnitelmien mukaisesti. - Varmistetaan, että on käytetty suunnitelmien mukaisia aluslevyjä ja mutterit on kiristetty vaadittuun momenttiin. - Varmistetaan, että pultin kierrettä on näkyvissä mutterista 2 kierteen nousua. - Varmistetaan, että jälkivalubetonin lujuus on suunnitelmien mukaista.
3. Liitoksen jälkivalun jälkeen	<ul style="list-style-type: none"> - Tarkistetaan, että jälkivalu on tehty asianmukaisesti ja suunnitelmien mukaisella betonilujuudella. - Varmistetaan, että pohjalevyn jälkivalusauma ovat täynnä betonia.
4. Poikkeamatapaukset	<p>Mikäli rungon Asentaja poikkeaa hyväksytyistä suunnitelmista ja dokumenteista asennuksen aikana missä tahansa seuraavista tehtävistä.</p> <ul style="list-style-type: none"> - laadunvalvonta - asennustyön toteutus, nostot ja siirrot - asennuksessa käytetyt materiaalit - rakenteiden toleranssit ja rungon mittatarkastus - vaadittavat tarkastukset ja niiden dokumentointi <p>niin Asentaja on velvollinen käynnistämään poikkeaman dokumentoinnin havaitessaan suunnitelmapoikkeaman ja hyväksyttämään sen aiheuttamat toimenpiteet Tilajalla. Poikkeamaraportit talletetaan projektiin laatuaineistoon.</p>

8.2 Asennuksen laadunvalvonnan loppudokumentointi

Rungon Asentaja on velvollinen toimittamaan Tilajalle työn vastaanottamisen jälkeen asennustyön aikana syntyneen tarkastus- ja laadunvalvonta-aineiston.

1. Valmiustarkastuspöytäkirjat	<ul style="list-style-type: none"> - Pulttien tarkemittauspöytäkirja. - Pilareiden kuormitettavuus- ja käyttöönottotarkastus.
2. Poikkeamaraportit	<ul style="list-style-type: none"> - Luovutetaan asennuksen aikana tehdyt poikkeamaraportit.
3. Tuotehyväksyntä As-built	<ul style="list-style-type: none"> - Työmaalle hankittujen materiaalien CE-merkintätodistukset tai muut vastaavat tuotehyväksyntätiedot. - As-built aineisto asennettuun rakenteeseen tehdyistä muutoksista.

REFERENCES

- [1] SFS-EN 1090-1 Teräs ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 1: Vaatimukset rakenteellisten kokoonpanojen arviointiin.
- [2] SFS-EN 1090-2:2018 Teräs ja alumiinirakenteiden toteutus. Osa 2: Teräsrakenteita koskevat tekniset vaatimukset
- [3] SFS-EN ISO 3834 Metallien sulahitsauksen laatuvaatimukset. Osa 1: Laatuvaatimusten valintaperusteet ja Osat 2-5
- [4] SFS-EN 1990, Eurokoodi. Rakenteiden suunnitteluperusteet
- [5] SFS-EN 1991-1, Eurokoodi 1. Rakenteiden kuormat, Osat 1 - 7
- [6] SFS-EN 1992-1-1, Eurokoodi 2. Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 1-1, Yleiset säännöt
- [7] SFS-EN 1992-1-2, Eurokoodi 2. Betonirakenteiden suunnittelu. Osa 1-2, Yleiset säännöt. Rakenteiden palomitoitus.
- [8] SFS-EN 1993-1, Eurokoodi 3. Teräsrakenteiden suunnittelu. Osa 1, Yleiset säännöt. Osat 2 - 10
- [9] CEN/TS 1992-4-1 Design of fasteners in concrete - Part 4-1: General. (Standardi on kumottu)
- [10] CEN/TS 1992-4-2 Design of fasteners use in concrete - Part 4-2: Headed Fasteners. (Standardi on kumottu)
- [11] SFS-EN ISO 5817, Hitsaus. Teräksen, nikkelin ja titaanin ja niiden seosten sulahisus. Hitsiluokat
- [12] SFS-EN ISO 12944, Maalit ja lakat. Teräsrakenteiden korroosionesto suojamaaliyhdistelmillä. Osa 1: Osat 2 – 7.
- [13] SFS-EN ISO 1461, Teräs ja valurautatuotteiden kuumasinkkipinnoitteet kappaletavaroille.
- [14] SFS-EN 10025, Kuumavalssatut rakenneteräkset Osa 1: yleiset tekniset toimitusehdot.
- [15] SFS-EN ISO 1684 Fasteners. Hot dip galvanized coating
- [16] SFS-EN 17760-1 Hitsaus. Betoniterästen hitsaus. Osa 1: Voimaliitokset.
- [17] SFS-EN 13670 Betonirakenteiden toteuttaminen
- [18] Anstar Oy. Harjateräspultit. Käyttöohje
- [19] Anstar Oy. Peruspulttien käyttöohje
- [20] Anstar Oy. Raudoitusjatkos. Käyttöohje
- [21] RIL 201-4-2017 Rakenteiden vaurionsietokyvyn varmistaminen onnettomuustilanteessa.
- [22] SFS-EN 1992-4:2018 Design of concrete structures. Part 4: Design of fastenings for use in concrete

LIST OF TABLES

Taulukko 1.	Anstar Oy:n peruspultti- ja kiinnityslevytuotteiden valmistusohjelma	9
Taulukko 2.	Vaadittu betonipeitteen nimellisarvo C_{nom} ja pultin pintakäsittelysuositukset	38
Taulukko 3.	Pulttiryhmän asennustoleranssit teräspilariliitoksissa	39
Taulukko 4.	ATP ja AHP pulttien korkeusasema, jälkivalu ja kiristysmomentti	40
Taulukko 5.	ALP-C pulttien korkeusasema, jälkivalu ja kiristysmomentti	40

PICTURES

Kuva 1.	Teräspilarin perustusliitoksen mitoitusohjelma	4
Kuva 2.	ALP-C teräsrakennepultit järeissä teollisuuden teräspilariliitoksissa	4
Kuva 3.	ALP-C ja ATP teräsrakennepultit toimisto- ja liikerakennusten teräspilariliitoksissa	5
Kuva 4.	ATP ja AHP teräsrakennepultit liitopilarin liitoksissa	5
Kuva 5.	Teräsrakennepultit sekundäärysten teräspilareiden epäsymmetrisissä liitoksissa	6
Kuva 6.	Teräsrakennepultit kone- ja laiteperustuksissa	6
Kuva 7.	Kiinnityslevy tuotteet	7
Kuva 8.	ALP-C sarjan järeät pulttituotteet, kiinteä kierreosa	8
Kuva 9.	ALP-S sarjan järeät pulttituotteet, irrotettava kierreosa	8
Kuva 10.	ATP, AHP ja ARJ sarjan kevyet harjateräspultit kiinteä ja irrotettava kierreosa	8
Kuva 11.	ASTEEL ohjelman pääikkuna	16
Kuva 12.	ASTEEL ohjelman liitosvalinta	19
Kuva 13.	Välilehti 2. Pilariprofiilin tyyppi, materiaalujuudet ja lisäraudoituksen käyttö	20
Kuva 14.	Välilehti 3. Pilariprofiilin ja hitsimittojen valinta	20
Kuva 15.	Välilehti 4. Pohjalevyn mittojen ja leikkausvaaran valinta	21
Kuva 16.	Välilehti 5. Perustuksen mitat	21
Kuva 17.	Välilehti 6. Perustuksen lisäraudoitteiden oletustangot	21
Kuva 18.	Liitoksen voimat asennus- ja murtotilanne	22
Kuva 19.	Peruspulttien sijoitus pohjalevyyn	23
Kuva 20.	Asennustilanne. Liitoksen voimapisteen ja kestävyyskuvaaja normaalivoimalle	27
Kuva 21.	Asennustilanne. Pulttien normaalivoima- ja leikkauskestävyys ja käyttöasteet	27
Kuva 22.	Asennustilanne. Pulttien laskentaparametrit	27
Kuva 23.	Murtotilanne. Pohjalevyn käyttöasteet ja von Mises jännitystila, 2D-pinta	29
Kuva 24.	Murtotilanne. Pohjalevyn käyttöasteet ja von Mises jännitystila, 3D-pinta	30
Kuva 25.	Murtotilanne. Pohjalevyn taipumapinta nollatason suhteen	31
Kuva 26.	Murtotilanne. Pilariprofiilin hitsien laskentajännitykset ja käyttöasteet	32
Kuva 27.	Murtotilanne. Leikkausvaaran teräskestävyys	33
Kuva 28.	Murtotilanne. Leikkausvaaran betonikestävyys	33
Kuva 29.	Murtotilanne. Liitoksen kestävyyskuvaajat ja voimapisteen. X-akselin suunta	34
Kuva 30.	Murtotilanne. Pilariprofiilin taivutusjännityksen pinta	35
Kuva 31.	Murtotilanne. Pohjalevyn jälkivalun jännitystila. 2D ja 3D-pinnat	36
Kuva 32.	Murtotilanne. Peruspulttien kestävyys jälkivalussa	36
Kuva 33.	Pulttien asennus kehikon avulla ja perustuksen valu	39



Anstar Oy on suomalainen perheyriety, joka on erikoistunut betoni-rakenteiden liitososien sekä liittopalkkien myyntiin ja valmistukseen. Olemme kansainvälinen toimija, yksi alan edelläkävijöistä. Anstar auttaa kaikissa betoniin kiinnittämiseen liittyvissä kysymyksissä. Anstarin asiantuntijat voivat kehittää ratkaisun myös asiakkaan erikoistapauksia koskeviin kiinnitysongelmiin.



**SMART STEEL.
SINCE 1981.**

ANSTAR OY
Erstantie 2
FIN-15540 Villähde

Tel. +358 3 872 200
anstar@anstar.fi
www.anstar.fi