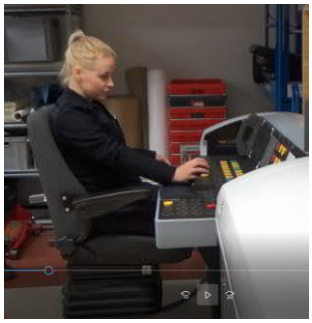
MAKETTITESTAUS
Kuljettajakatselmuksien tulokset

14.11.2018
Piritta Winqvist

A1838 / M300 ohjaamo

SISÄLLYSLUETTELO

Makettitestausten tulokset 2
1 Testin kulku ja tavoitteet 2
2 Ajoasennon ergonomiamitoitusperiaatteet 3
3 Arvioinnin tulokset 5
3.1 Ajoasennon ergonomia 5
3.2 Lyhyt kuljettaja 5

..... 5
3.3 Pitkä kuljettaja 5
3.4 Poistuminen istuimelta 6
3.5 Istuin 6
3.6 Istuimen käsinoja 7
3.7 Kahvat ohjauspulpetissa 7
3.8 Säädettävä jalkatuki 7
3.9 Ajokahvan käyttö 8
3.10 Ulottuvuus hallintalaitteille 8
3.11 Hallintalaitteiden sijoittelu 9
3.11.1 Hätajarru 9
3.11.2 Kiskojarru 9
3.11.3 Jalkasifa 10
3.12 Ajaminen seisten 10

LIITTEET: LIITE 1: Ergonomian arviointiraportti

Makettitestausten tulokset

Aika: 24.10.2018 ja 7.11.2018

Paikka: LINK Design PROTO HUB

Osallistujat: Piritta Winqvist, Matti Sillanpää, Eveliina Seppälä, Thomas Nyholm ja Paavo Mäkelä, LINK Design

Perttu Juhas, Samuli, Markus Polttila, HKL

Kuljettajaryhmä, HKL (halutaanko kirjata osallistujat)

1 Testin kulku ja tavoitteet

Maketilla testattiin malli, joka on suunniteltu nykyisen ohjaamon ergonomia-arvioinnin perusteella (Arviointiraportti liitteenä 1). Testejä toteutettiin kaksi, joista jälkimmäinen keskittyi seisten ajamiseen. Testien tavoitteena oli arvioida suunnitteluratkaisujen oikeellisuus, jotta keskustelu vaadittavista ratkaisuista saadaan valmistajan kanssa käyntiin. Ratkaisut on tehty nykyisen ohjaamon rakenne huomioiden, mutta yhteistyö valmistajan kanssa mahdollistaa muutokset tarkoituksenmukaisella tavalla toteutettuna.

Testitilanteessa kuljettajat kävivät kukin yksitellen makettiohjaamossa, jossa

- haettiin ensin itselle hyvä ajoasento ja tarkastettiin se ergonomialähtökohdista
- käytiin läpi istuimen säädöt ja niiden toimivuus
- testattiin kahvan sijoittelun ergonomian toimivuus eri kahvan asennoilla (jarrutus-ajo-kaasutus) ja suhteessa istuimeen
- käytiin läpi oleellisimmat muut hallintalaitteet
- testattiin istuimeen asettuminen saapuessa ja poistuminen
- testattiin seisten ajaminen

Kuva 1: Testattu makettimalli

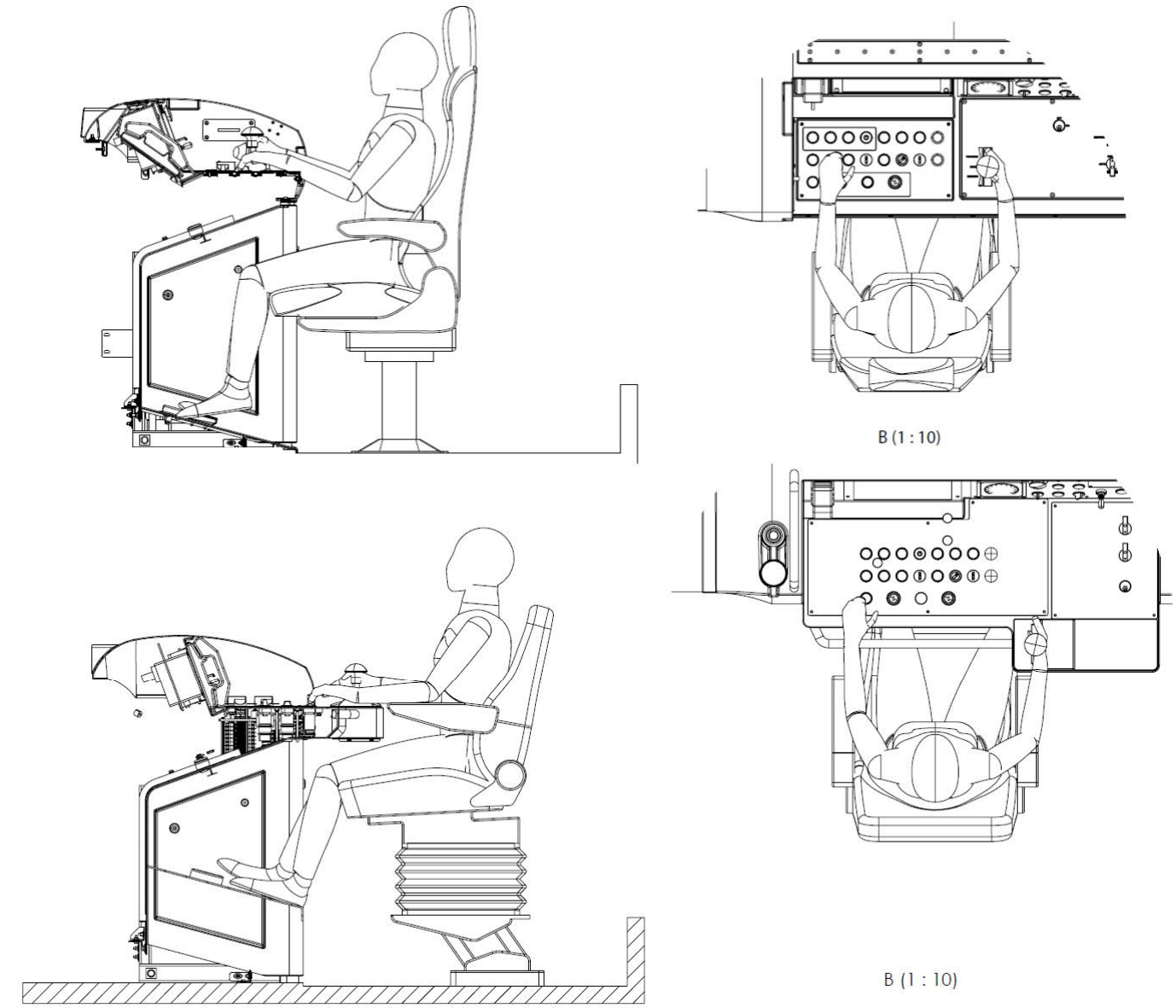
2 Ajoasennon ergonomiamitoitusperiaatteet

Ergonomiamitoitus perustuu seuraaviin reunaehtoihin:

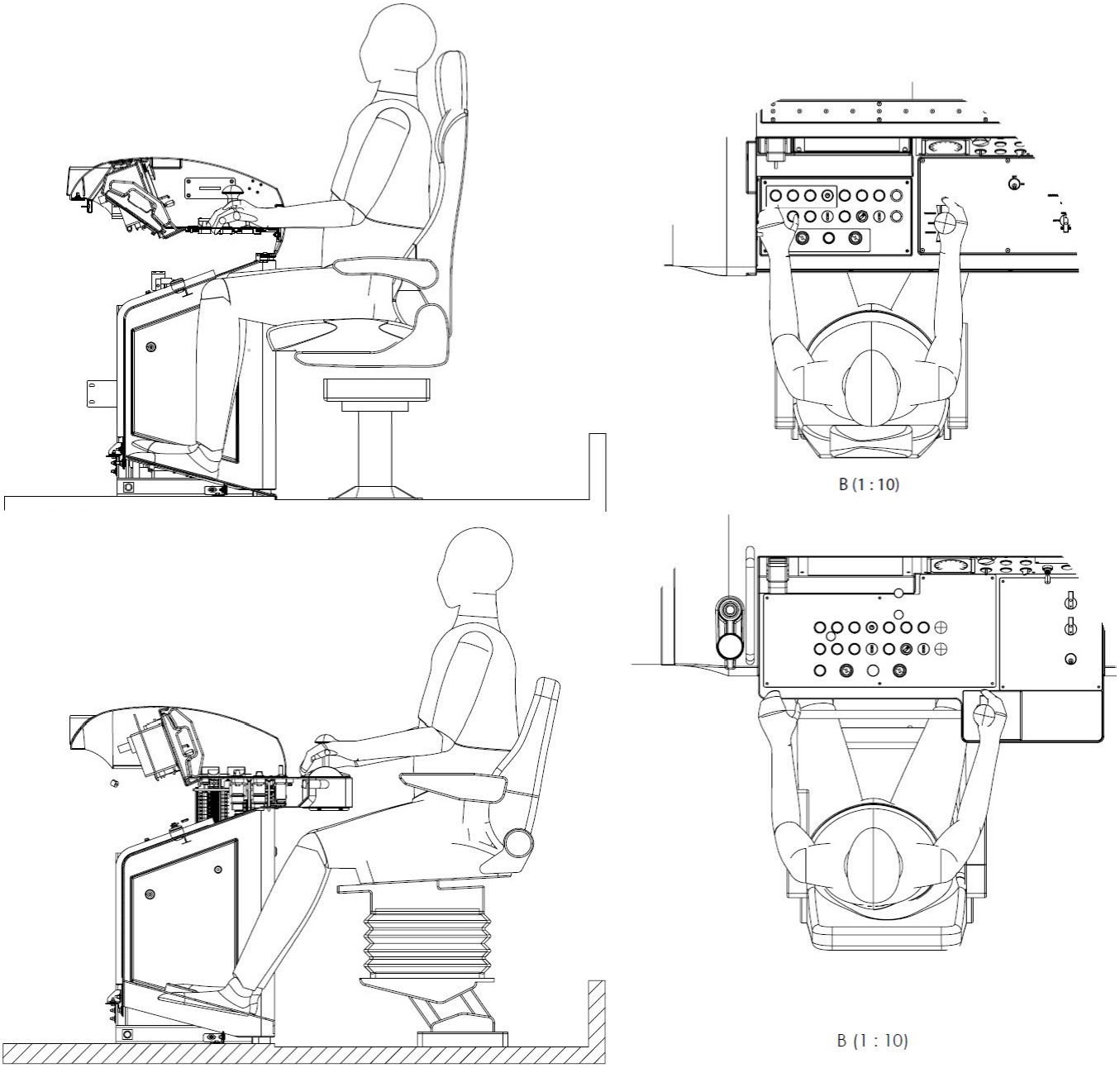
- Ajokahvan sijainti on kiinteä samoin ohjauspöydän
- Ohjauspöydästä on muokattu vain sen yläpuolista osaa kuljettajan puolella
- Ohjaamoon tulee säädettävä jalkatuki

Ergonomiamitoitusperiaate (kuvat alla)

- Hyvä ajoergonomia säädetään niin, että asetetaan käsi oikealle etäisyydelle ja korkeudelle kahvan suhteen käyttämällä istuimen korkeus- ja etäisyyssäätöjä. Tämän jälkeen nostetaan tarvittaessa jalkatukea ylemmäksi.
- Vaikka kahva on kiinteästi sijoitettu, mahdollistaa jalkatuki lyhyen henkilön ergonomisen ajoasennon. Lyhyen henkilön näkyvyys on myös parempi, kun korkeammalla istuminen on mahdollistettu.
- Hallintakahvaa on tuotu mahdollisimman lähelle kuljettajaa oikean kyynär- ja olkavarsikulman (sivuttaissuunta) saavuttamiseksi ja jalkatilan riittävyyden mahdollistamiseksi pidemmällä kuljettajalla.



Kuva 2: P5 naisen ajoasento nyt ja maketin mitoituksella

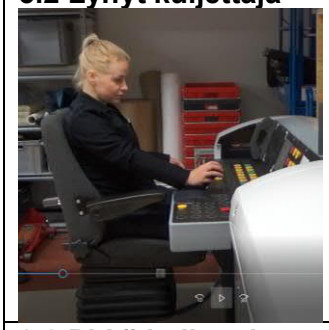
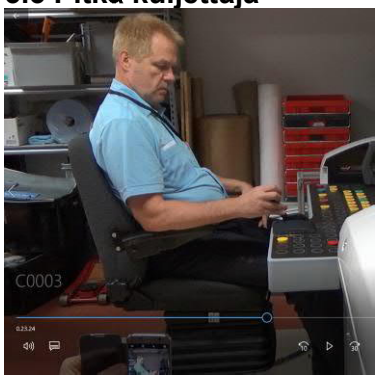


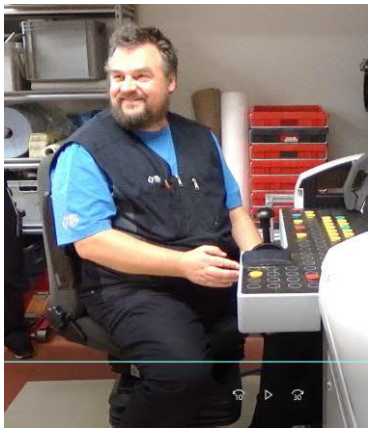
Kuva 3: P95 miehen ajoasento nyt ja maketin mitoituksella

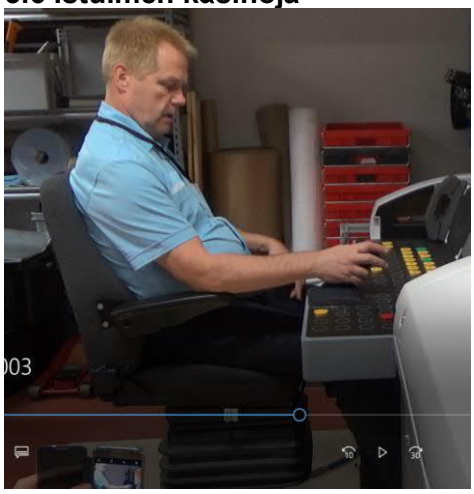
Ergonomisen ajoasennon opastamisen merkitys

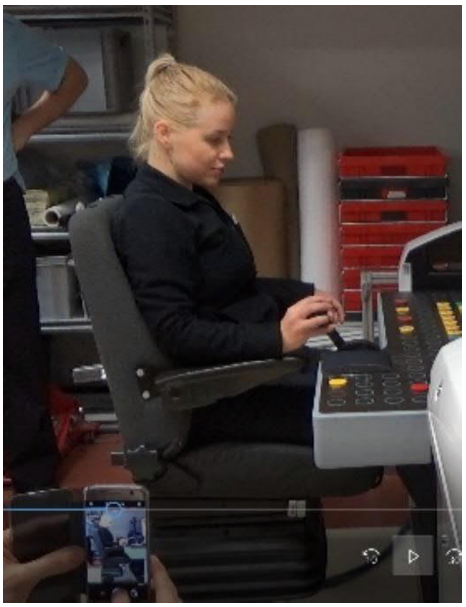
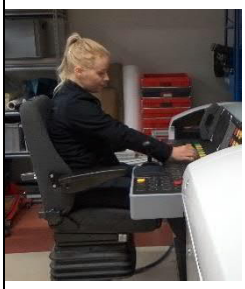
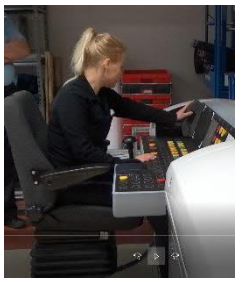
Ajoasennon säätöjärjestys ja –tapa poikkeaa joiltain osin totutusta ja opastuksen merkitys ergonomisen ajoasennon saavuttamiseksi korostuu. Koulutus aiheeseen on tärkeää, kuljettajat eivät välttämättä tiedä ajoasennon vaikutusta kuormitukseen tai minkälainen on itselle optimaalinen ajoasento ergonomian näkökulmasta.

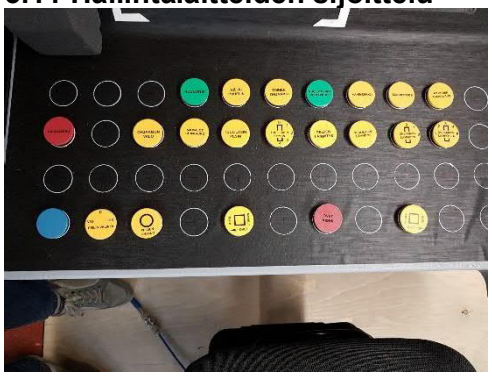
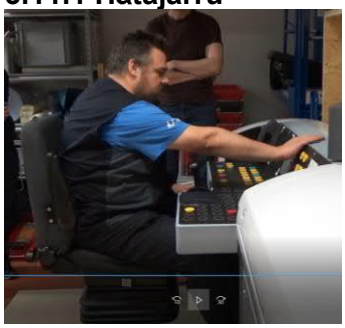
3 Arvioinnin tulokset

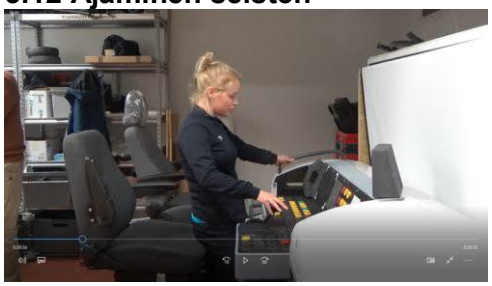
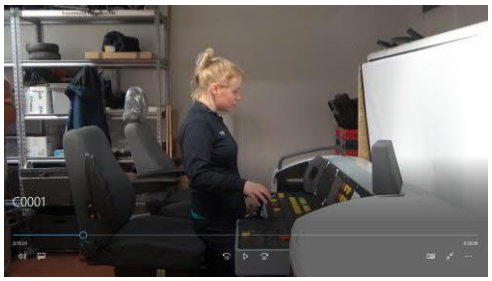
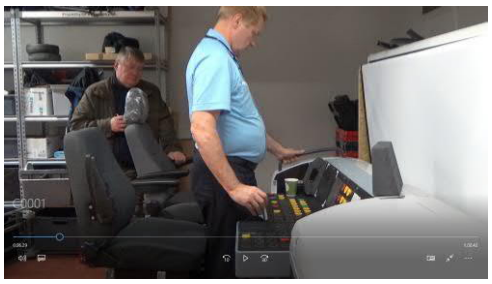
Testattava kohde	Havainnot	Huomiot ja mahdolliset toimenpiteet
3.1 Ajoasennon ergonomia	Ohjaamon päägeometria mahdollistaa ergonomisen ajoasennon. Kaikki kuljettajat pituusvaihteluväliltä 158-191cm saivat ergonomisen asennon ohjaamossa (kyynärkulma, vartalokulma ja polvikulma pysyivät lähes 90-120 asteen vaihteluvälillä. Äärikaasutuksessa kyynärvarren kulma on yli 120 astetta.	Tällä mitoituksella voidaan aloittaa keskustelut valmistajan kanssa. Yksityiskohdat kuten kahvan käyttö, painikelayout ja istuinvalinta tarkennetaan vielä seuraavassa vaiheessa.
3.2 Lyhyt kuljettaja 	Lyhyellä kuljettajalla kaasuttaessa käsivarsi on ojentunut. Käsinoja on lyhyelle kuljettajalle liian alhaalla, eikä siitä saa tällöin mahdollisimman hyvää tukea kyynärvarrelle.	Jos käsinojassa olisi pituussuuntainen säätö, saisi istuimen vielä lähemmäksi. Nyt käsinoja ottaa ajopöytään kiinni.
3.3 Pitkä kuljettaja 	Pisinkin kuljettaja 191cm mahtuu hyvin istumaan ja lähtemään istuimelta penkkiä kääntäen	Jotta kulkeminen on mahdollisimman sujuvaa, otetaan ajopöydästä kaikki pois, mikä on komponenttien tilantarpeen rajoissa mahdollista. Etureunaan tehdään mahdollisimman iso viiste/pyöristys.

Testattava kohde	Havainnot	Huomiot ja mahdolliset toimenpiteet
3.4 Poistuminen istuimelta 	Poismeno tuntuu väljältä vaikka kahvaa on tuotu kuljettajaan päin. Nykyinen tuntuu ahtaammalta, kun kuljettajat istuvat mahdollisimman lähellä ajopöytää. Istuimen kääntyminen helpottaa paikalta lähtöä	Sama kuin edellä Istuimessa täytyy olla kääntömekanismi.
3.5 Istuin	Istuimen säätövarat ovat riittävät pituussuunnassa (150 mm). Istuin on myös mahdollista laittaa nk. huoltoasentoon taakse, joka mahdollistaa seisten ajon istuimen ja ajopöydän välissä. Koska ajopöytä on korkea, istuimen pitää lähtökohtaisesti olla sijoitettuna korotusosan päälle, jolloin korkeussäätö on riittävä. Istuin ei ole kovin jäykkä sivuttaissuunnassa ja etenkin väljistyessään se heiluu sivuttaissuunnassa häiritsevästi ja aiheuttaa selkäoireita. Koska metrojuna aiheuttaa juuri sivuttaissuuntaisia täräyksiä, olisi istuimessa hyvä olla parempi sivuttaissuuntainen tuki. Istuimen ristiselän tuki koetaan hyväksi. Istuimen kääntäminen ja pituussäädön käyttö vaatii melko paljon voimaa ja kropan käyttöä. Myös istuimen nostaminen takaasentoon täytyy tehdä lihasvoimin.	Istuinvaihtoehdot arvioidaan erikseen tämän katselmuksen jälkeen. Vaihtoehtona tällä hetkellä on Be-Gen 3000 sarjan istuin, joka on tukeva ja siihen on saatavilla valmisratkaisuja myös käsinojan suhteen.

Testattava kohde	Havainnot	Huomiot ja mahdolliset toimenpiteet
3.6 Istuimen käsinoja 	Istuimen käsinojassa on ainoastaan kulman säätö. Käsinoja antaa jonkin verran tukea. Suurimmalla osalla tuki saavutettiin etureunasta, kun käsi on yläviistossa. Kuvan pitkällä henkilöllä käsinoja riittää juuri ja juuri, kun taas lyhyt kuljettaja ei saa istuinta riittävän eteen käsinojan pituuden vuoksi. Käsinoja on kapea, eikä siitä saa maksimaalista tukea. Haittana on, että kun olkavarsi on käsinojan vuoksi liian lähellä kroppaa, hartia nousee ja jännittyy.	Tällä hetkellä tarkastellaan valmisratkaisuja, jotka on saatavilla mm. Be-Gen istuimeen. Käsinojan olisi hyvä olla leveämpi, hieman kourumainen muoto ohjaa kyynärvartta hyvin kahvaa liikuteltaessa. Testien perusteella käsinojassa olisi hyvä olla korkeus- ja pituussäätö. Kun vaihtotilanteet ovat nopeita, on tarkoituksenmukaista minimoida säätömahdollisuudet. Seuraavaksi haarukoidaan säätötarpeet 3D-ergonomiasimuloinnilla. Tästä ei vielä ole tuloksia.
3.7 Kahvat ohjauspulpetissa	Kahvat ohjauspöydässä ovat tarpeelliset muutenkin kuin seisten ajettaessa. Tukea tarvitaan istuimen säätöön ja kääntymiseen. Kahvalla voi myös lepuuttaa kättä. Kuvan mallissa kahvoja ei vielä ole asennettu ja kuljettajat ottivat tukea pöydästä	Sekä ohjauspulpetin etureunan että sivulla olevat kahvat ovat tarpeellisia. Ks. kohta seisten ajaminen
3.8 Säädettävä jalkatuki	Säädettävä jalkatuki on välttämätön ergonomisen ajoasennon saavuttamiseksi, kun ajopöytä on melko korkea. Jalkatuen säätökytkimen pitää olla paikassa, jossa sitä voidaan käyttää ajoasennossa istuen.	Ehdotetaan muutoksena valmistajalle säädettävän jalkatuen lisäämistä.

Testattava kohde	Havainnot	Huomiot ja mahdolliset toimenpiteet
3.9 Ajokahvan käyttö 	Ajokahva mahdollistaa erilaiset otteet käytössä, mikä on hyvä. Vaihtelelvat otteet vähentävät kuormitusta. Kahvaa on totuttu käyttämään juuresta ajaen tai sormilla, osittain sen vuoksi, että näillä otteilla siihen ulottuu paremmin. Kahvan muoto mahdollistaisi kahvan pitämisen kiinni päältä kämmen vaakatasossa, mutta varsi on sen verran pitkä, että ranne taittuu näin ajaessa. Kahva voisi olla matalampikin sallien silti juuresta ajon. Keskusteltiin myös, että testataan myös epäsymmetristä kahvan nuppia, kuten uudistetussa M100:ssa Kaareva pehmuste (matalampi) versio toimi hyvin tukena kämmensyrjän alla. Pehmuste voisi jatkua pöydän etureunaan asti.	Seuraavassa vaiheessa testataan tarkemmin kahva-käsinoja-pehmusteet kokonaisuuden toimivuus: Kahvan varren lyhentäminen, kahvaosan muoto, mahdollisesti kalteva alusta (käsivarren luontainen liikesuunta), käden tuenta sekä pehmuste- että käsinojaratkasuilla. Kahvan varren lyhentämisessä huomioitava myös seisten ajo.
3.10 Ulottuvuus hallintalaitteille  	Ajopöydässä oleviin hallintalaitteisiin ulottuu hyvin, kun primääritoiminnot sijoitetaan etualalle. Takaseinään, jota on alkuperäisestä tuotu kuljettajaan päin, ei kannata sijoittaa mitään ajon aikana tarvittavaa hallintalaitetta.	Hallintalaitteiden sijoittelu tarkastellaan seuraavassa vaiheessa tarkemmin. Jo tässä katselmuksessa sijoitettiin merkittävimpiä kytkimiä käyttökelpoisiin ja luonteviin paikkoihin.

Testattava kohde	Havainnot	Huomiot ja mahdolliset toimenpiteet
3.11 Hallintalaitteiden sijoittelu  	Huomiot painikkeiden sijoittelusta: • Peilien säätökytkimien sijoittelu niin, että säätämisen voi tehdä ajoasennosta • Peilin lämmityspainiketta käytetään vain kerran, joten se voi olla muiden lämmityskytkinten tuntumassa • Virven tangentti olisi helppokäyttöisempi ajopöydän vasemmassa reunassa kuljettajan ulottuvilla. Tällöin voi puhua ajaessa. Itse päätelaitteen sijainti tolpassa nykyisellään on toimiva • Jalkatuen säätökytkin lähemmäksi kuljettajaa • Ohjaamon valojen säätökytkimen toivottiin olevan painonapin sijaan kääntökytkin. Nyt sekoittuu helposti muihin pimeässä • Ohjaamon valot pitäisi saada päälle, vaikka avain olisi jo otettu pois (esim. jos jotain tippuu / on hukassa lähtiessä)	Seuraavaan katselmukseen toteutetaan arvioitava painikelayout tämän katselmuksen ja haastatteluiden perusteella. Kuvassa vasemmalla katselmuksessa tehtyjä siirtoja.
3.11.1 Hätajarru 	Hätäjarru pitää saada lyötyä nopeasti. Sijainti on ihan hyvä nykyisessä, vastaavuus muihin vaunuihin tarkistettava. Hätäjarrussa olisi hyvä olla valo indikoimassa sitä, että hätäjarru on aktiivinen.	
3.11.2 Kiskojarru	Keskusteltiin siitä, voisiko kiskojarru olla jalalla käytettävä niin kuin muissa vaunuissa painonapin sijaan. Kun nopea tilanne tulee vastaan, olisi hyvä, että tarvittavat hallintalaitteet olisivat lihasmuistissa. Jalalla koetaan olevan helpompi antaa vähän lisäjarrua samalla kuin jarruttaa kahvan kautta moottorilla.	

Testattava kohde	Havainnot	Huomiot ja mahdolliset toimenpiteet
3.11.3 Jalkasifa	Nykyisessä ohjaamossa on tullut ilmi, että nilkka koukistuu ja rasittuu jalkasifaa käytettäessä. Kuljettajat ovat ehdottaneet kantapään tukea helpottamaan tilannetta. On mahdolista, että tilanne helpottuu jo säädettävän jalkatuen avulla, kun nilkka lähtökohtaisesti ei ole niin koukussa ahtaan jalkatilan vuoksi.	Tarkastellaan parmmin mallissa
3.12 Ajaminen seisten   	Seisten ajaminen on ollut joillekuille pakko nykyisessä ohjaamossa, mutta sen nähdään tuovan myös tervettä vaihtelua työasentoon. Lähtökohtaisesti seisominen liikkuvassa ajoneuvossa, jossa on sivuttaisia liikkeitä, pitää harkita tarkkaan. Kahvat ovat välttämättömyys ja mallissa olevat sijainnit tuntuivat toimivilta. Myös oikealle puolelle ohjauspöytää voisi laittaa kahvan, jos vaunua ajetaan vasemmalla kädellä. Istuimen ja ohjauspöydän väliin mahtui hyvin ajamaan seisten. Parhaimmillaan istuimesta sai nojatuennan. Tarkastelua vaatii kaksi kuljettajantunnistukseen liittyvää seikkaa: Seisten tulisi olla tukevassa haara-asennossa, mutta jalkasifa pakottaa asennon niin, että toinen jalka on edessä. Tällöin ollaan aika lailla yhden jalan päällä. Käsisifassa taas on riski, että se pakottaa pitämään jatkuvasti kämmenen kahvalla, ja horjahdustilanteessa on mahdollista aiheutua tahaton nopeuden nostaminen. Painonappi ei tule seisten kyseeseen, koska tällöin ei voi ottaa tukea kahvasta. Ellei painonappi ole integroitu kahvaan tai sijaitse sen tuntumassa. Nämä vaihtoehdot ovat hankalia, koska eri mittaiset kuljettajat pitävät eri kohdasta kahvaa kiinni.	Otettava tarkempaan käsittelyyn yhtenä oleellisena kohtana.