



Muuttuvan poikkileikkauksen palkit

Vaativien puurakenteiden suunnittelu -koulutus 2018

Moduuli 2

Jani Pitkänen

PUUINFO

Muodot ja materiaalit

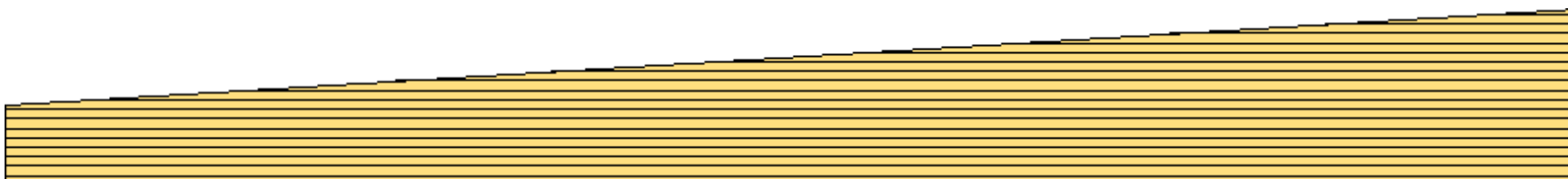
Harjapalkki



Mahapalkki



Kiila- eli pulpettipalkki



- Materiaalit: Liimapuu
- Katon kaltevuus: 1:16...1:6
- Suositeltava jänneväli: 10-30 m
- Palkin korkeus: $L/30 \dots L/16$

Muodot ja materiaalit

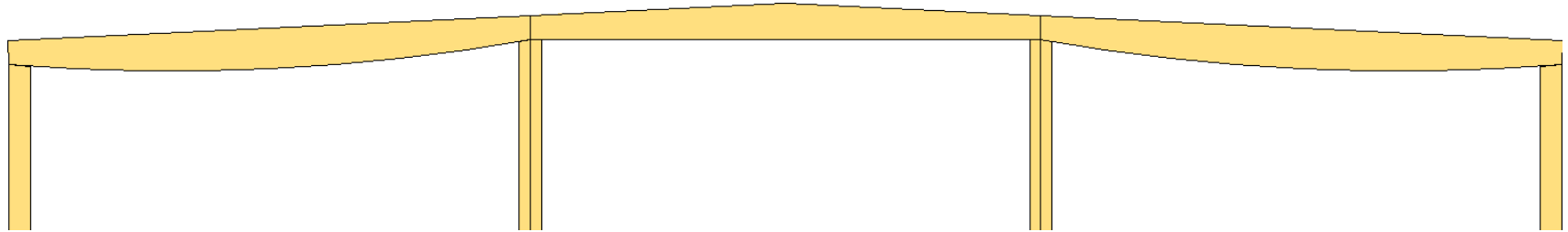
- Maksimi taloudellinen korkeus on n. 2100 mm
- Tämän jälkeen joudutaan palkin höylääminen tekemään käsin, joka nostaa palkin valmistuskustannuksia
- Korkeuksista kannattaa kysyä suurimmilta valmistajilta, kuten Versowood ja LATE

Muodot ja materiaalit

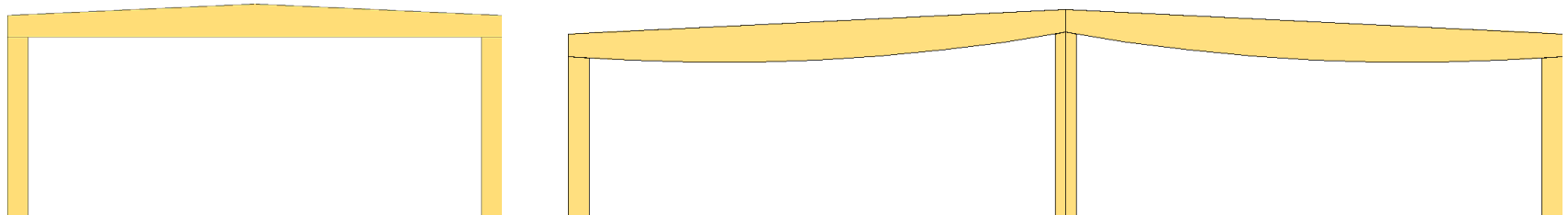
- Materiaalina käytetään yleensä liimapuuta
- Voidaan myös käyttää viilupuuta (LVL)
- Lisäksi poikkileikkauksina umpinaisen lisäksi voidaan käyttää kotelo- ja I-poikkileikkausta
- Usein palkit ovat 1-aukkoisia, mutta niistä voidaan tehdä myös moni aukkoisia (harja- ja pulpettipalkki)
- Lisäksi palkkeihin voidaan tehdä myös ulokkeet
- Monilaivaisissa halleissa käytetään usein sekä harja- että mahapalkkeja
- Esimerkiksi 3-laivaiseen halliin järjestely olisi seuraavanlainen:

Muodot ja materiaalit

3-laivainen kehä



1- ja 2-laivaiset kehät



Muodot ja materiaalit



Kuva: Puuinfo



Kuva: Puuinfo

Mitoitus

- Normaalin palkkiin verrattuna, lisää mitoitusta aiheuttavat sekä palkkien kaltevat pinnat että harja- ja mahapalkissa harja-alueen rasitukset
- Jos kalteva pinta on puristettu, niin silloin tulee poikittaista puristusta ja vastaavasti vedettyyn kaltevaan pintaan poikittaista vetoa
- Mitä jyrkempi on kulma niin sitä suuremmat ovat voimat
- Tämä on yksi syy miksi mahapalkkia on kehitetty

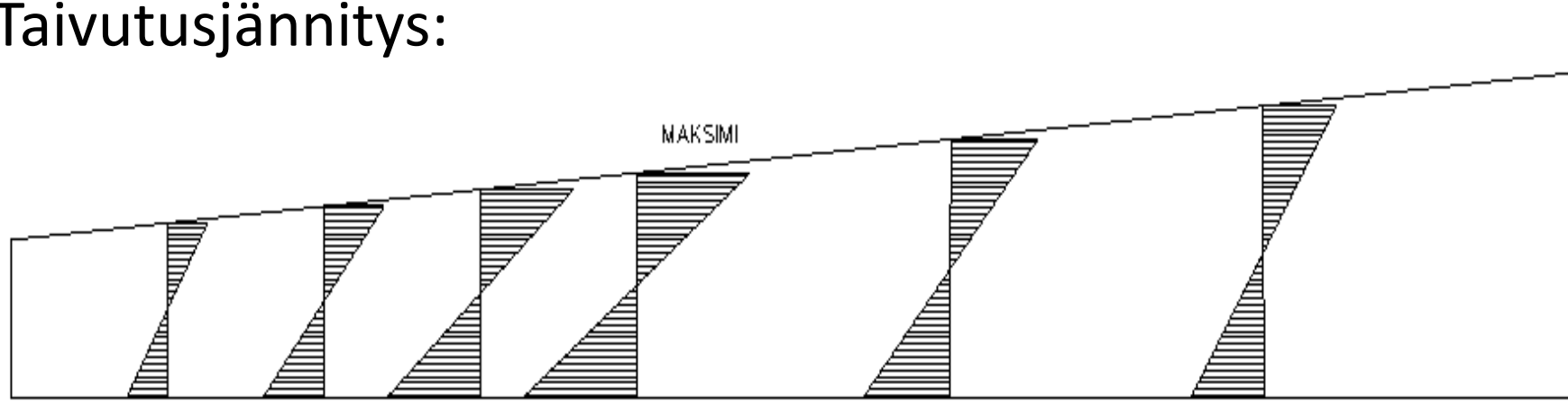
Mitoitus

Harjapalkin mitoitus tarkastelut:

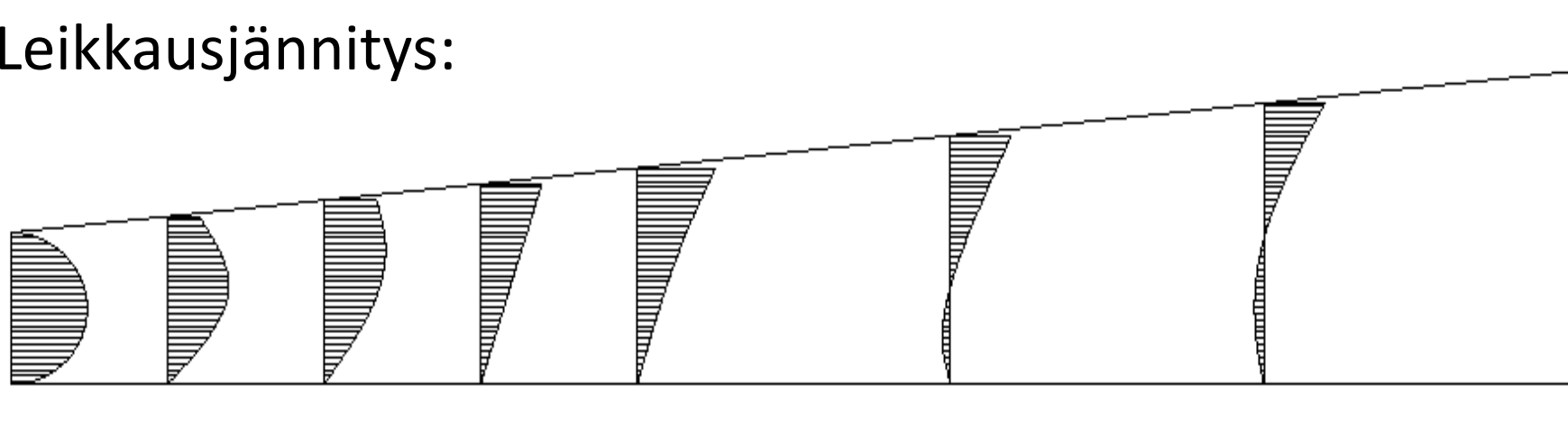
1. Taivutuskestävyys mitoittavassa poikkileikkauksessa
2. Taivutuskestävyys harjalla
3. Poikittainen vetokestävyys harjalla
4. Yhdistetty poikittainen veto- ja leikkauskestävyys harjalla (epäsymmetrinen kuorma)
5. Leikkauskestävyys maksimitaivutusjännityksen kohdalla
6. Leikkauskestävyys tuella
7. Tukipainekestävyys
8. Taipuma-arvio
9. Kiepahduskestävyys

Mitoitus

Taivutusjännitys:



Leikkausjännitys:



Mitoitus

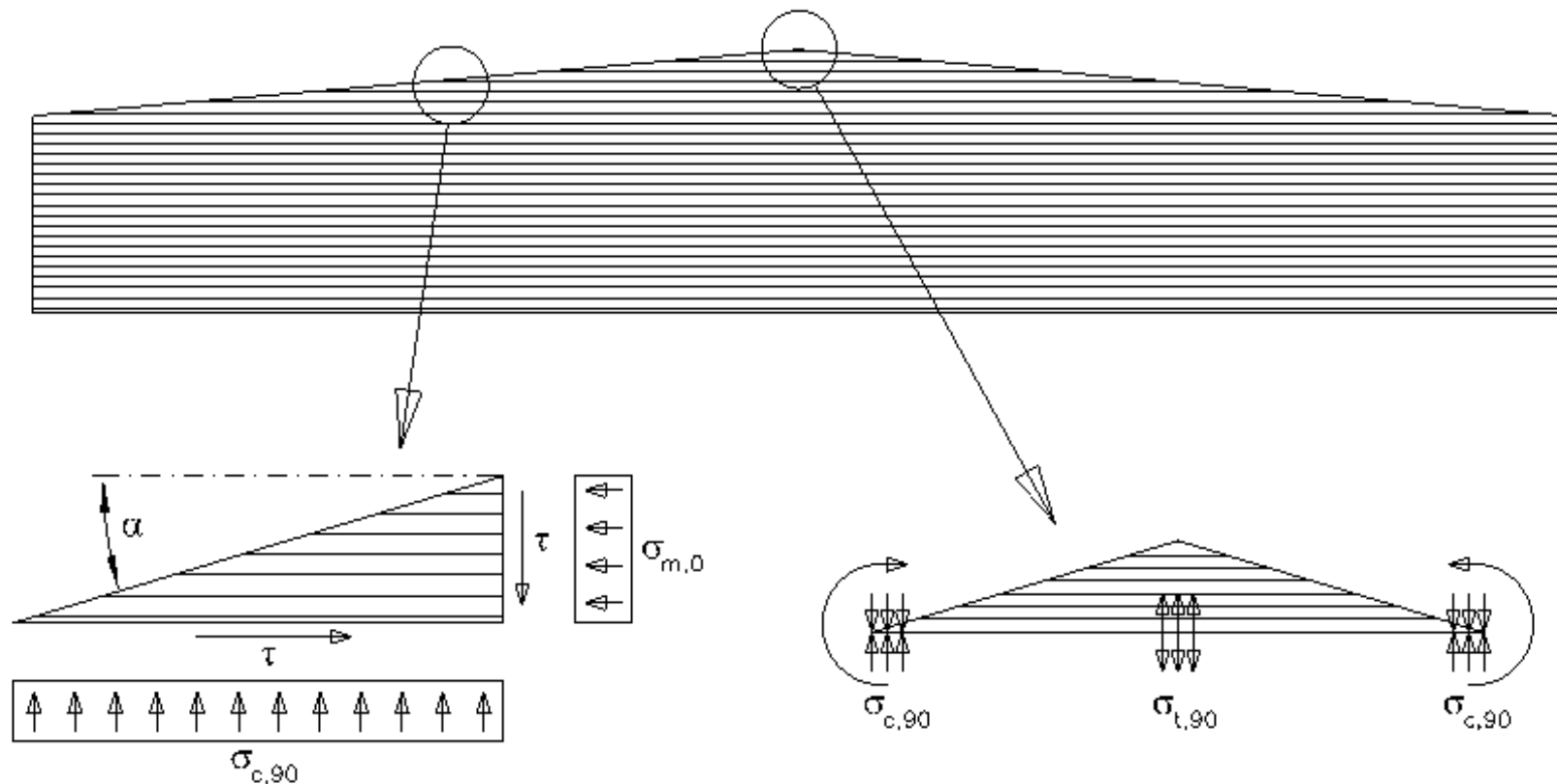
Mahapalkin mitoitus tarkastelut:

1. Taivutuskestävyys mitoittavassa poikkileikkauksessa
2. Taivutuskestävyys palkin keskellä
3. Leikkauskestävyys tuella
4. Tukipainekestävyys
5. Taipuma-arvio
6. Kiepahduskestävyys

Mitoituksen erityspiirteitä

Harja- ja mahapalkin poikittaiset jännitykset vinoilla pinnoilla:

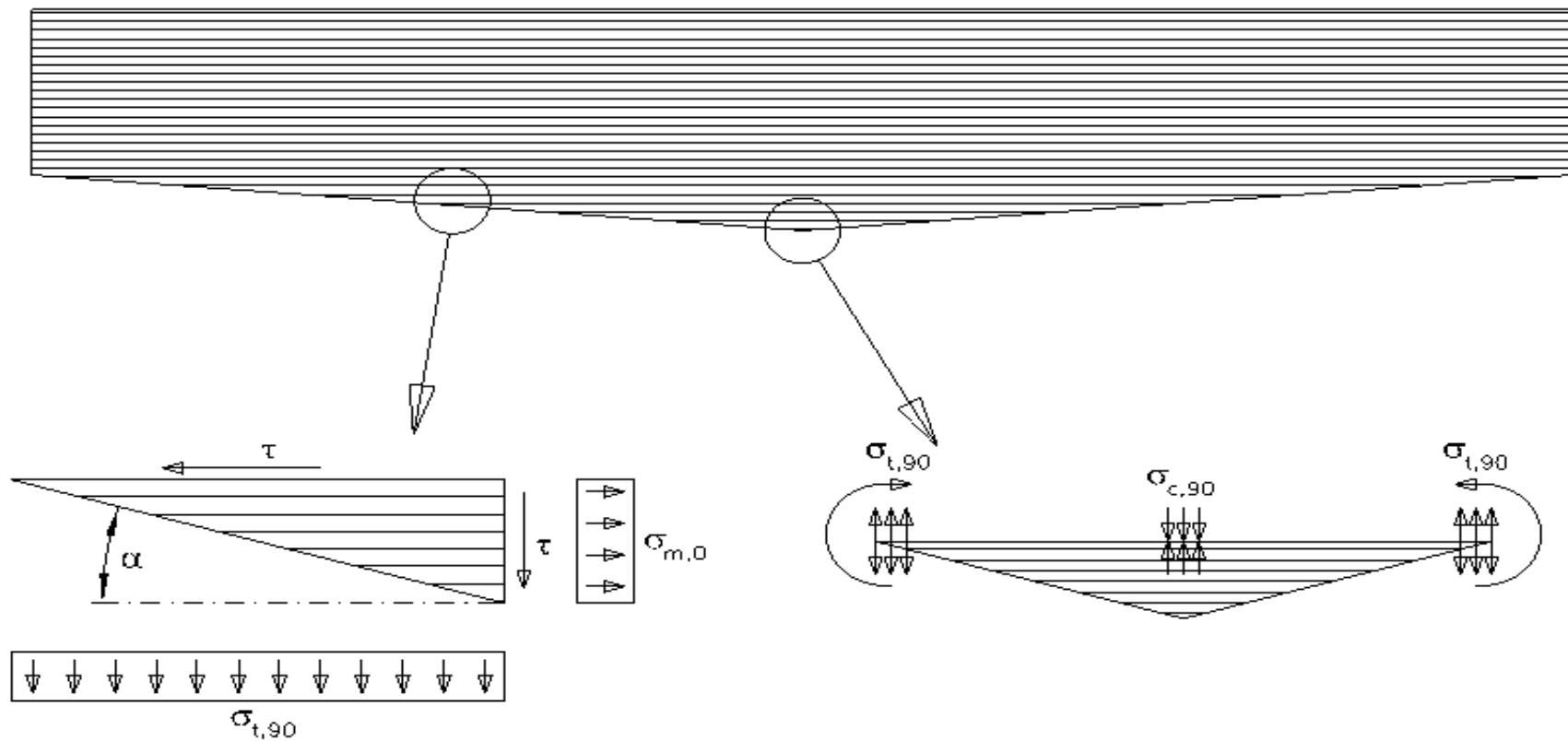
Harjapalkki



Mitoituksen erityspiirteitä

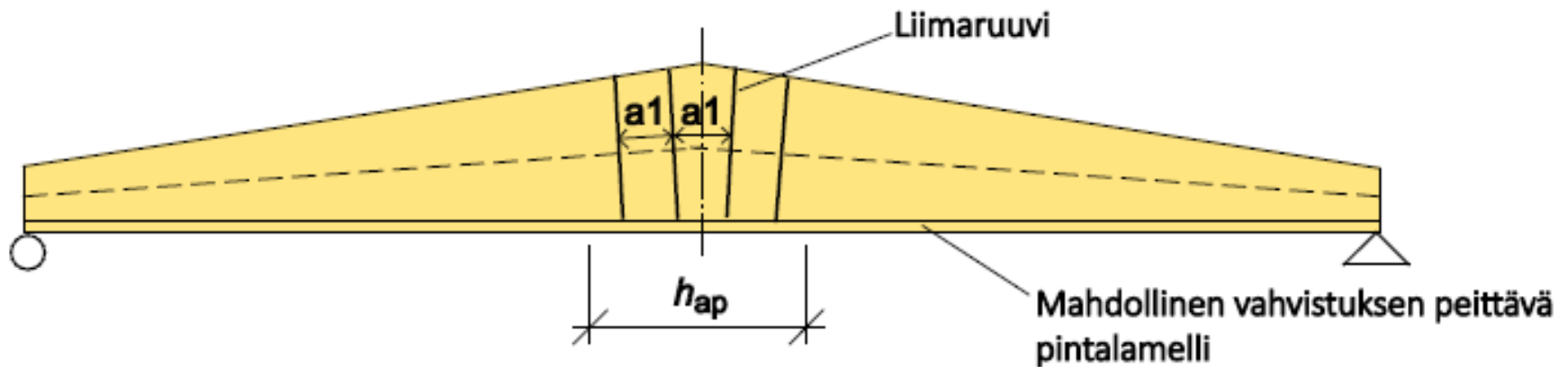
Harja- ja mahapalkin poikittaiset jännitykset vinoilla pinnoilla:

Mahapalkki (ilman taivutettuja lamelleja)



Mitoituksen erityspiirteitä

Molemmat palkit voidaan vahvistaa poikittaisilla voimia vastaan, kuten kaarevissa rakenteissa, esimerkiksi ruuveilla ja porattavilla kierretangoilla.

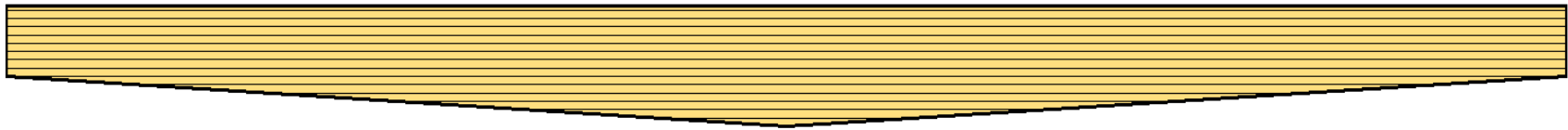


Kuva: Liimapuukäsikirja, osa 2

Mahapalkki

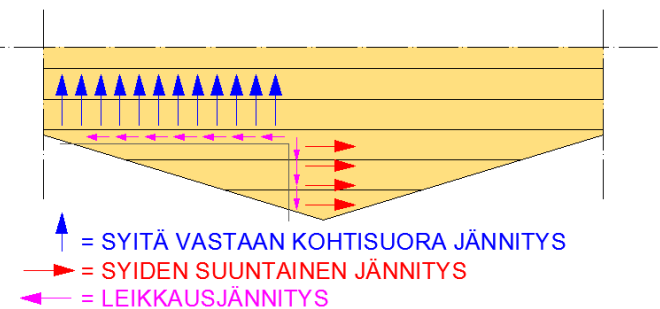
Historiaa

- Alkujaan mahapalkit olivat ylösalaisin käännettyjä harjapalkkeja, jossa lamellit olivat palkin suuntaisesti



Ongelmia

- Sytä vastaan kohtisuorat jännitykset σ_{90} kasvavat, kun vinon reunan kaltevuus kasvaa
- Jos palkki on käännetty ylösalaisin eli vino reuna on vetopuolella, syntyy syitä vastaan kohtisuoria vetojännityksiä $\sigma_{t,90}$



Mahapalkki

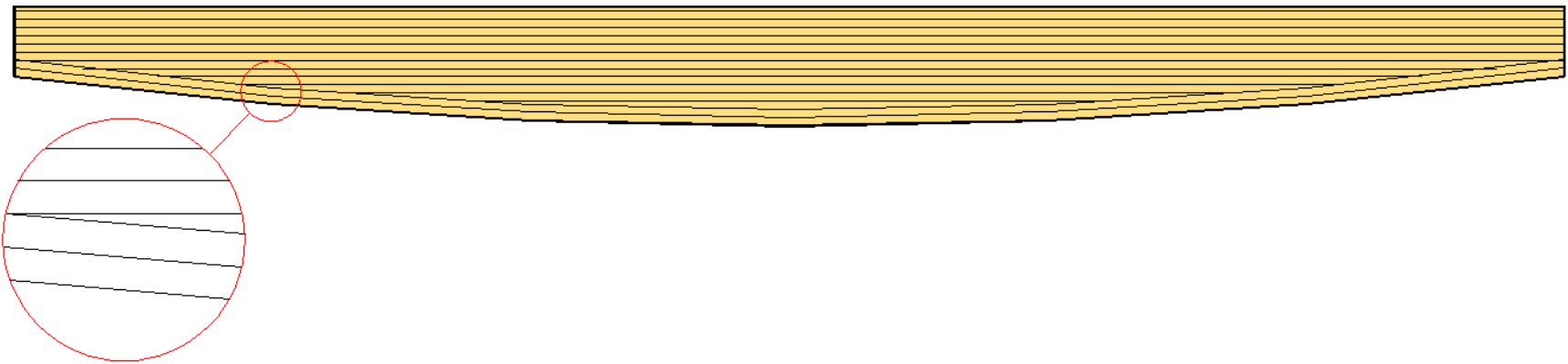
Ongelmia

- Vetovoima syitä vastaan kohtisuoraan voi aiheuttaa hauraan murtuman jo hyvin pienillä jännityksen arvolla
- Tästä syystä vinon reunan kaltevuutta pitäisi rajoittaa
- Kaltevuuskulma α saa olla enintään 2...3° vedetyllä puolella

Mahapalkki

Historiaa

- Kohtisuorista jännityksistä johtuen, seuraavassa kehitysvaiheessa kaksi alinta lamellia taivutettiin kaarevaan muotoon, jolloin palkin alapintaan muodostuu jatkuva lamellirakenne tuelta tuelle



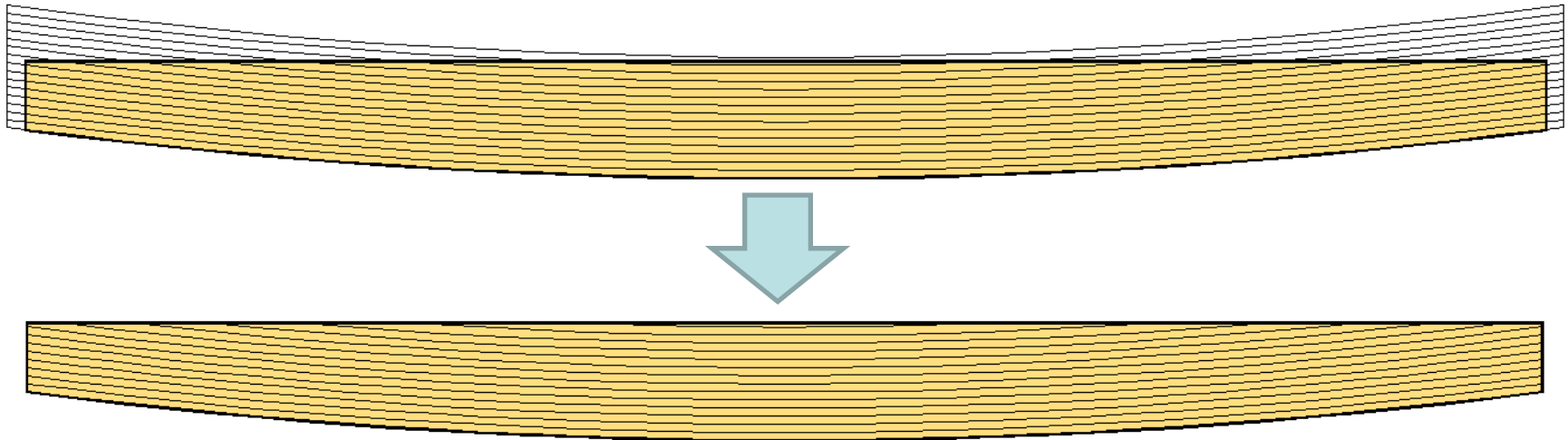
Ongelmia

- Ei mitoitusohjeita

Mahapalkki

Nykyään

- Viimeisin kehitys on, että palkin kaikki lamellit taivutetaan ja sitten palkki sahataan muotoonsa



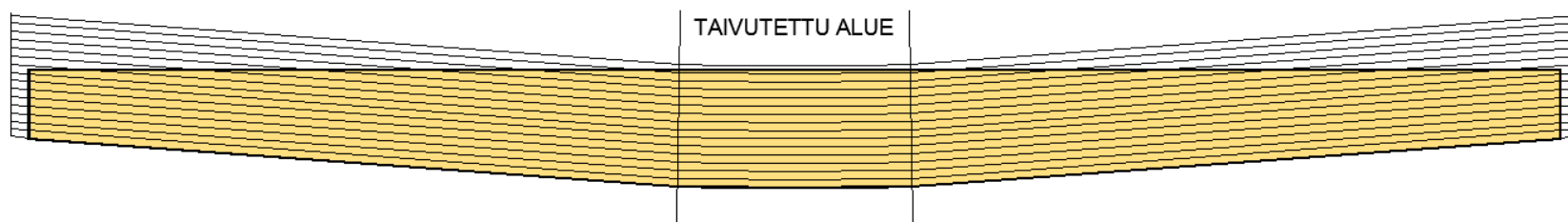
Hyödyt

- Kaarevan reunan lamellit ovat jatkuvia, mutta yläreunan lamellit on sahattu vinoon
- Nyt ei synny syitä vastaan kohtisuoria vetojännityksiä

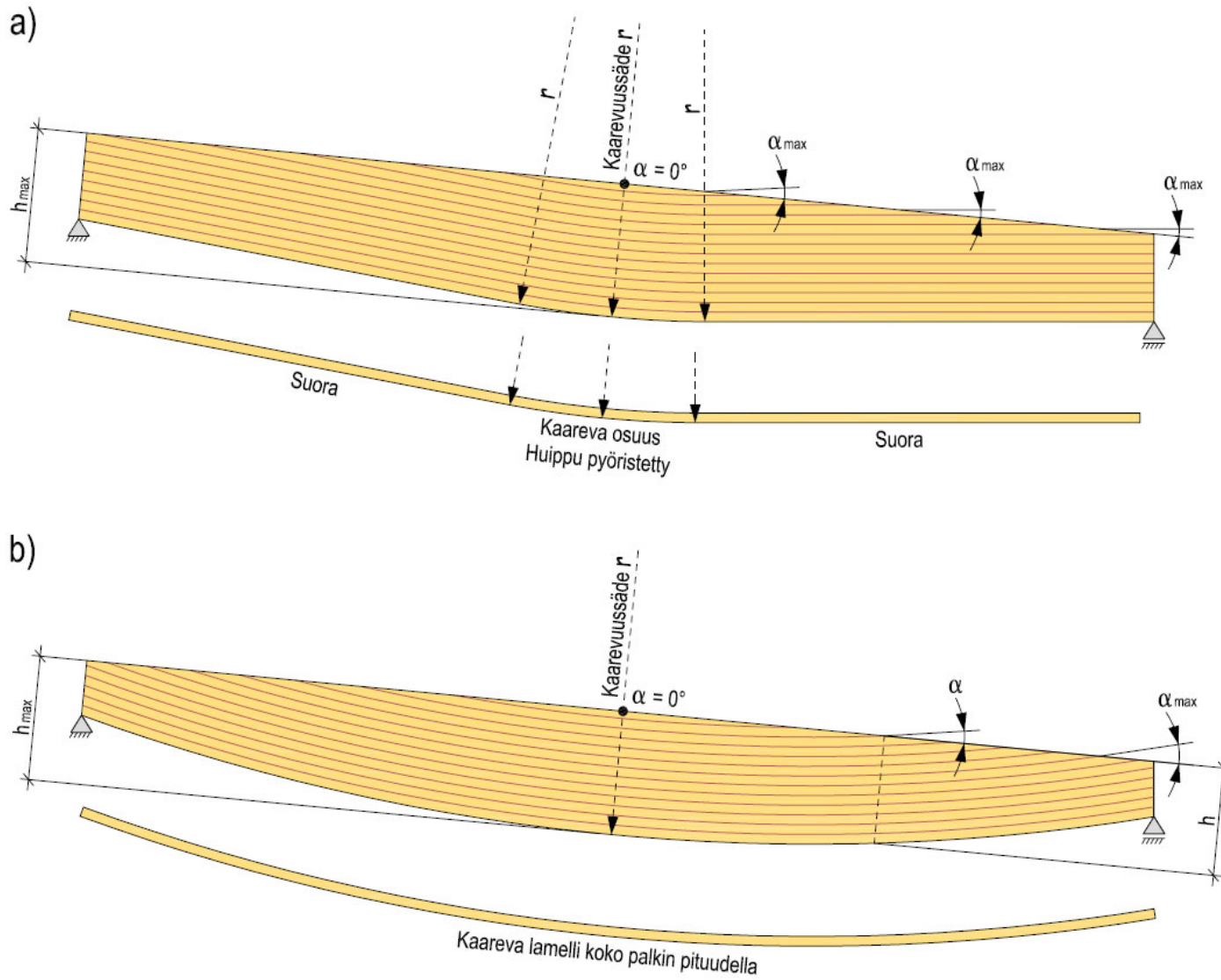
Mahapalkki

Nykyään

- On myös mahdollista toteuttaa mahapalkki siten, että vain harjan osuus on taivutettu ja muuten lamellit ovat suorat

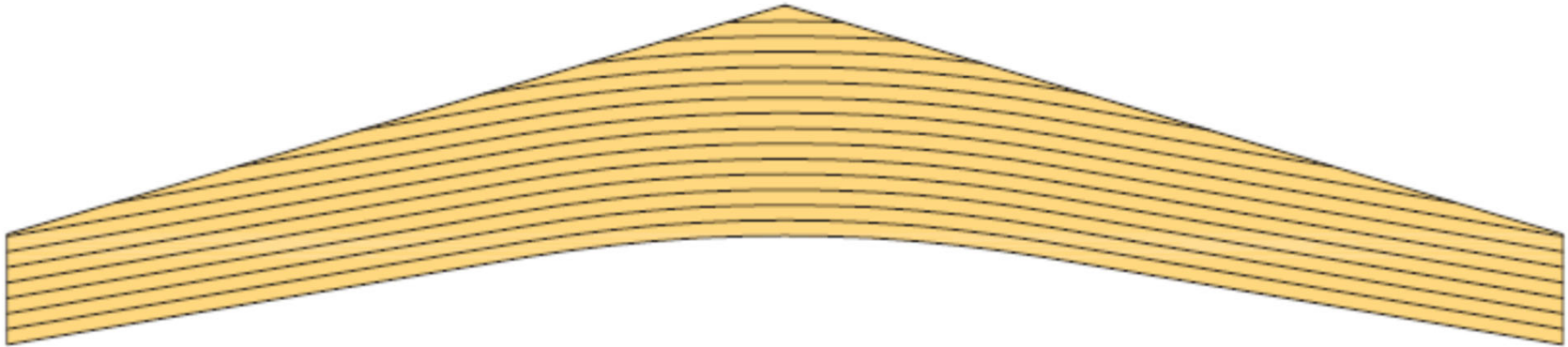


Mahapalkki



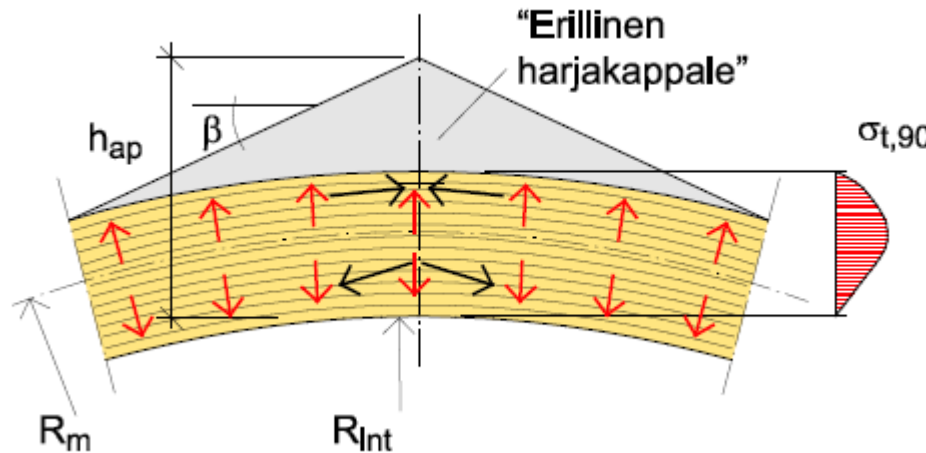
Kuva: Puuinfo

Bumerangi- eli kaarevaharjapalkki

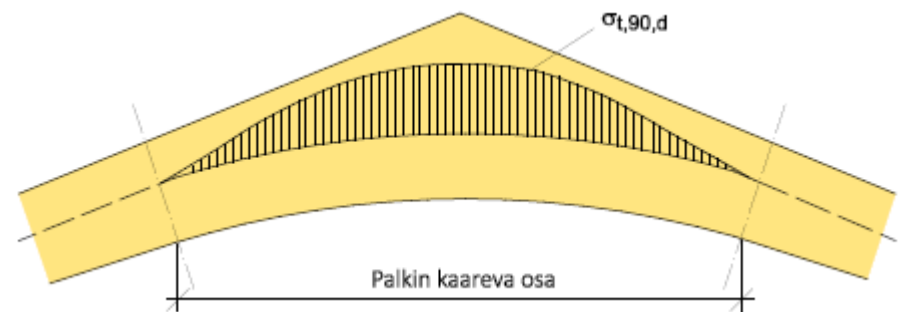


- Bumerangipalkki tehdään erillisellä hattukappaleella eli kaaripalkki, jossa hattu ruuveilla kiinni
- Myös bumerangipalkkia voidaan vahvistaa poikittaisia voimia vastaan, esimerkiksi ruuveilla ja porattavilla kierretangoilla

Bumerangi- eli kaarevaharjapalkki



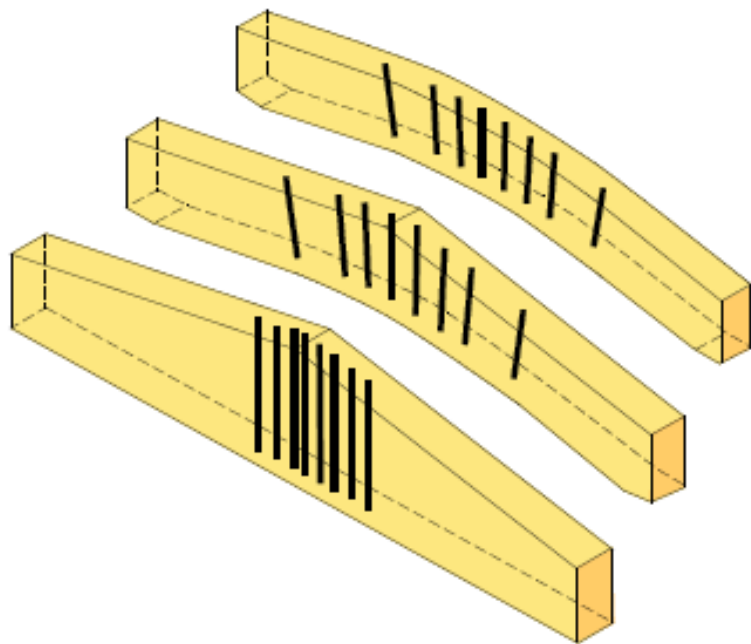
Kuva: Liimapuukäsikirja, osa 2



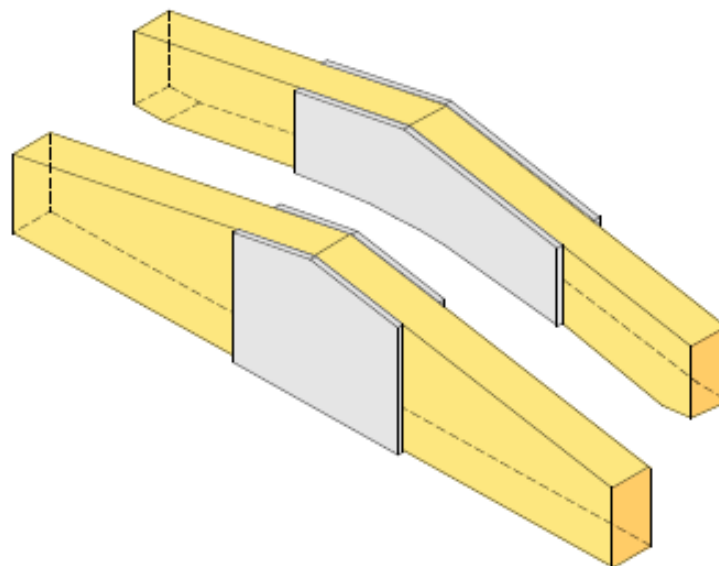
Kuva: Liimapuukäsikirja, osa 2

- Bumerangipalkki tehdään erillisellä hattukappaleella eli kaaripalkki, jossa hattu ruuveilla kiinni
- Myös bumerangipalkkia voidaan vahvistaa poikittaisilla voimia vastaan, esimerkiksi ruuveilla ja porattavilla kierretangoilla

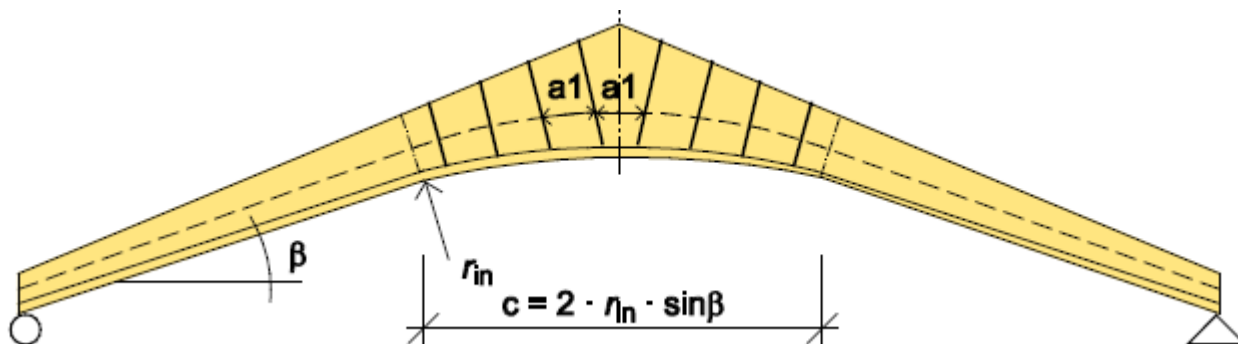
Bumerangi- eli kaarevaharjapalkki



Kuva: Liimapuukäsikirja, osa 2



Kuva: Liimapuukäsikirja, osa 2



Kuva: Liimapuukäsikirja, osa 2