

1 DOFNAULA yleistä puuliitokset-ohjelmasta

DOFNAULA-ohjelman esittelyversio on vapaasti kopioitavissa ja levitettävissä. Ohjelma toimii esittelyversiona, mikäli sille ei ole syötetty salasanaa. Esittelyversion tunnistaa ikkunaotsikon sanasta "DEMO". Esittelyversion tulokset ovat virheellisiä tai ohjelma toimii vajaasti. Esittelyversion päivitys rekisteröidyksi ohjelmaksi tapahtuu maksamalla rekisteröintimaksu ja toimittamalla ohjelman käynnistyksen yhteydessä ilmoittama *Tunnussana* D.O.F. tech Oy:lle, jonka jälkeen käyttäjälle toimitetaan oikea *Salasana* ja käyttöopas.

Saatu salasana on tietokonekohtainen, joten se ei toimi kuin tietokoneessa, josta D.O.F. tech Oy:lle lähetetty tunnussana on peräisin. Mikäli ohjelma siirretään toiseen koneeseen, vanha ohjelma tuhoetaan alkuperäiseltä koneelta. D.O.F. tech Oy toimittaa uuden salasanan toimituskustannusten hinnalla.

DOFNAULA-ohjelman rekisteröimättömän version käyttö ammattimaisesti on kielletty.

DOFNAULA-ohjelman jälleenmyynti on kielletty.

2 DOFNAULA puuliitokset-ohjelman tärkeimmät tiedostot

asenna.exe = Asennusohjelma D.O.F. tech Oy:n tuotteille.
dofnaula.exe = DOFNAULA puuliitos-ohjelma.
dofnaula.hlp = Ohjelman käyttämä ohjetiedosto.
dofnaula.ltn = Sisältää DOFNAULA-ohjelman liitintyyppit lujuuksineen (naulat,ruuvit,pultit).
dofnaula.lts = Sisältää DOFNAULA-ohjelman liitoskappaleet lujuuksineen (puu- ja metallilevyt).
dofnaula.txt = Tietoja ohjelmasta ja sen asennuksesta.
naularek.txt = Rekisteröintikaavake postin kautta. Voi tulostuksen jälkeen käyttää DOFNAULA-ohjelman vaihtoehtoisena rekisteröintitapana puhelinrekisteröinnille.

Lisäksi levykkeellä toimitetaan myös muita D.O.F. tech Oy:n tuotteita, joita voitte koekäyttää. Voitte rekisteröityä myös näiden ohjelmien käyttäjiksi kappaleen 1 ehdoin. Rekisteröinti tapahtuu D.O.F. tech Oy:lle postitse tai puhelimitse (yhteystiedot löytyvät kappaleesta 11).

3 DOFNAULA-ohjelman asennus

DOFNAULA-ohjelma vaatii vähintään Window's 3.0-version.

DOFNAULA-ohjelma asennetaan Window's-ympäristöön seuraavasti:

1. Käynnistäkää Window's.
2. Käynnistäkää tiedostopalvelija/filemanager.
3. Valitkaa levykeasema, jossa asennuslevyke on, esim b:
4. Valitkaa ASENNA.EXE ja painakaa ENTER (asennusohjelma käynnistyy).
5. Asennusohjelma ilmoittaa asennettavan ohjelman tiedot.
6. Valitkaa ohjelmalle kohdehakemisto. Mikäli hakemistoa/hakemistoja ei ole olemassa, ohjelma luo ne. Voitte käyttää myös asenna-ohjelman suosittelemaa oletushakemistoa. Huom. Välttääksenne ongelmia, älkää käyttäkö hakemistonimissä skandinaavisia merkkejä (å, ä ja ö).
7. Valitkaa painike *Aenna*, mikäli näkyvä ohjelma halutaan asentaa. Jos kohdehakemistossa löytyy vanha versio ohjelmasta, asennusohjelma kysyy korvataanko se levykkeellä olevalla versiolla. Vaihtoehtoisesti voitte valita painikkeen *Seuraava*, jos haluatte hypätä seuraavaan asennettavaan ohjelmaan.
8. Toistetaan vaiheet 5-7, kunnes kaikki halutut ohjelmat on asennettu. Painikkeella *Alkuun* siirrytte takaisin ensimmäiseen asennettavaan ohjelmaan.
9. Painike *Lopeta* keskeyttää asennusohjelman.

Ohjelma saadaan näkyviin ikonina seuraavasti:

10. Mikäli haluatte ohjelmalle/ohjelmille oman uuden ohjelmaryhmän, luokaa se kohtien 10.1-10.3 mukaan. Jos haluatte asennettavan ohjelman jo olemassaolevaan ohjelmaryhmään, valitkaa haluttu ohjelmaryhmä hiirellä aktiiviseksi ja jatkakaa kohdasta 11.1.
 - 10.1 Valitkaa ohjelmapalvelijan/program manager TIEDOSTO/FILE- valikosta UUSI/NEW.
 - 10.2 Valitkaa vaihtoehto OHJELMARYHMÄ / PROGRAM GROUP.
 - 10.3 Kirjoittakaa uuden ohjelmaryhmän nimi, esim DOFTECH, ja painakaa OK.
 - 11.1 Näpäyttäkää hiirellä aktiiviseksi 10.1-10.3:ssa luotu ohjelmaryhmä.
 - 11.2 Valitkaa ohjelmapalvelijan/program manager TIEDOSTO/FILE- valikosta UUSI/NEW.
 - 11.3 Valitkaa vaihtoehto OHJELMA/PROGRAM ITEM.
 - 11.4 Kirjoittakaa komentorivi/command line ja työskentelyhakemisto/working directory. Esim. *dofnaula.exe* (komentorivi) ja *c:\doftech\dofnaula* (työskentelyhakemisto). Työskentelyhakemistoksi suositellaan hakemistoa, johon rakennemalleja tallennetaan. Älkää käyttäkö hakemistonimissä skandinaavisia merkkejä (å, ä ja ö).
12. Voitte käynnistää ohjelman seuraavilla tavoilla:
 - Valitkaa luotu ikoni. Kts. kohdat 10. - 11.4.
 - Valitkaa tiedostopalvelijalla/filemanager *dofnaula.exe*-tiedosto ja painakaa ENTER.
 - Valitkaa ohjelmapalvelijan/program-manager TIEDOSTO/FILE-valikosta SUORITA/RUN ja kirjoittakaa täydellinen ohjelmanimi polkuineen. Esim. *c:\doftech\dofnaula\dofnaula.exe*.

4 DOFNAULA puuliitos-ohjelman käyttötarkoitus

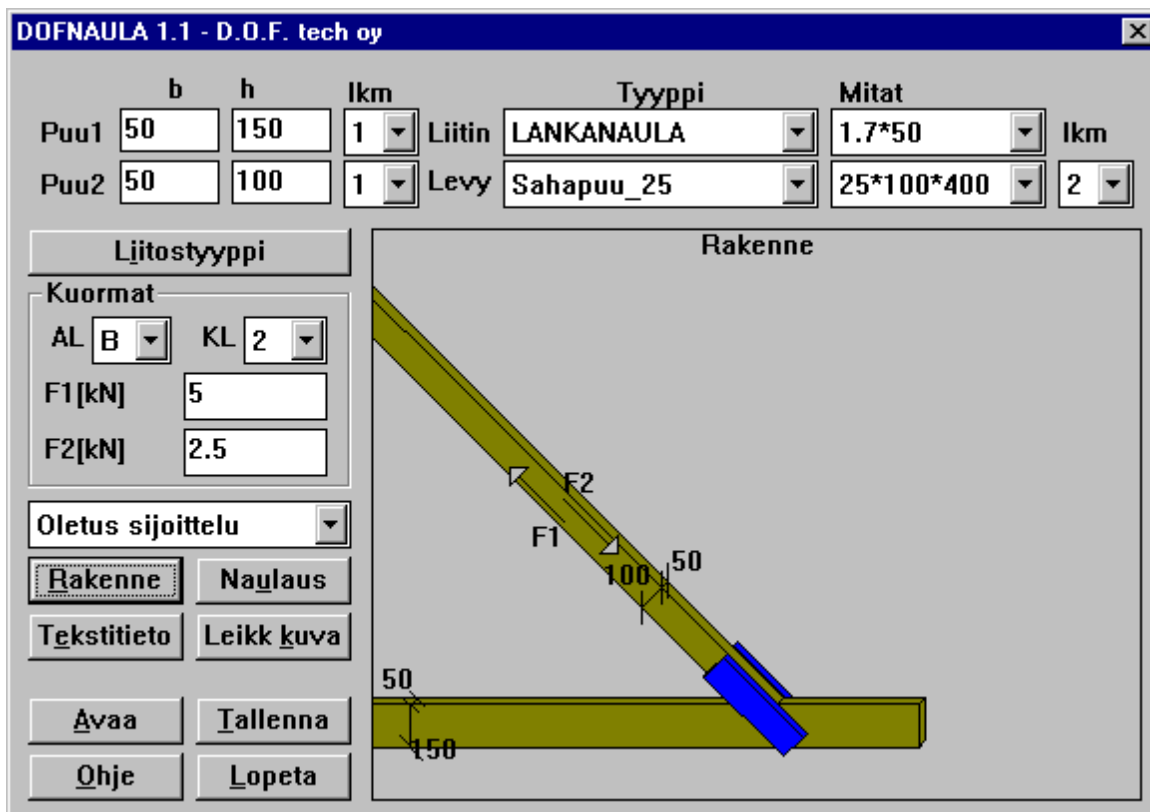
DOFNAULA-ohjelmalla mitoitetaan kahden liitettävän puun liitos. Ohjelmalla voi mitoittaa naula-, ruuvi- tai pulttiliitoksia rajatilamenetelmällä. DOFNAULA-ohjelmaa voi käyttää esim. seuraavissa tilanteissa:

1. Halutaan nopeasti tarkistaa soveltuuko suunniteltu liitin liitoksen kiinnitykseen.
2. Verrataan eri liitinten sijoitusvaihtoehtoja.
3. Verrataan eri liitintyyppjä keskenään.

DOFNAULA-ohjelma käynnistetään kappaleen 3 kohdassa 12 esitetyillä tavoilla. Mikäli samanaikaisesti halutaan käsitellä useampia liitosvaihtoehtoja, voi ohjelman käynnistää useita kertoja rinnakkain.

Käyttöohjeen liitteessä 3 on mitoitusesimerkki. Tämä esimerkki hahmottaa DOFNAULA-ohjelman käyttöä. Koeajamalla DOFNAULA-ohjelmaa opitte parhaiten.

5 Ohjelman pääikkuna



5.1 Painikkeet

Liitostyyppi-painikkeesta käynnistyy ikkuna, josta valitaan mitoitettavan liitoksen tyyppi ja mitat. Lisää tietoa liitostyyppi-ikkunasta kappaleessa 6.

Oletussijoittelu/Oma sijoittelu-listasta suoritetaan rakenteen mitoitus. **Oletussijoittelu**-valinta sijoittaa liittimet ohjelman ehdoin. **Oma sijoittelu**-valinta käynnistää oma sijoittelu-ikkunan (kts. kappale 7), jolla käyttäjä voi itse vaikuttaa liitinten sijaintiin. Laskennan jälkeen vaihdetaan pääikkunaan liitinten sijoittelukuva.

Rakenne-painikkeesta vaihdetaan pääikkunan kuvaruutuun rakennekuva.

Naulaus/Ruuvaus/Pulttaus-painikkeesta vaihdetaan pääikkunan kuvaruutuun liitinsijoittelua hahmottava kuva. Mikäli mitoitusta ei ole suoritettu tai lähtötietoja on muutettu, suoritetaan laskenta ennen kuvan piirtämistä.

Tekstitieto-painikkeella käynnistetään tekstitieto-ikkuna (kts. kappale 8), jossa on tekstitietoa mitoituksesta ja rakenteesta. Teksti voidaan haluttaessa tallentaa tiedostoon.

Leikk kuva-painike tulostaa Window's:in leikepöydälle pääikkunassa esitettävän kuvan. Kuva voidaan siirtää haluttaessa tekstinkäsittely- tai piirto-ohjelmaan Window's:in palauta-toiminnolla **Ctrl+v**. Huom! Mikäli tulostus ei onnistu suoraan tekstieditoriin palautetusta kuvasta, kannattaa kuva palauttaa ensin piirto-ohjelmaan (Window's paint) ja leikata sieltä uudestaan tekstieditoriin.

Avaa-painikkeella luetaan aiemmin tallennettu DOFNAULA-rakenne. Käynnistyneestä tiedostoikkunasta voidaan valita `*.inp` -päätteinen lähtötiedosto.

Tallenna-painikkeella tallennetaan käsiteltävä rakenne `*.inp`-päätteiseen tiedostoon. Rakenne voidaan myöhemmin avata uudelleen Avaa-toiminnalla. Lähtötiedostoon tallentuvat määritetyt asetukset lukuunottamatta liitinten sijoittelua.

Ohje-painike käynnistää ohjetiedoston, jossa on neuvoja ja ohjeita DOFNAULA-ohjelman käyttöä varten. Ohjelma käynnistyy sisällysluetteloon. Haluttu kohta voidaan etsiä sisällysluettelosta tai **Etsi**-toiminnolla. Mikäli ohjetta halutaan käyttää myöhemmin, voi DOFNAULA-ohjelmaan hypätä takaisin **Alt+tab** näppäimillä lopettamatta Ohje-ohjelmaa.

Lopeta-painike lopettaa ohjelman suorituksen varmistuksen jälkeen.

5.2 Rakenne

Puu1 ja **Puu2** ovat liitettäviä puita. Ne määritetään muuttujilla

b = paksuus [mm]

h = korkeus [mm]

lkm = puiden lukumäärä (1 tai 2). Mikäli liitoksessa käytetään erillistä liitoslevyä täytyy molempien puiden lukumäärän olla 1.

Liitin

Editoimalla ”dofnaula.ltn”-tiedostoa voi muuttaa liitinvalikoimaa ja lisätä mittavaihtoehtoja, kts. liite 1.

Tyyppi-listasta valitaan liitin, jolla liitos halutaan toteuttaa. Liittimet voivat olla tyypiltään pyöreitä nauloja, lanka- tai kampanauloja, ruuveja tai pultteja. Ruuvin ja pultin perässä ilmoitettu luku kuvaa liittimen myötölujuutta f_y [N/mm²].

Mitat ilmoittavat liittimen paksuuden[mm]*pituuden[mm]. Listasta valitaan haluttu liitinkoko.

Levy

Muuttamalla ”dofnaula.lts”-tiedostoa, voi ohjelmaan lisätä uusia liitoslevyjä tai muuttaa vanhoja, kts. liite 2. Mikäli liitettävät puut liitetään toisiinsa suoraan liittimillä eivät nämä valintaruudut ole käytössä. Mikäli liitos suoritetaan erillisellä liitoslevyllä, syötetään seuraavat tiedot:

Tyyppi-listasta valitaan liitoslevyn materiaali. BMF-naulauslevy on metallinen jatkoslevy, jonka naulauskohdat on rajattu.

Mitat-listasta valitaan liitoslevyn koko: paksuus[mm]*leveys[mm]*pituus[mm].

Lkm-listasta valitaan onko liitoslevy yksi- vai molemminpuoleinen.

5.3 Kuormat

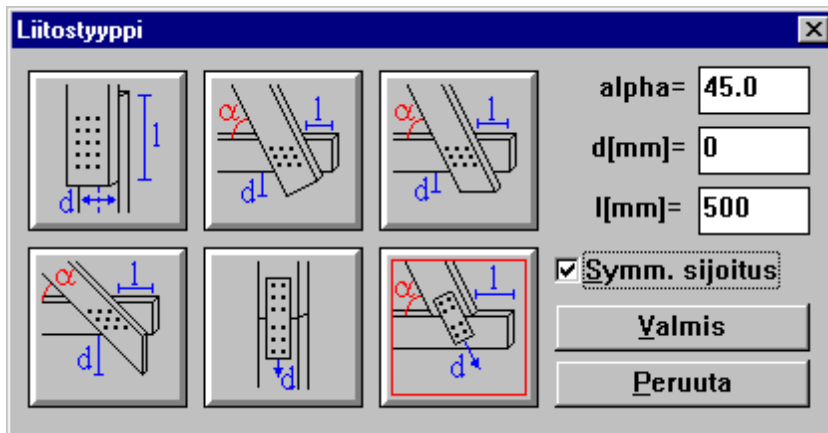
AL-listasta valitaan rakenteen kuormituksen aikaluokka.

KL-listasta valitaan rakenteen kosteusluokka.

F1[kN]-ruutuun syötetään puu2:sta vetävä, puun kanssa yhdensuuntainen voima.

F2[kN]-ruutuun syötetään puu2:sta puristava, puun kanssa yhdensuuntainen voima. Ruutuun syötetään liitinten kautta välittyvä voima eli todellisesta voimasta vähennetään se osuus, joka välittyy kahden liitettävän puun välisenä leimapaineena. Erillistä liitoslevyä käytettäessä on mitoittajan varmistettava, että levy siirtää puristavan voiman lommahtamatta.

6 Liitostyyppi-ikkuna



Liitostyyppi-ikkunasta valitaan mitoitettavan liitoksen tyyppi. Ikkunaan siirrytään pääikkunan **liitostyyppi**-painikkeesta. Valittu liitostyyppi osoitetaan painikkeen punaisella kehyksellä. Ensimmäisissä liitoksissa liitetään kaksi puuta suoraan toisiinsa, viimeisissä liitos toteutetaan liitoslevyllä. Syötettävien tietojen lukumäärä riippuu liitostyypistä. Liitosmuuttujat **alpha[aste]**, **d[mm]** ja **l[mm]** selviävät liitoksia hahmottavista painikkeista.

Alpha[aste] on liitettävien puiden välinen kulma. Se ilmoitetaan asteina myötöpäivään kello 9:stä.

d[mm] ilmoittaa liitettävän puun tai liitoslevyn sijainnin, kts. valintapainikkeiden kuvat. Liitoslevyjä käytettäessä levyn keskipiste sijoitetaan puiden yhtymiskohdan keskelle. Mikäli **d[mm]** $\neq 0.0$ mm, siirretään liitoslevyä suunnassa d:n verran.

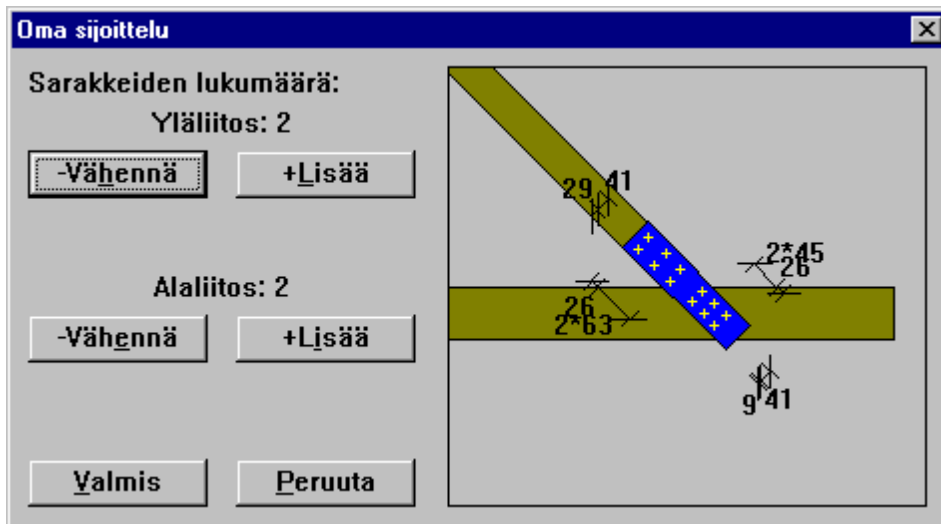
l[mm] ilmoittaa liitospituuden (samansuuntaisissa puissa) tai alapuun pään etäisyyden liitospohdasta. Jälkimmäisessä etäisyys lasketaan liitettävien puiden oikeasta risteyskulmasta vaakasuuntaan oikealle.

Symm. sijoitus-optiolla voi määrätä sijoitetaanko liittimet symmetrisesti rakenteeseen. Symmetrisellä liittinten sijoituksella vältetään epäkeskeiset kuormitukset, mutta liitokseen mahtuva liittinten lukumäärä saattaa vähentyä.

Valmis-painikkeella hyväksytään syötetyt muutokset ja palataan pääikkunaan.

Peruuta-painikkeella perutaan muutokset ja palataan pääikkunaan.

7 Omasijoittelu-ikkuna



Siirrytään pääikkunan **Oletussijoittelu/Oma sijoittelu**-listan **Oma sijoittelu**-valinnasta. Ikkunassa käyttäjä voi vaihtaa naulausten sijoittelua vaihtamalla liitosalueiden liitinten sarakelukumääriä.

Aktiivinen **Sarakeiden lkm**-ilmoitetaan **-Vähennä** ja **+Lisää**-painikkeiden yläpuolella. Mikäli liitostyyppissä on käytössä liitoslevy, voi käyttäjä vaihtaa erikseen yläliitoksen (puu2:n ja liitoslevyn) tai alaliitoksen (puu1:n ja liitoslevyn) liitinten asettelua.

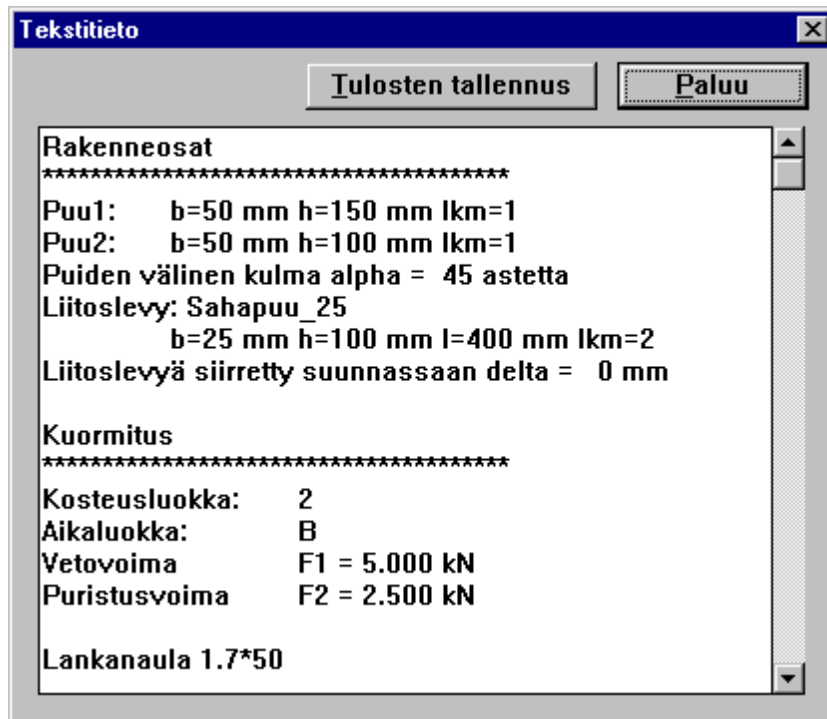
-Vähennä-painike vähentää sarakeiden lukumäärää yhdellä. Mikäli tästä aiheutuva riviväli menee pienemmäksi kuin sallittu riviväli RakMk 10:ssä, muutosta ei hyväksytä.

+Lisää-painike lisää sarakeiden lukumäärää yhdellä. Mikäli sarakeväli menee pienemmäksi kuin sallittu sarakeväli RakMk 10:ssä muutosta ei hyväksytä.

Valmis-painike hyväksyy käyttäjän tekemät muutokset ja palaa pääikkunaan.

Peruuta-painike palauttaa alkuperäisen liitinasattelun ja palaa pääikkunaan.

8 Tekstitieto-ikkuna



8.1 Painikkeet

Ikkunan siirrytään pääikkunan **Tekstitieto**-painikkeesta. Ikkunan teksti-ikkunassa näkyy ohjelman mitoitukseen liittyvä tieto ja liitoksen rakenteelliset ehdot, kts. kappale 8.2.

Tulosten tallennus-painikkeesta tallennetaan teksti tiedostoon ja samalla teksti aukaistaan Window's:in tekstinkäsittelijään. Siellä tekstistä voi poistaa turhat tiedot ja lisätä tarvittaessa kommentteja. Mikäli käytössä on tekstieditori, johon voidaan kytkeä bitmap-kuvia, dokumenttiin voi liittää leikepöydän kautta rakenne- tai liitinkuvia, kts. kappale 5.1 **Leikk kuva**-painike. Huom. Tekstinkäsittelijä kysyy käynnistyessään muokataanko (convert) tekstiä. Vastaamalla tähän ei muokkausta (no conversion), säilytetään tekstissä skandinaaviset kirjaimet 'åö'.

Paluu-painike palaa pääikkunaan.

8.2 Tekstin tulostusmuoto

Rakenneosat

Puu1: b=50 mm h=150 mm lkm=1

Puu2: b=50 mm h=100 mm lkm=1

Puiden välinen kulma alpha = 45 astetta

Liitoslevy: Sahapuu b=25 mm h=100 mm l=400 mm lkm=2

Liitoslevyä siirretty suunnassaan delta = 0 mm

Liitoksen rakenne: Liitettävien puiden ja

liitokappaleen dimensiot, lukumäärät ja

sijainnit.

Kuormitus

Kosteusluokka: 2

Aikaluokka: B

Vetovoima F1 = 5.000 kN

Puristusvoima F2 = 2.500 kN

Kuormitus ja kosteusluokkatiedot.

Lankanauha 1.7*50

Sahapuu:n laskennallinen paksuus = 25 mm

--- Alaliitos(Puu1 ja Liitoslevy)

Naulaus 1-leikkeinen

Ankkurointipituus L2 = 25 mm

Kaikki naulat lyödään yhdeltä puolelta.

Lujuuskerroin sijaintipisteelle Lkr = 1.000

--- Yläliitos(Puu2 ja Liitoslevy)

Naulaus 1-leikkeinen

Ankkurointipituus L2 = 25 mm

Kaikki naulat lyödään yhdeltä puolelta

Lujuuskerroin sijaintipisteelle Lkr = 1.000

Liittimen sijoitustiedot, lujuuteen vaikuttavat

ehdot ja sijaintipisteen lujuuskerroin. Mikäli

liitin on kaksileikkeinen tai yksileikkeinen

molemminpuolin lyöty liitin ja liitettävien

puiden vahvuudet tai ankkurointipituudet

eivät pienennä leikkauslujuuksia, on kerroin

sijaintipisteessä 2.0.

Naulalujuudet

Naulan ominaislujuus/leike F = 310 N

Naulan laskentalujuus/leike Fd = 238 N

Liittimen ominais- ja laskentalujuus.

Naulamitoitus

--- Alaliitos

Naulojen lkm = 25

Sarakkeiden lkm = 5 (16 mm)

Rivien lkm = 5 (24 mm)

Liitoksen kapasiteetti = 5.962 kN

--- Yläliitos

Naulojen lkm = 25

Sarakkeiden lkm = 5 (16 mm)

Rivien lkm = 5 (28 mm)

Liitoksen kapasiteetti = 5.962 kN

Liittimien lukumäärä ja liitoksen kapasiteetti.

Rakenteelliset ohjeet

1) Naulojen pienimmille keskinäisille etäisyyksille sallitaan 20% hajonta.

Rakenteellisia lisäohjeita

9 Laskentateoria

DOFNAULA-ohjelma mitoittaa liitoksen pyöreälle naulalle, lanka-, kampanaulalle, ruuville ja pultille. Mitoitus suoritetaan rajatilamitoitus-menetelmällä.

DOFNAULA-ohjelman laskentateoria perustuu RakMK 10 (Puurakenteet) mukaiseen liitosteoriaan. Mikäli ohjelmassa käytetty teoria poikkeaa RakMK 10 säännöistä tai vaatii lisäselvennystä, mainitaan tapaukset jokaista liitintyyppiä käsittelevässä kappaleessa.

Reuna-, suoja- ja liittimien keskinäisetäisyydet ovat RakMK 10:n mukaisia.

Mitoituksessa oletetaan liitettävien puiden olevan aina sahapuuta tai siihen verrattavaa materiaalia. Liitoslevy voi olla materiaalia, joka määritellään **dofnaula.lts**-tiedostossa (kts. liite2).

Käytetyt merkinnät:

d = liittimen paksuus [mm].

L_1 = ankkurointipituus 2-leikkeisessä liitoksessa [mm].

L_2 = ankkurointipituus 1-leikkeisessä liitoksessa [mm].

L_3 = liittimen kärjen etäisyys keskipuun reunasta [mm].

L_j = lujuuskerroin, jolla pienennetään liittimen leikkauslujuutta [1].

E_t = etäisyyskerroin, jolla suurennetaan liittimien välistä etäisyyttä syyn suunnassa [1].

t_1 = liitospuu 1:n vahvuus [mm].

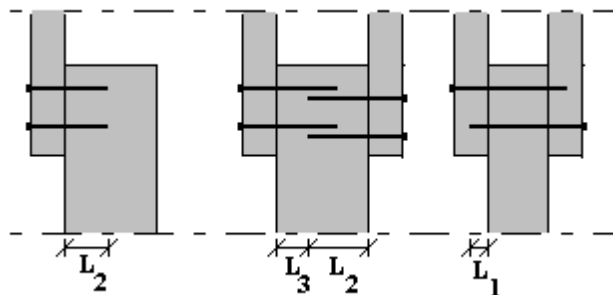
k_1 = liitospuu 1:n taulukosta saatava kerroin [1].

t_2 = liitospuu 2:n vahvuus [mm].

k_2 = liitospuu 2:n taulukosta saatava kerroin [1].

t = liitettävän (liittimen kannan puoleisen) puun paksuus [mm].

f_y = ruuvien tai pulttien materiaalin myötöraja [N/mm^2]



9.1 Lankanaula

Lankanaulan ankkurointipituus on oltava 2-leikkeisessä liitoksessa $L_1 \geq 8.0d$ ja 1-leikkeisessä liitoksessa $L_2 \geq 12.0d$. Mikäli 1-leikkeisessä liitoksessa liittimen kärjen ja keskipuun reunaan jää väli $L_3 \geq 3.0d$, saavat eri puolilta lyödyt naulat koskettaa toisiaan.

Mikäli liitokseen tulee laskelmien mukaan 1 tai 2 naulaa, lisätään naulamäärää 1:llä. Jos liitoksen naulat lyödään jokaisessa kohdassa molemmin puolin ja naulamäärä yhdellä puolella < 3 , lisätään molemmille puolille 1 naula eli liitokseen lisätään yhteensä 2 naulaa.

Liitettäessä kaksi sahapuuta liitoslevyllä, voi liitoslevy olla laskennallisesti paksumpaa. Liitoslevykoot ja vahvuuskertoimet määritetään ”dofnaula.lts”-tiedostossa (kts. liite 2). Vahvuuskertoimet vaikuttavat lujuus- ja etäisyyskerroimiin, jotka määritetään liitettävien puiden paksuuksista. Mikäli liitoslevyllä siirretään puristavia voimia, on mitoittajan varmistettava ettei liitoslevy lommahda.

Lankanaulan lujuudet määritetään ”dofnaula.ltn”-tiedostossa (kts. liite 1). Osavarmuuskerrointa ja lujuusarvoja editoimalla voidaan mitoitus muuttaa eri naulatyypeille.

Liitettävän puun paksuutena käytetään laskennallista paksuutta (kerrottuna puun paksuuskertoimella). Liitettävän puun paksuuden ollessa $t < 8.0d$, kuitenkin $t \geq 4.0d$, suurennetaan liitinten syynsuuntaisia etäisyyksiä kertoimella

$$E_t = 1.0 + 0.2 * \frac{8.0d - t}{4.0d}$$

ja liittimen leikkauslujuus piennennetään kertoimella

$$L_j = \frac{t}{8.0d}$$

Kaksileikkeisissä liitoksissa liitettäväksi puuksi oletetaan leikkeeseen rajautuva kannanpuoleinen puu. Jos lujuuskerroin on kannanpuoleisessa leikkeessä L_{j1} ja etäisyyskerroin E_{t1} ja vastaavasti kärjenpuoleisessa leikkeessä L_{j2} ja E_{t2} . Naulan lujuuskerroin (sisältää molemmat leikkeet) on $L_{j1} + L_{j2}$ ja etäisyyskerroin on $\max(E_{t1}, E_{t2})$.

Lisäksi seuraavien rakenteellisten ehtojen on toteuduttava:

- Naulojen pienimmille keskinäisille etäisyyksille sallitaan 20 % hajonta.
- Syyn suunnassa peräkkäiset naulat lyödään naulapaksuuden verran sivuun halkeiluvaaran vuoksi.
- Yleensä naulat lyödään niin syväälle, että naulan kanta on puupinnan tasossa.

9.2 Pyöreä naula

Ehdot kuten lankanaulalla, kts. kappale 9.1. RakMK 10:n mukaan profiloimattoman pyöreän naulan lujuudet ovat 80 % vastaavan lankanaulan lujuuksista. Kampanaulan lujuudet määritetään ”dofnaula.ltn”-tiedostossa (kts. liite 1).

9.3 Kampanaula

Kampanaulan ankkurointipituus on oltava 1- ja 2-leikkeisessä liitoksessa $L_1 \geq 8.0d$. Mikäli 1-leikkeisessä liitoksessa liittimen kärjen ja keskipuun reunaan jää väli $L_3 \geq 3.0d$, saavat eri puolilta lyödyt naulat koskettaa toisiaan.

Mikäli liitokseen tulee laskelmien mukaan 1 tai 2 naulaa, lisätään naulamäärää 1:llä. Jos liitoksen naulat lyödään jokaisessa kohdassa molemmin puolin ja naulamäärä yhdellä puolella < 3 , lisätään molemmille puolille 1 naula eli liitokseen lisätään yhteensä 2 naulaa.

Liitettäessä kaksi sahapuuta liitoslevyllä, voi liitoslevy olla laskennallisesti paksumpaa. Liitoslevykoot ja vahvuuskertoimet määritetään ”dofnaula.lts”-tiedostossa (kts liite 2). Vahvuuskertoimet vaikuttavat lujuus- ja etäisyyskertoimiin, jotka määritetään liitettävien puiden paksuuksista. Mikäli liitoslevyllä siirretään puristavia voimia, on mitoittajan varmistettava ettei liitoslevy lommahda.

Kampanaulan lujuudet määritetään ”dofnaula.ltn”-tiedostossa (kts. liite 1). Osavarmuuskerrointa ja lujuusarvoja editoimalla voidaan mitoitus muuttaa eri naulatyypeille. Oletuksena BMF-kampanaulan ominaislujuus, joka saadaan kertomalla BMF-suunnittelijan kansion arvot kertoimella 0.8 (liitettäessä puuta puuhun) ja kuormitus- ja materiaalin osavarmuuskerroimella: kertoimet 1.6 ja 1.3.

Liitettävän puun paksuutena käytetään laskennallista paksuutta (kerrottuna puun paksuuskerroimella). Liitettävän puun paksuuden ollessa $t < 8.0d$, kuitenkin $t \geq 4.0d$, suurennetaan liittimen syynsuuntaisia etäisyyksiä kertoimella

$$E_t = 1.0 + 0.2 * \frac{8.0d - t}{4.0d}$$

ja liittimen leikkauslujuus piennennetään kertoimella

$$L_j = \frac{t}{8.0d}$$

Kaksileikkeisissä liitoksissa liitettäväksi puuksi oletetaan leikkeeseen rajautuva kannanpuoleinen puu. Jos lujuuskerroin on kannanpuoleisessa leikkeessä L_{j1} ja etäisyyskerroin E_{t1} ja vastaavasti kärjenpuoleisessa leikkeessä L_{j2} ja E_{t2} . Naulan lujuuskerroin (sisältää molemmat leikkeet) on $L_{j1} + L_{j2}$ ja etäisyyskerroin on $\max(E_{t1}, E_{t2})$.

Mikäli liitoslevynä metallinen naulauslevy (BMF-naulauslevy), kerrotaan naulojen lujuusarvot 1.25:lla. Metallinen naulauslevy voidaan naulata ainoastaan kampanaulalla, jonka paksuus 4.0 mm.

Lisäksi seuraavien rakenteellisten ehtojen on toteuduttava:

- Naulojen pienimmille keskinäisille etäisyyksille sallitaan 20 % hajonta.
- Syyn suunnassa peräkkäiset naulat lyödään naulapaksuuden verran sivuun halkeiluvaaran vuoksi.
- Yleensä naulat lyödään niin syväälle, että naulan kanta on puupinnan tasossa.

9.4 Ruuvi

Ruuvien ankkurointipituus kärjenpuoleisessa puussa on oltava $L_2 \geq 4.0d$. Ruuvi oletetaan aina yksileikkeiseksi. Mikäli liitos on kaksileikkeinen ja ankkurointi tapahtuu reunimmaiseen puuhun (ankkurointipituus keskipuussa ei riitä), oletetaan keskipuuhun kannanpuoleiseksi puuksi ruuvien lujuusarvoja laskettaessa. Mikäli ankkurointipituus $L_2 < 8.0d$, vähennetään ruuvien leikelujuutta kertoimella

$$L_j = \frac{L_2}{8.0d}$$

Mikäli liitoksessa liitetään kolme puuta ja ruuvien kärjet eivät risteä keskipuussa, voidaan ruuveja kiinnittää joka kohtaan molemmin puolin.

Ruuvien ominaislujuudet esitetään seuraavissa kaavoissa aikaluokassa B sekä kosteusluokassa 1 ja 2. A-aikaluokan ominaislujuudet saadaan muunnoskertoimella 0.8 ja C-aikaluokan muunnoskertoimella 1.3. Kosteusluokassa 3 muunnoskerroin on 0.75 ja kosteusluokassa 4 muunnoskerroin on 0.67.

Ruuvien myötölujuutta ja kokovalikoimaa voidaan muuttaa editoimalla ”dofnaula.ltn”-tiedosto (kts. liite 1).

Ruuviliitoksessa k_1 ja t_1 valitaan siten, että $k_1 * t_1 \leq k_2 * t_2$. Missä t :t ovat puiden vahvuuksia ja k :t niitä vastaavia taulukosta 1 saatavia kertoimia.

Voiman ja puun syyn suunnan välinen kulma	Halkaisija d [mm]		
	6.0	12.0	24.0
0°	1.00	1.00	1.00
30°	1.00	0.88	0.82
45°	1.00	0.79	0.70
60°	1.00	0.70	0.58
90°	1.00	0.64	0.52

Taulukko A, kaavojen k-kerroin.

Ruuvien leikelujuus puiden välisessä liitoksessa lasketaan kaavoista

$$F \leq \begin{cases} 19.0 * k_1 * t * d \\ 4.0 * k_1 * t * d + 14.0 * d^2 \\ 33.0 * d^2 * \sqrt{0.5 * (k_1 + k_2)} * \sqrt{f_y / 240.0} \end{cases}$$

Lisäksi seuraavien rakenteellisten ehtojen on toteuduttava:

- Kuusiokantaruuveilla sileän osan pituus on oltava vähintään liitettävän osan paksuus.
- Kuusiokantaruuveille porataan reikä, jonka halkaisija on ruuvien sileällä osalla sama kuin ruuvien halkaisija ja kierteisellä osalla sydänläpimitta.

9.5 Pultti

Pultin oletetaan menevän aina koko liitoksen läpi ja liitos kiristetään pultin kärkeen kierrettyllä mutterilla.

Pultin ominaislujuudet esitetään seuraavissa kaavoissa aikaluokassa B sekä kosteusluokassa 1 ja 2. A-aikaluokan ominaislujuudet saadaan muunnoskerroimella 0.8 ja C-aikaluokan kerroin on 1.3. Kosteusluokassa 3 muunnoskerroin on 0.75 ja kosteusluokassa 4 muunnoskerroin on 0.67.

Pultin materiaalin myötölujuutta ja kokovalikoimaa voidaan muuttaa editoimalla ”dofnaula.ltn”-tiedosto (kts. liite 1). Materiaalin myötöraja pultilla pitää olla $f_y \geq 240.0 \text{ N/mm}^2$.

Yksileikkeisessä pulttiliitoksessa k_1 ja t_1 valitaan siten, että $k_1 * t_1 \leq k_2 * t_2$. Missä t:t ovat puiden vahvuuksia ja k:t niitä vastaavia taulukosta 1 (kts kappale 9.4) saatavia kertoimia. Kaksileikkeisessä liitoksessa alaindeksi 1 viittaa liitoksen ulkopuuhun ja 2 liitoksen keskipuuhun.

Pultin leikelujuus puiden välisessä liitoksessa lasketaan kaavoista

$$F \leq \begin{cases} 5.0 * (k_1 t_1 + k_2 t_2) * d & \text{(vain 1-leikkeisessä)} \\ 9.5 * k_1 t_1 * d & \text{(vain 2-leikkeisessä)} \\ 19.0 * k_1 * t * d \\ 3.0 * k_1 * t_1 * d + 17.0 * d^2 \\ 33.0 * d^2 * \sqrt{0.5 * (k_1 + k_2)} * \sqrt{f_y / 240.0} \end{cases}$$

Lisäksi seuraavien rakenteellisten ehtojen on toteuduttava:

- Pulttiliitoksessa reikä porataan pultin halkaisijan mukaan ilman turhaa väljyyttä.
- Sekä kannan että mutterin alla käytetään aluslevyä, jonka sivun pituus on vähintään 3.0d ja paksuus 0.3d.
- Alle 5 mm paksua aluslevyä ei saa käyttää.
- Pultit kiristetään siten, että liitettävät osat tulevat tiukasti toisiaan vasten.
- Liitosten myöhempi kiristäminen tulee olla mahdollista.

10 Vastuu

Ohjelman toimivuus on tarkistettu lukuisilla esimerkeillä ja käytännön rakenteilla. D.O.F. tech Oy ei kuitenkaan vastaa ohjelman mahdollisista virheistä tai sen käytöstä aiheutuneista välittömistä tai välillisistä vahingoista.

11 D.O.F. tech Oy

D.O.F. tech Oy on Tampereella toimiva ohjelmointi-tiimi. Tuotteemme liittyvät rakennusalan eri mitoitus- ja laskentaongelmiin.

Yrityksemme eri ohjelmat ovat keskenään yhteensopivia ja muodostavat tehokkaan suunnittelutyökalun minimikustannuksin ja -laitteistovaatimuksin. Ohjelmamme pyrkivät olemaan käyttäjäystävällisiä. Täten vastaamme mielellämme parannusehdotuksiin ja kysymyksiin, joita ohjelmamme herättävät.

Teemme ohjelmia myös mittatilaustyönä eri käytännön tarpeisiin.

D.O.F. tech Oy
PL 139
33721 Tampere

puh: 0208 - 363 001
e-mail: doftech@doftech.com
internet: www.doftech.com

Liite 1: ”dofnaula.ltn” liitin-tiedosto

”Dofnaula.ltn”-tiedostoa editoimalla voi muuttaa laskennassa käytettävien naulojen, ruuvien ja pulttien lujuusarvoja. Tiedostoa täydentämällä voi lisätä myös ohjelman tarjoamia liitinten kokovaihtoehtoja, mikäli tarjotut vaihtoehdot eivät sisällä suunnittelijalle riittävää valikoimaa. Liitintyyppiä voi olla 5:ä erilaista: lankanaula, pyöreänaula, kampanaula, ruuvi ja pultti.

Ryhmän tietojen syöttö aloitetaan aina ryhmä-otsikolla, jonka jälkeen syötetään ryhmän tarvitsema tieto. Tiedosto on seuraavan muotoinen ryhmittäin (kommentteja ei syötetä = //-merkin jälkeinen tieto):

```
*LANKANAULA           //otsikko
6 1.3                 //eri naulavahvuusvaihtoehtojen lkm ja osavarmuuskerroin murtorajatilassa
1.7 217 217 189 147 310 310 270 210 527 527 459 357           //naulavahvuus[mm] ja naulan
2.1 308 308 273 210 440 440 390 300 748 748 663 510           //ominaislujuudet[N] A,B,C-
2.5 413 413 364 280 590 590 520 400 1003 1003 884 680           //aikaluokissa ja 1,2,3,4-
2.8 504 504 441 343 720 720 630 490 1224 1224 1071 833           //kosteusluokissa seuraavassa
3.4 700 700 616 476 1000 1000 880 680 1700 1700 1496 1156           //järjestyksessä: A1,A2,A3,A4,
4.2 1001 1001 882 679 1430 1430 1260 970 2431 2431 2142 1649           //B1,B2,B3,B4,C1,C2,C3,C4
2.8*65                //kokovaihtoehdot: naulan paksuus[mm]*pituus[mm]
3.4*90                 //lkm ei tarvitse ilmoittaa
3.4*100                //lukeminen lopetetaan seuraavaan otsikkoon
4.2*110
*PYOREANAULA          //otsikko
6 1.3                 //eri naulavahvuusvaihtoehtojen lkm ja osavarmuuskerroin murtorajatilassa
...                   //kuten lankanaula, vain eri lujjusarvot
*KAMPANAULA           //otsikko
4 1.3                 //eri naulavahvuusvaihtoehtojen lkm ja osavarmuuskerroin murtorajatilassa
...                   //kuten lankanaula, vain eri lujjusarvot
*RUUVI 240            //otsikko ja ruuvin myötölujuus  $f_y$ [N/mm2]
8*100                 //kokovaihtoehdot: ruuvin paksuus[mm]*pituus[mm]
10*100                //lkm ei tarvitse ilmoittaa
16*150                //lukeminen lopetetaan seuraavaan otsikkoon
*RUUVI 300
8*100                 //kts. edellinen ruuvi
10*100                //tiedosto voi sisältää useita ruuveja, joilla eri myötölujuudet
16*150
*PULTTI 240           //otsikko ja pultin myötölujuus  $f_y$ [N/mm2]
8*100                 //koko vaihtoehdot: pultin paksuus[mm]*pituus[mm]
10*200                //lkm ei tarvitse ilmoittaa
20*200                //lukeminen lopetetaan seuraavaan otsikkoon
*PULTTI 300
8*100                 //kts. edellinen pultti
10*200                //tiedosto voi sisältää useita pultteja, joilla eri myötölujuudet
20*200
**
```


Liite 2 ”dofnaula.lts”liitoslevy-tiedosto

”Dofnaula.lts”-tiedostoa editoimalla voi muuttaa laskennassa käytettävien liitoslevyjen mitoitusarvoja. Tiedostoa täydentämällä voi lisätä myös ohjelman tarjoamia liitoslevyjen kokovaihtoehtoja tai uusia liitoslevymateriaaleja, mikäli tarjotut vaihtoehdot eivät sisällä suunnittelijalle riittävää valikoimaa.

Liitoslevyjä voi olla kahta eri tyyppiä: Puusta valmistettu liitoslevy (tyyppi 1) ja metallinen naulauslevy(tyyppi 2)

Ryhmän tietojen syöttö aloitetaan aina ryhmä-otsikolla, jonka jälkeen syötetään ryhmän tarvitsema tieto. Tiedosto on seuraavan muotoinen ryhmittäin (kommentteja ei syötetä, //-merkin jälkeinen tieto):

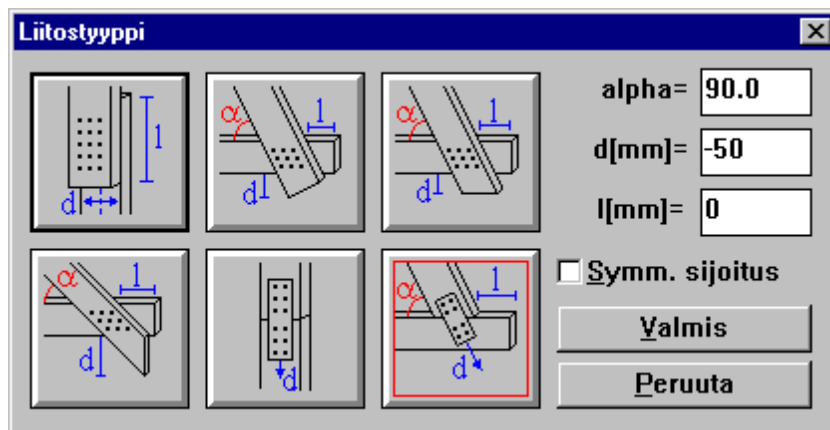
```
*Sahapuu //otsikko liitoslevyn nimi (ei rajoituksia)
1 1.0 //liitostyyppi (1=puusta valmistettu) ja vahvuuskerroin naulamitoituksessa vrt. RakMK B10
25.0*100*200 //koko vaihtoehdot lkm ei tarvitse ilmoittaa
25.0*100*300 //loppuu seuraavaan otsikkoon
25.0*100*400
50.0*100*200
50.0*100*300
50.0*100*400
*Koivuvaneri //otsikko liitoslevyn nimi (ei rajoituksia)
1 3.0 // vrt. edellinen
11.0*50*300
11.0*50*400
11.0*100*300
11.0*100*400
11.0*200*300
11.0*200*400
*Lastulevy // jne.
1 2.0
11.0*50*300
11.0*50*400
11.0*100*300
11.0*100*400
11.0*200*300
11.0*200*400
*BMF-Naulauslevy //otsikko liitoslevyn nimi
2 1.0 //liitostyyppi (2=naulauslevy) vahvuuskerroin aina 1.0, metallilevy, jossa reiät 40 mm välein (20mm)
1.5*40*360 //koko vaihtoehdot lkm ei tarvitse ilmoittaa
1.5*60*140 //loppuu seuraavaan otsikkoon
1.5*140*200
1.5*140*240
2.0*100*140
2.0*100*200
2.5*120*260
2.5*140*260
**kommentti //jos tiedoston loppuun halutaan kommentteja tai vanhaa tietoa kopioidaan//
säilytettäväksi , ne kirjoitetaan ** merkin jälkeen.
```

Liite 3 Mitoitusesimerkki

Ongelma:

Rakenteessa 50*100 sahapuu liitetään 50*150 sahapuun toiseen päähän molemminpuoleisella vanerilevyllä 100*400. Naulana käytetään 2.5*60 lankanaulaa. 50*100 puuta rasittaa 5 kN veto- ja puristusvoima. Puristusvoimasta 50 % siirtyy leimapaineen kautta. Aikaluokka C ja kosteusluokka 3.

1) Siirrytään **liitostyyppi**-painikkeen kautta liitostyyppi-ikkunaan. Valitaan liitostyyppi, joka vastaa ongelmaamme (viimeinen tyyppi). Syötetään kulmaksi **alpha** 90° ja **l[mm]** = 0.0 mm (liitos puu1:n päässä). Koska liitoslevy on 400 mm pitkä ja puu1 vain 150 mm korkea, siirretään liitoslevyä ylöspäin 50 mm (**d[mm]** = -50.0 mm). Palaa **valmis**-painikkeella pääikkunaan.



2) Syötetään **Puu1**:n tiedoiksi **b** = 50 mm, **h** = 150 mm ja **lkm** = 1 sekä **Puu2**:lle **b** = 50 mm, **h** = 100 mm ja **lkm** = 1. **Liittimen tyyppi**ksi valitaan lankanaula ja **mitaksi** 2.5*60. **Liitoslevyn tyyppi**ksi valitaan koivuvaneri, **mitaksi** 9*100*400 ja **lkm**:ksi 2.

Kuormat alueessa valitaan aikaluokka **AL** = C ja kosteusluokka **KL** = 3. Puu1:stä vetäväksi voimaksi **F1**[kN] = 5.0 ja puristavaksi voimaksi **F2**[kN] = 2.5 (2.5 kN välittyy leimapaineena).

DOFNAULA 1.1 - manual_1.inp

	b	h	lkm	Liitin	Tyyppi	Mitat	lkm
Puu1	50	150	1	Liitin	LANKANAULA	2.5*60	
Puu2	50	100	1	Levy	Koivuvaneri_9.0	9.0*100*400	2

Liitostyyppi

Kuormat

AL C KL 3

F1[kN] 5.000

F2[kN] 2.500

Oletus sijoittelu

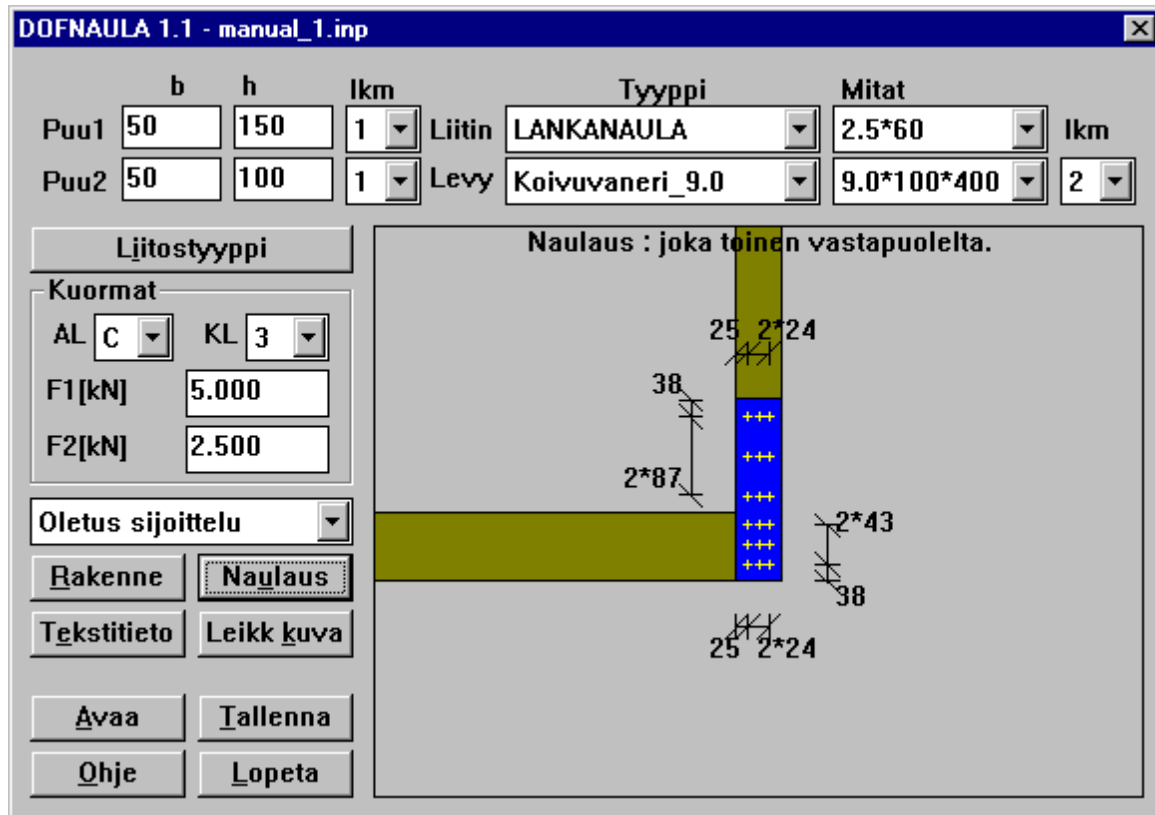
Rakenne Naulaus

Tekstitieto Leikk kuva

Avaa Tallenna

Ohje Lopeta

3) Kun rakenne ja kuormat on syötetty painetaan painiketta **naulaus**. Pääikkunaan ilmestyy vaadittu naulaus.



4) Mikäli naulaus halutaan toteuttaa esim. 2-sarakkeisena valitaan listasta Oletussijoittelu / Oma sijoittelu **Oma sijoittelu**-vaihtoehto ja Oma sijoittelu-ikkunassa asetetaan uudet sarakkelukumäärät.

5) **Tekstitieto** painikkeesta siirrytään tekstitieto-ikkunaan, missä voidaan tarkastella mitoituksen tekstitietoja ja mahdollisesti tallentaa ne tiedostoon tulostusta varten.

6) **Leikk Kuva**-painikkeella kopioidaan pääikkunassa näytettävä kuva leikepöydälle. Mikäli esim. Tekstitieto-ikkunasta käynnistetty write-tekstinkäsittelijä on käynnissä, voit palauttaa kuvan siihen **Ctrl+v**-toiminnalla.