

UNIVERSITY OF OULU
KERTTU SAALASTI INSTITUTE

FMT

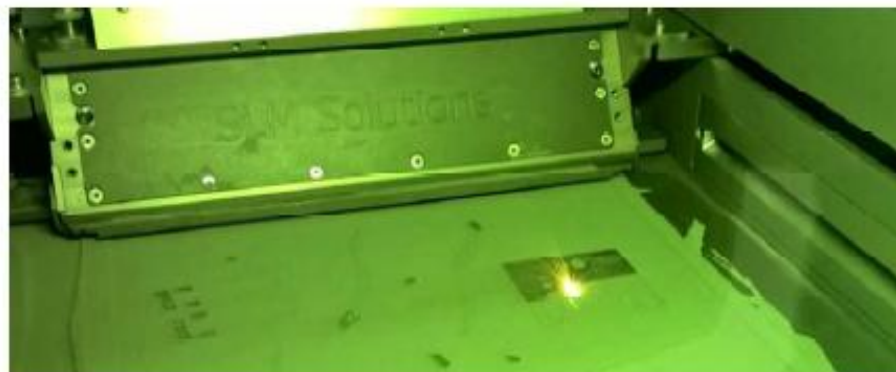
FUTURE MANUFACTURING
TECHNOLOGIES



Euroopan unionin
osarahoittama



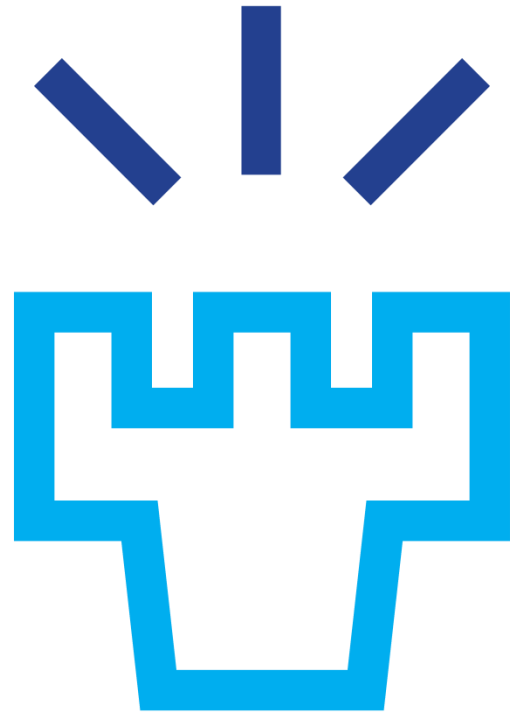
ELME STUDIO



FMT

FUTURE MANUFACTURING
TECHNOLOGIES





**UNIVERSITY
OF OULU**
KERTTU SAALASTI INSTITUTE

KATI **Sähköauton** **suunnittelu**

Terho Iso-Junno

FMT
FUTURE MANUFACTURING
TECHNOLOGIES



Lähtötiedot



- **Rakennetaan 2 kpl sähköautoja**
- **Sähkötekniikka autohin otetaan Nissan Leaf:ista**
 - A) purkamalla käytettynä ostettava auto
 - B) ostamalla valmis “kitti”
- **Rakennettava auto**
 - 2 paikkainen
 - Takavetoinen
 - Moottori sijoitettu taakse
 - Visuaalisesti miellyttävä

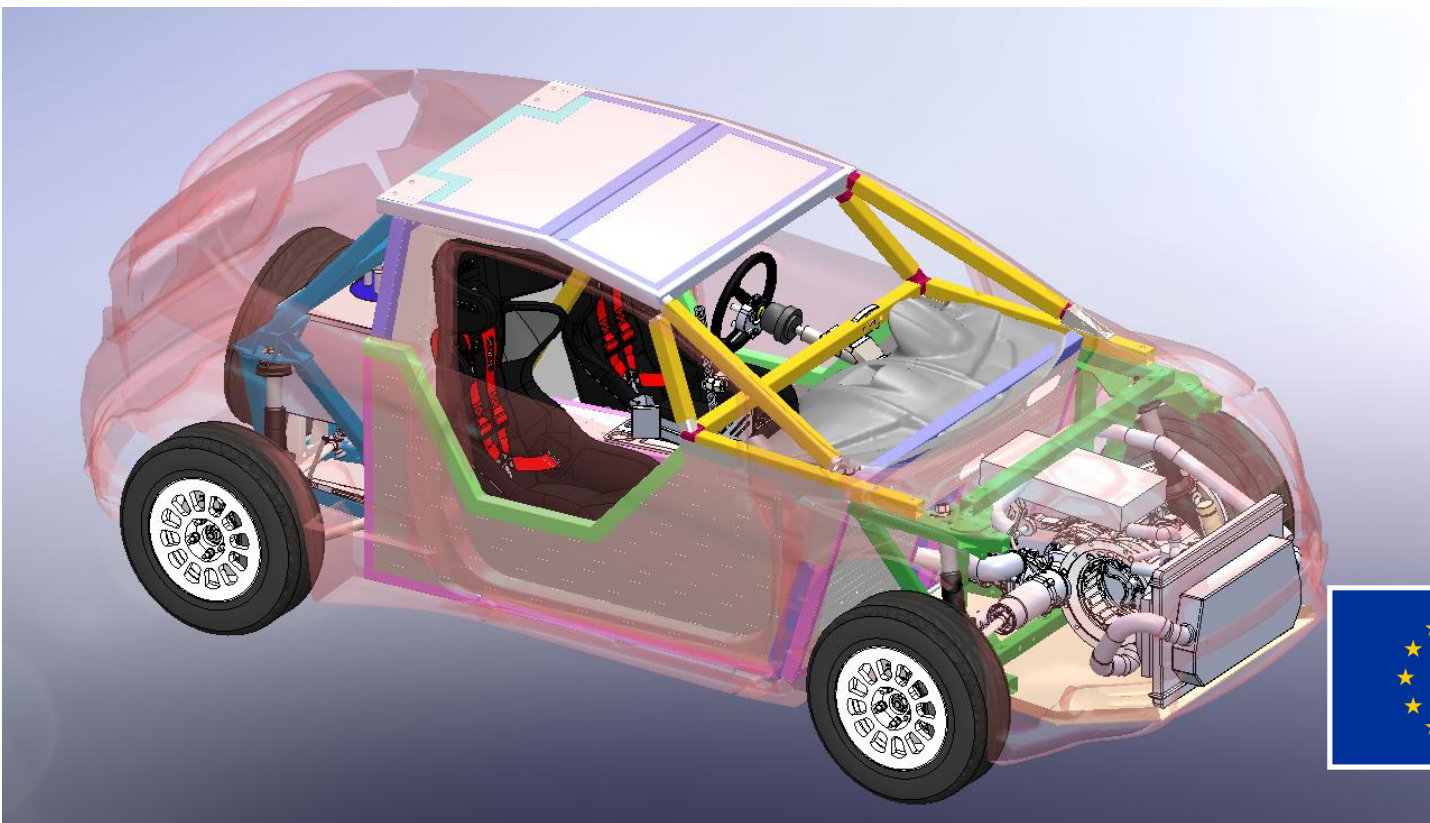


**Euroopan unionin
osarahoittama**



Taustatietoa

- Sähköauton suunnittelussa käytetään hyödyksi ULTRA-projektissa saatuja oppeja ja tietoa



**Euroopan unionin
osarahoittama**



Auton kori



Lotus Exige Series 2 tubular chassis 2000 - 2011



Porsche 911 to 993 tubular chassis 1963 - 1998



Alpine New A110 tubular chassis 2017 -



- <https://www.rallybodykits.com/>
 - Espanjalainen firma, joka valmistaa lasikuidusta rallikäyttöön putkirunkojen päälle soveltuvia auton koreja.
 - **26.03.2024 kontaktoitu firmaa**
 - Kaikki korit rakennetaan tilausten perusteella
 - 2 korin rakentaminen veisi aikaa 10+8 viikkoa
 - Korit kannattaa lähettää 2 erässä, jolloin rahti edullisempi.
- **Valittiin koreista vertailuun Porsche + Alpine A110 + Lotus Exige S2**



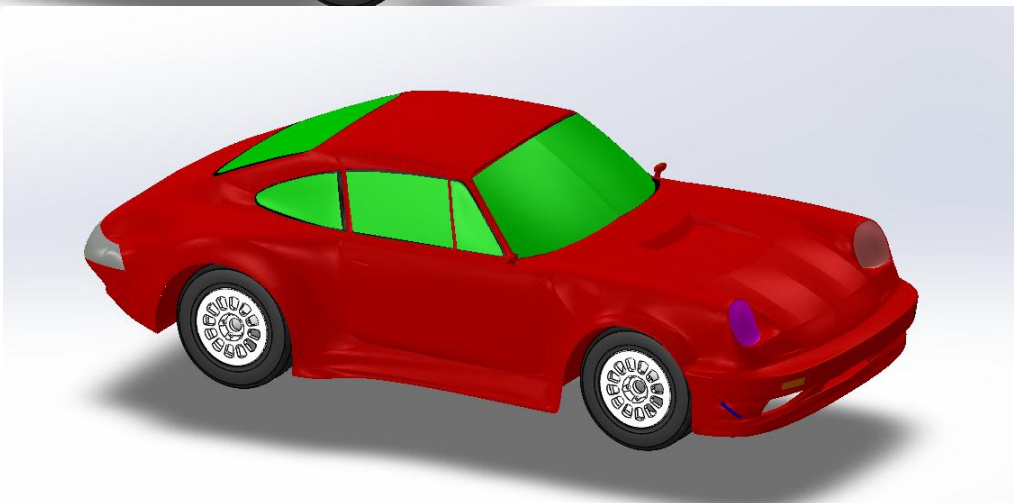
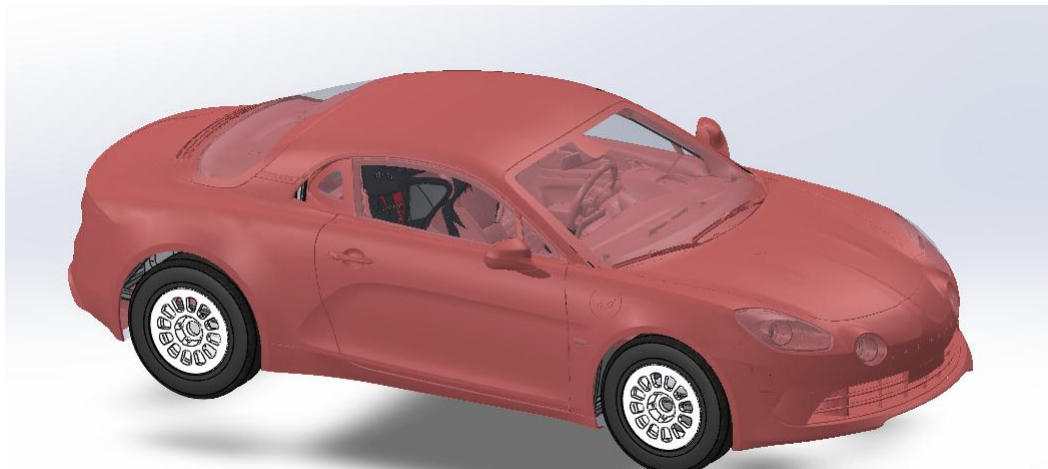
Auton akseliväli + muut päämitat

- Nissan Leafista ja valituista korivaihtoehdoista kartoitettiin kriittiset dimensiot auton suunnittelun kannalta
- Dimensioista nähdään, että luovuttajana toimivaan verrattuna tarjolla olevien porschejen korimallit ovat akseliväliltään lyhyitä ja kapeita.

Car body specs	Wheel base	Track Front	Track Rear	turn R	Length	Width	Height	ground cl.	weight
Nissan Leaf 11-13	2700	1540	1535	10,4	4445	1770	1550	159	1642
Nissan Leaf 13-15 (1st fl)	2700	1540	1535	10,4	4445	1770	1550	159	1505
Nissan Leaf 16-17 (2nd fl)	2700	1540	1535		4445	1770	1550	159	1525
Nissan Leaf 18-21 ZE1	2700	1530-1540	1545-1555	10,84	4490	1788	1530-1575	130-150	1580-1811
Nissan Leaf 2022	2700	1530-1541	1545-1556	10,84	4490	1788	1530-1576	150-155	1545-1811
porsche 911 64-73	2210-2268	1367 - 1378	1341-1359		4291	1652	1310		975-1110
porsche 911 930 74-89	2270	1372	1380	10,4	4291	1652	1320		900-1335
porsche 911 964 turbo 89-94	2272	1380	1374	12	4250	1652	1310		1230-1470
porsche 911 GT2/993 94-98	2272	1405	1440-1474	12,6	4245	1735	1300		1238-1500
Alpine A110	2419	1556	1553	11,4	4180	1798	1252		
Lotus Exige S2	2300	1475	1507		3797	1727	1159	130	875-935



3D mallinnus koreista



- Päämittojen perusteella tutkittiin luotiin 3D mallit valituista koreista annetuilla päämitoilla.
- 3D malleja varten haettiin netistä valmiita mallinnettuja koreja, tässä keskityttiin ensisijaisesti alpine A110 ja Porsche 911 malleihin.





Nissan leaf akkupaketti

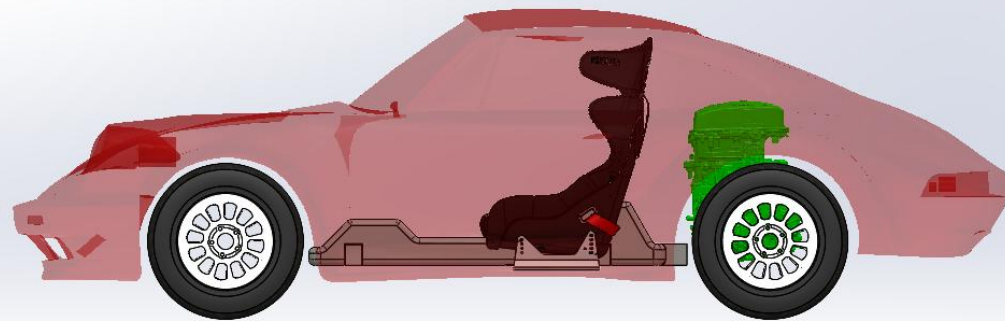


- Nissanin alkuperäinen akkupaketti on sijoitettu auton lattiaan
- Akkupaketti on muotoiltu sopimaan optimaalisesti 4 paikkaiseen Leafiin
- Akkupaketin päämitat ovat noin 950*1500mm

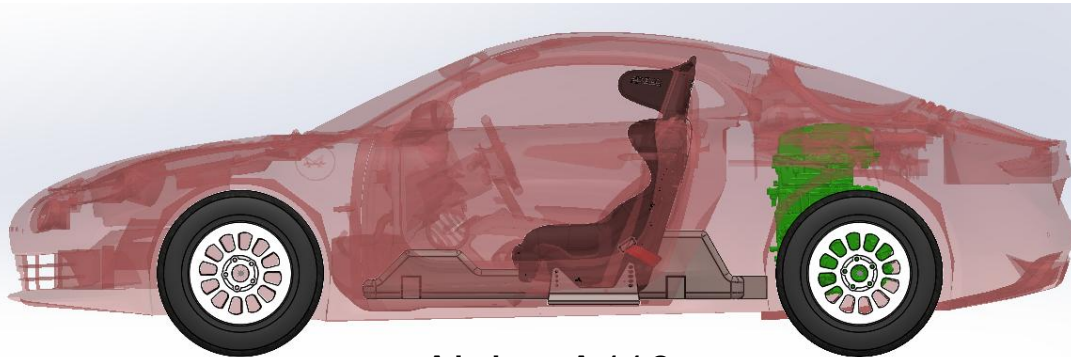




Akkupaketin sovitus rakennettavaan sähköautoon

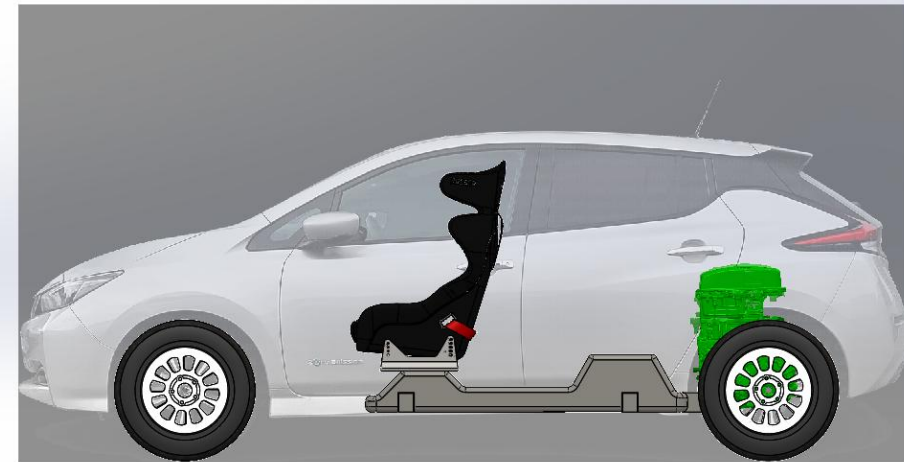


Porsche 911



Alpine A110

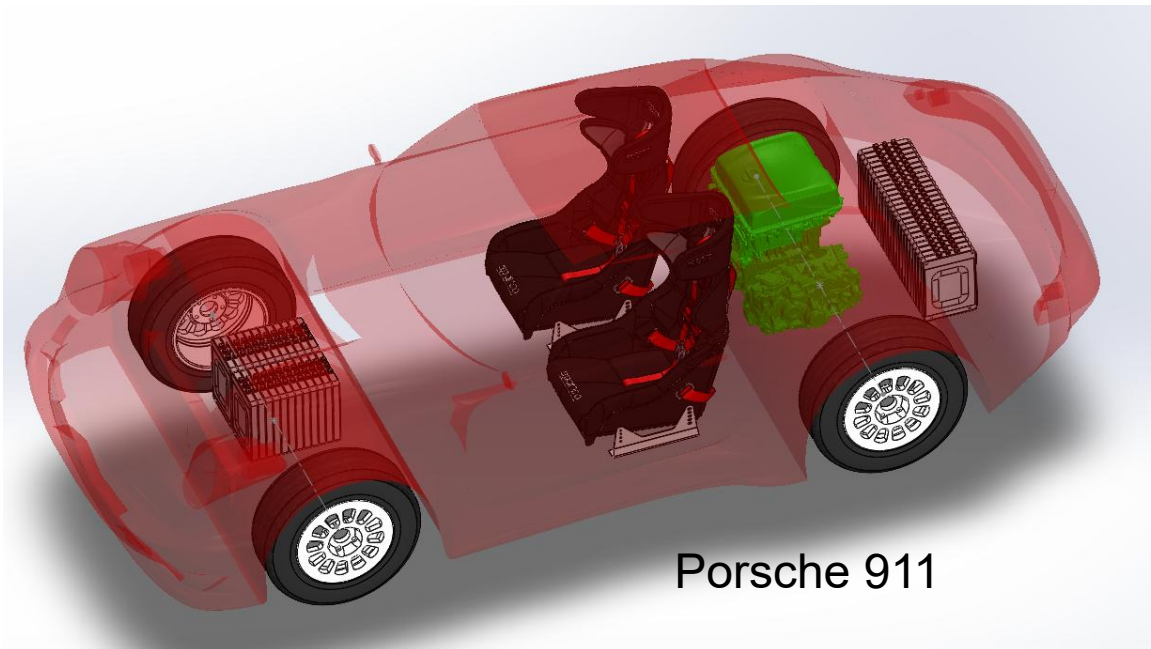
- 3D mallien perusteella voidaan havaita, että Leafin akkupaketti ei sallaisenaan mahdu rakennettavaan 2 paikkaiseen sähköautoon
- 1) Akkupaketin pituus ja muoto ei sovi 2 paikkaiseen autoon
- 2) Suunnitellut automallit ovat profiililtaan matalia, jolloin korkeussuunnassa ei ole riittävästi tilaa istuimelle ja akkupaketille.



Nissan Leaf

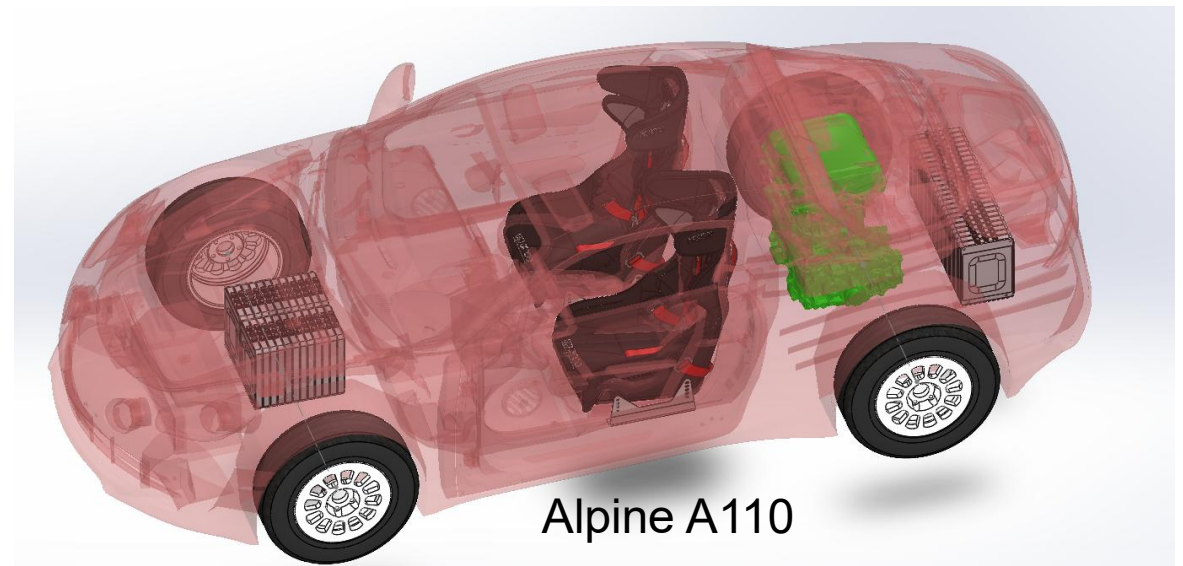


Akkupaketin sovitus rakennettavaan sähköautoon



Porsche 911

- Alkuperäinen akkupaketti pitää purkaa ja jakaa sen sisältämät moduulit 2 eri pakettiin
 - 1. akkupaketti sijoitetaan eteen auton etuakselien väliin
 - 2. akkupaketti sijoitetaan auton perään moottorin taakse
- Akkupaketin jakaminen tuo projektiin lisäsisältöä ja antaa mahdollisuuden perehtyä tarkemmin akkujen sisäiseen rakenteeseen.



Alpine A110



Korimallin valinta

Car body specs	Wheel base	Track Front	Track Rear	turn R	Length	Width
Nissan Leaf 11-13	2700	1540	1535	10,4	4445	1770
Nissan Leaf 13-15 (1st fl)	2700	1540	1535	10,4	4445	1770
Nissan Leaf 16-17 (2nd fl)	2700	1540	1535		4445	1770
Nissan Leaf 18-21 ZE1	2700	1530-1540	1545-1555	10,84	4490	1788
Nissan Leaf 2022	2700	1530-1541	1545-1556	10,84	4490	1788
porsche 911 64-73	2210-2268	1367 - 1378	1341-1359		4291	1652
porsche 911 930 74-89	2270	1372	1380	10,4	4291	1652
porsche 911 964 turbo 89-94	2272	1380	1374	12	4250	1652
porsche 911 GT2/993 94-98	2272	1405	1440-1474	12,6	4245	1735
Alpine A110	2419	1556	1553	11,4	4180	1798

- Korimallin valinnassa sekä Porsche, että Alpine ovat kumpikin toteuttamiskelpoisia vaihtoehtoja.

- Porsche

- + Klassikkomalli, joka helposti tunnistettavissa
- - Pieni korikoko
 - haastavampi sovittaa tarvittavat komponentit ja runko korin sisään
- - kapea akselin leveys
 - Leafin akselisto ei sovi suoraan

- Alpine A110

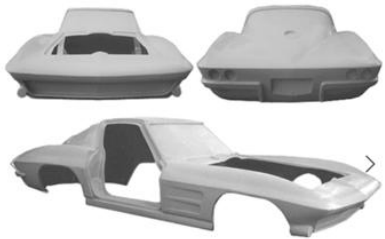
- + Akseliston leveys lähellä Leafia
- + Desing ja korin muotoilu moderni ja näyttävä
- + Korista saatavilla koko sarja + kaikki lasit

- Valitaan rakennettavan auton korimalliksi Alpine A110



Korin hankinta

1. <https://usbody.com/>



1963-1967 Corvette '64 Fiberglass Body w/ Front End. Also fits ' Weight)

\$5,998.00

Hintataso n. 5400 €

4. <https://rallybodykits.com/fibre-body-shell-alpine-new-a110-for-tubular-chassis.html>



Saatavilla kokonainen kori + kaikki lasit(PC)

Kokonaishinta pakettile n. 4700 €

2. <https://www.ztrix.com/velo-rossa/velo-rossa-body-kit-complete>



Included in kit:

- one-piece front bon
- bonnet hinge reinfo
- bonnet hinge brack
- bonnet hinge pins
- cheek (side) panels
- bond-on door skins
- bond-on header cas
- bond-on rear clip (a
- trunk lid with pre-bc

\$7,139.00

Hintataso n. 6400 €

3. <https://iceboys.fi/>

Kori - Ford -34 kori



Ford -34 kori

€1.500,00

Lasikuitu kori Ford -34 coupe tai sedan. Ovet leikati

Et sisällä: lokasuojia, takaluukku, konepellia tai ker

Kermit

Coupe

1

Osta

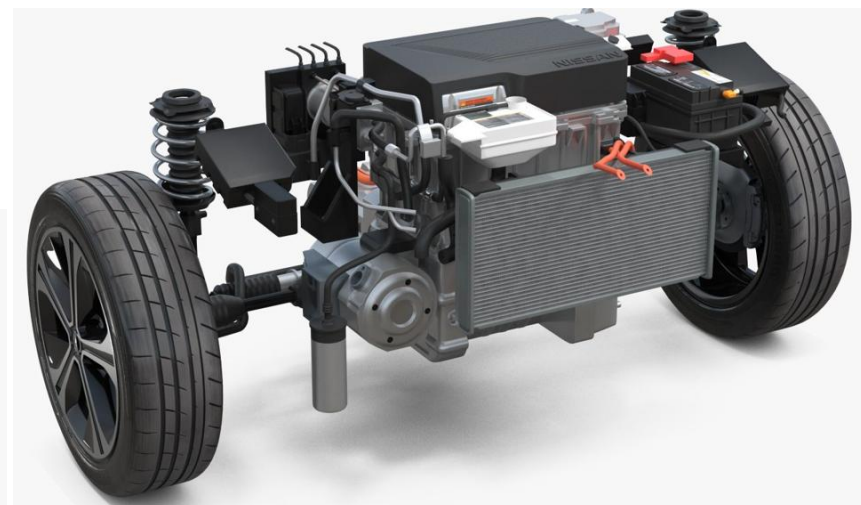
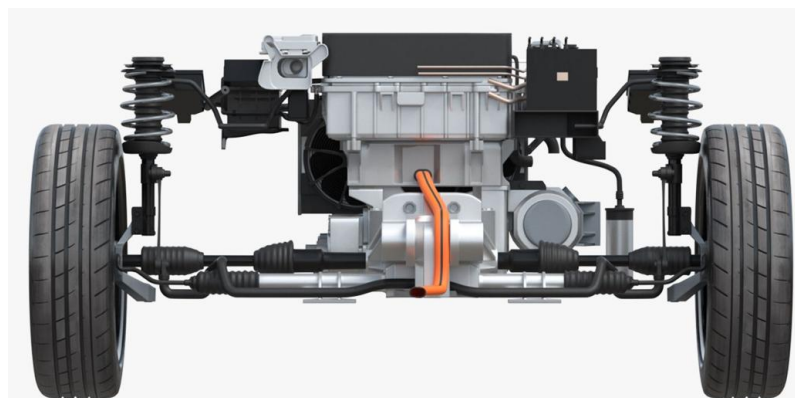
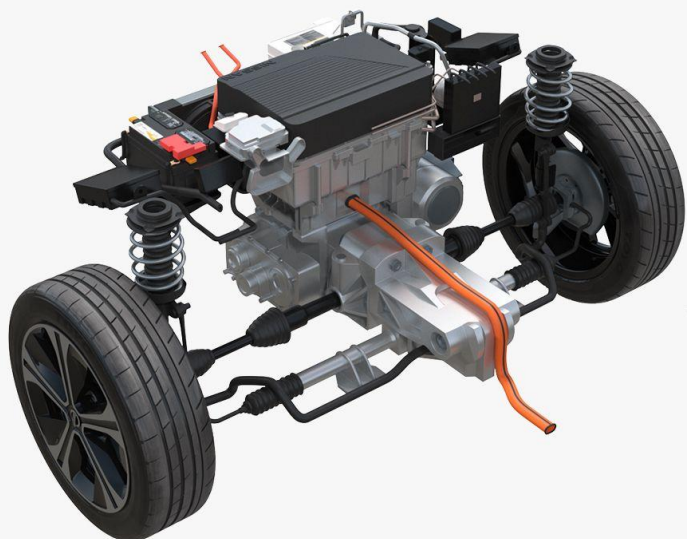
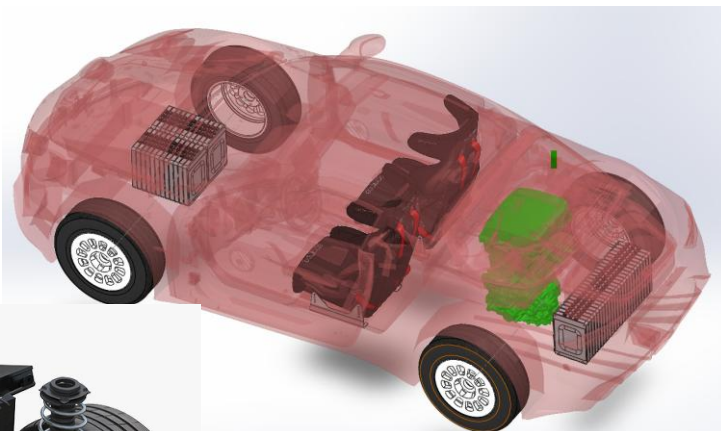
Kaikkien korinosien yhteiskustannus n. 2700 €, ei sisällä tuuli- ja sivulaseja.

- Korin hankinta laitettiin käyntiin tekemällä hintavertailua saatavilla olevista vaihtoehdoista
- Hintavertailun perusteella Rallybodykitsin valmistamat korit ovat kilpailukyysisin vaihtoehto ominaisuudet ja hinta huomioon ottaen
- Hankintaprosessi laitettiin käyntiin syyskuussa 2024 1. korin osalta, ja arvoitu toimitusaikataulu on vuodenvaihde 24-25.
- Korin saavuttua siitä tehdään 3D skannaus, jonka perusteella putkirungon suunnitelmat voidaan viimeistellä.



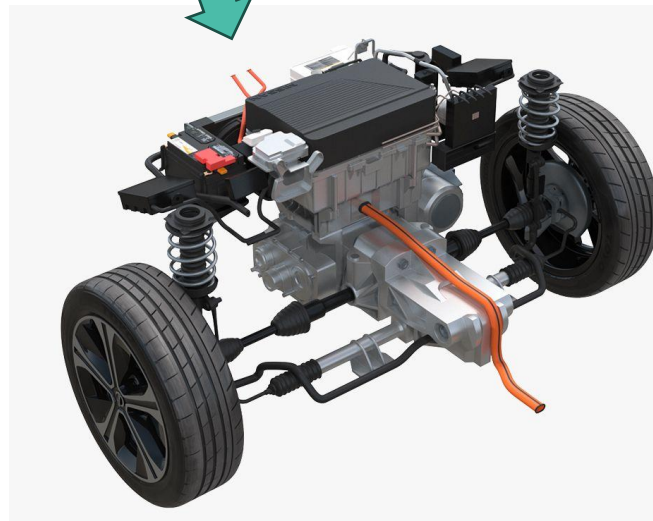
Tekniikka - Moottori ja taka-akselisto

- Tekniikan osalta alustava ajatus on siirtää ja sijoittaa Leafin moottori-akselistopaketti taakse. Akseliston ohjaus lukitaan.
- Mikäli Leafin tekniikka ostetaan erillisenä Kittinä, taka-akselisto voidaan toteuttaa myös vaihtoehtoisella tekniikalla





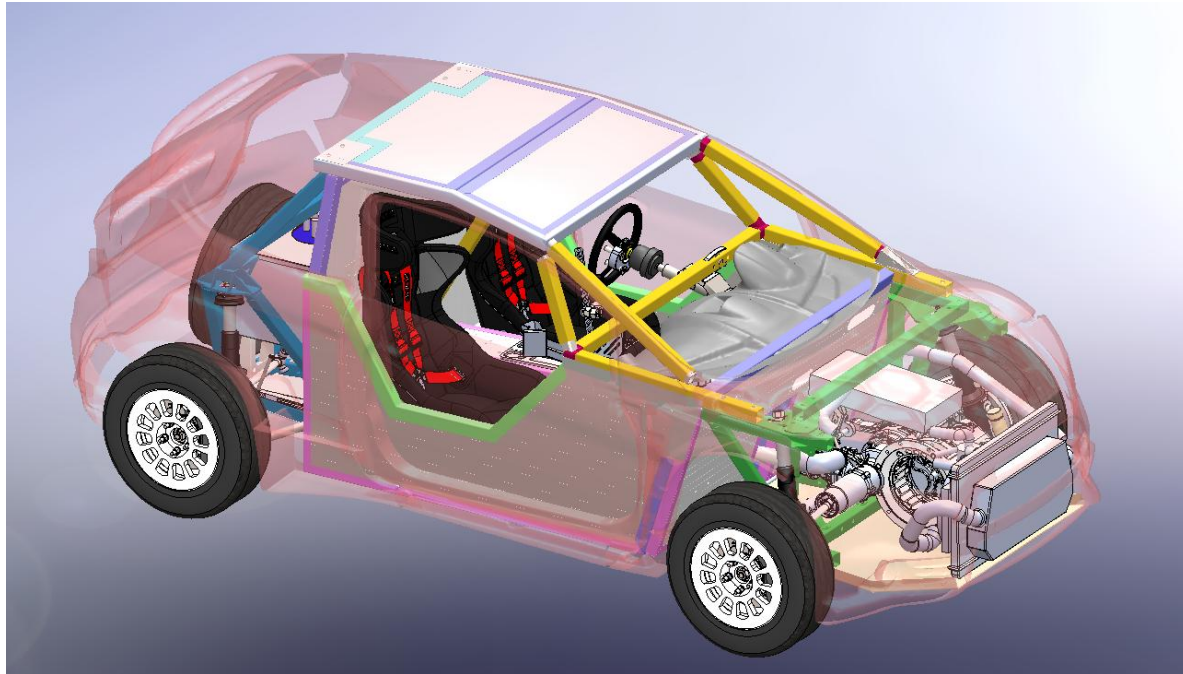
Tekniikka - Etuakselisto



- Koska Leafin etuakseli suunnitellaan sijoitettavan taakse, tarvitaan etuakselistoon uusi ratkaisu
- https://www.coolrydes.com/store/c2/MENDEOLA_SUSPENSION.html
- Esimerkkiratkaisu, josta voisi olla saatavilla 3D-mallit rakentamista varten
- <https://www.73ghia.com/2014/1000/>
- Etuakseliston osalta jatketaan suunnittelua sillä ajatuksella, että etuakselistona käytetään Nissan Leafin omaa etuakselia
 - Auton edessä ja takana olisi silloin sama akselisto
 - Puuttuva akselisto voidaan hankkia esim. purkaamolta



Auton runko -Referenssi case



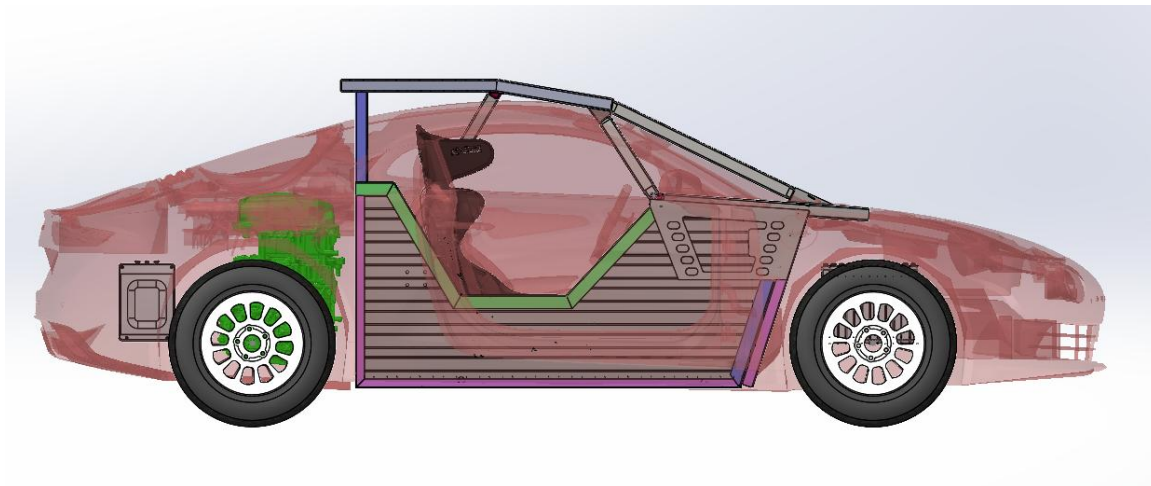
- Referenssikohteena / esimerkkitapauksessa ollessa Ultra-projektin ralliautossa runko oli tehty kennolevystä ja ultralujasta putkipalkista.
- Tässä ratkaisussa kennolevyjen valmistus on kohtuullisen työläs prosessi ja vaatii erikoistyökaluja
- Runko koostui 3 kartioliitoksella kasattavasta osasta
- Keskikori, eturunko ja takarunko



**Euroopan unionin
osarahoittama**



Rakennettavan sähköauton runko



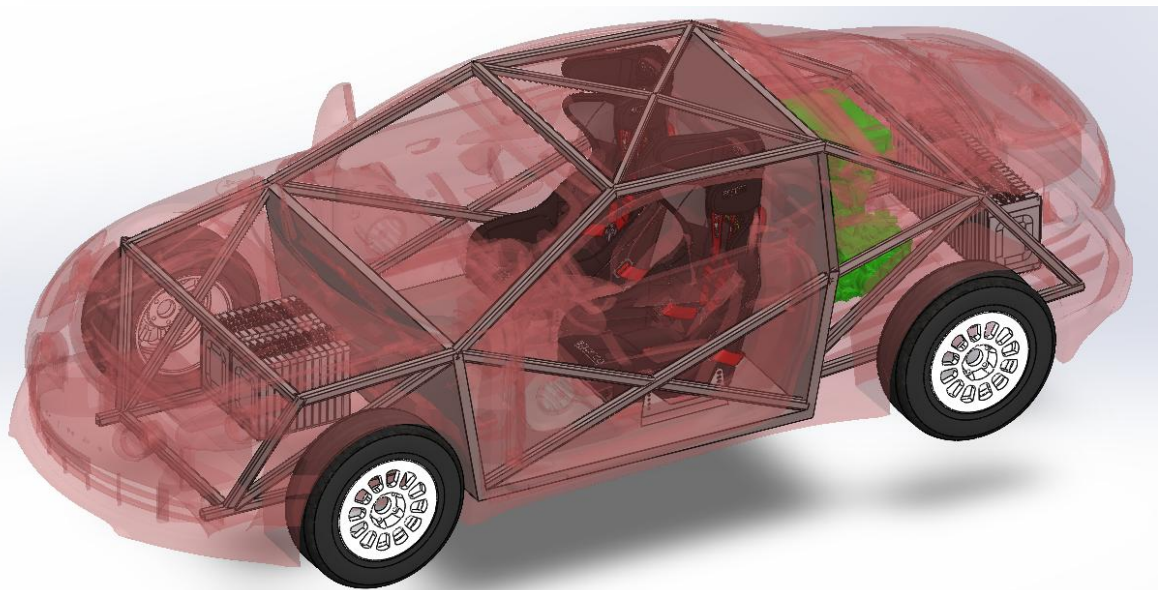
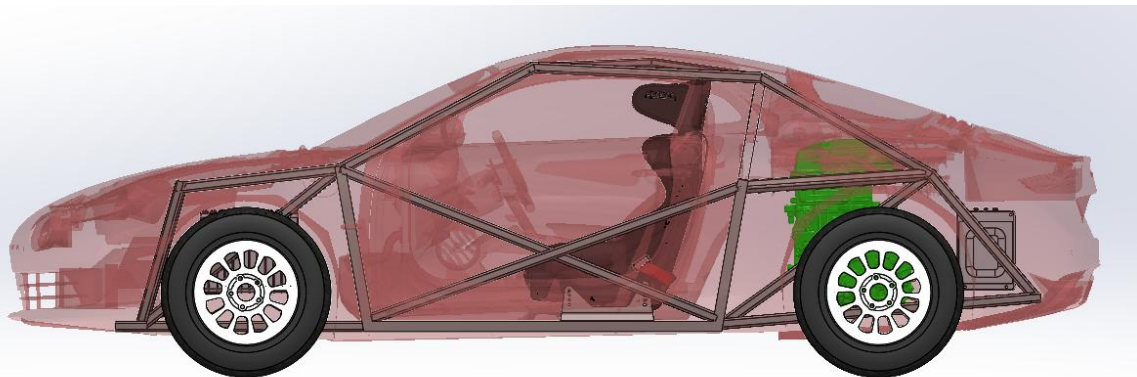
Ultran kennosta valmistettu keskikori mallattuna Alpinen koriin vertailumielessä



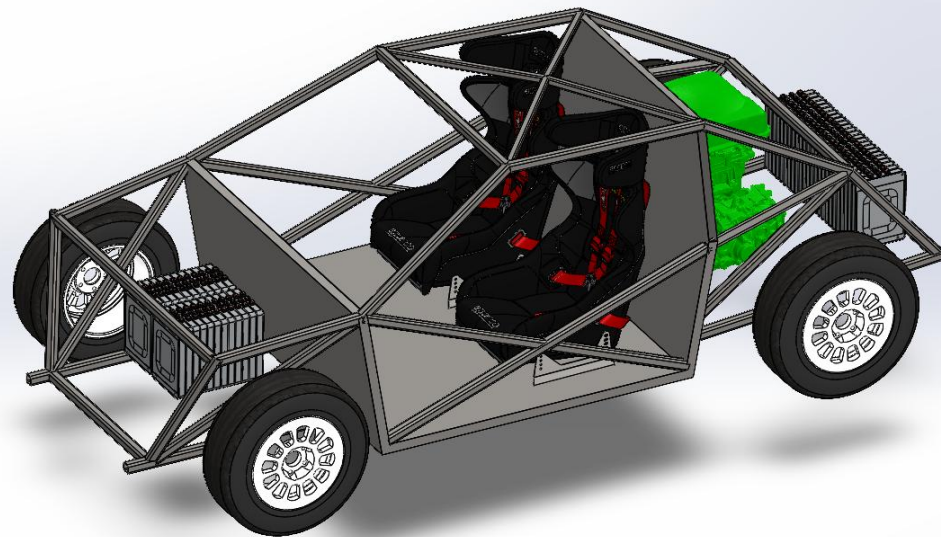
- Vaatimukset ja ominaisuudet:
- Kestettävä mahdollinen rata-ajossa tapahtuva auton katolleen pyörähtäminen -> turvallinen kuljettajalle ja matkustajille
- Valmistettavissa rakentavien tahojen välineistöllä / osaamisella
- Visuaalisesti “asiallinen” ratkaisu
- Kiinnityspisteet kaikille tarvittaville komponenteille rungossa
- Helppo nousta kyytiin ja pois kyydistä
- Yksiosainen runko



Sähköauton runko: 1. sketsi

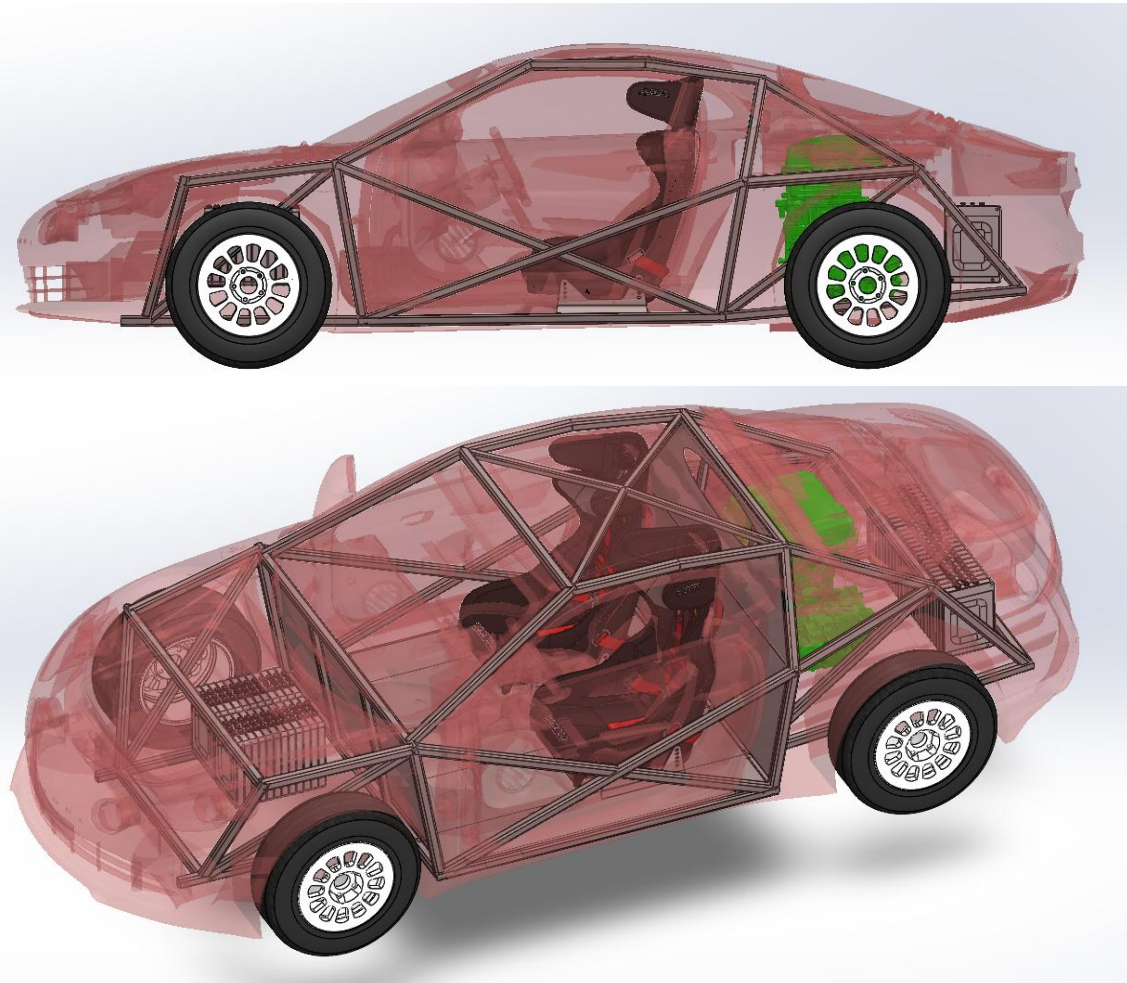


- Alpinen korin sisälle mallinnettiin yksinkertainen suorista palkeista koostuva runko
- Tarkoituksena tutkia, miten hyvin korin sisällä on tilaa runkorakenteelle
- Pohja, etusinä ja takaseinä kennolevyä
- Sketsin pohjalta voidaan todeta, että etenkin katon osalta tarvitaan taivutettuja putkia, jotta runko saadaan toteutettua

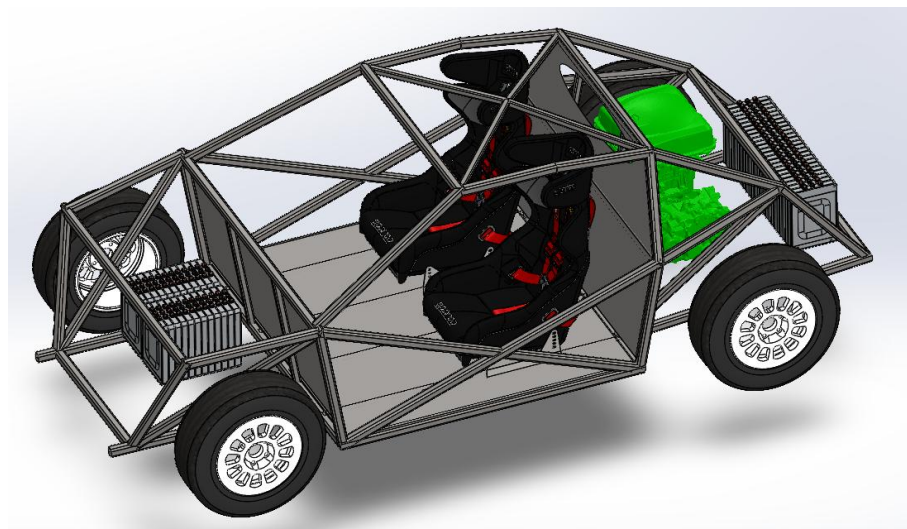




Sähköauton runko: 2. sketsi

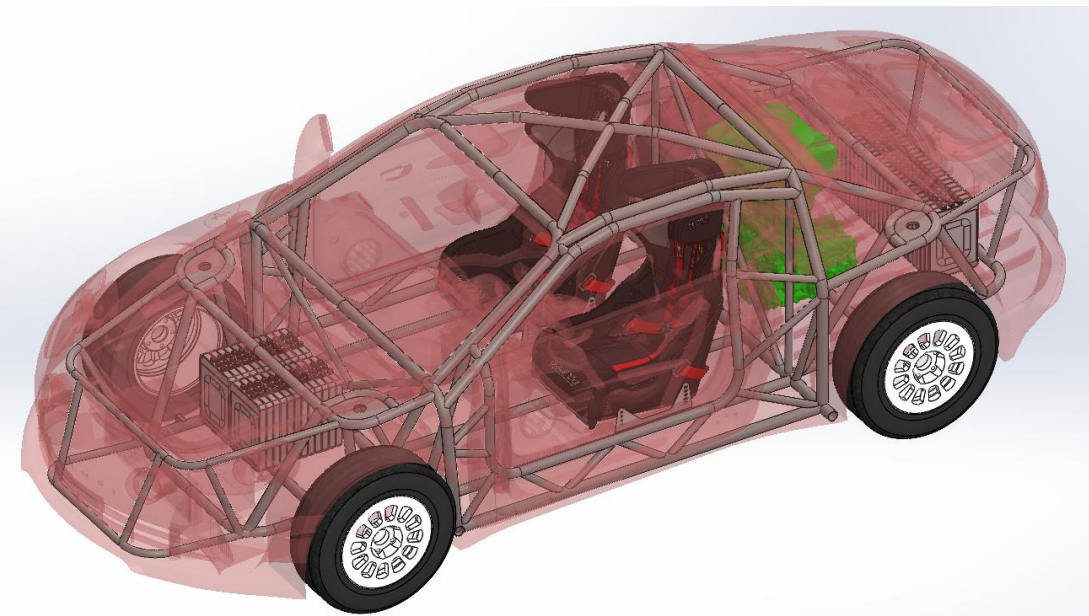
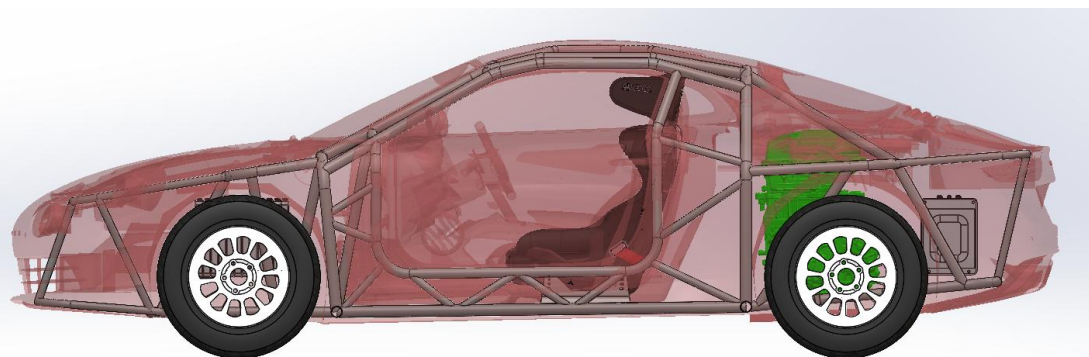


- 2. versiossa kennolevy on korvattu hiilikuitulevyllä vahvistetulla putkirungolla
- Helpottaa valmistusta, kun ei tarvitse valmistaa teräskennolevyä
- Hiilikuituvahvisteinen teräspankkirungo on tällä hetkellä todennäköisin rungon konstruktio
- Rungon tarkempi mallintaminen aloitetaan kun tekniikan komponenttivalinnat akselistojen yms. Osalta varmentuvat.

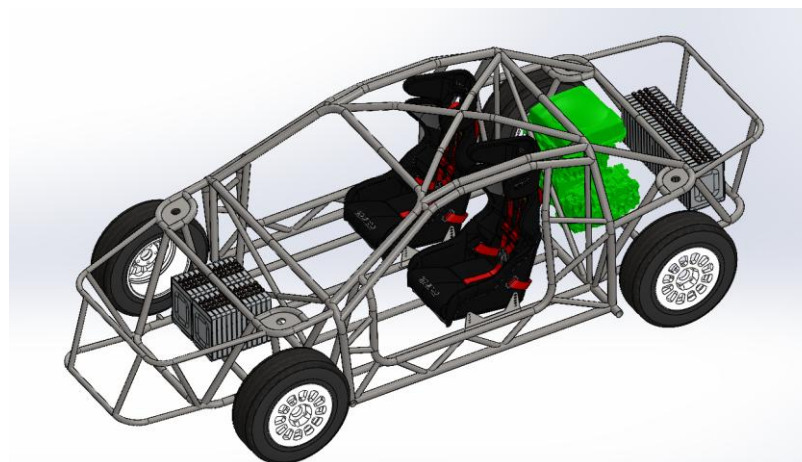




Sähköauton runko: 3. sketsi



- **3. versio on mallinnettu pyöreästä Docol Tube R8 putkesta**
- Materiaalin myötölujuus 690 Mpa ja murto 800 MPa
- **Käytetyt putkikoot 45x2,5, 40x2 ja 30x2**
- Kun putkikoko varmistuu, laitetaan putkien hankinta käyntiin
- Alustava hinta-arvio 2. auton materiaaleille 100% hukalla oli n. 4000 €
- **Runko suunniteltu kestäämään NRC-tason ralliauton kuormitukset korin osalta**
- **Korin verhoiluina suunnitelmissa käyttää hiilikujitulevyä, jolla rungon jäykkyyttä saadaan entisestään parannettua**





Edellisen tilanteen päivitys

- Kartoitetaan ultralujien putkien (Docol R8) saatavuutta rungon rakentamiseen



- Saatavilla kohtuulliseen hintaan Ruotsista, meracing.com

- Kartoitetaan Sähköauton tekniikan hankintaa



- Tekniikan hankinnan osalta päädytty ostamaan 2 kpl käytettyjä Nissan leafeja, joista tekniikka puretaan oppilastyönä

- 2 kpl purettavia autoja
 - Nissan Leafaja saa suomesta käytettynä alkaen 7000€
 - Norjasta Leafien hinnat alkavat 3000€
- 2 kpl Kittejä
 - <https://legacyev.com/products/nissan-leaf-ev-conversion-kit>
 - Amerikkalainen kitti 9950\$
 - Todennäköisesti ei rahallisesti kannattavaa tilata amerikasta
 - <https://evshop.eu/en/conversion-kits/288-conversion-kit-based-on-leaf-motor-controller.html>

- Oppilaille kokemusta tekniikasta purun myötä
- Autot voidaan 3D-skannata, jotta saadaan putkirungon suunnitteluun tarvittavat tiedot jousituksen yms. Osalta.



Projektin seuraavat tehtävät

- **Kartoitetaan työkalujen saatavuus ja haluttu valmistusmenetelmä DOCOL R8 putkille**
 - Alustavat putkikoot 45x2,5, 40x2 ja 30x2
- **Päivitetään rungon 3D malli siten, että tarvittava putkimäärä voidaan arvioida**
- **Hankitaan rungon materiaalina käytettävät putkimateriaalit**





Linkkejä

- Muuntuva.fi
- <https://dalasevrepair.fi/>
- <https://www.cactos.fi/>
- <https://pistokeyhybridi.fi/>
- Autio.net
- <https://lielahdenautokeskus.fi/sahkoajoneuvot/>
- <https://yle.fi/a/74-20060422>



**Euroopan unionin
osarahoittama**

UNIVERSITY OF OULU
KERTTU SAALASTI INSTITUTE

FMT

FUTURE MANUFACTURING
TECHNOLOGIES

CASR

Centre for Advanced
Steels Research



Acknowledgments

POHJOIS-POHJANMAA

Council of Oulu Region



**Euroopan unionin
osarahoittama**



Thank you for your kind attention!



Contact Information:
Research Director Kari Mäntyjärvi
040 084 3050
kari.mantjarvi@oulu.fi



FMT
FUTURE MANUFACTURING
TECHNOLOGIES