



Kosketusnäytön integrointi linja-auton kojelautaan

Kari-Pekka Lakela

OPINNÄYTETYÖ
Marraskuu 2020

Konetekniikan koulutusohjelma
Tuotantotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Konetekniikan koulutusohjelma
Tuotantotekniikka

LAKELA, KARI-PEKKA:
Kosketusnäytön integrointi linja-auton kojelautaan

Opinnäytetyö 41 sivua, joista liitteitä 18 sivua
Marraskuu 2020

Comatec-konsernissa kehitettiin kosketusnäyttöjärjestelmä, joka soveltuu myös ajoneuvo- ja työkoneasennuksiin. Tässä opinnäytetyössä selvitetään järjestelmän asennettavuutta linja-autoon. Tarkastelussa keskitytään varsinaisen näyttöelementin sovittamiseen ja kiinnittämiseen Volvo 9700 -sarjan linja-auton kojelautaan.

Näytön kiinnityskehysten ja kojelaudan ulkonäön suunnittelu annettiin teollisen muotoilijan tehtäväksi. Tässä opinnäytetyössä keskitytään kiinnityskehysten mekaniikkasuunnitteluun ja valmistusmenetelmien kartoittamiseen. Työssä suunniteltiin nopeasti asennettava ja varmasti kiinnittyvä asennuskehys, jonka rakenne on yksikertainen ja mahdollisimman vähän osia sisältävä. Kappaleen valmistuskulut jäivät järkevälle tasolle pieninäkin määrinä.

Kehys saatiin mallinnettua pitkän työn jälkeen ja sen noin 35€ valmistuskustannuksiakin voidaan pitää varsin kohtuullisina. Vallitsevasta tilanteesta johtuen, ei tämän työn kuluessa saatu aikaiseksi todellista asennusta, josta olisi saatu kokemuksia mallin jatkokehitykseen.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical Engineering
Production Engineering

LAKELA, KARI-PEKKA:
Integration of a Touch Display in a Coach Dashboard

Bachelor's thesis 41 pages, appendices 18 pages
October 2020

Comatec Oy developed a touchscreen display and control system suitable for vehicle and work machine installations. This thesis focuses on the installation of the system in a Volvo 9700-series coach. In this thesis, an installation frame for fitting the display part into a coach dashboard was developed.

An industrial designer designed the outlook of the dashboard and the display installation. The focus in this study was mechanical design and manufacturing options of the display installation frame. In the work, a fast-to-install and securely fastened mounting frame was developed. The part structure is simple and contains as few parts as possible. Manufacturing costs of the frame are quite acceptable, even in small series production.

After a long development period, a finished frame design was completed, and a reasonable production cost of about 35€ was reached. Because of the current pandemic, real life installation was not yet possible. Fitting of the system would have given valuable experience for further development of the frame.

Key words: industrial design, design and manufacturing of plastic goods

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	YRITYSESITTELYT	7
	2.1 Microteam Oy	7
	2.2 Insinööritoimisto Comatec Oy	7
3	ALKUTILANNE JA TEORIAA	8
	3.1 Nykyaikainen linja-auto ja sähkötöiden haasteet	8
	3.2 Ergonomia	9
	3.2.1 Ohjaamoergonomia	9
	3.2.2 Näyttöergonomia ja näkemisen haasteet	10
	3.3 3D-mallintamisen käytännöt	11
	3.3.1 Tasojen käyttö	11
	3.3.2 Mallintaminen	11
	3.3.3 Muita asioita	12
4	TYÖNKULKU	13
	4.1 Yritysvierailut	13
	4.1.1 Komponenttien mallintaminen	13
	4.1.2 Tehtävänanto muotoilijalle	14
	4.2 Ensimmäiset konseptit	15
	4.3 Toinen kierros	16
	4.4 Mallintaminen	17
	4.4.1 Vaikeuksia	17
	4.4.2 Ratkaisu	18
	4.4.3 Mallin kehitys	19
	4.4.4 Mallin viimeistely	20
	4.5 Materiaalit ja valmistettavuus	21
	4.5.1 Ruiskuvalutuotannon suunnittelu	22
	4.5.2 3D-tulostuksen suunnittelu	22
5	TULOKSET	23
6	POHDINTA	24
	LÄHTEET	25
	LIITTEET	26

LYHENTEET JA TERMIT

CAN-väylä	Robert Bosch GmbH:in 80-luvulla kehittämä automaatioväylä, joka siirtää tietoa laitteiden välillä parikaapelilla.
CAD	Computer Aided Desing, tietokoneavusteinen suunnittelu. Nykyään kolmiulotteista, 3D CAD.
3D-malli	Perinteisen kaksikulotteisen piirustuksen korvannut kolmiulotteinen tietokonemalli.
3D-tulostus	Virtuaalisen mallin tuotteistamista fyysiseksi esineeksi 3D-tulostimella.
sketsi	Kaksikulotteinen koordinaatistoon kytkettävä vektorigrafiikka esitys.
pursotus	Piirteen luominen malliin sketsin perusteella. Esimerkiksi pursottamalla ympyräsketsi saadaan sylinteri.
piirre	3D-malliin tehty ominaisuus. Esimerkiksi reikä, viiste, pursotus, leikkaus.
martiointi	Pinnan muotoilu haluttuun pintakuviointiin. Esimerkkinä muoviosat nahan pintakuviointilla.

.

.

1 JOHDANTO

Kotimaiseen Comatec Group -konserniin kuuluvassa Microteam Oy:ssä kehitettiin kosketusnäyttöjärjestelmä, joka soveltuu myös ajoneuvoasennuksiin. Ensimmäinen kohde oli tanskalainen Garia-golfkärri. Pian heräsi ajatus löytää uusia asennuskohteita. Olemassa oli valmiit suhteet Volvon kuorma-autovalmistukseen ja kotimaiseen linja-autovalmistajaan, joten Volvon 9700-malli valikoitui kohteeksi. Tämä opinnäytetyö on laadittu tätä markkinointityötä tukemaan.

Tarkoituksena oli suunnitella varsinaisen näyttöyksikön kiinnitys kojelautaan järkevällä ja laadukkaalla tavalla. Järjestelmän muiden komponenttien sijoitteluun ei otettu kantaa, koska niiden ei tarvitse olla käyttäjän saatavilla, vaan ne voidaan likipitään asentaa sinne missä tilaa on. Asennuskehyksen muoto saatiin teolliselta muotoilijalta, mutta kiinnitysmekaniikka ja valmiin kappaleen valmistettavuus syntyivät tämän työn kuluessa.

2 YRITYSESITTELYT

2.1 Microteam Oy

Tampereella toimiva Microteam Oy palvelee asiakkaitaan teollisuuselektronikan, automaation, ajoneuvotekniikan ja robotiikan alueilla varsin kattavasti ja laajasti. Palvelupaletista löytyvät laitteet, ohjelmistot, suunnittelu- ja tutkimuspalvelut. Esimerkkeinä yksittäisistä tuotteista voidaan mainita MXC-6MN -moniakseliohjain, ISAGRAF – automaatio-ohjelmisto, Squint -koneäköstereokamera ja Media ECU -järjestelmä, joka on tämän opinnäytetyön kohteena. Microteam Oy sulautui konsernin emoyhtiö Insinööritoimisto Comatec Oy: hyn 30.6.2019 ja palvelee asiakkaita nimellä Comatec Automation Oy. 1.4.2020 emoyhtiön Industrial Automation ja IoT Solutions liiketoimintayksiköt siirtyvät myös osaksi Comatec Automation Oy:tä. (Comatec Group, 2020)

2.2 Insinööritoimisto Comatec Oy

1986 perustettu Insinööritoimisto Comatec on kasvanut kolmessa vuosikymmenessä yhden miehen yrityksestä yli 600 asiantuntijan Comatec Group-konserniksi toimien kahdenkymmenenneljän toimiston voimin Suomessa, Eestissä, Puolassa ja Romaniassa. Alkuvuosien orgaanisen kasvun jälkeen kasvua haettiin yritysos-
tojen kautta, joista ensimmäinen toteutui 2003. Kansainvälistyminen alkoi toden teolla 2011, jolloin perustettiin Tallinnaan Comatec Estonia OÜ. Alkuvuosien puhtaasta mekaniikkasuunnittelusta on laajennettu muillekin aloille niin, että suunnittelun lisäksi tarjolla on asiantuntija- ja projektinhallintapalveluita. Vahvimmillaan Comatec on työkoneisiin, hyötyajoneuvoihin, teollisuusautomaatioon ja konemodernisointeihin sekä materiaalinkäsittelyyn, tuotantojärjestelmiin, voimalaitoksiin ja kattiloihin liittyvissä tehtävissä. Alusta asti missiona on ollut auttaa asiakkaita tekemään investointihyödykkeitä entistä kannattavimmin. Konsernin peräsimessä tulevaisuuteen ja maailmalle suuntaa perustajansa Aulis Asikainen. (Eräheimo, 2016)

3 ALKUTILANNE JA TEORIAA

3.1 Nykyaikainen linja-auto ja sähkötöiden haasteet

Nykyaikaisessa, hyvin varustellussa linja-autossa on runsaasti sähkökomponentteja, joiden välisiin johdotuksiin kaapelia menee satoja metrejä. Suurin osa johdotuksista liittyy muihin komponentteihin juuri kojetaulun läheisyydessä. Linja-autovalmistajan puolelta tulikin toive suuremmasta modulaarisuudesta kojetaulun sähköihin liittyen. Optimitilanteessa entistä suurempi osa johdotuksista voitaisiin tehdä valmiiksi linja-auton ulkopuolella ja lopullinen asennus olisi enemmän liittimien yhdistämistä kuin varsinaista johdotusta, joka on varsin hidasta. Comatec:in MediaCenter-kosketusnäyttöjärjestelmä liittyy auton järjestelmiin CAN-sarjavyälän avulla, joka on helppo ja nopea liittää. Siirtämällä auton järjestelmiä MediaCenterin kautta seurattavaksi ja ohjattavaksi, yksinkertaistuu kaapelointi huomattavasti verrattuna siihen, että joka järjestelmälle olisi omat ohjaimensa ja ilmaisimensa. Myös yksittäisten komponenttien, kuten johtimien ja liittimien, määrä vähenisi. Vähemmän komponentteja tarkoittaa myös vähemmän vikaantumismahdollisuuksia. Osien väheneminen helpottaisi myös hankinnan ja logistiikan puolella. Myös kustannussäästöihin olisi erinomaiset mahdollisuudet.

3.2 Ergonomia

Ergonomia on määritelmänsä mukaisesti tekniikan ja toiminnan sovittamista ihmisille, heidän tarpeisiinsa ja kykyihinsä. Ergonomia on varsin nuori tieteenala, se nousi estradille vasta 60- ja 70-luvuilla. Alkuaikoina, kun tietoa ei ollut, innostus ja odotukset olivat suuria. Rinnalle kehittyi myöhemmin ajankohtaisempiin kysymyksiin keskittyneitä tieteenaloja, mutta ergonomia on säilyttänyt asemansa laajan kokonaisnäkömyksen antajana ympäristön ja välineistön kehitystyössä. (Lau-nis ja Lehtelä 2018).

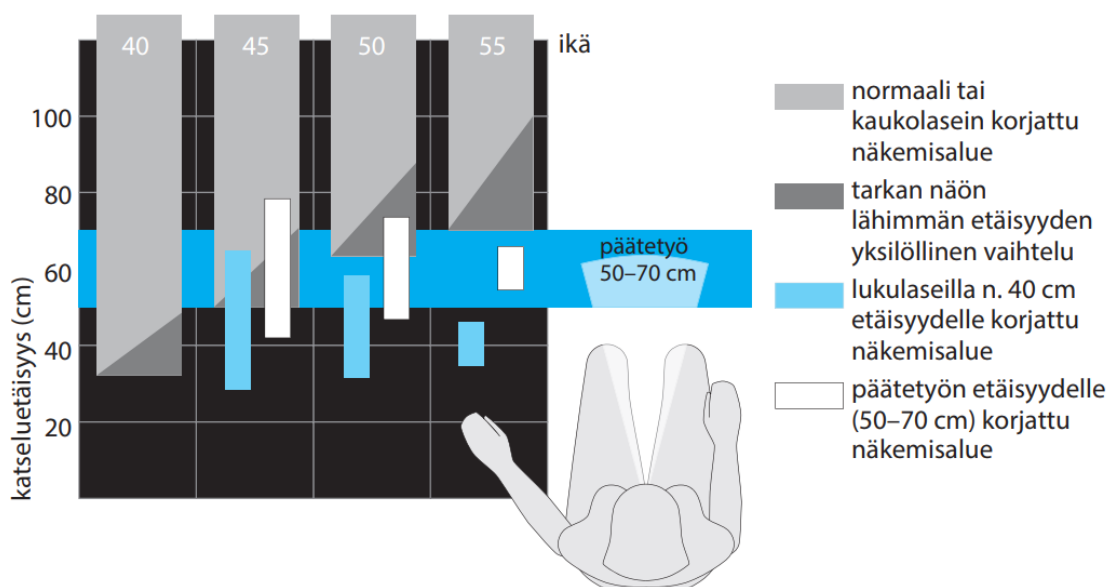
3.2.1 Ohjaamoergonomia

Auton ohjaamon ergonomia on laaja ja haastava tehtäväkenttä; kuljettajan suoriutumista tehtävistään pitää tukea kaikin keinoin. Ohjaamo suunnitellessa huomioon on otettava ihmisen mitat mm. kulkuväyliä, istuinta ja kytkimiä suunnitellessa. Lisäksi ajoradan ja mittariston näkemisen tulee onnistua kaikkina vuorokauden aikoina vaihtelevine sää- ja valaistusolosuhteineen. Tasainen ja säädettävissä oleva lämpötila ja ilmanvaihto ovat myöskin oleellisia. Pitkillä ajomatkoilla on kuljettajan vireys- ja stressitilasta pidettävä huolta turvallisen liikennöinnin onnistumiseksi. Linja-autoliikenteessä, kun vastuulla on kymmenien matkustajien henki ja terveys, nämä kysymykset korostuvat.

3.2.2 Näyttöergonomia ja näkemisen haasteet

Tämän työn tavoitteiden takia on tarpeellista tutkia näyttöergonomiaa hieman tarkemmin. Näyttöergonomia perustuu tietenkin näkemiseen, jolla vastaanotamme tietoa näytöistä. Hyvään näkemiseen tarvitaan riittävä valotiheys eli luminanssi. Myös kontrastin eli katselukohteen ja sen taustan luminanssiero on oltava riittävä yksityiskohtien erottamiseen. (Launis ja Lehtelä, 2018)

Ei ole sattumaa, että tämäkin teksti on mustaa valkoisella taustalla; kontrasti on näin suurimmillaan. Silmän toiminnollisuuksista ominaisuuksista tärkeimmät ovat katseen tarkentaminen eri etäisyyksille, valon määrän ja värin aistiminen, näkö tarkkuus ja silmänliikkeet. Tarkentaminen onnistuu paremmin kirkkaassa valaistuksessa mutta liika kirkkaus tekee hallaa pimeänäölle, jota autoilla usein tarvitaan. Vanhemmilla kuljettajilla ikänäkö alkaa loitontaa lähintä tarkennusetäisyyttä. Tämä on toki lukulaseilla korjattavissa, mutta jos joudutaan katselemaan tarkasti lukulasien ja kaukolasien tarkennusetäisyyksien väliin, voi näkeminen olla hankalaa. Ajoneuvojen mittarit ja näytöt voivat olla juuri tällä etäisyydellä. Silmä pystyy sopeutumaan suuriinkin valon määrän vaihteluihin, mutta värien aistiminen vähässä valossa ei onnistu ja merkittäväällä osalla väestöä on puutteellinen väriaisti hyvässäkin valaistuksessa. (Launis ja Lehtelä, 2018)



Kuva 1. Ikääntymisen vaikutus katseluetäisyyksiin. (Launis ja Lehtelä, 2018)

3.3 3D-mallintamisen käytännöt

Mallien kulkiessa suunnittelijalta toiselle ja yrityksestä toiseen on selkeyden ja sujuvuuden takia sovittu muutamista peruserämuutoksista mallintamisessa. Näissä on tietenkin yrityskohtaisia vaihteluita, mutta lähes kaikki ovat yleisiä.

3.3.1 Tasojen käyttö

Nykyaikaisissa 3D-suunnitteluohjelmissa on lukuisia tasoja eli mallinnuskerroksia (eng. layer), joille asioita voidaan sijoitella. Esimerkkinä Siemens NX tarjoaa 256 tasoa. Jos suunnittelija käyttäisi tasoja kuten haluaa, olisi työn muokkaaminen jälkeenkäin hyvin hankalaa. Ohje onkin, että kaikki sketsit ovat yhdellä tasolla ja kaikki koordinaatistotasot toisella. Omat tasonsa on myöskin ohutlevykappaleiden levityskuville ja kappaleiden hitsausviisteellisille malleille. Piirustusarkein pohjamerkinnot löytyvät omalta tasoltaan. Tasojen näkyvyyttä voidaan säädellä, jolloin eri tilanteisiin saadaan oikeat asiat näkyville ja loput piiloon.

3.3.2 Mallintaminen

Malli luodaan vastaamaan tilaa, jossa se on valmiissa tuotteessa. Hyvään mallintamistapaan kuuluu, että kaikki piirteet ovat täydellisesti mitoitettuja ja ne on nimetty kuvaavalla nimellä. Esimerkiksi jos nostosilmukan kiinnittämiseen tarkoitettu kierrereikä on nimetty "Nostopiste M16", on se helppo löytää muiden samanlaisten piirteiden joukosta tarvittaessa. Turhia ja ei-aktiivisia piirteitä ei saisi jättää valmiiseen työhön. Sellaisia piirteitä, joita ei voi muuttaa jälkikäteen, ei saa olla. Päinvastoin piirteiden tulee olla helposti muokattavissa uusien versioiden luomista varten.

Mallintamisessa uusia piirteitä luodaan aikaisempien päälle ja jos aikaisempi piirre jostain syystä muuttuu tai poistuu kokonaan, voivat siitä riippuvaiset piirteet myös kadota tai ainakin muuttua toimimattomiksi. Esimerkkinä vaikka suoraan akselin pään pintaan luotu pulttikehä. Jos akselin mitta muuttuu, voi pulttikehä hävitä samalla. Mutta akselin pään tasalle luodulle aputasolle kiinnitetty

pulttikehän porauksien asemointisketsi pystyy tallessa. Siirtämällä aputaso oikealle kohdalle tai muuttamalla porauksien parametreja, palautuu piirre aktiiviseksi malliin.

Osat mallinnetaan mahdollisimman täydellisesti, jolloin kokoonpano- eikä hitsausmalleissa ole mallinnuspiirteitä. Koneistukset ja hitsausviisteet mallinnetaan alkuperäisistä osista ja kokoonpanoista linkitettyihin näköismalleihin, joiden näkyvyyttä hallitaan layer-asetuksilla. Näin ohutlevyosan piirustuksessa näkyy osan levityskuva ja hitsauskokonpanon kappaleissa on hitsausviisteet näkyvissä.

3.3.3 Muita asioita

Koneensuunnittelussa materiaali on yleensä teräs ja yrityksillä on luettelot heillä käytettävistä laaduista. Myös malleissa käytettävät värit ja piirustus pohjat ovat määriteltä. Edelleen osien ja niistä koostuvien kokoonpanojen painonlaskentaan on sovitut käytännöt.

Kokoonpanokuvissa joissain yrityksissä suositaan tapaa jossa kaikki osat ovat paikoitettu täydellisesti, jolloin ne eivät voi liikkua mihinkään. Toinen käytetty tapa on vain asettaa osat paikoilleen kaikki vapausasteet avoimena.

Nykyaikaisessa suunnittelutyössä ei pelkkä suunnittelujärjestelmä riitä, vaan tarvitaan jonkinlainen tuotetiedon hallintajärjestelmä. Tästä käytetään usein lyhennettä PDM (Product Data Management). Lisättäessä työnkierrot, muutoshallinta ja muutamia muita asioita puhutaan tuotteen elinkaaren hallinnasta lyhenteellä PLM (Product Lifecycle Management).

4 TYÖNKULKU

4.1 Yritysvierailut

Työ aloitettiin 21.5.19 tutustumiskäynnillä Microteam Oy:ssä, jossa oli nähtävänä Garia-golfkärry MediaCenter-asennuksineen. Kaikki komponentit, keskusyksikkö, näyttö ja näytön elektroniikka olivat tutkittavissa. Komponentit mitattiin ja kuvattiin myöhemmin tapahtunutta 3D-mallintamista varten. Kehitysteamin jäseniltä saatiin arvokasta tietoa ominaisuuksista. Näytön kokoa ja asentoa voidaan vaihdella asennuspaikan ja käyttötarkoituksen mukaan koska keskusyksikkö on erillään näytöstä. Tämä helpottaa järjestelmän sijoittamista eri kokosiin laitteisiin, työkoneluihin ja kulkuneuvoihin (Ljungqvist, 2019). Tietoja näytöstä liitteenä 1.

24.5.19 käytiin tutustumassa Carrus Delta Oy:n toimintaan Liedossa, Turun lähellä. Täällä Volvon toimittamista alustoista rakennetaan valmiita linja-autoja. Volvo Bussar Ab toimittaa ajokuntoisen alustan, mutta kaikki muu rakennetaan Liedossa. Ennen rungot ajettiin Tutun satamasta tehtaalle noin parinkymmenen kilometrin päähän, mutta nykyään on siirrytty lavettikuljetuksiin. Linja-auton valmistuminen kestää noin kuukauden ja sisältää tavattoman määrän käsityötä; auton korikehikko metallirankoineen, vanerointeineen, eristeineen ja verhoiluineen valmistetaan metritavarasta. Istuimet ja lasit tulevat toki asennusvalmiina toimittajilta. (Kaitonen, 2019).

4.1.1 Komponenttien mallintaminen

Suorittelujen kuvausten ja mittausten perusteella komponentit mallinnettiin Siemens NX 12.0 -CAD-järjestelmällä 3D-malleiksi. Tässä vaiheessa tarkka mallintaminen ei ollut tarpeellista, vaan malleja tarvittiin lähinnä tilankäytön hahmottamiseksi. Siirrettäessä malleja yhteistyökumppaneiden kesken on hyvä käyttää jostain universaalia, helposti siirrettävää mallia yhteensopivuusongelmien välttämiseksi. STEP (STandard for the Exchange of Product) formaatti on yleisesti käytössä ja valikoitui käyttöön myös tässä tapauksessa. Volvo 9700-sarjan kojetaulun 3D-mallit saatiin käyttöön Carrus Delta Oy:stä, mistä kiitos.

4.1.2 Tehtävänanto muotoilijalle

Koska valmiin tuotteen täytyisi olla myös silmää miellyttävä, siirtyi aineisto seuraavaksi teolliselle muotoilijalle. Tehtävänannossa tilattiin näytön asennus ensiksi nykyiseen 9700-sarjan kojelautaa perustana käyttäen ja toiseksi täysin vailla rajoituksia oleva toteutus. Ensimmäiseen tehtävään osoitettiin alueet mihin ei muutoksia saanut tehdä, kuten päämittaristo ja kojetaulun vasen puoli. Koko kojetaulun uudelleen tekeminen koettiin liian suureksi ja osittain tarpeettomaksi työksi, näyttö saataisiin istumaan paikoilleen vähemmälläkin. Lisämääreinä pyydettiin näytön asennus pystyyn, ns. portrait -asentoon. Toivomuksena oli myös, että seurattaisiin Volvon XC- ja V-sarjojen muotokieltä. Toisessa, vapaammassa tehtävässä rajoitteena oli vain 9900- ja 9700-sarjojen käytettävissä oleva tila. Täydellinen tehtävänanto on liitteessä 1.



Kuva 2. Tehtävä 1:n käytettävissä oleva alue kojelaudassa

4.2 Ensimmäiset konseptit

Noin kaksi viikkoa mallien lähettämistä muotoilijalle, saatiin ensimmäiset ideat takaisin. Tuotokset arvoitiin Comatec:in pienessä ohjausryhmässä ja valittiin kaksi jatkokehittettäväksi. Kaikki konseptit ovat liitteessä 2.



Kuva 3. Ensimmäisen kierroksen ensimmäinen jatkoon valittu konsepti.

Tämän mallin etuina nähtiin selkeät linjat ja Volvon design-elementtien hyödyntäminen. Arvokkaan koelautapinnan käyttämistä tuuletussulakkeihin ei puolestaan arvostettu.



Kuva 4. Ensimmäisen kierroksen toinen jatkoon valittu.

Tämä malli on aika lähellä ensimmäistä arvosteluineen, niin hyvässä kuin pahassakin. Tässä suunta oli sisäänpäin, verrattuna ensimmäisen joka kohosi ylös kojelaudan pinnasta.

4.3 Toinen kierros

Muotoilijan muokattua malleja toiveiden mukaan voitiin siirtyä eteenpäin. Aikaa kului pari viikkoa. Korjatut konseptit ovat liitteenä 3.



Kuva 5. Konsepti 1 korjausten jälkeen.

Nyt kojelautatilaa käytettiin tehokkaammin, mutta lievästi edelleen liian dominoiva ratkaisu.



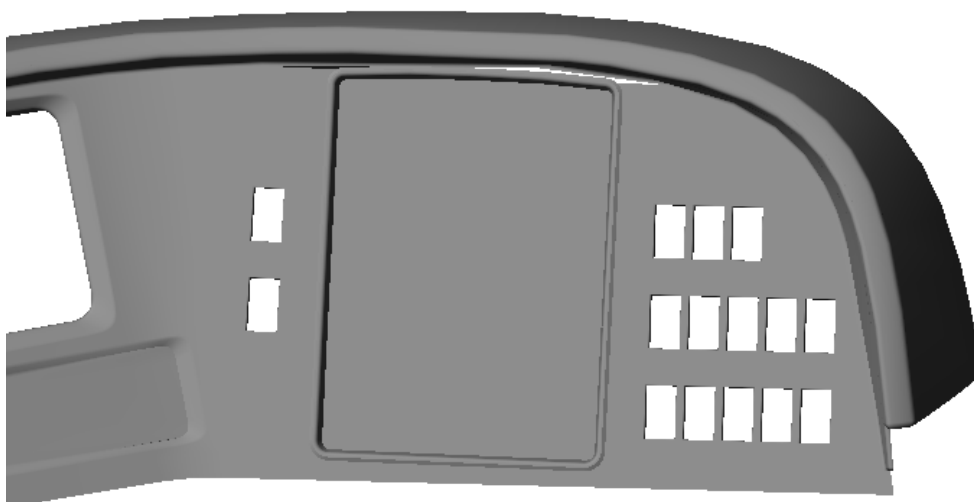
Kuva 6. Konsepti 4 korjattuna.

Tämä malli miellytti arvioijia eniten ja valittiin kehitettäväksi. Se oli siro ja asentamalla näytön syvennykseen arveltiin välttävän haitallisilta heijastuksilta.

4.4 Mallintaminen

Seuraava vaihe työssä oli muodostaa yksittäiset osat muotoilijan mallien pohjalta. Tarkemmin sanottuna tarvittiin asennuskehys näytölle reunuksineen ja kojetaulun taustalevy. Taustalevy on suhteellisen yksinkertainen kappale, johon ei tarvittu kuin kiinnitykset kojetauluun muutamasta kohtaa, mutta muut osat vaativat myös pintamallissa näkymättömien piirteiden suunnittelun. Koska tavoitteena oli pystyä esittelemään esimerkki asennus oikeilla komponenteilla, ei kiinnityksiä yms. voinut sivuuttaa yleistyksin. Näytön mittoja ja tietoja on liitteessä 4.

4.4.1 Vaikeuksia

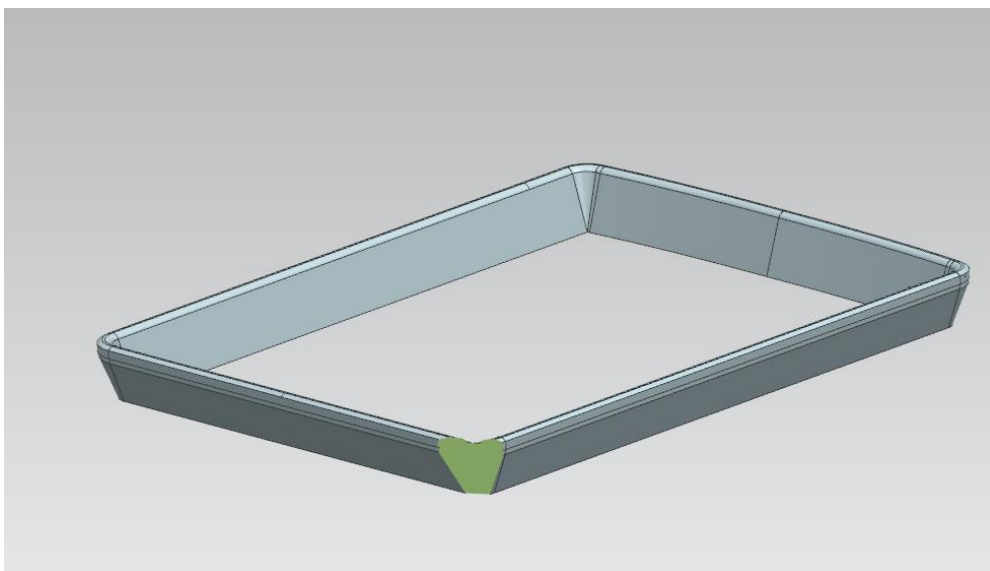


Kuva 7. STEP-malli lähtökohdasta.

Muotoilijalta saatu malli oli pintamalli, eikä mekaniikkasuunnittelussa käytettävä tilavuusmalli. Lisäksi saatu malli oli yksi kokonaisuus, eikä siinä oltu eritelty eri osia. Kuvassa 7 kehyksen yläpuolella erottuvat reiät mallissa eivät myöskään helpottaneet työtä. Ensiksi tuli tunnistaa ja valita käytettävät pintaelementit ja importoida ne NX-suunnittelujärjestelmään. Tärkein luonnollisesti oli näytön asennuskehys, johon poimittiin käytettävät piirteet ja aloitettiin muutos kokoelmasta pintaelementtejä kohti tilavuusmallia. Onneksi muutos STEP-formaatista NX-natiiviformaatiksi onnistui sujuvasti. Tilavuusmallin muodostaminen ei sitten tuntunut onnistuvan oikein millään käytettävissä olevalla työkalulla tai menetelmällä.

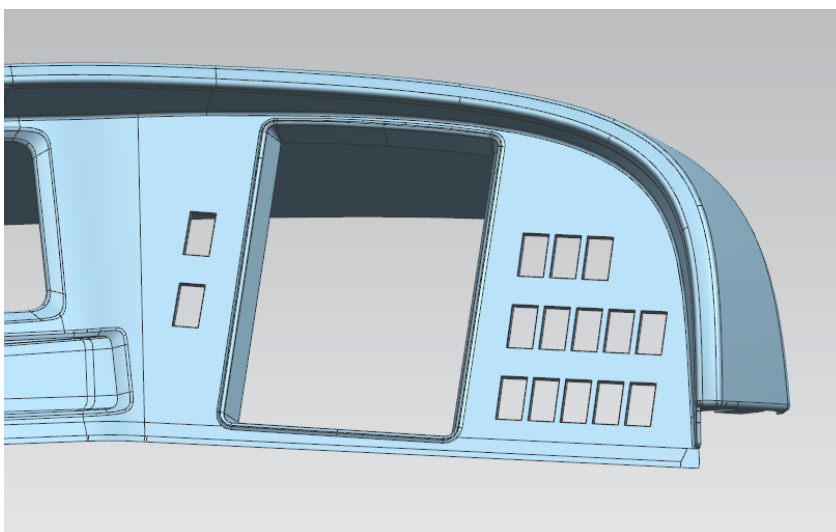
4.4.2 Ratkaisu

Kymmeniä työtunteja kului asioiden opiskeluun ja uusiin yrityksiin. Lopulta läpimurto tapahtui kääntämällä asia pääläelleen. Periaatteessa yksinkertainen pintamallin sulkeminen, jolloin sen pitäisi muuttua tilavuusmalliksi, ei suostunut onnistumaan. Nyt tehtiinkin niin, että suurempaa, laatikon muotoista tilavuusmallia leikattiin tilavuusmallin pinnoilla ja otettiin näin syntynyt malli jatkojalostukseen.



Kuva 8. Tasolla leikattu kehyksen tilavuusmalli

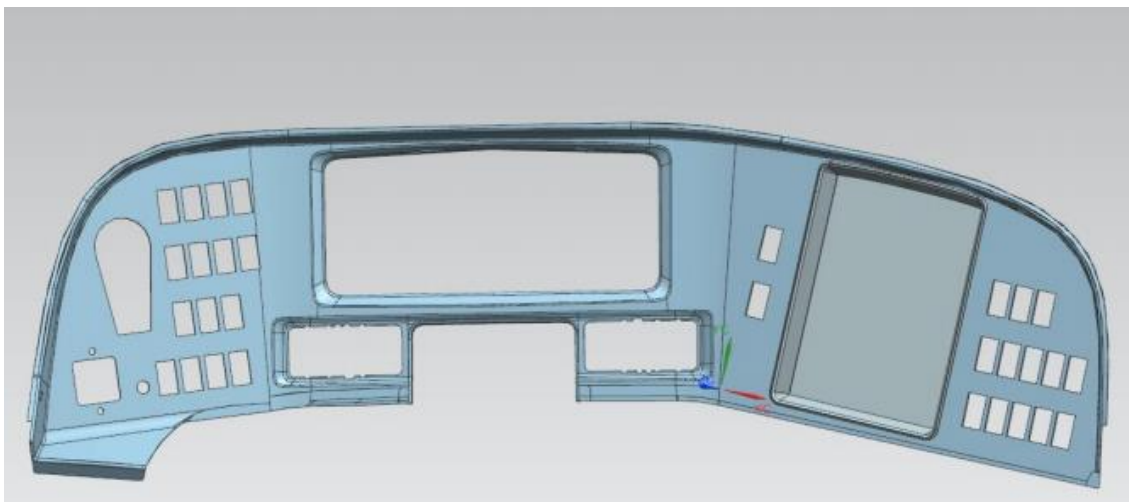
Kuvassa 8 on syntynyttä mallia leikattu koordinaatitasolla hieman nurkasta, jolloin sen tilavuusmalli ominaisuus käy ilmi. Tämän mallin aikaansaamisen jälkeen loppu muotoilijan aineisto voitiin jättää sivuun ja aloittaa kehysmallin yhdistäminen saatuun kojelaudan 3d-malliin. Ensivaihe tästä näkyy kuvassa 9.



Kuva 9. Kehys upotettuna muokattuun taustalevyyn.

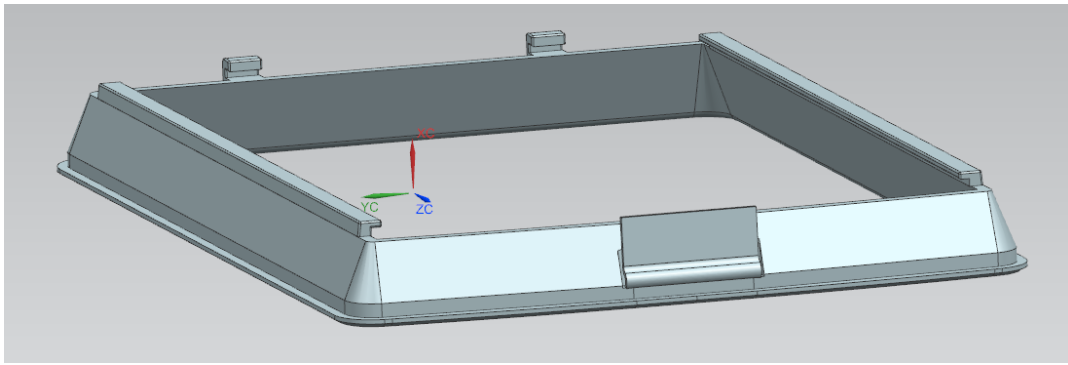
4.4.3 Mallin kehitys

Seuraava vaihe oli kehittää kehykseen piirteet, millä se kiinnittyisi kojelaudan taustalevyyn ja millä kosketusnäyttö kiinnittyisi kehykseen. Tavoitteeksi asetettiin hoitaa kaikki minimimäärällä osia, joten kehys suunniteltiin hoitamaan molemmat kiinnittymiset.

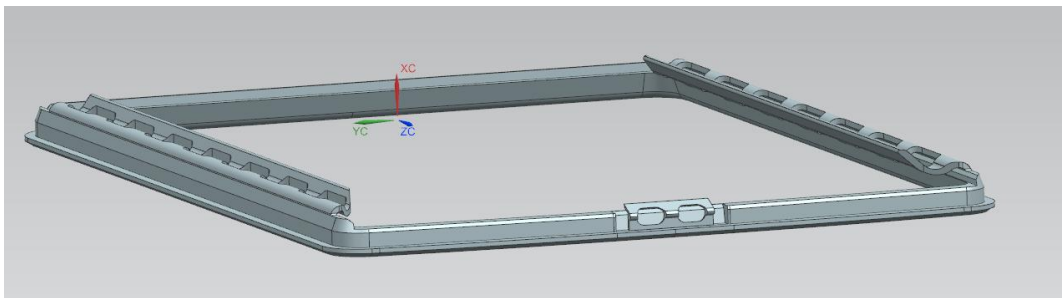


Kuva 10. Ensimmäinen versio kojelaudasta näyttöineen ja kehyksineen.

Arvioitaessa ensimmäistä ratkaisua havaittiin näytön olevan turhankin syvällä kojelaudan pinnasta. Tämän pelättiin hankaloittavan käyttöä. Vertaamalla kuvia 7 ja 10 korkeusero on ilmeinen. Myöskin näytönkiinnitysmekanismi oli turhan jäykkä ja olisi mahdollisesti aiheuttanut ylimääräistä ääntä ja tärinää. Koko ratkaisu 1 on liitteenä. Saadun palautteen mukaan kehyksen malli otettiin uudelleen työn alle ja ensiksi säädettiin näyttö sopivalle korkeudelle kojelaudan pinnasta. Tässä kohtaa havaittiin kehyksen olevan jostain syystä hieman liian iso, näyttö ei tavoittanut kehykseen riittävästi joka puolelta. Kehystä skaalattiin suunnitteluohjelmalla 6,5% pienemmäksi leveyssuunnassa, madallettiin runsaasti ja aloitettiin kiinnityspiirteiden suunnittelu alusta. Jäykistä näytön lukituselimistä siirryttiin joustaviin ratkaisuihin, jotka pitävät välykset osien välillä minimissä ja ehkäisevät tarpeetonta liikettä ja ääntä. Seuraavassa kuvaparissa on vertailtu kehysversioita toisiinsa, geometrian kehittyminen monimutkaisemmaksi näkyy varsin selvästi. Myös korkeuden muutos on ilmeinen.



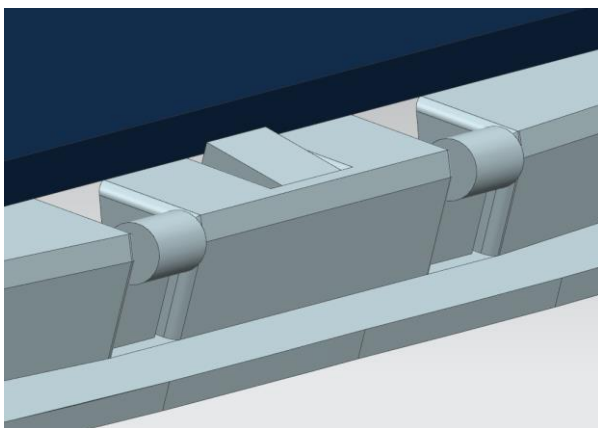
Kuva 11. Ensimmäinen kehysmalli



Kuva 12. Toinen versio kehyksestä.

4.4.4 Mallin viimeistely

Tässä vaiheessa mukaan otettiin muovipuolen tuotannosta perillä oleva henkilö, jonka ohjeiden mukaan mallia viimeisteltiin tuotantokuntoon. Näytön ja kehyksen lukitsemiseen tarvittava toiminnallisuus jaettiin omiksi piirteikseen, joka yksinkertaisti kappaleen geometriaa. (Kuva 13.) Samalla huomioitiin myös mahdollisuus massatuotantoon ruiskuvalulla ja malliin lisättiin tarpeellisia päästöjä. Myös mallin jakosauman paikka katsottiin valmiiksi. Pyöristyksiä lisättiin ja jakosauman kohdalle koitettiin saada terävä nurkka, koska se toimisi edullisemmin (Nurttila 2020).



Kuva 13. Näytön ja kehyksen lukitus omina piirteinään.

4.5 Materiaalit ja valmistettavuus

Alusta asti oli pyrkimyksenä tuottaa esimerkkiasennus oikeaan linja-auton kojelautaan oikealla näytöllä. Tämä tarkoitti sitä, että kehys pitäisi valmistaa olemassa olevaksi kappaleeksi, eikä vain pitäytyä 3D-mallissa. Nopeaan prototyypivalmistukseen tänä päivänä ainoa järkevä ratkaisu on 3D-tulostus. Tämä tieto ohjasi materiaalinvalinnassa.

Mallikappale aiottiin ensin tulostaa TAMK:n tulostimilla, jotka käyttävät PLA-muovia materiaalina. Kappale ei kuitenkaan olisi mahtunut tulostettavaksi kuin pystyasennossa, joka olisi ollut hyvin epäedullinen ratkaisu. Tässä asennossa 63% tulostusajasta olisi kulunut valmiista kappaleesta poistettavan tukirakenteen tulostamiseen. Materiaalia ja varsinkin aikaa olisi kulunut kohtuuttoman paljon; tulostusaika-arvio oli 1 vuorokausi 11 tuntia ja 40 minuuttia. Niinpä kappaleen tulostamisesta pyydettiin tarjous paikalliselta toimijalta, jonka tarjouksessa materiaali oli oletusarvoisesti polyamidi PA12. Tämä muovilaatu on perus tulostusmateriaali jauhetulostuksessa ja vastaa vaatimuksiin hyvin. Jos haluttaisiin vielä parempia ominaisuuksia, voisi materiaalina käyttää jotain polystyreeni-laatua. Kappalemäärän kasvaessa tulisi käyttää tehokkaampia menetelmiä, joissa perustamiskustannukset toki kasvaisivat. Valmistusmäärien mukaan menetelmät olisivat vaihtuneet Taulukossa 1 esitetyllä tavalla: (Nurttila 2020).

Tuotantomäärä	Menetelmä	Alkukustannus	Kappalekustannus
1-10	3D-tulostus	-	40€/kpl
10-100	3D-tulostus	-	tarjouksen mukaan
100>	Ruiskuvalu	+10000€	3-4€

Taulukko 1. Muovituotteen valmistusmenetelmien vertailua.

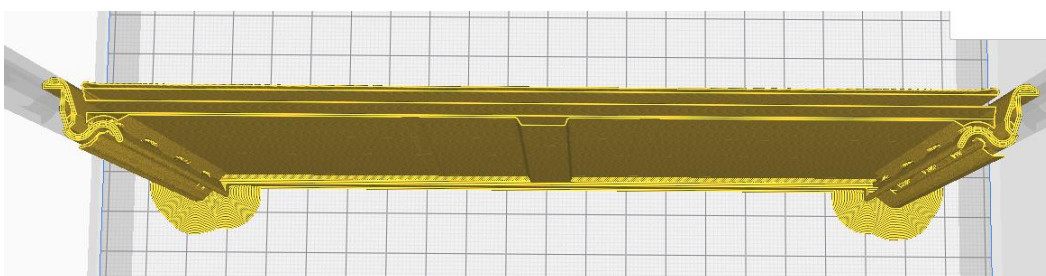
Liitteenä 5 tarjoukset kahdelta valmistajalta.

4.5.1 Ruiskuvalutuotannon suunnittelu

Ruiskuvalu vaatisi muotin, joka alumiinisena olisi noin 10000€ arvoinen. Tarvittaessa muotti olisi voitu martioida tuottamaan vaikkapa nahan tai hiilikuidun pintakuvion tapaisia valoksia noin 1000€ lisäkustannuksella. Näitä nahkaa ulkoisesti muistuttavia muoviosia on autoissa näkynyt aika runsaasti. Vielä suuremmilla kappalemäärillä muotti olisi pitänyt valmistaa teräksestä, jolloin kustannus olisi ollut huomattavasti suurempi. Nyt arvoitiin, ettei teräsmuotin kustannuksia tarvitse alkaa selvittää, kappalemäärä tuskin nousee niin suureksi. (Nurttila 2020).

4.5.2 3D-tulostuksen suunnittelu

3D-tulostimet tulostavat halutun tuotteen tulostaen ohuita siivuja kerros kerrokselta toistensa päälle. Näiden kerrosten liikeradat kerrotaan tulostimelle konepajakäytöstä tutulla G-koodi ohjelmointikielellä. Tässä työssä käytettiin Optimaker Cura-ohjelmaa siivuttamaan malli ja muodostamaan ohjaukoodi esimerkin omaisesti, varsinainen tulostus päätettiin ostaa tarvittaessa palveluna. Vaiheet päätettiin kuitenkin sisältää työhön, koska niistä näkyy hyvin vastaan tulleet rajoitteet. Cura ei lue suoraan NX:n natiivitiedostomuotoa, mutta NX 12 osaa tallentaa mallinsa STL-formaattiin, joka on yleisesti 3D-tulostuksessa käytetty formaatti.

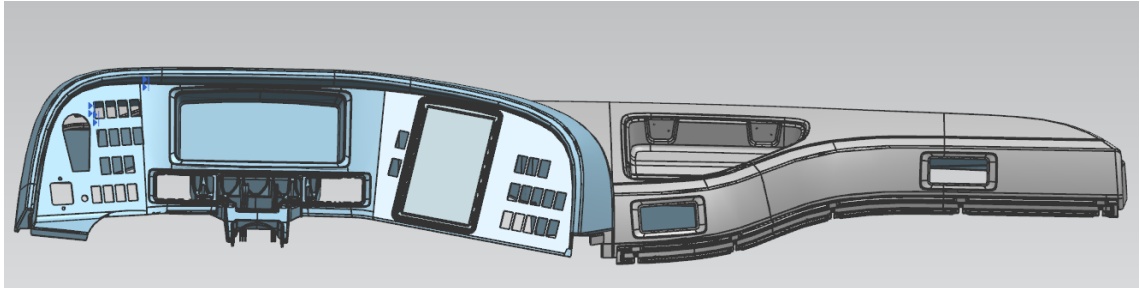


Kuva 14. Malli Cura-ohjelman näytöllä.

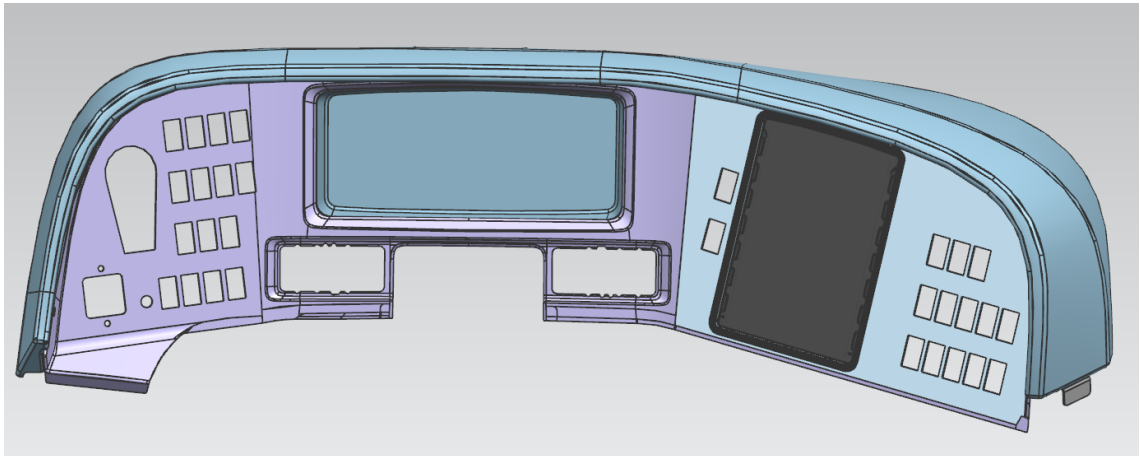
Kuvassa 14 erottuu reunoissa pyöreät tukipiirteet, joilla työ pyrkii pysymään pystyssä tulostuksen ajan. Keskellä näkyy reunasta reunaan ulottuva tukirakenne, mihin suurin osa ajasta ja materiaalista olisi mennyt.

5 TULOKSET

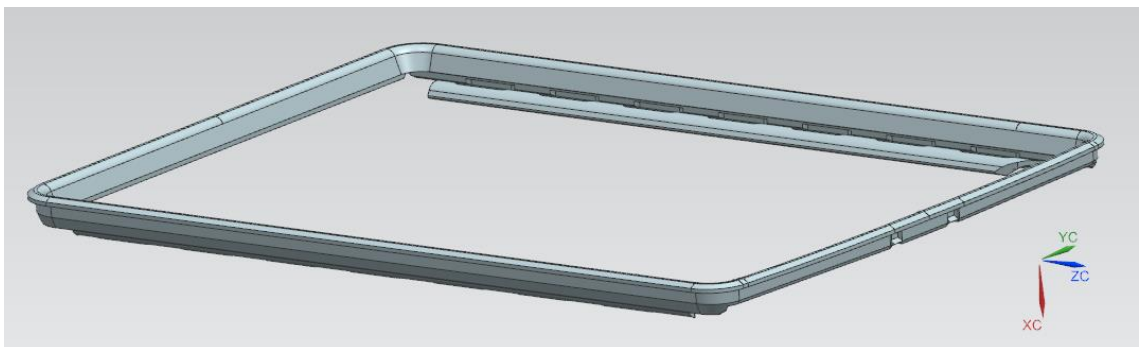
Lopullinen asennus koko kojelaudan mallin kanssa on esitelty kuvissa 15-17.



Kuva 15. Volvo 9700 koelauta Comatec Media Center-asennuksineen



Kuva 16. Varsinainen kojelauta



Kuva 17. Näytön asennuskehys.

Valmistajilta saatujen tarjouksien mukaan valmiiksi 3D-tulostettujen ja maalattujen kehyksien hinta jäisi noin 35€ tasolle, ALV 0%. Suuremmalla volyymillä hinta laskisi.

6 POHDINTA

Jälkeenpäin arvioituna kävi selväksi, ettei kokonaistyön laajuudesta eikä luonteesta ollut selvää kuvaa työtä aloitettaessa. Muotoilijalta saadun aineiston käsittely vaati NX-järjestelmän pintatyökalujen käyttöä, joita ei normaalissa mekaniikkasuunnittelussa käytetä juurikaan. Opettelussa, tutkimisessa ja testaamisessa meni aikaa ennen kuin malli saatiin sellaiseen kuntoon, että varsinainen työ voitiin aloittaa. Näin ollen, ensimmäiset aikataulut ja suunnitelmat osoittautuivat armotta liian kireiksi ollakseen realistisia. Aikataulujen laadintaa vaikeutti kokemuksen puute ja työhön liittyneiden ulkopuolisten toimijoiden aikataulut, joihin ei voinut vaikuttaa. Työn suorittamisen aikaan ostetun uuden asunnon remontointi ja muutto söivät kuukausia arvokasta aikaa. Myöskään kesäloman aikaan tämä työ sai osakseen korkeintaan ohimeneviä pohdintoja. Lomilta palattua vaihtui vielä Comatec:in puolen työn ohjaajakin.

Työ oli sinänsä varsin mielenkiintoinen ja palkitseva, vaikka mallintamisessa oli hyvin suuria vaikeuksia saada otetta muotoilijalta tulleesta aineistosta. Aikaa kului uudelleentekemiseen ja mallin piirteiden korjaamiseen suoraviivaisempaan suuntaan koittaen kuitenkin olla tinkimättä ulkomuodosta. Covid-19 asetti omat rajoituksensa ja hyvin tehokkaasti laittoi tauolle linja-auto matkailun ja näiden autojen markkinat.

Valmistettavuutta selvitettyä, havaittiin 3D-tulostuksen uskomattoman nopea kehitys; kaksi vuotta sitten koulussa saatu tieto oli armotta vanhentunutta ja toimi korkeintaan lähtökohtana. Onneksi työn loppuosaan saatiin ohjausta muovituotteiden valmistuksen asiantuntijalta.

Valmis työ vaikuttaisi täyttävän asetetut vaatimukset ja teollisilta valmistajilta saatujen tarjousten mukaan myös hinta olisi siedettävä. Työn olisi kruunannut valmiin asennuksen suorittaminen oikeaan linja-autoon, oikeilla komponenteilla. Tähän ei muuttuneiden tilanteiden johdosta kuitenkaan päästy, ainakaan tätä kirjoitettaessa.

LÄHTEET

Comatec Group. <https://www.comatec.fi/tietoa-meista/> Luettu 3.11.19

Eräheimo, T. 2016 Ajatuksen voimalla Alfa kustannus Espoo

Kaitonen, M. Tehtaanjohtaja. 2018. Haastattelu 31.8.2018. Haastattelija Lakela, K-P. Lieto

Launis, M. ja Lehtelä J. 2018 Ergonomia Helsinki Työterveyslaitos

Ljungqvist, Patrik. tekninen johtaja. 2019. Haastattelu 20.3.2019. Haastattelija Lakela, K-P. Tampere.

Nurttila, L. Ryhmäpäällikkö. 2020 Haastattelut syksy 2020. Haastattelija Lakela, K-P. Tampere

Microcraft. sähköpostit 20.9., 27.9. ja 7.10.2019

Protolabs. sähköpostiviesti 21.10.2020

3DStep. sähköpostiviesti 16.10.2020

LIITTEET

Liite 1. Tehtävänänto

1(5)

**AJATUKSEN VOIMA SUUNNITTELUUN**

New dashboard for Volvo coach with Comatec touchscreen

Comatec touchscreen display

**Existing solutions:
Garia golf cart,
Mercedes C-class**



 **COMATEC**® CONFIDENTIAL

**Existing solutions :
Volvo XC90 & V90**



 **COMATEC**® CONFIDENTIAL

Seen at trade fair spring '19



COMATEC® CONFIDENTIAL

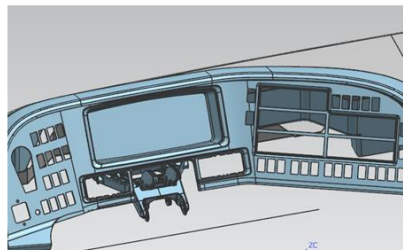
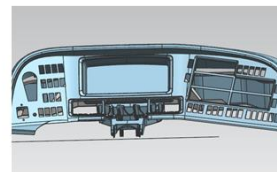
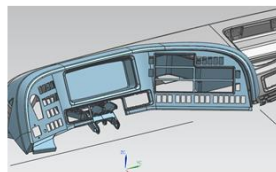
www.marquardt.com

Hyundai study on virtual cockpit '19



COMATEC® CONFIDENTIAL

Volvo 9700-series coach



COMATEC® CONFIDENTIAL

New Volvo 9900 -series coach



COMATEC® CONFIDENTIAL

Design tasks

Task 1. Volvo 9700 dashboard with Comatec display

Limits:

visually following volvo xc and v-series on design
placement on right side of dashboard
display position is portrait

Areas to be left untouched marked in picture on next slide.

2. Totally new design with minimal limitations, maybe using 9900 dashboard as basis

Limits:

limitation is the space on the bus (see Volvo 9900 or 9700)



Untouchable areas









TASK 2

Bus dashboard
Concept



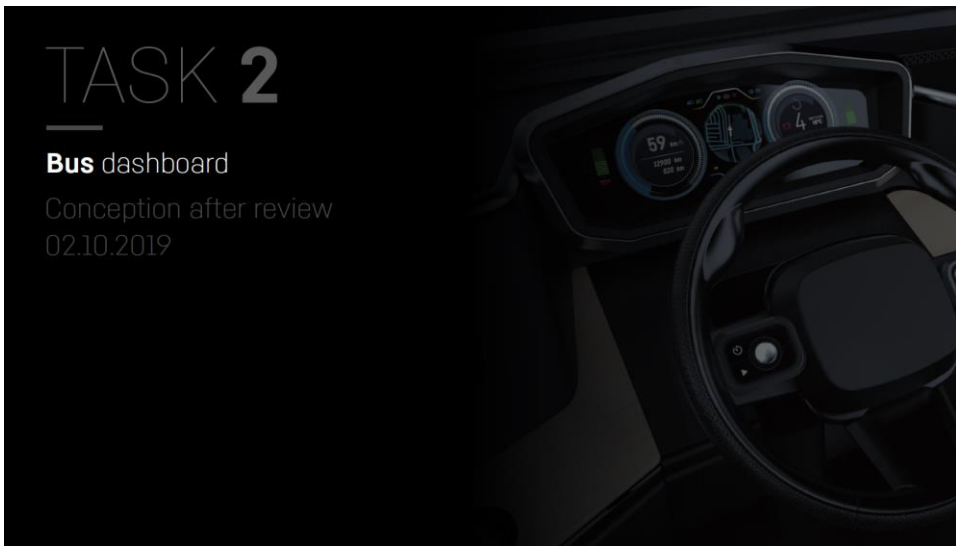


(Microcraft)

Liite 3. Korjatut konseptit

1 (3)







(Microcraft)

Liite 4. Tietoja näytöstä

DATA MODUL



easyTOUCH Display - Advanced Level
10.1 inch wide (25.7cm) / eTD1011-A

12015572



DISPLAY

Panel	Innolux G101ICE-L01
Screen Diagonal	10.1 inch wide (25.7cm)
Active Area Display (mm)	216.7 (H) x 135.6 (V)
Pixels (H x V)	1280 x 800
Display Mode	AAS, Normally black
Customer Interface Display	LVDS
White Luminance	500 cd/m ²
Contrast Ratio	800:1
Backlight lifetime	50.000 hrs (min)
Backlight type	LED
Colors	16.7M
Typ. Response Time	16 ms on/off
Viewing Angle (°) for CR≥10 (typical)	85 Up
	85 Down
	85 Left
	85 Right

GLASS AND TOUCH

Glass	2mm Glare Glass, chemically strengthened
Touch	10.1" easyTOUCH 12014890
Active Area Touch (mm)	226.0 (H) x 139.0 (V)
Touchpanel Interface	USB mXT640T

ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Operating Temp. (Ambient)	-20...+65 °C
Storage Temp. Range	-25...+70 °C

Note: no condensation

COMPLETE UNIT

Outline Dimensions (mm)	259.0 (H) x 177.0 (V) x 18.9 (T)
Weight (kg)	0.930
Operating System	Standard HID pointer device for single-and multitouch. Supports all common operating systems

For further information, please refer to detailed specification.

(Data Modul)

Liite 5. 3DStepin tarjous 16.10. 2020

3DSTEP | Huurretie 9 Ylöjärvi 33470




BILLING TO:
Lauri Nurttila
Artekno Oy
Aakkulantie 46 Kangasala, 36200
Finland

CUSTOMER SUPPORT
+358414302654
vesa.kananen@3dstep.fi
Issue date: 16.10.2020
Expiration date: 15.12.2020

QUOTE: 264451-3D-PROJECT-Q1

CUSTOMER NO.	REFERENCE NO.
-	-

SHIPPING METHOD	DELIVERY INSTRUCTIONS	EST. TOTAL WEIGHT
-	-	65 g
COMPANY	VAT NUMBER	PICKUP AT
Artekno Oy	-	3DStep Oy, Huurretie 9, ovi 33

#	PART	QTY.	UNIT PRICE	DISCOUNT	ITEM TOTAL
1	 264451-Frame_matala-1 HP PA12 HP Multijet Fusion Black dyeing 12.56 x 271.58 x 191.50 [mm] 65 g	2	EUR 37.82		EUR 75.64
Subtotal:					EUR 75.64
Including:					
* Post-Processings:					EUR 4.00
* Printing:					EUR 71.64
Net total:					EUR 75.64
0.00% Tax:					EUR 0.00
Gross Total:					EUR 75.64

(3DStep)

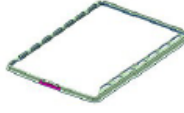
Liite 6. Protolab:in tarjous 21.10. 2020



ProtoQuote®

Injection Moulding Quote

Prepared for: Comatec
 Process: Plastic Injection Moulding
 Quote Number: 300586
 Quote Date: 21-Oct-2020
 Part Name: Frame_matala rev 2
 Extents: 272.405 mm x 193.569 mm x 12.563 mm



Thank you for the opportunity to quote your parts. We look forward to working with you on this project. If you have any questions, please contact us at +44 (0) 1952 683047.

1 Confirm or Modify Specifications and Review Pricing

Cavities:

A-side (green) finish:

B-side (blue) finish:

Tooling Price: € 8,866,00

Sample Quantity: **Sample Parts 25 @ € 6,42: € 136,60**

Material:

Manufacturing Time:

Total (ex. VAT) EUR:

Production Parts Calculator
 This calculator shows estimated piece part pricing for future production orders.

Qty 1,000: € 4,92 ea	Custom Lot Size Pricing	
Qty 3,500: € 4,13 ea	Enter Lot Size: <input type="text" value="5000"/>	<input type="button" value="Go"/>
Qty 5,000: € 3,34 ea	Qty 5000: € 3,34 ea	
Qty 20,000: € 3,22 ea		

Add € 750,01 setup charge to each lot of production parts.

Production pricing in EUR based on the material selected: HDPE, Natural (Exxon Mobil HMA 016)

(Protolabs)