

Opinnäytetyö Turun AMK

Insinööri (AMK), konetekniikka

2024

Jere Joki

# Kattoharjanteen suunnittelu ruokokatolle

– Metodit ja esimerkit suunnittelulle



Opinnäytetyö (AMK ) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK), konetekniikka

Heinäkuu 2024 | 36 sivua

Jere Joki

## Kattoharjanteen suunnittelu ruokokatolle

- Metodit ja esimerkit suunnittelulle

BioDemo-hanke on ollut yhteistyössä Turun AMK:ssa ja kyseinen hanke pyrkii kehittämään bio- ja kiertotalouden alueella yritystoimintaa sekä toimijoiden välisiä arvoketjuja. Hankkeen yhteydessä toteutettiin rakentamisen arvoketjun työpajoja, jossa yhtenä osana oli ruokokatot ja ruokokatto-arvoketjut. Opinnäytetyössä oli tavoitteena tehdä BioDemo-hankkeen toimeksiannosta suunnittelu- ja kehitysprosessimalli ruokokaton kattoharjanteelle. Tässä mallissa pyritään tuomaan esille metodeja, miten järviruokokatolle voitaisiin lähteä suunnittelemaan kattoharjannetta.

Opinnäytetyö aloitettiin tekemällä lyhyt vaatimusmäärittely toimeksiantajan kanssa, jonka pohjalta voitaisiin valita käytettävät metodit. Nämä metodit olivat materiaalin valinta sekä tuotteen suunnittelu. Materiaalin valinnassa pyrittiin vertailemaan, mikä materiaali sopisi tuotteelle parhaiten. Suunnittelussa pyrittiin tuomaan esille materiaalin mahdollistamia muotoja ja ratkaisuja. Lisäksi työssä tuodaan esille erilaisia huomionkohteita, joita projektin aikana syntyi. Lopussa tarkastellaan muutamaa kestävästä kehityksestä edistävää materiaalia ja metodologiaa.

Näiden avulla luotiin pääkohdat kattava menetelmä, joka ohjeistaisi suunnittelussa ja mahdollisesti vastaisi joihinkin ongelmakohtiin, joita suunnittelun aikana voisi ilmetä.

Asiasanat:

Tuotekehitys, kattoharjanne, suunnittelu, materiaali valinta

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Engineer (Bachelor), Mechanical engineering

July 2024 | 36 pages

Jere Joki

## Ridge designing for a thatched roof

- Methods and examples of the plan

BioDemo-project is a project that works in cooperation with Turku University on Applied Science, and it develops business and the value chains of operators on the field of bio and circular economics. Different workshops were held as a part of the project, one of which was a thatch roof-project and for this project the BioDemo-project wanted a modern solution for the ridge. Therefore, the subject for the thesis was to create a development plan regarding the ridge for BioDemo-project.

The project started with a simple definition of requirements made with the help of the project leaders. With these requirements, more methods could be chosen. These methods included the choosing of the materials and product development. Material selection tries to establish the most suitable material to be used in the project, whereas product development tries to find creative and innovative solutions for the designs. Also, in this project there are different problems and key points brought up that should be noted when designing the ridge. Lastly, there is a review of materials and methods that could be used to make the design more ecofriendly and sustainable.

With these methods a plan was created that could help and answer some questions that could arise when designing the ridge for the thatched roof.

Keywords:

Product development, roof ridge, designing, material selection

# Sisältö

<b>1 Johdanto</b>	<b>6</b>
<b>2 Haasteet ja mahdollisuudet</b>	<b>7</b>
2.1 Järviruoko kattomateriaalina	7
2.2 Haasteet ja mahdollisuudet	8
<b>3 Vaatimusmäärittely</b>	<b>12</b>
<b>4 Materiaalin valinta</b>	<b>13</b>
4.1 Materiaali valinnan suunnitelma	13
4.2 Tuotteen tehtävän ja toimintojen kartoitus	14
4.3 Vaatimusprofiili	14
4.4 Materiaalin esivalinta	16
4.5 Ominaisuusprofiilin laadinta	16
4.5.1 Ominaisuuksien etsintä	17
4.5.2 Materiaaliominaisuuden lukuarvot	17
4.5.3 Ominaisuuksien painokertoimet	18
4.6 Vaatimusten ja ominaisuuksien yhteensovittaminen	19
4.7 Prototypointi tai tuotteen valmistus	20
4.8 Käyttöseuranta ja uudelleenarviointi	21
<b>5 Tuotteen suunnittelu</b>	<b>22</b>
5.1 Tuotekehitysprojektin käynnistäminen	23
5.2 Luonnostelu	24
5.3 Kehittely	27
5.4 Viimeistely	28
<b>6 Kestävät vaihtoehdot</b>	<b>31</b>
6.1 Kierrätetty teräs SSAB Zero	31
6.2 SSAB Fossil-free ja HYBRIT-teknologia	32
6.3 GreenCoat®	32
<b>7 Yhteenveto</b>	<b>34</b>

**Kuvat**

Kuva 1. Ruokokaton päälle asetettu tuki.	10
Kuva 2. Suunnittelun vaiheet (Jokinen 2001, 16).	23
Kuva 4. Harjanteen liitos 1.	26
Kuva 5. Harjanteen liitos 2.	26
Kuva 6. Harjanteen reunan pyöristys.	26
Kuva 7. Harjanteen malli.	27
Kuva 8. Jatkokehitetty harjanne.	28
Kuva 9. Harjannepala.	29
Kuva 10. Harjanteen liitospala.	30
Kuva 11. Kokoonpantu harjanne.	30

**Taulukot**

Taulukko 1. Vaatimusprofiili.	14
Taulukko 2. Vaatimukest & ominaisuudet.	17
Taulukko 3. Ominaisuus lukuarvot.	18
Taulukko 4. Painoarvokertoimet.	19
Taulukko 5. Vertailuluku arvot.	20

# 1 Johdanto

Lopputyön tarkoituksena on luoda BioDemo-hankkeen toimeksiannosta kattoharjanteen suunnittelua varten ohjeistus, jossa käsitellään kattoharjanteen suunnittelu- ja kehitysmetodeja. Pyrkimyksenä on myös tuoda esille haasteita ja tapoja, joilla näistä haasteista voidaan selvitä, sekä mitä kannattaa ottaa huomioon suunnittelun eri vaiheissa.

Aiheen ilmaantuessa, kiinnostus heräsi päästä tekemään työtä kestävän kehityksen parissa ja tutustua paremmin järviruokoon rakennusmateriaalina.

Mielestäni on myös tarve lisätä ympäristöystävällisiä materiaaleja markkinoilla, pyrkiä yleistämään niitä. Järviruoko on yksi mahdollisuus lisätä ympäristöystävällisyyttä rakennusten suunnittelussa, sen ollessa vahva, ympäristöolosuhteita kestävä ja myös hieno vaihtoehto.

Tämän vuoksi onkin sopivaa löytää moderni, suomalaiseen designiin pyrkivä sekä kestävä ja ympäristöystävällinen tapa luoda järviruokokatolle sopiva kattoharjanne.

Opinnäytetyössä aluksi esitellään mitä haasteita harjanteen suunnittelussa on tullut esille. Haasteet sisältävät kysymyksiä ja suunnittelukohteita, jotka herättivät mietteitä projektin aikana. Näitä kohtia käydään läpi ja mietitään, miten näitä ongelmia voitaisiin ratkaista. Kun merkittävät kohdat on käyty läpi, esitellään tapoja ja menetelmiä, jolla tuotetta voitaisiin lähteä suunnittelemaan. Näitä menetelmiä ovat: vaatimusmäärittely, materiaalin valinta, suunnittelu ja toteutus. Tarkoitus on antaa esimerkki siitä, miten kyseiset menetelmät toimivat, miten niitä voidaan käyttää ja minkälaisen lopputuloksen niillä voi saada aikaan. Lopuksi käydään läpi, miten projektia voitaisiin viedä eteenpäin, ympäristöä ja kestävää kehitystä ajatellen.

## 2 Haasteet ja mahdollisuudet

Tarkoituksena on hahmottaa, mitä haasteita saattaa kattoharjanteen suunnittelussa tulla esille, kun sitä aletaan työstämään. Haasteita tuodaan esille käymällä läpi eri tuotannon kohtia, kuten tuotanto, pinnoitus ja asentaminen. Pyrin tuomaan esille ideoita ja mahdollisuuksia, miten kyseiset haasteet voitaisiin ratkaista tai välttää. Ongelmat ja ratkaisut perustuvat lähteisiin, järviruokokattoja tehneen henkilön kanssa käytyyn keskusteluun, sekä omiin havaintoihin ja kokemuksiin.

Mutta ennen ongelmakohtien esille tuomista, on hyvä tietää muutama asia itse kattomateriaalista, eli järviruokosta ja siitä miten se toimii kattomateriaalina.

### 2.1 Järviruoko kattomateriaalina

Järviruoko on vanha ja kauan käytetty kattomateriaali, jota esiintyy eri Euroopan ja Euroopan ulkoisissa maissa, kuten: Englannissa, Ruotsissa, Saksassa ja Tanskassa. Järviruoko materiaalina on hyvin luontoystävällinen ja uusiutuva.

Järviruoko sisältää suuren määrän piioksidia, tehden siitä tukevan ja kestäväan materiaalin. Tekemällä ruokosta nippuja, ne tekevät sadetta kestäväan kerroksen, jolloin sade ei juurikaan pääse tunkeutumaan 2,5–5 cm syvemmälle. (Hendricks 2023, Thatch Roofing In Rain And Snow.)

Niput kiinnitetään kiristämällä rautalankaa niiden ympärille ja kiinnittämällä rautalanka koukkuruuvien avulla järviruokon muodostaman pedin alla oleviin kattoruoteisiin tai kattomateriaaliin.

Kattoharjanne on perinteisesti tehty jostakin oljesta, kuten ohrasta, tai siihen on käytetty kasvipetiä, kuten turvetta tai nurmea. Nämä vaihtoedot eivät kuitenkaan kestä yhtä kauan kuin modernimmat vaihtoedot. Olkiharjanteet ja kasvipedit kestäväat yllensä noin 10–15 vuotta, kun taas modernit harjanteet, kuten tiili, kestäväat jopa yli 30–40 vuotta, ja oikein hoidettuna vielä pidempään. Tarve käyttää moderneja materiaaleja esiintyy lisää, kun otetaan huomioon

järviruokon kestoikä, joka on 25–40+ vuotta. Kun käytössä on modernimpi materiaali, katto ja itse harjanne kestäisivät saman ajan, ilman että harjannetta täytyisi uusia. (Thatch Advice Centre n.d. Life Expectancy of Thatched Roofs; Sorcolor Oy 2020, Tiilikaton huolto: tiilikattosi on todennäköisesti huonommassa kunnossa kuin luulet.)

## 2.2 Haasteet ja mahdollisuudet

Esittelen muutamia päähaasteita, joita kattoharjanteen suunnittelun aikana ilmeni. Pyrin antamaan niihin vaihtoehtoisia ratkaisuja tai tapoja millä ongelmat kohdat voidaan välttää.

### **Harjanteen pituus:**

Riippuen kohteen katon pituudesta ja materiaalista voidaan harkita hyvinkin yksinkertaisia metodeja, kun aletaan suunnittelemaan kattoharjannetta. Jos harjanne valmistetaan tiilestä, joudutaan käyttämään tietyn kokoisia paloja. Teräs mahdollistaisi pidempiä vaihtoehtoja tehtäväksi. Moni särmäystä tarjoava paja on kykenevä särmäämään jopa yli 6 m pituisia kappaleita. Tosin, koska kyseinen kappale täytyy myös pinnoittaa, voi pituus muuttua ongelmaksi. Vain koska kappale voidaan tuottaa tarpeeksi pitkänä, voi sen pinnoitus olla mahdoton samalla pituudella maalauslinjastolla. Tällöin voisi olla järkevää tehdä tuotteesta modulaarinen ja mahdollistaa myös pitkien harjanteiden teko samoilla osilla.

### **Leveys:**

Kattoharjanteen leveyden pakote on suojata vajaan jäävää järviruoko kerrosta. Järviruokonippuja kerrostetaan osittain toistensa päälle, jotta ne luovat kerroksia ja lisäävät paksuutta, sekä luovat haluttua muotoa kattoon. Mutta viimeiset niput katon huipulla jäävät tällöin vajaiksi, eikä huipusta tule yhtä paksua kuin muusta katosta. Kattoharjanteen on tarkoitus suojata ja peittää tämä vajaa järviruokokerros.



Vajaaksi jäävän kohdan leveys on arviolta noin 50 cm molemmin puolin. Tarvittava leveys on kuitenkin tapauskohtainen, joten harjanteen lopullinen leveys on hyvä päättää vasta kun ensimmäinen järviruokokatto on valmis.

### **Päällystys:**

Ajatellen sitä, mihin kohteeseen harjanne tulee, millainen päällyste ja mistä materiaalista se tehdään, määrittää mahdollisia tarpeita ja pinnoitus mahdollisuuksia. Pinnoitukset ovat yleisemmin tarpeen vain, jos materiaaliksi valitaan teräs.

Jos harjanne ei kaipaa erikoisempaa väritystä, voidaan kappaleille antaa sinkki pinnoitus. Sinkitys voi antaa teräkselle kiiltävän ja hohtavan pinnan jos kerros on ohut, tai tummanharmaan ja matan pinnan jos kerros on paksumpi. Suunnittelussa pitää ottaa huomioon, että kappale upotetaan nesteeseen, jolloin tulisi välttää umpinaisia muotoja johon neste voi jäädä. (Teknotyö n.d. Mitä kuumasinkitys on?)

Jos harjanteen väriksi kelpaa musta kiiltävä pinta, voidaan kappaleet kuumamustata. Kuumamustauksesta käytetään myös nimikettä sinistys. Sinistyksessä teräs pinnoitetaan kemiallisesti, lisäten materiaalin pinnan kestävyyttä ja korroosion sieto kykyä. Piirustuksissa mustausta merkitään merkinnällä "Black oxide coating". (Alahärmän Konemaalaus Oy n.d. Mustausopas.)

Jos värimahdollisuuksia halutaan lisää, voidaan jauhemaalaus ottaa vaihtoehdoksi. Jauhemaalaus tapahtuu linjastotyönä, jossa on muutama tärkeä työvaihe. Kahtena tärkeimpänä tuotteen suunnittelun kannalta on ripustus ja maalaus. Kun tuote ripustetaan linjastolle, tehdään se koukkujen avulla. Tällöin, suunniteltavassa kappaleessa tulisi olla reuna tai reiät, mistä kyseinen kappale voidaan ripustaa. Toisena kohtana on itse maalaus. On hyvä välttää tiukkoja muotoja, minne ruiskutettava maali ei helpolla pääse. Vaikeat muodot voivat jättää pintoja, jotka eivät saa yhtä hyvää pinnoitetta, jolloin ne voivat olla ensimmäisiä kohteita korroosiolle.

**Pääty ja reunat:**

Päädylle tai reunapaloille ei ole tarvetta kattoharjannetta suunniteltaessa. Tämä tarpeen puute perustuu järviruokon muodostamiin, itsenäisiin sivu- ja päätyräystäisiin. Harjanteen pääty täytetään tarvittaessa järviruokolla, ennen kuin kattoharjanne kiinnitetään. (RT 85-11148 2014, 4.)

**Kiinnitys:**

Suurimmaksi ongelmaksi kiinnityksen kanssa ilmeni järviruokopeitteen paksuus. Järviruokopeitteen ollessa yleensä noin 25–30 cm paksu, on vaikeus kiinnittää kattoharjannetta ilman mitään ylimääräistä tukirakennetta. Ratkaisuna toimisi tarpeeksi pitkät ruuvit, joilla harjanne voitaisiin kiinnittää katteen alusrakenteeseen. Tämä toimii, jos alla on yhtenäinen kattomateriaali, mutta voisi tuottaa ongelmia, jos katteen alla ei olisikaan alusrakennetta, vaan pelkät kattoruoteet. Tällöin ruuvien kohdistaminen vaikeutuisi ja saattaisi tuottaa turhia vaikeuksia. Toinen kiinnitys tapa, joka ratkaisisi molemmat ongelmat, on lisätä ylimääräinen tuki katteen päälle. Menetelmä, jota käytettiin BioDemo-hankkeen järviruokokatto työpajassa, oli kiinnittää rautatanko katteen päälle. Tämä ratkaisu näkyy alla olevassa kuvassa. Rautatanko kiinnitettäisiin samoilla ruuveilla kuin järviruokot kiinnitetään alusrakenteeseen/ruoteisiin. Tällöin harjanne voitaisiin kiinnittää tukirakenteeseen rautalangalla.



Kuva 1. Ruokokaton päälle asetettu tuki.

**Tiivisteet:**

Jos harjanteesta ollaan tekemässä modulaarinen, täytyy kappaleet olla jotenkin yhdistettävissä. Tämä tuottaa osien välille rakoja ja välejä, johon lika ja vesi voivat tunkeutua. Nämä kohdat tulisi suojata tiivisteillä, jottei roskat, vesi ja lumi pääse osien väliin ja aiheuta korroosiota.

Kattoharjanteissa yleensä käytetään harjannetiivistettä, kuten kumitiivistettä tai vaahtomuovitiivistettä. Osa tiivisteistä voidaan kiinnittää niissä olevan liimapinnan avulla, kun osa voidaan kiinnittää samalla kun kattopellit yhdistetään toisiinsa ruuvaamalla.

**Harjanteen kulma:**

Harjanteen kulma määräytyy katon jyrkkyyden mukaan. Järviruokokattojen lappeen, eli katon tukimateriaalin, johon kattomateriaalin kiinnitetään, suositeltu jyrkkyys on 45°. Puolestaan jiirin, eli kahden erisuuntaisen kattolapteen yhtymäkohta, suositeltava kaltevuus olisi 40°. Katot ovat näiden suositusten takia terävämmän muotoisia, jolloin kattoharjanteen muodoissa voitaisiin suosia teräviä muotoja, luoden yhtenäisen ja terävän tyylin. (RT 85-11148 2014, 3.)

**Kestoikä ja kunnossapito:**

Ruokokaton kestoikä on noin 25–40+ vuotta, jolloin materiaalin tulisi vähintään kestää yhtä kauan. Moni yleinen kattomateriaali kestää tämän ajan ilman suurempaa huoltoa. Olisi kuitenkin tärkeää, että harjanne olisi helposti puhdistettavissa ja pestävissä tarpeen vaatiessa.

### 3 Vaatimusmäärittely

Projektin alussa luodaan vaatimusmääritelmä, jolla kartoitetaan mitä asiakas haluaa tuotteelta. Vaatimusmäärittelyn avulla projektin aikana osataan tehdä oikeita päätöksiä, jotka tukevat näitä vaatimuksia ja vievät projektia oikeaan suuntaan, vähentäen ylimääraistä ja turhaa työtä sekä auttaa löytämään mahdollisia haasteita, jo ennen kuin ne tulevat vastaan. Vaatimusmäärittelyn avulla pystytään karsia esimerkiksi materiaaleja ja laskea tarvittava kestävyys tuotteelle. (Metatavu 2023, Vaatimusmäärittely: Mitä se tarkoittaa ja miksi se on tärkeä osa projektin onnistumista?)

Projektin alkutapaamisessa tulleita vaatimuksia oli muutamia. Näiden pohjalta vaatimusmääritelmä listasta tulikin vain alustava ja pieni. Tätä listaa tultaisiin laajentamaan, kun tuotetta suunnittelemaan ja tarkempia vaatimuksia määriteltäisiin materiaalin perusteella. Vaatimusmäärittelyn avulla päästäisiin alkuun ja saataisiin alustavat säännöt tuotteen suunnitteluun, jotka ohjaisivat materiaalin valinnassa ja ensimmäisten konseptien luomisessa. Myös hankkeen periaatteet ohjaisivat työtä. BioDemo-Hankkeen edistäessä kestäväää kehitystä, olisi ympäristöystävällisyys ja kierrätettävyys iso osa vaatimuksia, joita tultaisiin seuraamaan ja pitämään mielessä projektin ajan. Vaatimuksia, joita alkupalaverissa tuli esille:

- kestoikä
- liitettävyys
- voidaan asentaa samalla työmaalla kuin ruokokatto valmistetaan
- luoda modernin näköinen vaihtoehto

Näiden vaatimusten pohjalta alettaisiin tekemään alustavaa työtä, joka alkaisi materiaalien karsinnalla, jossa päätettäisiin yleinen materiaali, jonka avulla voitaisiin tehdä ensimmäisiä konsepteja ja lopulta päättää lopullinen materiaali ja luoda valmiita malleja ja piirustuksia.

## 4 Materiaalin valinta

### 4.1 Materiaali valinnan suunnitelma

Suunnitteluprosessi lähtee liikkeelle materiaalin valinnasta, sitä varten käytetään valintaprosessia. Tällä menetelmällä pyritään tuomaan esille toimintoja sekä tavoitteita, joita tuotteen halutaan täyttävän. Materiaalin valinnalla tutkitaan eri materiaaleja ja pyritään löytämään mahdollisimman optimaalinen valinta, asettamalla vaatimuksia, mitä tuotteen pitäisi täyttää. Prosessilla pyritäänkin yhteensovittamaan tuotteen vaatimukset ja materiaalien ominaisuudet. (Koivisto ym. 2014, 249.)

Valintaprosessiin kuuluu useita vaiheita, jotka vievät valintaa hiljalleen eteenpäin. Itsessään koko prosessi voi kestää koko tuotteen eliniän. Välillä näitä vaiheita joudutaan tekemään uudestaan tai niihin pitää palata, vaikkapa jonkin uudistuneen muutoksen tai huomatu virheen takia. Myös mahdollisuus kehittää tuotetta seuraamalla sen elinkaarta, voi tuoda esille syyn palata kyseiseen valintaprosessiin. Materiaalin valintaan kuuluu seuraavat vaiheet:

- Tuotteen tehtävän ja toimintojen kartoitus
- Vaatimusprofiilin laadinta
- Valintastrategian päättäminen
- Materiaalien esivalinta
- Ominaisuusprofiilin laadinta
- Vaatimusten ja ominaisuuksien yhteensovittaminen
- Prototyypin tai tuotteen valmistus
- Käyttöseuranta
- Mahdolliset uudelleenarvioinnit ja paluu valintaprosessin sopivaan vaiheeseen.

(Koivisto ym. 2014, 249.)

Näitä vaiheita käytäisiin pohjana materiaalin valinnassa ja ne käytäisiin tuloksineen yksitellen läpi.

Kolme viimeistä vaihetta korvataan esimerkillä, koska tuotetta ei valmisteta, vaan se jää mallinnus tasolle ja on esimerkki prosessista.

## 4.2 Tuotteen tehtävän ja toimintojen kartoitus

Tuotteen tehtävän ja toimintojen kartoituksella tiedostetaan mitä tuotteen pitäisi onnistua tekemään ja mitä siltä vaaditaan. Tehtävät ja toiminnot tulevatkin helposti esille jo, kun tuotteelle on tarve. (Koivisto ym. 2014, 249.)

Kattoharjanteen tehtävänä olisi sietää vuoden kaikki sääolosuhteet, suojata ruokoharjannetta vedeltä, tuulelta ja lumelta. Harjanteen toiminnot ovat, sietää sääolosuhteita ilman vaurioita, sekä olla tarpeeksi kestävä, jotta sen kestoikä olisi sama kuin ruokokatolla.

## 4.3 Vaatimusprofiili

Materiaalin valintaa varten luotaisiin vaatimusprofiili. Vaatimusprofiilin avulla kartoitetaan erilaisia vaatimuksia, joita tuotteeseen sekä sen materiaaliin kohdistuu. Vaatimus tyyppejä on Konetekniikan materiaalioppi kirjassa esitetty neljä seuraavaa pääkohtaa:

- Toimintojen vaatimukset: mitä tuotteen materiaaalilta halutaan tai mitä tuotteelta odotetaan sen käytön aikana.
- Ympäristön vaatimukset: mitä tuotteen käyttöympäristö edellyttää, että tuote kestäisi
- Valmistettavuuden vaatimukset: mitkä ovat tuotteen tuotannon tarpeet, sen säilöttävyys sekä muu logistiikka ja kokoonpanon vaatimat tarpeet
- Kustannusten vaatimukset: mitä tuotteen materiaalin ja itse tuotteen valmistus tulisi maksamaan ja mitä muita kuluja tuotteen elinkaaren aika tulee ilmi.

Näiden pääkohtien pohjalta mietitään lista vaatimuksia, mitkä materiaalin tulisi täyttää mahdollisimman hyvin. Jokaiselle vaatimukselle myös kerrotaan miten tuotteen tulisi selvitä vaatimuksesta. (Koivisto ym. 2014, 249–250.)

Taulukko 1. Vaatimusprofiili.

<b>A. Toimintojen vaatimukset</b>
-----------------------------------

<p><b>Materiaalin kestoikä</b></p> <p>-kattoharjanne materiaalin kestoikä täytyy olla samalla tasolla kuin ruokokaton (40–60 vuotta)</p> <p><b>Kattoharjanne ei tulisi lisätä liikaa ylimääräistä painoa</b></p> <p>-materiaalin tulisi olla mahdollisimman kevyt, jottei kattoharjanne lisäisi tuotteelle ylimääräistä ja turhaa painoa</p> <p><b>Tuotteen värit</b></p> <p>-materiaalia on mahdollista saada useassa eri värissä ja se täyttää haluttujen muotojen kriteerit</p> <p><b>Asennettavuus</b></p> <p>-materiaalin tulisi olla asennettavissa mahdollisimman helposti, ilman erillistä työvoimaa ja osaamista</p>
<p><b>B. Ympäristön vaatimukset</b></p> <p><b>Sääolosuhteiden aiheuttamat rappeumat ja vahingot</b></p> <p>-kuinka usein kattoharjanteen materiaali vaatii huoltamista</p>
<p><b>C. Valmistettavuuden vaatimukset</b></p> <p><b>Tuotteen tulisi olla muokkaus kykyinen</b></p> <p>-onko materiaalia mahdollista muokata ja teettää omia kappaleita</p> <p>-tuotteen piirustuksia ja parametrejä voidaan tarpeen mukaan muokata</p>
<p><b>D. Kustannusten vaatimukset</b></p> <p><b>Mikä on raakamateriaalin hinta</b></p> <p>-materiaali kustannukset €/m<sup>2</sup></p> <p><b>Tuotteen työstö</b></p> <p>-kuinka hintava tuote on valmistaa</p> <p><b>Materiaalin kierrätyksestä aiheutuvat kustannukset</b></p> <p>-onko materiaalia hankala kierrättää ja onko sitä mahdollista uusiokäyttää</p>

#### 4.4 Materiaalin esivalinta

Materiaalin esivalinnassa pyritään karsimaan jo osa materiaaleista, ettei turhimpia materiaaleja tarvitse tutkia. Valinnassa käytettiin ruokokaton RT-kortissa listattuja, jo hyväksi todettuja materiaaleja:

- kupari
- teräs
- tiili

Muita kattoharjanne tyyppejä oli lueteltu ruokokaton RT-kortissa. Nämä materiaalit olivat ruokoharja, heinäharja ja nurmimatto- eli turveharja. Nämä materiaalit ovat perinteisempiä harjanne materiaaleja, mutta ne eivät täyttäneet alustavaa ”luoda modernin näköinen vaihtoehto” vaatimusta, eikä niiden kestoikä ole tarpeeksi hyvä. (RT 85-11148 2014, 4.)

Tarkasteluun otettiin mukaan myös bitumikate, jotta tarkasteltavia materiaaleja saataisiin lisää. Kyseisestä materiaalista ei ollut tietoa ruokokaton RT-kortissa, muuta kuin nurmimaton asennuksessa, jossa bitumikermikaistale asennetaan nurmimaton alle. (RT 85-11148 2014, 4.)

#### 4.5 Ominaisuusprofiilin laadinta

Vaatimusprofiilin pohjalta luodaan ominaisuusprofiili. Tätä varten tehtiin kolme taulukkoa. Taulukkojen avulla pyritäisiin vastaamaan kolmeen seuraavaan kysymykseen:

- a) Mitä ominaisuuksia asetetut vaatimukset edellyttävät?
- b) Miten kukin materiaali suorittaa nämä kyseiset ominaisuudet?
- c) Mitkä ovat ominaisuuksien painoarvot tuotetta ajatellen?

(Koivisto ym. 2014, 251.)



#### 4.5.1 Ominaisuuksien etsintä

Ensimmäisessä taulukossa etsittiin ominaisuuksia, jotka täyttäisivät ja vastaisivat mahdollisimman hyvin asetettuja vaatimuksia.

Taulukko 2. Vaatimukest & ominaisuudet.

<b>Vaatus</b>	<b>Ominaisuudet</b>
<b>A. Toiminnot</b>	
-materiaalin kestoikä -materiaalin tulisi olla kevyt -tuotteen visuaaliset mahdollisuudet -tuotteen tulisi pystyä asentamaan ilman ylimääräisiä asentajia	-kestoikä -paino -visuaalisuus -asennettavuus
<b>B. Ympäristö</b>	
-kuinka usein materiaali vaatii huoltamista	-huollettavuus
<b>C. Valmistettavuus</b>	
-kuinka hyvin materiaalista on valmistaa erilaisia osia	-valmistettavuus
<b>D. Kustannukset</b>	
-materiaalin tulisi olla edullinen -valmistettavuuden vaatimat kustannukset -kierrätykseen liittyvät kulut ja haitat	-materiaali hinta -valmistus hinta -kierrätettävyys

#### 4.5.2 Materiaaliominaisuuden lukuarvot

Toisessa taulukossa, jokainen materiaali arvioitaisiin erikseen näitä ominaisuuksia käyttäen. Arvioitaessa voitaisiin ominaisuuksille antaa tietty

numeroarvo, jos sellaiset löytyvät jokaiselle materiaalille. Mutta selkeyden vuoksi, kyseisessä taulukossa, materiaaleille annettaisiin jokaisesta ominaisuudesta pisteet 0–100 väliltä. Jos materiaali saa täydet 100 pistettä, se tarkoittaa, että materiaali täyttää täydellisesti halutun vaatimuksen. Jos muut materiaalit eivät yllä samalle tasolle, pisteytetään ne heikommin ja annetaan pisteet verraten siihen, miten materiaalin tulisi suoriutua. Voi myös olla, että jonkin vaatimuksen vähimmäisvaatimus on niin tärkeä, että sen alittuessa on materiaalille annettava automaattisesti 0 pistettä. (Koivisto ym. 2014, 251–253.)

Vertailua varten pyrittiin valitsemaan samantasoiset materiaalit, niiden paksuudelta ja kuinka yleisiä ne ovat kattomateriaalina.

Taulukko 3. Ominaisuus lukuarvot.

	RST-Metalli (0.6mm)	Bitumikate (3.2mm)	Kupari (0.6m)		Tiili
Kestävyys/Kestoikä	100	90	100		90
Paino kg/m <sup>2</sup>	100	90	95		40
Visuaalisuus	90	30	80		50
Asennettavuus	80	30	80		30
Huoltaminen	90	100	90		80
Valmistettavuus	100	30	100		30
Hinta €/m <sup>2</sup>	85	100	70		50
Kierrätettävyys	100	30	100		80

#### 4.5.3 Ominaisuuksien painokertoimet

Viimeisessä taulukossa selvitetäisiin ominaisuuksien tärkeysjärjestys. Sen sijaan että ominaisuuksia yritettäisiin selvittää ja järjestellä samanaikaisesti, ominaisuuksia verrattaisiin toisiinsa yksitellen, käyttäen ristitaulukkoa. Tällä määriteltäisiin, kuinka tärkeitä ne ovat toisiinsa verrattuna. Asettamalla ominaisuudet pystyriville ja antamalla niille kirjaimet aakkosjärjestyksessä, on ne helppo luokitella myös ylös vaakariville. Ominaisuuksia sen jälkeen verrataan toisiinsa, ja pyritään selvittämään, kumpi ominaisuus on tärkeämpi. (Koivisto ym. 2014, 252.)

Esimerkiksi, jos todetaan materiaalin **hinnan** olevan tärkeämpi kuin **visuaalisuuden**, merkittäisiin **hintaa** ja **visuaalisuutta** vertailevassa ruudussa,

taulukkoon **hintaa** vastaava aakkonen. Jos todetaan että toinen vertailtavista ominaisuuksista on huomattavasti toista tärkeämpi, voidaan tällöin tärkeämmälle ominaisuudelle antaa kaksinkertainen kerroin kyseiseen ruutuun. On myös mahdollista, että ominaisuudet ovat samanarvoisia, jolloin molempien ominaisuuksien aakkoset merkataan ruutuun. Laskemalla kuinka monta kertaa ominaisuutta vastaava aakkonen esiintyy taulukossa, saadaan jokaiselle ominaisuudelle painoarvokerroin.

Taulukko 4. Painoarvokertoimet.

Ominaisuudet	A	B	C	D	E	F	G	H
Kestävyys A	A	A	A	A	A	A	AG	A
Paino B		C	C	D	BE	F	2G	H
Visuaalisuus C			CD	CD	C	CF	2G	CH
Asennettavuus D				D	D	D	G	DH
Huoltaminen E					F	F	G	EH
Valmistettavuus F						G	G	F
Hinta G							G	G
Kierrätettävyyden H								
	7	1	5	5	2	4	9	5

#### 4.6 Vaatimusten ja ominaisuuksien yhteensovittaminen

Vaatimusten ja ominaisuuksien yhteensovittamiseen on kaksi erilaista tapaa, joista ensimmäisessä menetelmässä lasketaan kaikille materiaaleille vertailuluku, käyttämällä materiaaliominaisuuden lukuarvoa ja ominaisuuden painokerrointa. Kyseinen menetelmä oli kannattavin ja mahdollinen valmiilla tiedoilla, joita materiaaleista ja ominaisuuksista on jo kerätty.

Taulukossa ominaisuudet ja niiden painokertoimet lisättiin vasempaan reunaan ja keskelle lisättiin materiaaliominaisuuksien lukuarvot. Käyttämällä yhtälöä:

Vertailuluku =  $\sum(w \cdot M)/C$ , jossa

M = materiaaliominaisuuden lukuarvo

w = ominaisuuden painokerroin

C = materiaalin käyttöön liittyvät kustannukset

Taulukossa ei ole otettu huomioon materiaalin käyttöön liittyviä kustannuksia. Kustannukset liittyvät materiaalin elinkaarikustannuksiin, eli LCC (Life Cycle Costs).

Tällöin yhtälöä, jota taulukossa käytettiin, on seuraavanlainen:

$$\text{Vertailuluku} = \sum w \cdot M$$

Ominaisuuden painokertoimella kerrotaan saman rivin materiaaliominaisuuden lukuarvo. Nämä kerrotut luvut plussataan yhteen ylhäältä alas, josta saadaan vertailuluku. (Koivisto ym. 2014, 253–254.)

Taulukko 5. Vertailuluku arvot.

Ominaisuus	Painokerroin	RST-Metalli	Bitumikate	Kupari	Tiili
Kestävyys/Kestoikä	7	100	90	100	90
Paino kg/m <sup>2</sup>	1	100	90	95	40
Visuaalisuus	5	90	30	80	50
Asennettavuus	5	80	30	80	30
Huoltaminen	2	90	100	90	80
Valmistettavuus	4	100	30	100	30
Hinta €/m <sup>2</sup>	9	85	100	70	50
Kierrätettävyyys	5	100	30	100	80
		<b>3495</b>	<b>2390</b>	<b>3305</b>	<b>2200</b>

Parhaimman vertailuluvun sai teräs, joka valittaisiin alustavaksi materiaaliksi suunnitteluita varten. Myöhemmin tarkisteltaisiin vielä tarkempaa materiaalityyppejä uuden materiaali valintaprosessin avulla.

#### 4.7 Prototypointi tai tuotteen valmistus

Prototyypin avulla voidaan testata, saavuttaako valittu materiaali halutut vaatimukset. Prototyypin sijasta, tuotteesta voidaan valmistaa testierä, jonka asiakas ottaa käyttöön, ja antaa itse palautteen siitä, miten tuote pärjää. Näillä metodeilla on tarkoitus kerätä dataa siitä, miten valittu materiaali suoriutuu.

Monesta materiaalista on tehty jo paljon tutkimuksia, joten tarjolla on tietoa materiaalien kestävydestä. Prototyypit tuovatkin enemmän esille suunnittelun kannalta kriittistä tietoa. (Koivisto ym. 2014, 254.)

#### 4.8 Käyttöseuranta ja uudelleenarviointi

Käyttöseurannassa tutkitaan, millainen elinkaari tuotteella on ja miten se suoriutuu. Tätä infoa voidaan saada prototyypin luomisella ja testauksella, tai hankkimalla asiakaspalautetta. Tarkoituksena on selvittää, onko tarvetta palata johonkin suunnittelun vaiheeseen ja tehdä uudelleenarviointia, täten parantaa tuotetta. Tämän seurauksena, voi olla mahdollista, että materiaalin valinta jatkuu koko tuotteen suunnittelun ajan, ja jopa sen jälkeen. (Koivisto ym. 2014, 254.)

## 5 Tuotteen suunnittelu

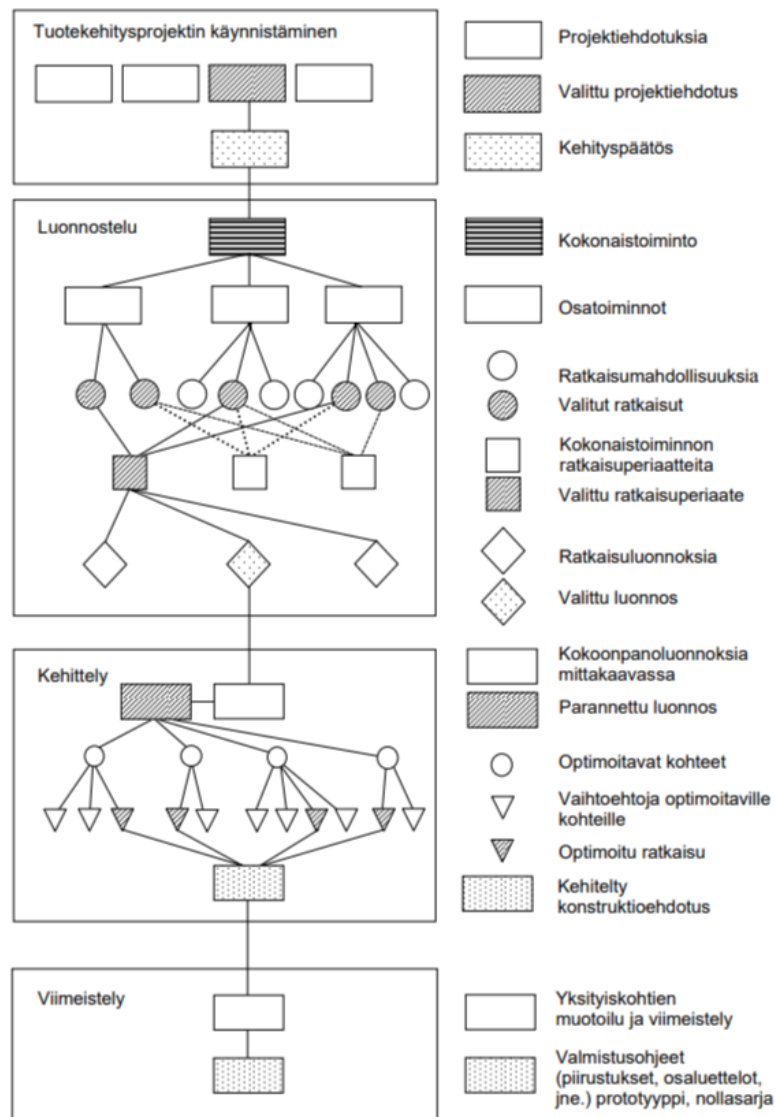
Lähtökohtaisen materiaalin selvittyä, lähdettäisiin luomaan konsepteja, mitä materiaali mahdollistaisi. Tarkoituksena on alkuun tarkastella, mitä mallilta halutaan ja kaivataan. Menetelmä olisi sama kuin materiaalin valinnassa, mutta karsittuna ja muokattuna mallin luomista varten. Alkuun luotaisiin lista vaatimuksista ja tarpeista. Näistä luotaisiin konsepteja, jotka pyrkivät täyttämään yhden tai useamman vaatimuksen. Alustavien konseptien pohjalta karsittaisiin ja luotaisiin viimeistelyjä malleja sekä piirustuksia.

Tuotteen suunnittelua varten otettiin käyttöön Tapani Jokisen kirjoittamassa Tuotekehitys kirjassa kuvattu tuotekehityksen vaiheet. Siinä työvaiheet jaetaan yleisesti neljään toimintavaiheeseen:

- Tuotekehitysprojektin käynnistäminen
- Luonnostelu
- Kehittely
- Viimeistely

Toimintavaiheet sisältävät useita, pienempiä työvaiheita, jotka on esitetty kuvassa 2. Suunnittelun vaiheet (Jokinen 2001, 16.)

Harjanteen suunnittelussa käydään läpi neljä pääkohtaa, jotka antavat yleisen esimerkin tuotteen suunnittelusta. Ilman asiakasta, jonka kanssa tuotteen muodoista ja tarpeista voisi keskustella, on turhan tarkkaan läpikäyty tarkastelu melko turhaa.



Kuva 2. Suunnittelun vaiheet (Jokinen 2001, 16).

### 5.1 Tuotekehitysprojektin käynnistäminen

Käynnistys vaiheessa tuodaan esille tarve tuotteelle ja sen kehittämiseksi, mutta myös mahdollisuus toteuttaa kyseinen tuote. Nämä kaksi kriteeriä pitää täyttää, jotta projektia voidaan lähteä viemään eteenpäin, sillä ei ole järkeä kehittää tuotetta, jolle ei ole kysyntää tai tuotetta, joka on melkein, ellei täysin mahdoton toteuttaa.

Tarve tuotteenkehitykselle voi tulla esille hyvinkin erikoisista tai sattumanvaraisista paikoista, mutta varmempi tapa löytää kehityksen tarve on

tutkia sitä tietoa mitä on tarjolla yritysten sisällä ja ulkona. (Jokinen 2001, 17–21)

Kattoharjanteen tuotekehitys tuli BioDemo-hankkeen sisältä. Halu ja tarve saada uusi ja moderni kattoharjanne, heidän ruokokatto-projektiansa varten.

## 5.2 Luonnostelu

Luonnosteluvaiheessa on tarkoitus luoda ja etsiä erilaisia ratkaisuja tuotteen kehittämistä varten. Luonnostelun menetelmiä on useita, mutta ne pitkälti pitävät sisällään samat työvaiheet.

Ennen yhdenkään luonnoksen tekemistä, on pyrkimyksenä selkeyttää kattoharjanteen tehtävä ja mitä suunnittelussa tulisi ottaa huomioon. Alustava vaatimusmäärittely, joka tehtiin projektin alussa, toimisi perustana. Tätä vaatimusmäärittelyä selkeytettiin ja laajennettiin puhumalla asiantuntevan henkilön kanssa, joka on tehnyt ruokokattoja noin 20 vuotta.

Tuotteen tehtävään kuuluu kattomateriaalin luoman harjanteen suojaaminen erilaisilta sääolosuhteilta. Tärkeänä on ohjata vettä katon ruokopedille, josta vesi pääsee valumaan pois. Tärkeänä osana on ehkäistä mahdollista korroosiota tuotteessa, välttämällä muotoja, jotka keräävät likaa tai vettä. Myös ahtaiden välien välttely, minne kosteus voi kertyä muttei pääse kuivamaan, on kannattavaa. Muita huomioon otettavia kohtia pystyttiin selvittämään asiantuntevan henkilön kanssa, joka on tehnyt ruokokattoja noin 20 vuotta. Kohtia, joita keskustelussa tuli esille:

Kiinnitys: katto harjanne voidaan kiinnittää rautalangalla metalliseen tukirakenteeseen, joka tulee kattomateriaalin päälle. Tämä tuki on esitetty kuvassa 3 Ruokokaton päälle asetettu tuki.

Leveys: Kattoharjanteen ei tarvitse tulla paljoa katon päälle, vaan peittää katon ohuempi kohta, jossa kattomateriaali ei ole yhtä paljon kuin muualla katossa.



Pituus: Kattoharjanteen pituus voi vaihdella kohteen mukaan, joten on hyvä pyrkiä muotoihin, jotka mahdollistavat niiden liittämisen yhteen.

Harjanne muoto: harjanteen mieluusti tulisi olla jyrkkä, olettaen että katto itsessään on jyrkkä. Jos katto on loiva, on harjanne tehty myös järviruokosta.

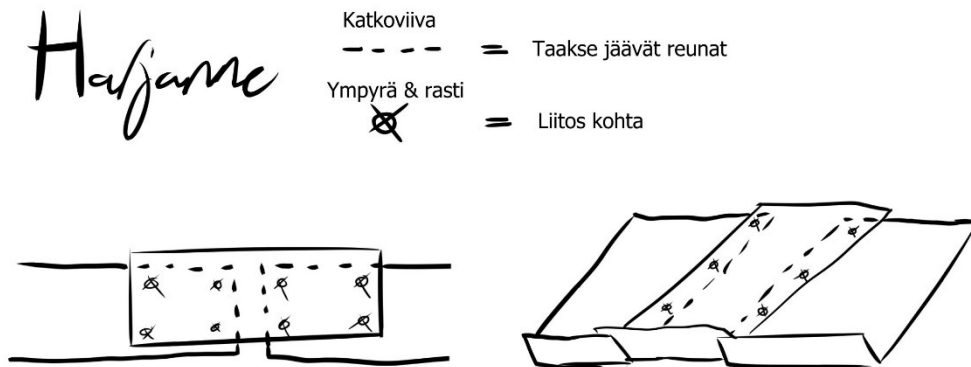
Modulaarisuus: kattoharjanne on tehty Ruukkin valmiista kattorakenteista, joten modulaarisuus on hyvinkin mahdollista. Jos kyseessä on hyvin lyhyt harjanne, voisi olla mahdollista tehdä harjanne yhdestä kappaleesta.

Harjanteen pääty: harjanteen päätyyn ei tarvita erillisiä palasia, sillä pääty täytetään järviruokolla ennen kuin harjanne asennetaan paikalleen.

Vaatusmääritelmälistan pohjalta tehtäisiin brainstorming tyylinen konseptointi, jossa pyritään tekemään mahdollisimman paljon ideoita, vaikkei ne täyttäisikään kaikkia vaadittuja kriteerejä. Tarkoituksena on luoda mahdollisimman paljon konsepteja, joiden pohjalta voitaisiin valita speksejä, jotka täyttäisivät vaatimukset. Näistä valituista ominaisuuksista voitaisiin lähteä luomaan tarkemmin mietittyjä konsepteja. Lopussa tulisi olla lopullinen suunnitelma, joka perustuu alussa tapahtuneeseen ideointiin. (Miro n.d. What is brainstorming?)

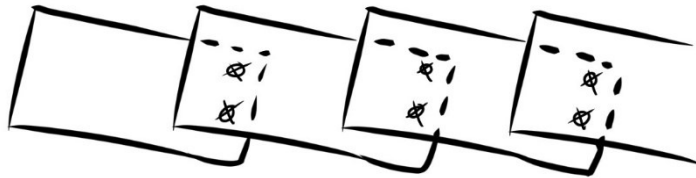
Konsepteja syntyi harjanne palasten liittämisestä yhteen. Alkuun tarkoituksena oli keksiä tapa, miten kahden kattoharjannepalan luoman raon voisi peittää. Tästä syntyivät kaksi ensimmäistä konseptia, jossa sauman päälle tulee samanlainen harjannepala, kuin alla olevat harjannepalat. Harjannepalat

liitettäisiin toisiinsa tiivisteellä ja ruuveilla.



Kuva 3. Harjanteen liitos 1.

Seuraavassa oli tarkoituksena miettiä täysin erilaista harjannepalasten liitöntä menetelmää ja visuaalista tyyliä. Tyyli muistuttaa hyvin paljon tiiliharjanteen asettelua.



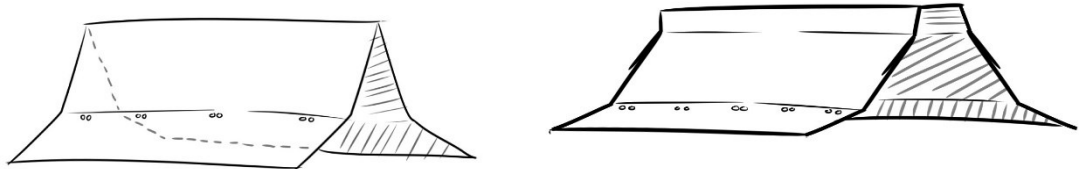
Kuva 4. Harjanteen liitos 2.

Kolmannessa konsepti parissa, ideana oli miettiä liitöntä ja harjannepalasten reunoja, jos ne olisivat pyöristetyt, taittamalla reunat kaksin kerroin.



Kuva 5. Harjanteen reunan pyöristys.

Viimeisessä konseptiparissa ajatuksena oli luoda koko kattoharjanne yhdestä kappaleesta, myötäillen harjanteen muotoja sekä ottaen huomioon kiinnityksen rautalangalla. Harjanteen kärjen muoto oli erottavana tekijänä; toisessa kokeiltiin terävää muotoa, joka muistuttaa enemmän ruokokaton jyrkkyyttä, kun taas toisessa kokeiltiin kuutiomaisempaa vaihtoehtoa.

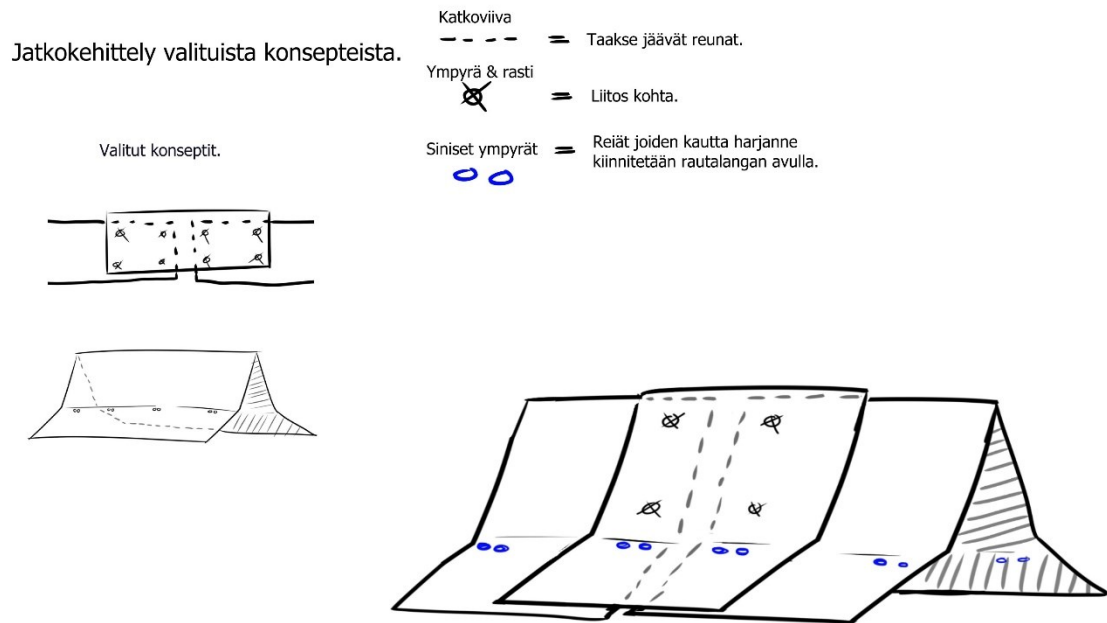


Kuva 6. Harjanteen malli.

### 5.3 Kehittely

Kehittelyä varten valitaan luonnoksista vaihtoehdot, jotka todetaan hyödyllisiksi ja jotka toteuttavat tarpeet mahdollisimman hyvin. Tarkoituksena on lisätä etuja sekä etsiä ja poistaa uusia ongelmakohtia, joita voidaan vielä tarvittaessa ratkaista uusien konseptien avulla. Kehittelyä ja uudelleen ideointia voidaan tehdä useita kertoja, jotta jokainen heikkokohta on saatu kehitettyä pois. Kun suurimmat ongelmat ovat poissa, siirrytään yksityiskohtiin, joissa pyritään yhdistelemään valitut vaihtoehdot. (Jokinen 2001, 90–91.)

Itse valitsin kaksi konseptia, joissa yhdistin modulaarisen idean, terävän harjanteen sekä liitospalan. Ideana oli luoda yksikertainen tyyli, jota voitaisiin käyttää kaikissa katon jyrkkyyksissä ja pituuksissa. Osien kiinnittäminen tukirakenteeseen ja toisiinsa olisi myös helppoa. Tarvittaessa, kulmia olisi helppo muuttaa tarpeiden mukaan.



Kuva 7. Jatkokehitetty harjanne.

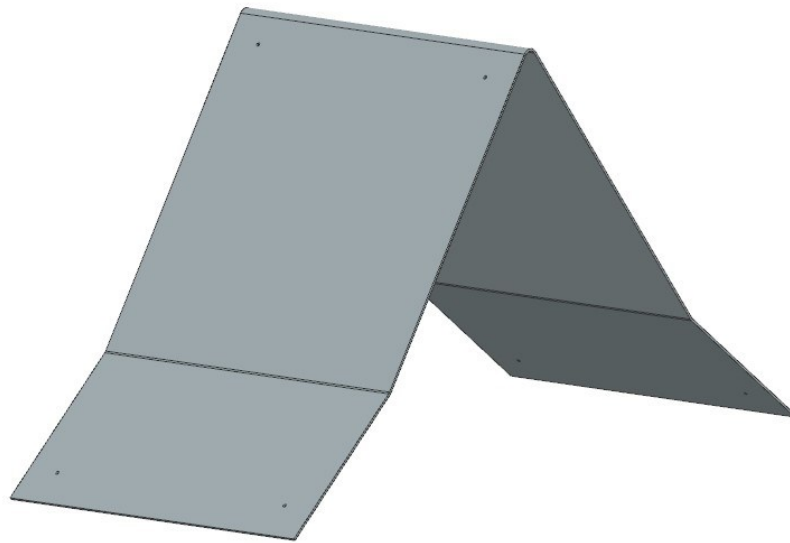
#### 5.4 Viimeistely

Viimeistelyssä luodaan 3D-malli, piirustukset ja muu tarpeellinen, kuten käyttö- ja asennusohjeet, tuotteen valmistamista ja käyttämistä varten. Tässä vaiheessa tiedetään tuotteen tarkat mitat, materiaali ja muut ominaisuudet. (Jokinen 2001, 96–99.)

Mallit on tehty Siemens NX mallinnus ohjelmalla. Kuvissa esitetään kattoharjanteen pitkäkappale, liitoskappale sekä näiden kahden kappaleen yhdistelmä.

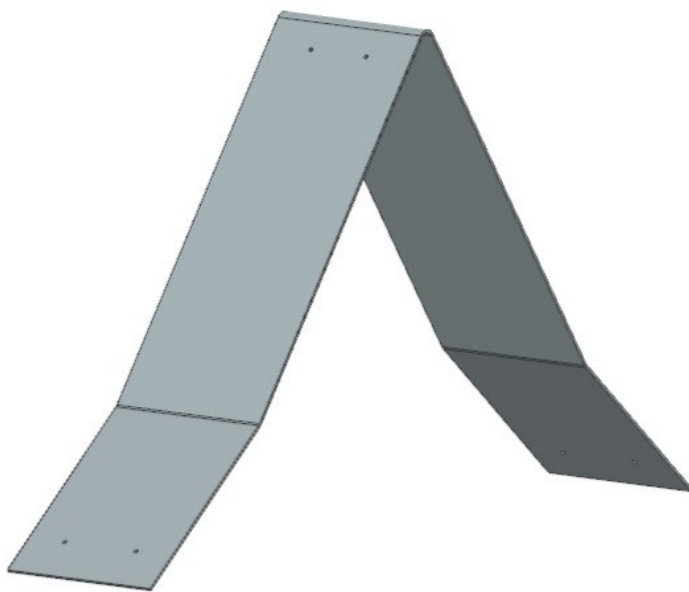
Pitkästä harjanne- ja liitoskappaleesta jätettiin pois reiät, joiden kautta kappaleet liitetään tukirakenteeseen. Nämä tehtäisiin käsiporakoneella, sillä tukirakenne ei välttämättä ole suora ja materiaalipaksuus on hyvin ohut. Liitos kohdat voitaisiin tehdä myös käsiporalla, jolloin reiät ovat aina kohdallaan, mutta jos reikiä ei ole lainkaan, voi se rajoittaa pinnoitus mahdollisuuksia. Siksi molemmissa kappaleissa on ylhäällä ja alhaalla reiät. Pitkä harjannekappale tehtiin

suunnitelmien perusteella. Sen tarkoitus on peittää ja suojata kattoharjanne koko pituudeltaan. Harjannepala mitoitetiin pituudelta 1 m pituiseksi. Ideana oli antaa mahdollisuus käyttää samaa palaa kaikkiin kohteisiin, jotka olisivat tasametrisiä. Tällä tavoin voitaisiin samaa tuotetta käyttää useammissa kohteissa, ilman että uusia suunnitelmia täytyisi tehdä.

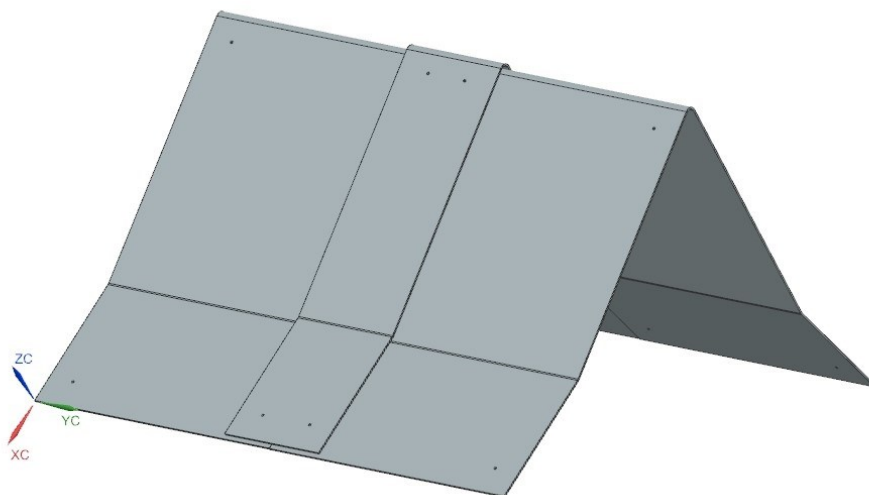


Kuva 8. Harjannepala.

Liituskappaleesta tehtiin lyhyt, jossa tarkennetaan tarkoitusta littää ja suojata harjannesaumakohtaa. Liitospalan ajateltu pituus on 40 cm. Tämä mitta muodostuu liitosreikien sijainnista. Kaikki reiät, harjanne- ja liitospalassa, ovat 10 cm kappaleen reunasta. Tällöin saumakohdassa, joka kahden harjannepalasan vierekkäin asettamisesta syntyy, jättää näiden harjannepalasten reikien välille 20 cm välin. Tämä väli suojataan ja annetaan molemmille puolille vielä ylimääräiset 10 cm pelivaraa tiivisteelle. Tiivisteeseen voisi asettaa joko liitosruuvien kohdalle, tai niiden jälkeen, liitospalan ulkoreunalle.



Kuva 9. Harjanteen liitospala.



Kuva 10. Kokoonpantu harjanne.

## 6 Kestävät vaihtoehdot

Lopuksi pyrin tuomaan esille mahdollisuuksia, jotka voisivat edistää tuotetta kestäväen kehityksen kannalta. Kyseiset materiaalit ja menetelmät ovat ympäristö ystävällisiä, joten niiden käyttö ja valitseminen projektin tulevaisuudessa voisi olla varteen otettava vaihtoehto. (mitkä kehityksen kohteet voisivat olla järkeviä, tuotteen jatkon kannalta. Tarkoituksena on tutkia kestäväen kehityksen kannalta hyviä materiaaleja ja tulevaisuuden teknologisia metodeja, sekä miettiä miten kestävää kehitystä voitaisiin edistää kyseisessä projektissa.)

### 6.1 Kierrätetty teräs SSAB Zero

SSAB Zero on 2023 vuonna SSAB teollisuuskonsernin lanseeraama tuote, joka on kierrätetystä teräksestä tehtyä nollapäästöistä terästä. Teräs tuotetaan valokaariuunissa (EAF), käyttämällä kierrätettyä terästä. Valokaari uunissa yleisimmin sulatetaan romua. Metalli saadaan sulatettua uunissa syntyvän valokaaren avulla, joka syntyy, kun grafiittielektrodeja päästetään uuniin, reaktoiden sulatettavan materiaalin kanssa, luoden kyseisen valokaaren. SSAB Zeron kohdalla, tarvittava energia valokaariuunin käyttämiseen tuotetaan fossiilivapaalla sähköllä tai biokaasulla.

Tämän anisosta SSAB Zero on nollapäästöistä terästä ja tulevaisuudessa oiva materiaali, joka edistää kestävää kehitystä ja tukisi samoja periaatteita kuin BioDemo-hanke. SSAB Zeron ollessa vielä uusi tuote, on sen hinnat korkeammat kuin muilla yleisemmillä teräksillä. Mutta kattoharjanteen pienen materiaalikulutuksen takia, ei hinnan nousu olisi välttämättä liian suuri ongelma, jotta kattoharjanteen sekä koko katon kohdalla päästäisiin täysin ympäristöystävälliseen tavoitteeseen.

Vaikka SSAB Zero olisi täydellinen kierrätetty teräs, ei kierrätettyä terästä tule tarpeeksi, että sillä voitaisiin vastata maailmanlaajuiseen kysyntään. Tätä

aukkoa tarjonnassa SSAB pyrkiikin tulevaisuudessa paikkaamaan heidän SSAB Fossil-free tuotteella ja HYBRIT-teknologialla. (SSAB n.d. SSAB Zero)

## 6.2 SSAB Fossil-free ja HYBRIT-teknologia

SSAB konserni pyrkii tuomaan vuonna 2026, markkinoille fossiilivapaan teräksen, eli SSAB Fossil-free teräksen. Tämä toteutuu heidän kehittämällä HYBRIT-teknologialla, jossa poistetaan hiilidioksidipäästöt teräksen valmistuksesta.

Kaksi kohtaa, jossa teräksen valmistuksessa syntyy hiilidioksidipäästöjä, ovat malmien louhinta ja malmien jalostaminen. Rautamalmin louhimisessa pyritään päästöttömiin vaihtoehtoihin. Esimerkki tästä on SSAB:n ja Volvon yhteistyöllä tehty, täysin sähköinen ja kierrätetystä teräksestä tehty sähködumpperi. Puolestaan teräsmalmin sulattamisessa, jossa syntyy hiilidioksidipäästöjä, kun malmi sulatetaan masuuniuunissa, pyritään korvaamaan hiilidioksidipäästöt vedellä. Koska masuuniuuneihin käytetään hiiltä ja koksia polttoaineena, joka aiheuttaa hiilidioksidipäästöt. HYBRIT-teknologian avulla, päästöinä ei ole hiilidioksidi, vaan vesi. Hiili, koksi ja maakaasut korvataan vedyllä, joka tuotetaan fossiilivapailla menetelmillä, kuten tuulivoimalla.

Koska HYBRIT-teknologia on vielä kehittymässä, on SSAB Zero tukemassa jo valmista kysyntää fossiilivapaalle teräkselle. Ne yhdessä tukevat toisiaan markkinoilla ja vastaavat tulevaisuudessa fossiilivapaan teräksen kysyntään. (SSAB n.d. HYBRIT-teknologia)

## 6.3 GreenCoat®

GreenCoat® on SSAB:n ja Ruotsalaisen, Royal Institute of Technology (KTH), yhdessä kehittelemä, luontoystävällinen värjäys tapa. Sitä käytetään kattoihin, ulkopintoihin ja ränneihin, joten kyseinen materiaali kävisi oikein hyvin kattoharjanteen materiaaliksi. Siinä missä yleisin öljy vaihtoehto värjäystä varten on fossiiliset öljyt, käyttää GreenCoat® Ruotsissa tuotettua rypsiöljyä.



Tämä tekeekin värjäysprosessista paljon ympäristöystävällisemmän, vähentäen päästöjä ja fossiilisten aineiden käyttöä. (SSAB n.b. Swedish rapeseed oil for sustainable building)

## 7 Yhteenveto

BioDemo-hanke oli projektin toimeksiantaja, jossa tarkoituksena oli tutkia ja luoda perustaa ruokokattoharjanteelle, joka edustaisi suomalaista modernia tyyliä koskien kattoharjanteen suunnittelua ja palvelisi alan uusia toimijoita. Pyrkimyksenä oli tuoda esille haasteita ja menetelmiä siitä, kuinka suunnittelu- ja kehitysprosessia voitaisiin lähteä tarpeen vaatiessa viemään eteenpäin. Suunnitelmassa käytiin läpi vaatimusmäärittelyä, materiaalin valintaa sekä tuotteen suunnittelua.

Vaatimusmäärittelyn tarkoituksena oli määritellä alkuvaatimukset, joiden perusteella pystyttäisiin tekemään alustavia valintoja, esimerkiksi materiaalin alkuvalinnassa. Näiden vaatimusten avulla pystyttäisiin myöhemminkin ohjaamaan suunnittelua ja ideointia, myöhemmissä projektin vaiheissa.

Materiaalin valintaan otettiin tarkasteluun Koivisto ym. Konetekniikan materiaalioppi kirjassa esitetty materiaali valinta menetelmä. Siinä käytiin esimerkkinä alustava materiaalivalinta, josta valikoitui materiaaliksi 0,6 mm RST-teräs. Jatkona materiaalin valinnalle, olisi mahdollista tehdä toinen materiaalin valinta, jossa verrattaisiin tarkempia teräs tyyppejä toisiinsa. Tämän avulla saataisiin päätettyä vielä tarkemmin materiaali tyyppi.

Materiaali valinnan pohjalta alettiin tekemään tuotesuunnittelua ja -kehitystä. Suunnittelussa käytettiin Jokinen T, Tuotekehitys kirjan esittämää suunnittelu prosessia. Suunnittelu kattaa hyvin paljon eri työvaiheita, joista pyrin karsimaan itselleni turhat osiot pois, ja tuomaan itselle tuttua suunnittelu tapaa esille. Lähteessä paneudutaan tarkemmin suunnittelun eri vaiheisiin ja eri tyyliihin, miten suunnitteluprosessia voidaan lähestyä. Itsellä oli tarkoituksena tuoda esille suunnittelun neljä pääkohtaa, jotka olivat tuotekehitysprojektin käynnistäminen, luonnostelu, kehittäminen ja viimeistely. Näiden prosessien avulla saatiin luotua yksinkertainen konsepti, joka täyttäisi alustavia kriteerejä, kuten asennettavuuden, kestoajan ja keveyden. Lopullinen tuote voisi olla hyvinkin erilainen, sillä suunniteltu oli vain esimerkkiä antava. Suunnittelu jäi osittain

pintapuolisemmaksi, sillä projektin aikana ei ollut kohdetta tai asiakasta, mihin tai kelle tuote tulisi, jolloin tarkkoja mittoja ja vaatimuksia ei ollut tiedossa.

Lopuksi pyrin tuomaan esille mahdollisia menetelmiä ja materiaaleja, jotka voisivat edistää tuotteen kestävästä kehitystä. Merkittävät löydöt olivat SSAB konsernin kehittämä SSAB Zero kierrätetty teräs, HYBRIT-teknologia, joka pyrkii vähentämään fossiilipäästöjä teräksen valmistuksesta, sekä GreenCoat® pinnoite, jossa käytetään rypsiöljyä pinnoitteen tekemisessä.

## Lähteet

Hendricks, J. 2023. Thatch Roofing In Rain And Snow. Viitattu 15.6.2024.

<https://www.hendricksarchitect.com/architecture/thatch-roofing-in-rain-and-snow>

Jokinen, T. 2001. Tuotekehitys. 6.painos.

<http://lib.tkk.fi/Reports/2010/isbn9789526033204.pdf>

Koivisto, K; Laitinen, E; Niinimäki, M; Tiainen, T; Tiilikka, P & Tuomikoski, J. 2014. Konetekniikan Materiaalioppi. 12.–14.painos. Porvoo: Bookwell Oy.

Metatavu. 2023. Vaatimusmäärittely: Mitä se tarkoittaa ja miksi se on tärkeä osa projektin onnistumista? Viitattu 10.5.2024.

<https://metatavu.fi/vaatimusmaarittely-mita-se-tarkoittaa-ja-miksi-se-on-tarkea-osa-projektin-onnistumista/>

Miro n.b. What is brainstorming? Viitattu 5.6.2024.

<https://miro.com/brainstorming/what-is-brainstorming/>

RT 85-11148. 2014. Ruokokatot. Ohjekortti. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS. Viitteessä (RT 85-11148, 2014)

Sorcolor. 2020. Tiilikaton huolto: tiilikattosi on todennäköisesti huonommassa kunnossa kuin luulet. Viitattu 15.6.2024. <https://sorcolor.fi/2020/04/08/tiilikaton-huolto-tiilikattosi-on-todennakoisesti-huonommassa-kunnossa-kuin-luulet/>

SSAB n.b. SSAB Zero. Viitattu 25.6.2024. [https://www.ssab.com/fi-fi/fossiilivapaa/ssab-zero/tie-kestavan-kehityksen-mukaiseen-terakseen?\\_gl=1\\*vylnrm\\*\\_up\\*MQ..&gclid=CjwKCAjw9layBhBJEiwAVuc3frBtanfoFbfAg\\_Yy5blp9N5\\_Ezw3hHISHPqL\\_Dpc4rEMJKkpgSvOhxoCMa4QAvD\\_BwE](https://www.ssab.com/fi-fi/fossiilivapaa/ssab-zero/tie-kestavan-kehityksen-mukaiseen-terakseen?_gl=1*vylnrm*_up*MQ..&gclid=CjwKCAjw9layBhBJEiwAVuc3frBtanfoFbfAg_Yy5blp9N5_Ezw3hHISHPqL_Dpc4rEMJKkpgSvOhxoCMa4QAvD_BwE)

SSAB n.b. HYBRIT-teknologia. Viitattu 25.6.2024. [https://www.ssab.com/fi-fi/fossiilivapaa/oivallus/hybrit-uusi-vallankumouksellinen-teraksenvalmistuksen-teknologia?\\_gl=1\\*166k7td\\*\\_up\\*MQ..&gclid=CjwKCAjw9layBhBJEiwAVuc3frBtanfoFbfAg\\_Yy5blp9N5\\_Ezw3hHISHPqL\\_Dpc4rEMJKkpgSvOhxoCMa4QAvD\\_BwE](https://www.ssab.com/fi-fi/fossiilivapaa/oivallus/hybrit-uusi-vallankumouksellinen-teraksenvalmistuksen-teknologia?_gl=1*166k7td*_up*MQ..&gclid=CjwKCAjw9layBhBJEiwAVuc3frBtanfoFbfAg_Yy5blp9N5_Ezw3hHISHPqL_Dpc4rEMJKkpgSvOhxoCMa4QAvD_BwE)

SSAB n.b. Swedish rapeseed oil for sustainable building. Viitattu 30.6.2024. <https://www.ssab.com/en/brands-and-products/greencoat/sustainable-building/swedish-rapeseed-oil>

Thatch advice centre, n.d. Life Expectancy of Thatched Roofs. Viitattu 15.6.2024. <https://www.thatchadvicecentre.co.uk/thatch-information/care-thatch/longevity>