



**SAVONIA**

OPINNÄYTETYÖ - YLEMPI AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# KONE- JA TUOTANTOTEK- NIIKAN UUSIUTUVAT OPPI- MISYMPÄRISTÖT

TEKIJÄ/T: Jukka Marttinen EJJ18SY  
Jukka Saastamoinen EJJ18SY

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Teknologiaosaamisen johtamisen tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä(t) Jukka Marttinen, Jukka Saastamoinen			
Työn nimi Kone- ja tuotantotekniikan uusiutuvat oppimisympäristöt			
Päiväys	24.6.2020	Sivumäärä/Liitteet	71/2
Ohjaaja(t) Jenni Toivanen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savon Koulutuskuntayhtymä, Savon Ammattiopisto / YIT Suomi Oy, 3D talo Finland Oy, Arkkitehtitoimisto Lukkaroinen Oy			
Tiivistelmä <p>Ammatillinen koulutus on kokenut viime vuosina suuria muutoksia. Koulutus tarvitsee uudistusta, koska työelämässä menestyminen edellyttää uudenlaista ammattitaitoa ja osaamista. Oppilaitosten näkökulmasta ammatillisen koulutuksen muutokseen vastatakseen ei riitä, että koulutusta muutetaan. Myös oppimisympäristöjä on uudistettava. Oppimisympäristöjen tulee vastata niin osaamisperusteisen oppimisen kuin työelämästä tulevien ammattitaitovaatimusten tukemista. Savon koulutuskuntayhtymä toteuttaa Kuopion Savilahteen uuden kampuksen. Kampuksen valmistumisajankohta on vuonna 2022. Tämän työn tavoitteena oli suunnitella Savilahteen valmistuviin Savon ammattiopiston kone- ja tuotantotekniikan tiloihin toimivat ja nykyaikaiset oppimisympäristöt.</p> <p>Opinnäytetyö sisältää layout-suunnittelun työsalien koneille ja laitteille, työturvallisuuden suunnittelun, tarkastelun ja riskien arvioinnin sekä kone- ja tuotantotekniikassa käyttöönotetun pisteoppimisen toteuttamisen mallin. Teoriaosuudessa käsitellään layout-suunnittelua, oppimisympäristöjä, Lean 6S -menetelmää ja työturvallisuutta. Lisäksi suunnittelun tueksi on tehty useita tutustumiskäyntejä erilaisiin toimintaympäristöihin.</p> <p>Työn tuloksena valmistui layout-suunnitelma työsalien toiminnoille Savilahteen siirtymistä varten. Työssä pyrittiin mahdollisimman valmiiseen suunnitelmaan koneiden ja laitteiden sijoittelussa. Lisäksi rakennushankkeen edessä yksityiskohtia tullaan vielä tarkentamaan.</p>			
Avainsanat kone- ja tuotantotekniikka, oppimisympäristö, layout, työturvallisuus, LEAN, 5S, 6S			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Master's Degree Programme in Engineering Knowledge Management			
Author(s) Jukka Saastamoinen, Jukka Marttinen			
Title of Thesis New Learning Environments for Machine and Production Technology			
Date	24 Juni 2020	Pages/Appendices	71/2
Supervisor(s) Ms Jenni Toivanen, Research Manager			
Client Organisation /Partners Savo Consortium for Education, Savo Vocational College / YIT Suomi Oy, 3D talo Finland Oy, Arkkitehtitoimisto Lukkaroinen Oy			
<p>Abstract</p> <p>Vocational training has undergone major changes in recent years. Vocational training has needed reform, as new forms of professional skills and competences are required to succeed in working life today. It is not enough to change only education, but educational institutions also need to change learning environments. These new learning environments must support both competence-based learning and professional skills requirements from working life. The Savo Consortium for Education is building a new campus in Savilahti, Kuopio. The campus will be completed in 2022. The aim of this thesis was to design a functional and modern learning environment for machine and production technology at Savo Vocational College in Savilahti.</p> <p>The thesis includes layout design for machines and equipment in the field of machine and production technology, occupational safety planning, review and risk assessment, and a model for the implementation of workshops in machine and production technology. The theoretical part includes layout design, learning environments, the Lean 6S method and occupational safety. In addition, several study visits to different kind of operating environments were made to support the planning.</p> <p>As a result, a layout plan was created for machine and production technology workshop at Savilahti Campus. The plan was made as complete as possible in terms of the placement of the machines and equipment. In addition, as the construction project progresses, the details will be further specified.</p>			
Keywords machine and production technology, learning environment, layout, occupational safety, LEAN, 5S, 6S			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	7
1.1	Työn tausta .....	7
1.2	Taustaorganisaatio.....	8
1.3	Työn tavoite, rajaus ja tutkimusongelma .....	9
1.3.1	Tutkimusongelma.....	9
1.3.2	Työn tavoite .....	10
1.3.3	Työn toteutus ja rajaus .....	11
2	SAVON AMMATTIOPISTON KAMPUSTA TUKEVAT HANKKEET .....	12
2.1	Savon ammattiopisto, Savilahden rakennushanke .....	12
2.2	Savon ammattiopiston rakennushanketta tukevat muut hankkeet .....	14
2.2.1	Savilahti-hanke .....	15
2.2.2	TEDI Teknologia digitalisoituu -hanke.....	15
2.2.3	TUO Teollisuuden uudet osaajat -hanke .....	15
2.2.4	Strategiarahoitus.....	16
3	TULEVAISUUDEN OPPIMISYMPÄRISTÖT JA KEHITYSSUUNTAUKSET .....	17
3.1	Oppimisympäristö .....	18
3.2	Pisteoppiminen .....	20
3.3	Teollisuus 4.0 oppilaitoksessa .....	20
4	LAYOUT-SUUNNITTELU OPPILAITOKSISSA.....	23
4.1	Tuotannon layout.....	23
4.2	Prosessilähtöiset ja tuotelähtöiset layoutit .....	23
4.3	Oppimistilojen/työskentelytilojen toiminnallisuus.....	26
4.4	Konstruktivistinen oppimiskäsitys .....	26
4.5	LEAN-ajattelu .....	26
4.6	5S- ja 6S-menetelmä.....	27
5	TYÖTURVALLISUUS .....	29
5.1	Työpaikan turvallisuus.....	29
5.2	Työturvallisuus oppilaitoksissa .....	29
5.3	Turvallisuuskulttuuri ja johtaminen.....	30
5.4	Oppimisympäristöjen työskentelyolosuhteet.....	31
5.5	Työpiste ja työtilat .....	31

5.6	Koneiden, laitteiden ja työvälineiden turvallisuus.....	31
5.7	Opetus ja ohjaus.....	32
6	TUTUSTUMISKÄYNNIT OPPIMISYMPÄRISTÖN SUUNNITTELUN TUEKSI .....	33
6.1	Koulutuskeskus Salpaus, Lahti .....	33
6.2	Oodi-keskustakirjasto Helsinki.....	33
6.3	Dudley College of Technology, Englanti .....	33
6.4	ROC Aventus, Apeldoorn & Devender, Hollanti.....	34
6.5	EMO 2019 -messut Hannover Saksa .....	35
6.6	Worldskills Kazan 2019.....	35
6.7	European CNC educators -konferenssi, Nantes Ranska .....	36
6.8	Yhteenveto tutustumiskäynneistä.....	37
7	KONE- JA TUOTANTOTEKNIIKAN OPPIMISYMPÄRISTÖT.....	39
7.1	Toteutuksen suunnittelu .....	39
7.2	Työsalitilojen suunnittelu .....	40
7.3	Työtilojen layout-suunnittelu.....	45
7.4	Pisteoppimisen huomioiminen layout-suunnittelussa.....	45
7.5	Hitsaus- ja levytöiden työsalioppimistilat.....	46
7.5.1	Hitsaus ja levytyöt.....	46
7.5.2	Hitsaamo .....	48
7.6	Koneistuksen työsalioppimistilat.....	49
7.6.1	Koneistamo.....	50
7.6.2	Manuaalikoneistus.....	51
7.6.3	CNC-koneistus .....	52
7.6.4	Mittahuone .....	52
7.6.5	Ohjelmointitila .....	52
7.6.6	Työturvallisuus koneistamossa .....	53
7.7	Yhteiskäyttötilat .....	54
8	JATKOTOIMENPITEET .....	55
8.1	Opetuksen kehittäminen.....	55
8.2	Työsalitilojen organisointi .....	56
8.3	Rakennesuunnittelun jatkuminen .....	56
8.4	Kone ja tuotantotekniikan koneiden ja laitteiden siirto uusiin tiloihin 2022 .....	56

9 TYÖN TULOKSET.....	57
10 POHDINTA.....	59
11 YHTEENVETO.....	61
LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT .....	63
LIITE 1. RISKIENARVIOINTITAUUKKO.....	67
LIITE 2. LAITE- JA TARVIKELUETTELO.....	69

## 1 JOHDANTO

Savon koulutuskuntayhtymän toiminnot Kuopiossa siirtyvät uusiin tiloihin vuosien 2020–2022 aikana. Tilojen alustavaa suunnittelua on tehty jo vuodesta 2018 lähtien. Samanaikaisesti toisen asteen koulutus on ollut suurten muutosten kohteena. Reformin eli ammatillisen koulutuksen uudistuksen mukanaan tuomat haasteet ja muutokset vaativat paljon kehitystyötä, jotta vanhojen tutkinnon perusteiden opetussuunnitelmien mukaiset opetusmallit saadaan muokattua toisen asteen koulutuksen reformia vastaavaksi. Tähän Savon koulutuskuntayhtymässä on vastattu strategisilla muutoksilla.

Savon koulutuskuntayhtymässä toteutetaan kolmen oppimisympäristön mukaista toimintamallia, jossa keskiössä ovat oppilaitoksessa, työpaikalla ja verkossa oppiminen. Nykysuuntauksen mukaan oppimista pyritään siirtämään yhä enemmän työpaikoilla tapahtuvaksi, jolloin oppilaitoksessa tapahtuvan lähiopetuksen tuntimääriä supistetaan. Tästä syystä uusien toimitilojen suunnittelussa tulee ottaa huomioon opetuksen toteuttaminen sekä tilojen muuntojoustavuus. Tämä aiheuttaa suuren haasteen Savon koulutuskuntayhtymän uusien toimitilojen suunnittelussa.

Tämän työn tarkoituksena oli suunnitella Savilahteen tuleviin Savon ammattiopiston kone- ja tuotantotekniikan tiloihin toimiva ja nykyaikainen oppimisympäristö. Tämä opinnäytetyö sisältää layout-suunnittelun kone- ja tuotantotekniikan koneille ja laitteille, turvallisuustarkastelun hyödyntäen riskianalyysia sekä kone- ja tuotantotekniikassa käyttöönotetun pisteoppimisen toteuttamisen mallin. Teoriaosuudessa käsitellään layout-suunnittelua, oppimisympäristöjä ja työturvallisuutta. Lisäksi suunnittelua varten on tehty useita tutustumiskäyntejä erilaisiin toimintaympäristöihin.

### 1.1 Työn tausta

Opinnäytetyön aihe valikoitui todellisesta tarpeesta suunnitella Savilahteen tuleviin Savon ammattiopiston kone- ja tuotantotekniikan tiloihin toimivat ja nykyaikaiset oppimisympäristöt. Savon koulutuskuntayhtymän (kuva 1) olevissa Presidentinkadun vanhoissa opetustiloissa on todettu useita sisäilmaongelmia. Henkilöstö on joutunut siirtymään eri toimipisteisiin saatuaan erilaisia oireita. Vanhat tilat ovat tulleet käyttöikänsä päähän, ja niissä on meneillään purkutyöt asteittain.

Teknologiaateollisuus kokonaisuudessaan on Suomen suurin vientiala. Kiinnostus teknologiaateollisuuden ammatteja kohtaan on ollut heikkoa viime vuosina. Tämä heijastuu kone- ja tuotantotekniikkaan opiskelijoiden koulutukseen hakeutumisena ja osaavan työvoiman rekrytointihaasteina teknologiaateollisuudessa. Kiinnostuksen yhtenä lisäämiskeinona on teknologiaateollisuuden ammattien ja koulutuksen mielikuvan parantaminen. Tästä syystä niin koulutus- kuin oppimisympäristötkin tulee rakentaa toimiviksi ja viihtyisiksi.

Ennakkoon mahdollisimman pitkälle suunnitellut ratkaisut ja valinnat oppimisympäristöjen toiminoissa tulevat helpottamaan koulutuksen siirtymävaihetta ja aloitusta uusissa, moderneissa tiloissa. Uusien toimitilojen suunnittelussa tulee ottaa huomioon myös tulevaisuuden oppimismenetelmät.

Kone- ja tuotantotekniikan uusissa työsalitiloissa on mahdollistettu sekä niin sanottujen perinteisten että nykyaikaisten laitteistojen sijoittelu. Perinteisten työsalien yhteyteen on suunniteltu virtuaaliopimisympäristöjä, joiden vaatimat tilat huomioidaan suunnittelussa.



Kuva 1. Savon ammattiopiston vanhat Presidentinkadun tilat 2018 (Savon koulutuskuntayhtymä 2018).

## 1.2 Taustaorganisaatio

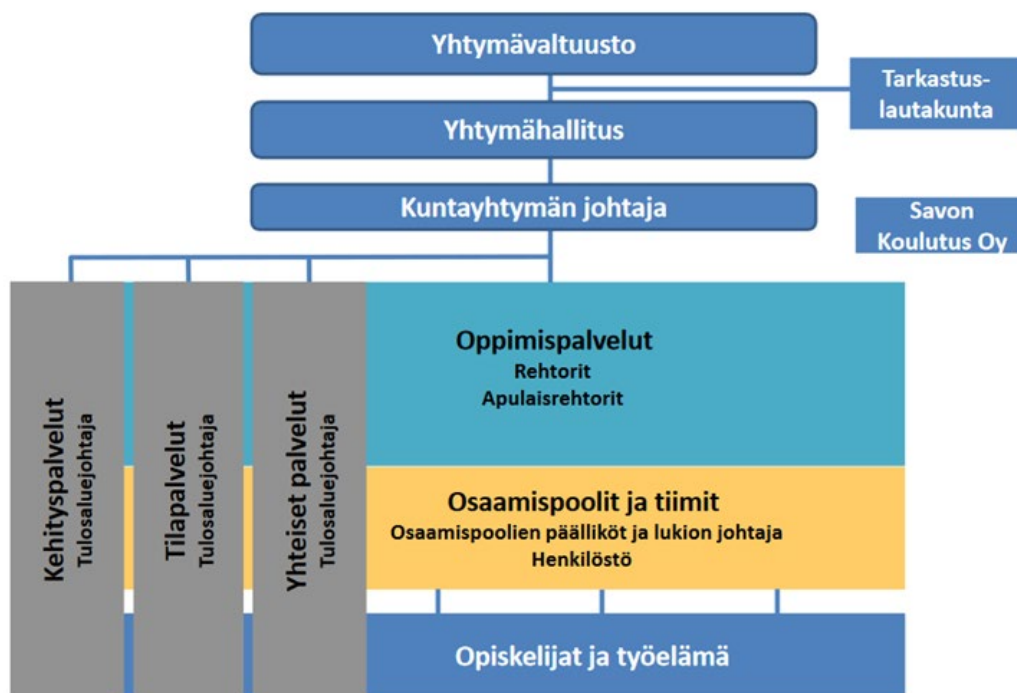
Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Savon koulutuskuntayhtymä (SAKKY). Savon koulutuskuntayhtymästä opinnäytetyön ohjauksessa toimivat oppimisympäristöjen suunnittelujohtaja, teollisuusalojen koulutuspäällikkö sekä hankepäällikkö. Opinnäytetyöhön liittyy useita hankkeita, kuten Savi-lahti-hanke, TEDI Teknologia digitalisoituu -hanke, TUO Teollisuuden uudet osaajat -hanke sekä opetushallituksen strategiarahoitus.

Savon koulutuskuntayhtymä kuuluu Suomen suurimpiin ja monipuolisimpiin koulutuksen järjestäjiin. Kuntayhtymä on 16 pohjoissavolaisen kunnan omistuksessa. Kuntayhtymä järjestää ammatillista koulutusta täydennyskoulutuksia ja lukiokoulutusta. Opiskelijamäärä on yhteensä noin 18 000 ja työntekijöitä noin 720. Kampuset sijaitsevat Iisalmessa, Siilinjärvellä, Kuopiossa ja Varkaudessa. Savon koulutuskuntayhtymä hallinnoi Savon ammattiopistoa, Varkauden lukiota ja Savon koulutus Oy:tä. (Savon koulutuskuntayhtymä 2019.)

Savon koulutuskuntayhtymä on aktiivisesti mukana kehittämässä yrittäjyyttä ja työelämää. Se pyrkii toimimaan nopeasti ja työelämän tarpeisiin reagoivasti. Savon koulutuskuntayhtymä on monialainen



ja kansainvälinen kouluttaja. Savon koulutuskuntayhtymän organisaatiokaavio on esitetty alla olevassa kuvassa (kuva 2).



Kuva 2. Savon koulutuskuntayhtymän organisaatiokaavio (Savon koulutuskuntayhtymä 2020a).

### 1.3 Työn tavoite, rajaus ja tutkimusongelma

Savon koulutuskuntayhtymä on suunnitellut Savon ammattiopiston käyttöön kampusaluetta Savilahden useita vuosia. Aktiivinen suunnittelu henkilöstön kanssa aloitettiin Savilahden Charette-yhteissuunnittelupäivillä 2018. Tämän jälkeen erilaisia henkilöstön suunnittelupäiviä on ollut muutamia. Lisäksi suunnittelun tueksi on järjestetty vierailuja erilaisissa toimintaympäristöissä niin kansallisesti kuin kansainvälisestikin. Henkilöstöstä valittiin Savilahti-suunnittelutyöryhmä, joka tiedottaa suunnittelun etenemisestä eri ammattialoille säännöllisesti.

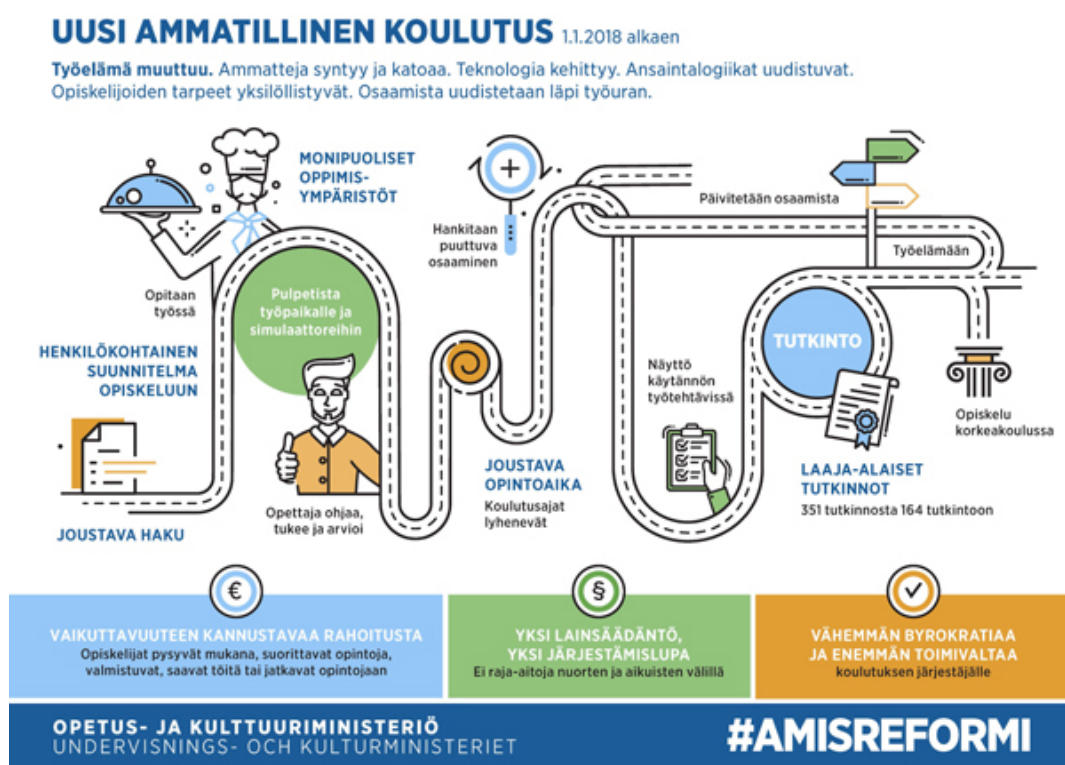
Savon koulutuskuntayhtymässä on siirrytty strategian mukaisesti kolmen toimintaympäristön malliin, mikä tarkoittaa työpaikalla, verkossa ja oppilaitoksessa oppimista. Tässä opinnäytetyössä keskitytään pääasiassa oppilaitoksessa tapahtuvaan oppimiseen ja sen järjestämiseen.

#### 1.3.1 Tutkimusongelma

Tutkimusongelman muodostavat ammatillisen koulutuksen reformin mukanaan tuomat toiminnalliset, ohjaukselliset ja opetusmenetelmiin liittyvät muutokset oppimisympäristöissä. Uusien oppimisympäristöjen suunnittelussa on otettava huomioon myös työsaltilojen neliömäärän puolittuminen. Tilan vähentyessä on haettava suunnittelun avulla ratkaisu siihen, kuinka laadukkaan koulutuksen

järjestäminen voidaan mahdollistaa myös tulevaisuudessa. Uusien tilojen laitteiden ja toimintojen käyttöaste täytyy suunnitella hyvin, että niin sanottu tyhjäkäynti jää mahdollisimman pieneksi. Suuremmat tilat ovat myös mahdollistaneet monipuolisemman konekannan ja fyysisesti suuremmat työkokonaisuudet esimerkiksi asiakastöissä. Tilojen pientyessä myös konekanta täytyy vähentää.

2018 voimaan tullut ammatillisen koulutuksen reformi 2018 oli yksi hallituksen kärkihankkeista. Hankkeessa uudistettiin koko ammatillisen koulutuksen rahoitus, ohjaus, toimintajärjestelmä, tutkin- torakenne sekä järjestelmärakenne. Reformin keskeisenä ajatuksena on osaamiskeskeisyys ja asiakaslähtöisyys. Samalla myös työpaikalla tapahtuvaa oppimista lisättiin jopa puoleen koko opetuksen määrästä. Tulevaisuuden työelämä vaatii uudenlaista ammattitaitoa, sekä osaamista, joten ammatil- lisen koulutuksen muutos oli välttämätön. Reformin myötä opettajalähtöinen opetus vähenee ja on siirretty yhä enemmän opiskelijoiden ohjaukseen niin työpaikoilla, verkossa kuin oppilaitoksissa. (Opetushallitus 2020.) Kuvassa 3 on kuvattu reformin tuomia muutoksia.



Kuva 3. Uusi ammatillinen koulutus (Opetus ja kulttuuriministeriö 2020).

### 1.3.2 Työn tavoite

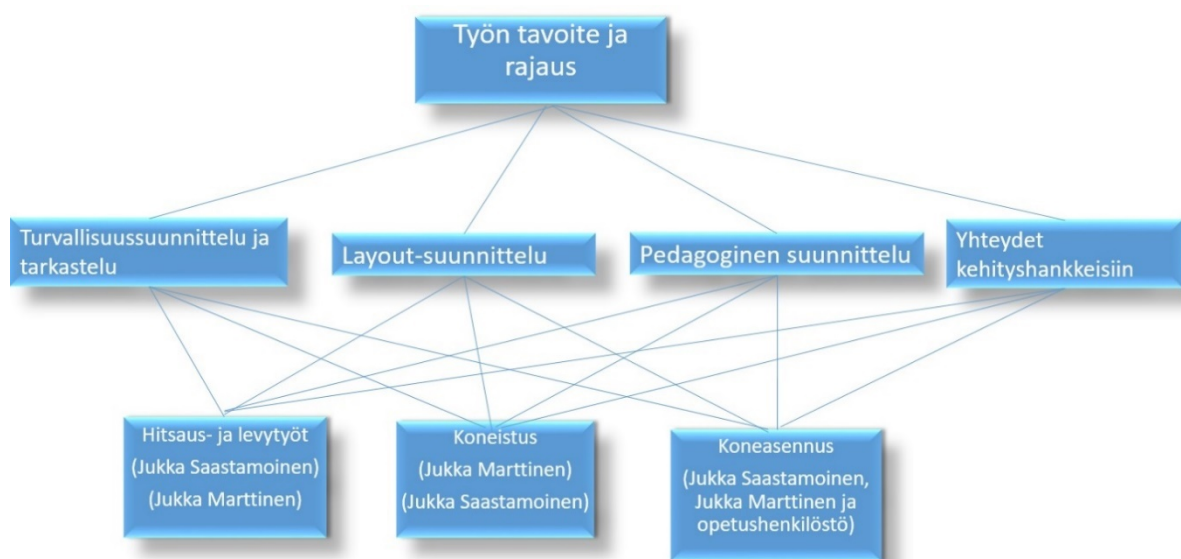
Työn tavoitteena on suunnitella Savilahteen tuleviin Savon ammattiopiston kone- ja tuotantotekniikan tiloihin toimiva ja nykyaikainen oppimisympäristö. Työn tavoitteeksi määritettiin hitsaus- ja levytyö- sekä koneistustilojen layout-suunnittelu, yhteisten tilojen layout-suunnittelu, uusien tilojen työ- turvallisuuuden suunnittelu, tarkastelu ja riskien arviointi sekä kone- ja tuotantotekniikassa käyttöön- otetun pisteoppimisen mallin toteutus.

Tässä työssä päätavoitteena on layout-suunnittelu, missä kiinteästi asennettavat koneet ja laitteet sijoitetaan valmistuviin tiloihin. Layout-suunnittelussa ei kuitenkaan keskitytä vielä kaikkiin pieneen tiloihin tuleviin laitteisiin, koska näiden laitteiden osalta tulee vielä muutoksia.

### 1.3.3 Työn toteutus ja rajaus

Työn kohteena on Savon ammattiopiston kone- ja tuotantotekniikan hitsaus- ja levytyö- sekä koneistusalan työsalitilat Kuopion Savilahteen valmistuvalla kampuksella. Työssä keskitytään oppilaitoksessa tapahtuvan oppimisen toteuttamiseen kone- ja tuotantotekniikan tiloissa. Työn tarkastelunäkökulman muodostavat layout-suunnittelu, pisteopetuksen malli sekä turvallisuus kone- ja tuotantotekniikan tiloissa.

Koneasennuksen ja yhteisten tilojen osalta suunnitteluun osallistui koko alan henkilöstö. Koneasennuksen tilaratkaisuja ei huomioida tässä opinnäytetyössä. Kuvassa 4 esitetään opinnäytetyön tavoitteet ja rajaus.



Kuva 4. Työn tavoite ja rajaus.

## 2 SAVON AMMATTIOPISTON KAMPUSTA TUKEVAT HANKKEET

Savilahden uusien oppimisympäristöjen rakentamiseen liittyy useita hankkeita. Alla lueteltavat hankkeet ovat suunniteltu kehittämään koulutusta sekä tukemaan kone- ja tuotantotekniikan oppimisen järjestämistä sekä nykyisellä että uudella Savilahden kampuksella. Savon koulutuskuntayhtymän yhtenä tavoitteena on toimia ammatillisen opetuksen maakunnallisena kehittäjänä, jonka asiantuntemus ja osaaminen on tunnettu ja tunnustettu kansallisesti ja kansainvälisesti.

### 2.1 Savon ammattiopisto, Savilahden rakennushanke

Savon koulutuskuntayhtymä päätti keskittää suurimman osan koulutuksestaan Savilahteen rakennettaviin uusiin toimitiloihin. Tiloissa tulee toimimaan Savon ammattiopisto. Hanke käynnistyi vuonna 2017 ja suunnittelutyö alkoi vuonna 2018.

Uusia oppimisympäristöjä suunniteltaessa toteutuksen lähtökohtina ovat reformin mukainen opetus, osaamisperusteisuus, henkilökohtaiset osaamispolut ja tutkintojen osaamistavoitteet. Uusissa oppimisympäristöissä myös kahvilat, ravintolat ja aulat toimivat oppimistiloina sekä tukevat oppimista mahdollisuuksien mukaan. Tiloissa hyödynnetään mahdollisuuksien mukaan yhteiskäyttöisyyttä eri organisaatioiden kesken käyttöasteen nostamiseksi. (Savon koulutuskuntayhtymä 2019.)

Uusien tilojen rakentamisessa pyritään lähtökohtaisesti terveellisiin tiloihin, käyttöasteen tehostamiseen, avoimuuteen, muuntojoustavuuteen ja turvallisuuteen. Rakentaminen pyritään tekemään energiatehokkaasti, ympäristöystävällisesti ja rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset huomioiden. Hanke toteutetaan yhteistoiminnallisena projektiurakkana kuvan 5 mukaisesti. (Savon koulutuskuntayhtymä 2019.)

**YMPÄRISTÖYSTÄVÄLLISYYS, VASTUULLISUUS, TURVALLISUUS**  
 Elinkaariaedullinen, energiatehokas, uusiutuvat energiamuodot, jätteiden kierrätys.  
 Joutsenmerkin kriteerit varmistavat ympäristöystävällisyyden rakennusvalheessa materiaalien kierrätykseen asti.

<p><b>RAKENNUTTAJA:</b> Savon koulutuskuntayhtymä</p> <p><b>PROJEKTINJOHTOURAKOITSIJA:</b> YIT Suomi Oy</p> <p><b>PÄÄSUUNNITTELU:</b> Arkkitehtitoimisto ON Oy</p>	<p><b>ARKKITEHTISUUNNITTELU:</b> Työyhteenliittymä LUON Savilahti; Arkkitehtitoimisto Lukkaroinen Oy ja Arkkitehtitoimisto ON Oy</p> <p><b>RAKENNESUUNNITTELU:</b> Sweco Rakennetekniikka Oy</p> <p><b>LVIAS-SUUNNITTELU:</b> Sweco Talotekniikka Oy</p> <p><b>GEO-SUUNNITTELU:</b> Pöyry Finland Oy</p>
--	--

Kuva 5. Savon ammattiopiston uudet oppimisympäristöt toteutetaan yhteistoiminnallisena projektiurakkana (Savon koulutuskuntayhtymä 2019a).

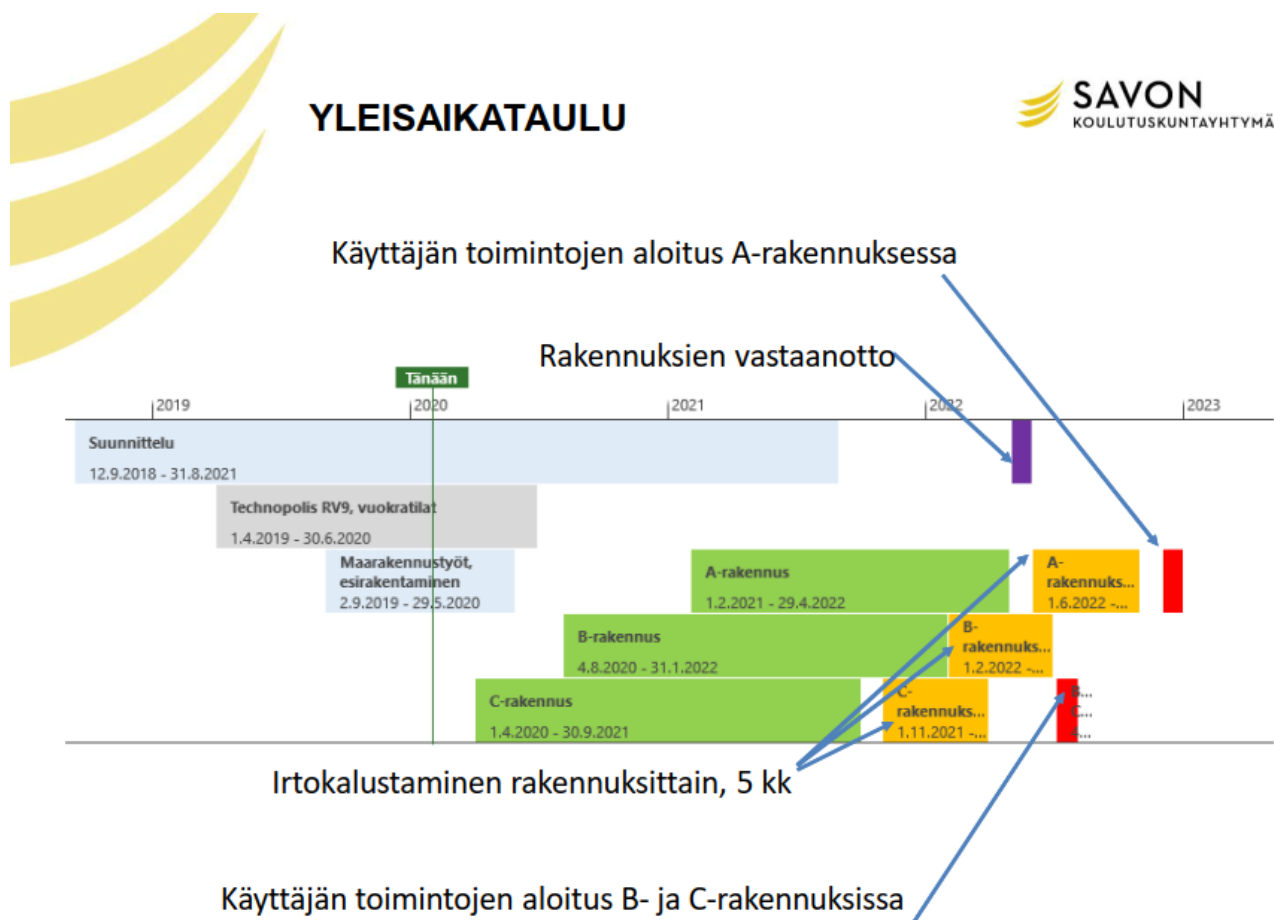
Savon koulutuskuntayhtymän tilojen osalta hankkeen kokonaislaajuus tulee olemaan bruttoalaltaan 28 796,5 m<sup>2</sup> ja kerrosalaltaan 26 532 m<sup>2</sup>. Kokonaisbudjetti on 74 m€ ja rakentamisen osuus on 60 m€. Savilahdessa Savon ammattiopistolla tulee olemaan noin 5 000 opiskelijaa ja 400 henkilökunnan jäsentä, ja päivittäin Savon ammattiopiston kampuksella voi liikkua noin 2 100 henkilöä. (Savon koulutuskuntayhtymä 2019.)

Tilat jakautuvat kolmeen rakennusosaan. Lisäksi Savon koulutuskuntayhtymä vuokraa lisätiloja KPY Novapolikselta noin 5 500 m<sup>2</sup>. Savon koulutuskuntayhtymän rakennukset ovat Voima, Virta, Valo ja KPY Novapolikselta vuokrattu Vire. Kuvassa 6 on näkyvässä luonnos Savon ammattiopiston uudisrakennusalueesta. Kone- ja tuotantotekniikan tilat sijaitsevat Voima-rakennuksessa. Kone- ja tuotantotekniikan lisäksi Voima-rakennuksessa on auto-, sähkö-, ICT-, laboratorio- ja prosessialan tiloja.



Kuva 6. Savilahden uudisrakennusalue. VOIMA-rakennus edessä vasemmalla (Savon koulutuskuntayhtymä 2020b).

Savilahteen tulevien tilojen suunnitteluun kunkin alan koulutuspäälliköt valitsivat käyttäjäkoordinaattorin, jonka tehtävänä on toimia linkkinä suunnittelijoiden ja ammattialan välillä, jotta alojen erityispiirteet ja -tarpeet voidaan huomioida. Virallisesti käyttäjäkoordinaattorit aloittivat toimintansa 28.8.2018 yhteispalaverilla. Kuvassa 7 on Savon ammattiopiston tilojen valmistumisen aikataulus.



Kuva 7. Savon ammattiopiston tilojen valmistumisen yleisaikataulu (Savon koulutuskuntayhtymä 2019b).

## 2.2 Savon ammattiopiston rakennushanketta tukevat muut hankkeet

Hanketoiminta on yksi Savon koulutuskuntayhtymän merkittävistä toiminnoista. Hankkeilla tuetaan koulutuksen järjestäjän perustehtävää. Perustehtävä on tukea nuorten ja aikuisten osaamisen lisäämistä, työelämän osaamistarpeiden lisäämistä ja alueellisen työelämän kehittämistä. Savon koulutuskuntayhtymä on mukana useissa hankkeissa, joissa tavoitteena on kehittää osaamista ja luoda sellaisia käytäntöjä, mitä tulevaisuudessa voidaan tarvita. (Savon koulutuskuntayhtymä 2019.)

Hanketoiminnan yhtenä tavoitteena on luoda maakuntaan suuri yhteistyöverkosto niin suurten kuin pienten toimijoiden välille. Hankkeet ovat rakennettu niin, että niissä on toimijoita useista oppilaitoksista ja yrityksistä. Savon koulutuskuntayhtymän toiminnassa olevilla hankkeilla edistetään esimerkiksi työvoiman hankkimista, kansainvälistymistä ja oppimisympäristöjä. Kokonaisuudessaan hanketoiminnalla edistetään uusien toimintamallien, ratkaisujen ja hyvien käytäntöjen viemistä eteenpäin. (Savon koulutuskuntayhtymä 2019.)

### 2.2.1 Savilahti-hanke

Kuopion Savilahteen on rakenteilla Itä-Suomen vaikuttavin oppilaitoskeskittymä. Alueella toimii Itä-Suomen yliopiston Kuopion kampus, jonka seuraksi siirtyy Savonia-AMK:n Opistotien kampuksen toiminnot vuoden 2020 loppuun mennessä. Savon koulutuskuntayhtymä keskittää suurimman osan toiminnoistaan alueelle. Oppilaitosten keskittymisellä samalle alueelle pyritään löytämään toiminnallisia ja tilallisia etuja sekä yhteistyötä oppilaitosten, yritysten ja tutkimustoiminnan välille. Kokonaisuutena Savilahden opiskelijamäärät kasvavat noin 9 000 opiskelijasta noin 15 000:een. (Savilahti 2020.)

Savilahti-hanke liittyy vahvasti opinnäytetyöhön, koska työn tavoitteena on suunnitella kone- ja tuotantotekniikan uudet oppimistilat Savilahden uudelle kampusalueelle. Savilahden suunnitellussa ajatuksena on ollut käyttäjien vahva osallistaminen.

### 2.2.2 TEDI Teknologia digitalisoituu -hanke

Savon koulutuskuntayhtymä kehittää tekniikan alan laitteistoja teknologia digitalisoituu -hankkeen avulla. Hanke on EAKR-osarahoitteinen, ja sen päärahoittajana toimii Pohjois-Savon liitto. Hankkeessa investoidaan tekniikan alan laitteistoihin sekä tuetaan digitalisaation etenemistä ja kehittämistoimintaa yhdessä maakunnan elinkeinoelämän kanssa. (Savon koulutuskuntayhtymä 2019.)

Käytännössä konehankinnat tehdään Savilahden oppimisympäristöt huomioiden. Suurien koneiden ja laitteiden mitoitukset tehdään Savilahden oppimistilojen mukaan. Pienemmät laitteet pyritään hankkimaan mahdollisuuksien mukaan siirrettäviksi maakunnassa olevien yritysten kehityksen ja koulutuksen tueksi. Hanke mahdollistaa laserleikkauslaitteiston, monitoimisorvin, hitsausrobotisolun, virtuaalilihitsauslaitteiden, yhteistyörobotiikan, varastoautomaattien, uusimpien mittalaitteiden sekä kappaleten jäljitettävyyteen käytettävän merkintätekniiikan hankkimisen uusiin tiloihin. Koneita ja laitteita hankittaessa on pyritty ottamaan huomioon tulevaisuuden tarpeet nykyaikaisessa kone- ja tuotantotekniikan koulutuksessa. (Savon koulutuskuntayhtymä 2019.)

Hankeaika 1.1.2019–31.3.2021

Rahoituslähde EAKR

Kustannusarvio 1 986 360 €

### 2.2.3 TUO Teollisuuden uudet osaajat -hanke

Teollisuuden uudet osaajat -hanke on Savon koulutuskuntayhtymän hallinnoima ESR-rahoitteinen hanke. Hankkeen muut toteuttajat ovat Savonia-AMK ja Ylä-Savon koulutuskuntayhtymä. Hankkeen avulla tuotetaan maakunnan teknologiateollisuuden toimialalle osaamispalveluja elinkeinoelämän tarpeisiin.

Hankkeella käyttöön otetaan, tuoteistetaan ja opetellaan käyttämään teknologia digitalisoituu -hankkeen laitteistoja ja kehitetään koulutusta uusien laitteiden sekä digitalisaation tuomien mahdollisuuksien mukaisesti Savilahden oppimisympäristöt huomioon ottaen. Hanke tukee myös jatkuvan oppimisen periaatetta, työurien pidentämistä ja kasvukeskusten ulkopuolella olevien yritysten koulutustarpeita. Lisäksi hankkeen aikana päivitetään uusien tutkinnon perusteiden mukaista opetussisältöä.

Savon koulutuskuntayhtymä (2019) jakaa toteutuksen kolmeen työpakettiin:

*TP1: Digitaalisen osaamisen lisääminen verkostossa*

*TP2: Kilpailukyvyyn edistäminen uusien teknologioiden soveltamisella toimintaan*

*TP3: Osaavan työvoiman ja koulutustarjonnan saatavuuden turvaaminen.*

Toiminta-aika: 1.1.2020–31.12.2022

Rahoituslähde: Euroopan aluekehitysrahasto

Kokonaisbudjetti: 1 337 091 €

Savon koulutuskuntayhtymän osuus: 698 190 €

#### 2.2.4 Strategiarahoitus

Savon koulutuskuntayhtymälle on myönnetty opetus- ja kulttuuriministeriöltä 2 832 000 € strategiarahoitusta. Rahoitus on käytössä vuosina 2019–2020. Savon koulutuskuntayhtymässä rahoitus käytetään kolmen painopisteen mukaisesti seuraaviin kehitystoimenpiteisiin (Savon koulutuskuntayhtymä 2020):

##### *1. Ammatillisen koulutuksen järjestäjien toimintakyvyn vahvistaminen:*

- järjestäjän tilojen ja laitteiden käytön uudistaminen (uudet oppimisympäristöt, valmennus uuteen toimintatapaan), (1 870 000 €)
- koulutuksen järjestäjien yhdistymisten edistäminen (fuusio Pohjois-Savon Opiston kanssa 1.1.2020 tai myöhemmin), (20 000 €).

##### *2. Ammatillisen koulutuksen ydinprosesseihin liittyvän osaamisen varmistaminen:*

- HOKS-prosessin ja koulutus- ja oppisopimuksen palveluprosessin osaamisen kehittäminen (osaamistesti, kriittiset pisteet analyysi, opetus- ja ohjaushenkilöstön valmennus/ sparraus/ vertaismentointi, palveluprosessin kuvaus ja viestintä), (742 000 €).

##### *3. Tietyn toimialan ammatillisen koulutuksen valtakunnallinen kehittäminen:*

- lentokoneasennuksen koulutusta kehitetään toteuttamalla nykyaikaisten ilma-alusten digitaalisia järjestelmiä mallintava opetusjärjestelmä, todellista huolto-organisaatiota vastaava simuloitu käytännön harjoitusten ympäristö sekä PART-66 koejärjestelmä), (200 000 €).

Käytännössä strategiarahoitus näkyy eniten kone- ja tuotantotekniikan verkko-opetuksen kehittämisessä. Verkkoympäristöön tulee uusia tehtäväpaketteja tutkinnon perusteiden mukaan. Strategiarahoitus näkyy myös henkilökohtaisten oppimispolkujen järjestelyssä sekä pisteoppimisen kehittämisessä.



### 3 TULEVAISUUDEN OPPIMISYMPÄRISTÖT JA KEHITYSSUUNTAUKSET

Tulevaisuuden opetustyö suuntautuu yhä enemmän opiskelijoiden itseohjautuvuuden ohjaukseen. Opiskelijakohtainen yksilöllisyys ja opintojen henkilökohtaistaminen lisääntyvät. Opettajan rooli muuttuu enemmän koulutuksen organisoijaksi ja prosessien ohjaajaksi. Uusissa oppimisympäristöissä toimiminen edellyttää opettajilta monipuolisempaa osaamista verkko-opetuksen, työssäoppimisen ohjauksen ja työsaliopetuksen keskellä. (Helakorpi, Aarnio & Majuri 2010, 125.) Tulevaisuuden oppilaitoksissa on mahdollistettava myös teollisuus 4.0 käyttöönotto, mikä on otettava huomioon oppimisympäristöjä ja laitehankintoja suunniteltaessa.

Oppimisympäristön ajatuksena on saada oppija aktiivisen oppimisen pariin. Tämä tarkoittaa sitä, että opiskelija saadaan suoraan vuorovaikutukseen opittavan asian kanssa. Ammatillisessa koulutuksessa oikeiden työharjoitteiden suorittaminen luo suoran yhteyden opittavaan asiaan. Uudenlaisiin oppimisympäristöihin liitetään oppimisen kannalta tärkeitä ominaisuuksia kuten vuorovaikutteinen oppiminen ja ongelmalähtöisyys. Uudet oppimisympäristöt tulee rakentaa tukemaan erityyppisiä oppijoita, jotka tarvitsevat erilaisia oppimisen malleja. (Helakorpi, Aarnio & Majuri 2010, 125.)

”Nykyaikainen oppilaitos sisältää monenlaisia fyysisiä, sosiaalisia ja psyykkisiä elementtejä yhä avoimemmassa verkosto-organisaatiossa” (Helakorpi 2013, 7). Helakorpi (2013, 7) kuvaa tulevaisuuden opetuksen suuntauksia taulukon 1 mukaisesti.

Taulukko 1. Tulevaisuuden opetuksen suuntauksia (Helakorpi 2013, 7).

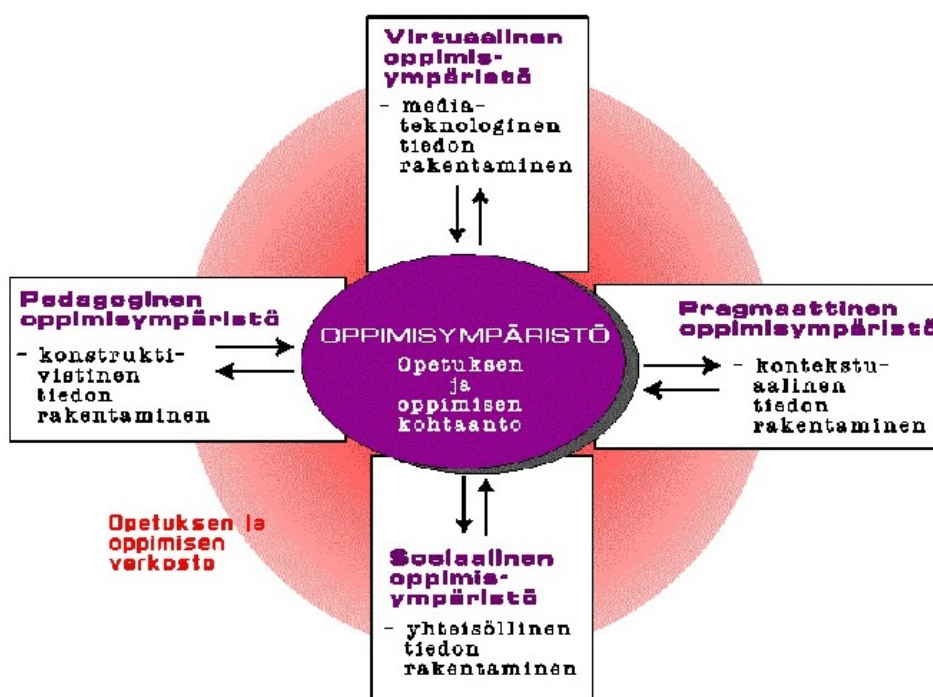
<i><b>Tulevaisuuden opetustyössä tulee lisääntymään:</b></i>	<i><b>Tulevaisuuden opetustyössä vähenee:</b></i>
informaalinen oppiminen	muodollinen koulutus
oppilaitosten sisäinen ja ulkoinen yhteistoiminta	kiinteät järjestelmät
oppilaitosten verkostoituminen keskenään ja muihin alueen vaikuttajiin	"pomottaminen" ja behavioristinen opettajuus
kansainvälistyminen (monikansallisuus)	perinteinen luokkahuoneopetus
tietotekniikka ja tietoverkot	opettajan kiinteä työrooli
kokonaisuuden ymmärryksen tarve	yleissivistyksen ja ammattisivistyksen raja
itseohjautuvuuden tarve	
opettajan (pedagogiset ja verkosto) taitovaatimukset	
uusmedian osuus koulutuksessa	
viestinnälliset taidot	
koulutuksen ja muun yhteiskunnan vuorovaikutus	

### 3.1 Oppimisympäristö

Oppimisympäristön määritelmänä pidetään paikkaa, tilaa, yhteisöä tai toimintatapaa, mikä edistää oppimista. Oppimisympäristön on oltava turvallinen opiskelijalle niin fyysisesti, psyykkisesti ja sosiaalisesti. Oppimisympäristöä suunnitellessa huomion tulee kiinnittyä enemmän opiskelijan opiskelumotivaation, aktiivisuuden ja itseohjautuvuuden kehittämiseen, eikä niinkään tilojen toiminnallisiin ominaisuuksiin. Tilojen toiminnallisten ominaisuuksien tulee olla sellaisia, että niitä voidaan käyttää oppimisen tukena. Onnistunut oppimisympäristö mahdollistaa opiskelijan asettamaan omia tavoitteita, arvioimaan niitä ja saavuttamaan tavoitteensa. (Hakkarainen, Lonka & Lipponen 2008, 238.)

Muuntojoustava ja laadukas fyysinen oppimisympäristö muodostuu tulosten perusteella useista eri tekijöistä. Tilan pitää pystyä mahdollistamaan oppimisen ja opetusprosessien eri muodot. Tilaa ei voi rakentaa yksipuolisesti ajattellen sen soveltuvan kaikille käyttäjille. Tilan käyttäjistä niin opettajilla kuin opiskelijoilla on omanlaisensa odotukset opetustilan, kalusteiden ja laitteistojen suhteen. Suunnittelun ja rakentamistoiminnan lähtökohtana ei voi olla, että oppilaitoksen tilaratkaisut on tehty ilman opettajien ja opiskelijoiden osallistamista, antamalla heille vain valmiiksi tehdyt kokonaisuudet. (Kuusikorpi 2012, 170.)

Helakorpi (2015) toteaa, että "uudenlaiset oppimisympäristöt mahdollistavat nykyaikaisen oppimisprosessin toteuttamisen helpommin." Kuvassa 8 on kuvattu erilaisia oppimisympäristöjä, joissa kussakin on omanlaisensa piirteet. "Oppimisympäristön käsitteeseen liitetään usein oppijan aktiivinen oppiminen, vuorovaikutuksen kautta oppiminen, ongelmalähtöisyys ja kokonaisvaltainen oppimisprosessi" (Helakorpi 2015).



Kuva 8. Neljän toimintamallin oppimisympäristö (Helakorpi 2015).

Savon koulutuskuntayhtymän strategian mukaan toiminta tapahtuu kolmessa toimintaympäristössä: oppilaitoksessa, verkossa ja työelämässä. Nämä kolme ympäristöä yhdessä tukevat yksilöllistä ja jatkuvaa oppimista. Kuvassa 9 on kolmen toimintaympäristön malli Savon koulutuskuntayhtymässä.



Kuva 9. Savon koulutuskuntayhtymän kolme toimintaympäristöä (Savon koulutuskuntayhtymä 2019c).

Suomalainen koulutusjärjestelmä käy läpi jo toista digiloikkaa. Ensimmäinen tapahtui 1990-luvulla. Kouluihin hankittiin tietokoneita ja opettajille hankittiin täydennyskoulutusta. Ensimmäisen digiloikan tulokset jäivät heikoiksi osittain osaamisen puutteen vuoksi. Nyt odotetaan jo toista vaikuttavampaa digiloikkaa. Uuden digiloikan ajatuksena on käyttää internetiä ja digitaalista oppimateriaalia, eikä niinkään siihen tarvittavaa teknologiaa. Digitaalisena oppimateriaalina pidetään sähköisessä muodossa olevaa materiaalia. Digitaalista materiaalia voi olla monen tyyppistä, esimerkiksi pdf ja powerpoint. Laadukas opetusmateriaali on tärkeä osa opettajan asiantuntijuuden apuna. Nämä yhdessä mahdollistavat onnistuneen oppimisprosessin. (Savolainen, Vilkkö, Vähäkylä & Aro. 2017.)

### 3.2 Pisteoppiminen

Ammatillisessa koulutuksessa 1970-luvulla uskottiin materiaalisiin ja työvälinekohtaisiin tekijöihin. Samaan aikaan niin sanottu pisteopetus rantautui Ruotsin kautta Suomeen. Ajatuksena pisteopetuksessa oli, että työsali oli järjestelty työpistekohtaisesti. Näissä työpisteissä oli järjestetty kaikki tarvittava materiaali ja aineisto, joista opiskelija itseoppi kyseessä olevan ammatin. Tällaisessa oppimismallissa opiskelijat joutuivat usein itse ratkaisemaan ongelmansa ja opettajia oli vaikea saavuttaa. (Helakorpi 2013.)

Ammatillisen koulutuksen uudistamisen myötä joustavat opintopolut ja opiskelijoiden työelämään valmistumisen nopeuttaminen ovat olleet yhtenä koulutuksen kehittämisen lähtökohtana. Joustavat opintopolut ja nopea valmistuminen eivät ole vain koulutuksen järjestäjän rahoituksen kannalta olennaista. Nykyisin opiskelijoita tulee opiskelemaan useilla erilaisilla rahoitusmuodoilla ja opintojen rahoituksen tuki voi määräytyä kahden tai kolmen vuoden välille. Näin ollen esimerkiksi perustutkintoon tulevat alanvaihtajat tulisi kouluttaa kahden vuoden aikana.

Reformin myötä Savon ammattiopistossa kone- ja tuotantotekniikan alalla on mietitty, miten voidaan järjestää joustavia opintopolkuja opiskelijoille. Kone- ja tuotantotekniikan henkilöstön käymien keskustelujen perusteella tullaan koulutuksessa kokeilemaan pisteoppimisen mallia. Pisteoppimisessa ajatuksena on hyödyntää osittain pisteopetuksen mallia, missä kaikki ammatissa tarvittava tieto oli tuotu työpisteisiin. Pisteoppimisessa ammatissa tarvittava teoria on verkossa ja tämän lisäksi opiskelija ohjataan myös tarvittaville lähiopetusjaksoille. Jokaisella pisteellä on vastuopettaja ja hänen tukenaan on tarvittaessa ammattiohjaaja. Vastuopettajan vastuulla oppimispisteillä voi olla kaikkien eri vuosikurssien opiskelijoita samaan aikaan. Koulutuksen alussa opiskelija saa tehtäväpaketin, mikä on suunnattu opiskelijan valitseman osaamisalan mukaan. Jokaiselle opiskelijalle nimetään tutoropettaja. Tutoropettaja ohjaa opiskelijaa ja vastaa että opiskelijan opinnot etenevät suunnitellusti. Pisteoppiminen mahdollistaa opiskelijan etenemisen joustavasti ilman sidoksia esimerkiksi johonkin ryhmään tai luokkaan.

### 3.3 Teollisuus 4.0 oppilaitoksessa

Teollisuudessa usein puhutaan vallankumouksista, jotka alkoivat 1700-luvun lopun ja 1800-luvun alun välisenä aikana. Muutamien viime vuosikymmenten aikana on siirrytty teollisessa vallankumouksessa vaiheeseen 4. Tätä kutsutaan teollisuus 4.0:ksi tai industry 4.0:ksi. Teollisuus 4.0 vie digitaalisen teknologian uudelle tasolle hyödyntämällä yhdistettävyyttä esineiden internetin (IoT) avulla, mikä mahdollistaa digitaalisen datan keräämisen reaaliaikaisesti. (Lim 2019, 310.)

Aikaisemmissa teollisuusvallankumouksissa haettiin enemmän määrää, materiaaleja, tavaroita ja palveluita. Tällainen toiminta loi ympäristöongelmia ja sosiaalisia ongelmia. Toiminta loi uhkan ilmas-

tonmuutokselle seuraavan sukupolven tulevaisuuden hyvinvointia ajatellen. Uudella teollisuuskaudella digitaalinen teknologia tuo mukanaan merkittäviä muutoksia ja vaikutus tulee olemaan paljon suurempi kuin aikaisemmissa teollisuusvallankumouksissa. (Lim 2019, 310.)

Teknologia on parantanut työmenetelmiä vaarallisten ja monimutkaisten töiden tekemisessä. Teollisuusrobotit ovat yleisiä monilla aloilla, kuten autotehtaissa, logistiikassa, konepajoissa ja lääketeollisuudessa. Esimerkiksi Pohjois-Savossa hydraulisynterierien osien valmistuksesta on tullut erittäin automatisoitua. Todellinen teollisuuden vallankumous 2000-luvulla tapahtui kehittyneiden ohjelmistojen ja automaation avulla. Tämä on tuonut mukanaan valtavia muutoksia viestinnässä, tiedon käsittelyssä, valmistuksen kehittämisessä ja tuottavuudessa sekä taloudellisten toimintojen kehittämisessä. (Lim 2019, 310.)

Tiedon hyödyntäminen järjestelmättömänä on todella haastavaa. Teollisuus 4.0:ssa yhdistetään laitteita järjestelmään, missä useiden laitevalmistajien ohjelmistoista kerätään dataa yhteen käsitteilyn helpottamiseksi. Yhä useammassa laitteistoissa on sulautettuja ohjelmistoja, mikä helpottaa laitteistojen yhdistämistä ja tiedon analysointia. Tulevaisuudessa sulautettuja järjestelmiä tullaan kehittämään yhä enemmän. Älykkäitä järjestelmiä kehitetään edelleen internetin, pilvipalvelujen, 5G:n ja mobiilisovelluksien avulla. (Lim 2019, 310.)

Tulevaisuudessa laitteistot ja ohjelmistot keskustelevat keskenään. Tapahtumassa on fyysisen sekä verkkoympäristön integroituminen. Tämä on älykkään tuotannon tai teollisuus 4.0:n lähestymistapa. Ohjelmistot kehittyvät edelleen keinoälyä lisäämällä. Keinoäly korvaa osittain tehtäviä, joita ihmiset tekevät nykyään. Teollisuus 3.0:n käsitteessä valmistus on hierarkkisesti hallittu prosessi, missä tietokone laskee ja ihminen tekee tehtäviä. Tulevaisuuden valmistuksessa keinoäly voi ohjata ihmistä paikallisesti koneiden tai laitteiden avulla. (Lim 2019, 310.)

Suomessa työvoima on kallista ja automatisointi välttämätöntä kulurakenteen kilpailukyvyyn säilyttämiseksi. Valmistavan teollisuuden on lisättävä automaatioastettaan, mikä mahdollistaa pärjäämisen yhä kiristyvässä globaalissa kilpailussa. Perinteinen CNC-osaaminen ei tulevaisuudessa enää riitä yrityksissä, vaan niihin tarvitaan myös monipuolisempia osaajia automatisoituviin tehtaisiin.

Teknologia-aloja opettavissa oppilaitoksissa on lähdettävä viemään teollisuus 4.0:n käyttöä yhä enemmän opetukseen. Tulevaisuuden laiteinvestointeja ja oppimisympäristöjä suunnitellessa on huomioitava, että laitteet ja tilat mahdollistavat 4.0:n käyttöönoton. Työelämään siirtyvillä opiskelijoilla tulee olla ymmärrys myös siitä, miten teollisuus 4.0:n käyttöä voidaan hyödyntää teollisessa ympäristössä. Monet teknologia-alojen yritykset ovat siirtyneet reaaliaikaisen datan keräämiseen laitteistaan ja hyödyntävät sitä tehokkaasti tuotannossaan.

Savon ammattiopistolla on tähän kehitystarpeeseen reagoitu pääasiassa hanketoiminnan avulla. Uusien laitteistojen välille rakennetaan tulevien vuosien aikana IoT-järjestelmää, millä fyysistä toimin-

tympäristöä saadaan laajennettua myös verkkoon. Hanketoiminnassa kehittämiskohteina ovat hit-sauksen reaaliaikainen seuranta, koneiden sekä robottien käytön ja huollon seurannat. Lisäksi hankkeissa kehitetään koneiden ja ihmisten välistä vuorovaikutusta.

## 4 LAYOUT-SUUNNITTELU OPPILAITOKSISSA

Layout-suunnittelua pidetään yleensä kertatapahtumana, missä rakennetaan toimintaympäristöt pitkäksi ajaksi. Suunnittelussa pyritään ennakoimaan tulevaisuuden muutoksia esimerkiksi valmistusteknologioiden ja materiaalien muutosten osalta. Layout-suunnittelussa tulee käydä läpi erilaiset koneiden ja laitteiden sijoittelut, koska suunnittelun jälkeen tehtävät muutokset tai korjaukset tulevat usein kalliiksi. (Harju, Valpio, Huhtala & Kilpeläinen 1987, 101.) Oppilaitoksen layout-suunnittelun lähtökohta eroaa teollisuuden tehtävästä suunnittelusta jonkin verran. Suurimpana erona voidaan pitää koneiden ja laitteiden ympäristössä työskentelevien henkilöiden lukumäärää. Kun teollisuudessa yhdellä koneella operoi yksi henkilö, voi oppilaitoksessa samanlaisella koneella olla jopa kymmenen henkilöä. Tämä tuo oman haasteensa layout-suunnitteluun työturvallisuuden näkökulmasta.

### 4.1 Tuotannon layout

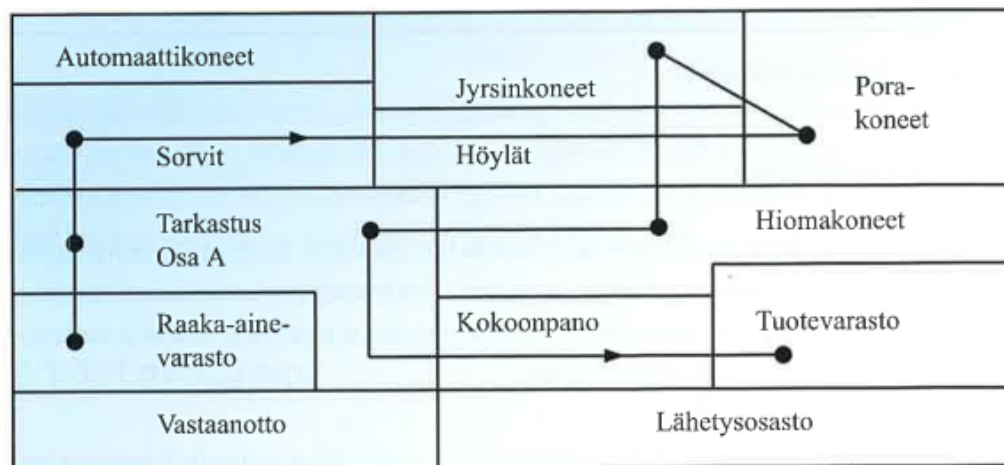
Tuotannon layout tarkoittaa tuotantotilan järjestelyä ja sijoittelua. Layout-suunnittelussa sijoitellaan laitteet, työpisteet, varastot, kulkureitit ja muut tarvikkeet tehtaaseen. Tuotannon layout-suunnitteluun kannattaa käyttää paljon aikaa, koska sen muuttaminen jälkikäteen on usein todella kallista. Layout suunnittelulla on suuri merkitys tuotannon sujumuuden ja tehokkuuden kannalta. (Logistiikan maailma 2013.)

Hyvän layoutin ominaisuuksiin kuuluu selkeät materiaalivirrat. Layoutin muunneltavuus tulee olla helppoa ja joustavaa. Materiaalien siirtotarpeet ja kuljetusmatkat on suunniteltava mahdollisimman lyhyiksi. Erityisosaamista tarvitsevien tuotteiden osalta valmistus tulee keskittää yhteen paikkaan. Tehtaan sisäiset palvelut tulee sijoittaa työpisteiden läheisyyteen. Hyvässä layout-suunnittelussa eri valmistusvaiheiden erityistarpeet on otettava huomioon ja kaikki tilat on hyödynnettävä tehokkaasti unohtamatta työturvallisuutta ja työtyytyväisyyttä. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 482.)

### 4.2 Prosessilähtöiset ja tuotelähtöiset layoutit

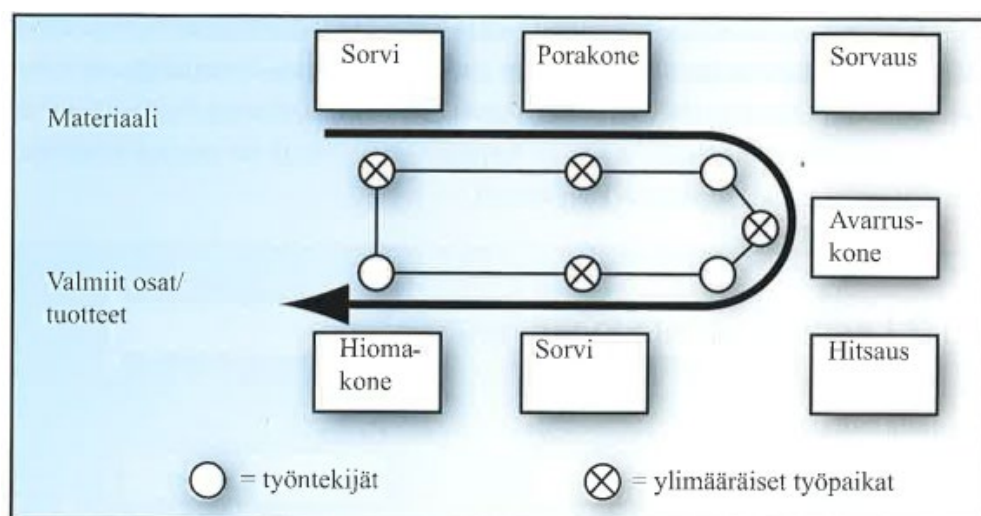
Layout-tyypit voidaan jakaa prosessilähtöisiin ja tuotelähtöisiin layouteihin. Prosessilähtöisessä eli funktionaalisissa järjestelmissä teknologisesti samankaltaiset työvaiheet: esimerkiksi sorvaus, hitsaus ja kokoonpano ovat omia osastojaan. Tuotanto on tehokasta, koska henkilökunta erikoistuu vain tietyn tyyppisiin työvaiheisiin ja niiden tekemiseen. Järjestelmän epäkohtina voidaan pitää tuotannon ohjattavuutta sekä edestakaisia ja pitkiä kuljetuksia. Tuotannon ohjattavuus on vaikeaa, koska jokainen työvaihe tehdään erillisellä omalla pisteellään. Näin ollen yleiskuvan hahmottaminen tuotannossa on haasteellista (Harju ym. 1987, 83.)

Prosessilähtöinen layout sallii laajan erilaisen tuotekirjon, mutta vaatii paljon ohjausta materiaalivirtojen monimutkaisuuden vuoksi. Materiaalivirtojen liikkeistä johtuen layout mallin läpäisyajat ovat usein pitkiä. (Logistiikan maailma 2013.) Kuvassa 10 funktionaalinen layout-malli.



Kuva 10. Funktionaalinen layout (Haverila ym. 2009).

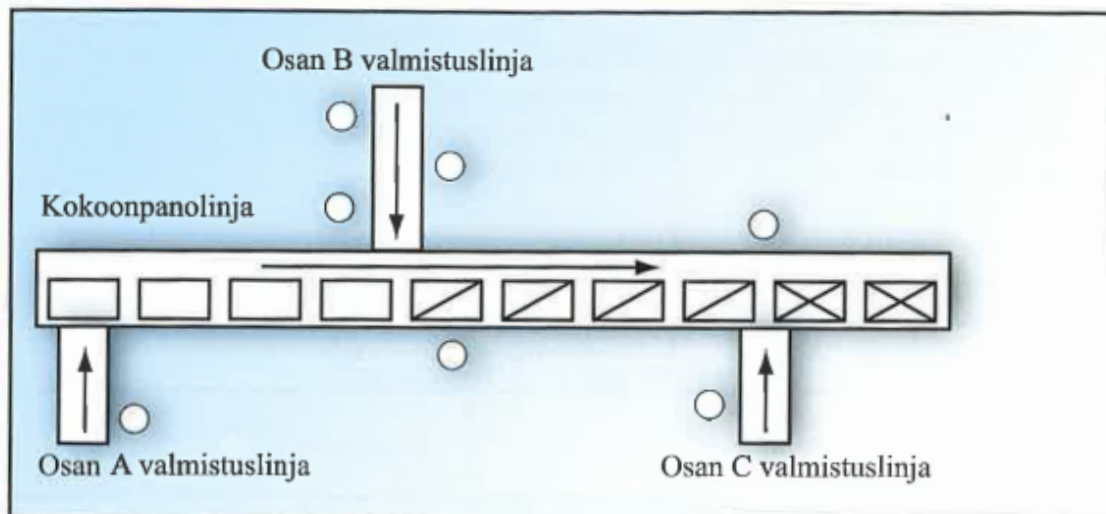
Tuotelähtöisissä layout-malleissa koneiden ja laitteiden sijoittelu tehdään valmistettavan tuotteen tai materiaalin valmistusjärjestyksen mukaan. Esimerkkejä tuotelähtöisistä layouteista on solulayout ja tuotantolinja. (Harju ym. 1987, 83; Logistiikan maailma 2013.) Solulayoutin hyötyjä ovat joustava tuotannonohjaus, nopeat läpimenoajat, luotettava toimintavalmius ja hyvät sosiaaliset kontaktit. Solun valmistuskapasiteetin määrittää kone tai koneet, jotka ovat solussa. Solulayoutissa on yleensä työskentelemässä enemmän työntekijöitä kuin mitä koneita on. Solulayout soveltuu hyvin pienen volyymin tuotantoihin, missä yksi tai useampi solu vastaa koko tuotteen valmistuksesta. (Harju ym. 1987, 84.) Kuvassa 11 on solulayout-malli.



Kuva 11. Solulayout (Haverila ym. 2009).

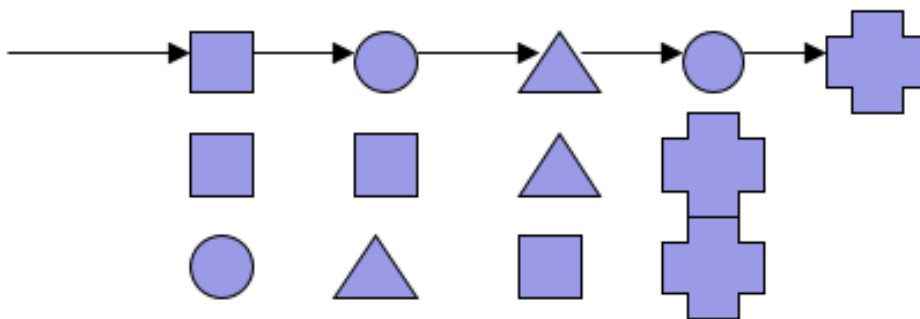


Tuotantolinjan kannattavuuden edellytyksenä on tuotteiden samankaltaisuus ja suuret tuotemäärät. Tuotantolinjat rakennetaan joko pakkotahtisiksi tai vapaatahtisiksi. Hyvänä esimerkkinä pakkotahtisesta linjasta on autotehdas ja vapaatahtisesta linjasta erilaiset suurten mobiiliyökoneiden kokoonpanolinjat. Pakkotahtista linjaa käytetään silloin, kun tahtiaika pystytään vakioimaan. Jos tahtiaikaa ei ole vakioitu, suositetaan vapaatahtista linjaa. (Logistiikan maailma 2013.) Kuvassa 12 on tuotantolinjan layout-malli.



Kuva 12. Tuotantolinja (Haverila ym. 2009).

Virtautetussa layoutissa kappaleet tai valmistettava materiaali pyritään pitämään koko ajan liikkeessä. Virtautetussa layoutissa kappaleet voivat kulkea vierekkäin, haarautua tai yhtyä. Virtautetuissa layouteissa käytetään puskurivarastoja kappaleiden tai materiaalien kulkemisen tasaukseen. Esimerkkinä virtautetun layoutin mallista voidaan pitää jatkuvavalaista terästehdasta. (Harju ym. 1987, 84.) Kuvassa 13 on virtautettu layout-malli.



Kuva 13. Virtautettu layout (Logistiikan maailma 2013).

Tehtaiden tuotanto voi olla myös yhdistelmä erilaisista layout-tyypeistä. Tuotannosta esimerkiksi osat tai pienet kokoonpanot voidaan tehdä solutyypisissä layouteissa ja tuotteen kokoonpano tapahtuu tuotantolinjalla. (Haverila ym. 2009, 480; Logistiikanmaailma 2013.)

Aloittaessa uutta layout-suunnittelua on hyvä selvittää taustatiedoksi nykyiset materiaalivirrat ja ihmisten liikkeet. Suurempien rakennus ja investointihankkeiden kanssa on hyvä käyttää kolmiulotteisia simulointimalleja. Näin saadaan paremmin hahmotettua tilojen tarpeet ja toimivuudet. Hyvässä kolmiulotteisessa mallissa voi simuloida myös layoutin toimivuutta vaihtuvan kysynnän ja linjaston kuormituksen mukaan. Simulointimalleja käytetään nykyisin yhä enemmän pienemmissäkin projekteissa kustannusten tultua alaspäin. (Logistiikanmaailma 2013.)

#### 4.3 Oppimistilojen/työskentelytilojen toiminnallisuus

Oppilaitoksen tiloja suunnitellessa toiminnallisuus tulee ratkaista pedagogista näkökulmaa hyödyntäen. Tiloissa tuotannollisen työn tekeminen on hyvin vähäistä, joten toiminnallisuus tältä osin on pienessä roolissa. Tilojen toiminnallisuus ohjaus- tai opetustilanteessa vaatii tilaa sekä useiden toimintojen näkemistä yhtäaikaaisesti. Tämä edesauttaa tiloissa tapahtuvan oppimisen kokonaiskuvan hahmottamista ja työturvallisuuden edistämistä. Kaikki tilat tulee suunnitella niin, että ne tukevat oppimista ja tarpeen vaatiessa kaikkia tiloja voidaan käyttää oppimistiloina. Toiminnallisuuden keskuksena on siis konstruktivistisuus eli oppimiseskeisyys ja sen toteuttaminen turvallisesti.

#### 4.4 Konstruktivistinen oppimiskäsitys

Savon koulutuskuntayhtymän pedagogisena lähestymistapana on konstruktivistinen oppimiskäsitys. Konstruktivistisessa oppimiskäsityksessä oppija rakentaa tietoa palasista ja konstruoi sen itse omaksi osaamiseksi. Tietoa ei siirretä suoraan, vaan oppijan aikaisemmat tiedot, kokemukset ja käsitykset opittavasta asiasta vaikuttavat siihen, mitä hän havaitsee ja miten hän asiaa käsittelee. (Jyväskylän ammattikorkeakoulu 2020.)

Oppija rakentaa ympäröivästä maailmastaan sisäisiä malleja ja tietorakennetta, joiden perustalta lähtee ohjaamaan edelleen havainnointia ja toimintaansa. Oppiminen liittyy ihmisen toimintaan ja kehittää sitä. Konstruktivistisessa oppimiskäsityksessä on olennaista herättää opittavaan asiaan liittyviä kysymyksiä, kuten omaa itsenäistä kokeilemistä, uteliaisuutta, ongelmien ratkaisukykyä, oivalusta ja ymmärrystä. Oppiminen tapahtuu oppijan oman toiminnan pohjalta. Se on tilannesidonnaista, asiayhteyteen sidottua ja vuorovaikutuksen tulosta. Tärkeää olisi oppia itseohjautuvaksi ja kehittää itsereflektioita eli omaa toimintaa tutkivia taitoja. (Jyväskylän ammattikorkeakoulu 2020.)

#### 4.5 LEAN-ajattelu

LEAN-ajattelussa keskitytään erilaisten tuottamattomien toimintojen eli hukkan poistamiseen. Se kuvaa kokonaisvaltaista ja kestävä lähestymistapaa, missä tekemällä vähemmän saadaan enemmän aikaiseksi. LEANin käsite on ollut olemassa jo pitkään. Suuret ja pienet yritykset ympäri maailmaa ovat käyttäneet tekniikkaa eri muodoissa vuosikymmenien ajan. Seyer ja Williams (2012, 23) ohjeistavat LEAN-toimintaa seuraavanlaisesti:

- ylläpidä jatkuvaa keskittymistä asiakasarvon tarjoamiseen
- kunnioita ihmisiä ja osallista kehittämiseen
- omaksu jatkuvaa parantamista
- käytä tekniikoita tuotevariaatioiden vähentämiseksi ja hukan poistamiseksi
- tarjoa tarkalleen mitä tarvitaan oikeaan aikaan asiakkaiden kysynnän perusteella
- keskity johtamiseen, ei pelkästään tuloksiin ja myös siihen, miten tulokset saavutetaan, missä asiakasarvo luodaan, ja miten lisätään työntekijöiden kyvykkyyttä
- rakenna pitkäaikaisia suhteita kaikkien sidosryhmien kanssa, mukaan lukien työntekijät, johtajat, omistajat, toimittajat, jakelijat, asiakkaat, yhteisö, yhteiskunta ja ympäristö
- pidä asiat liikkeellä jolloin materiaalivirrat tuottavat lisäarvoa tehokkaalla tavalla.

LEAN-ajattelussa pyritään vähentämään hukkaa, jaksoaikoja, toimittajia ja byrokratiaa. LEAN-ajattelussa pyritään tiedolla johtamiseen ja lisäämään työntekijöiden vaikutusmahdollisuuksia, organisaation ketteryyttä ja kyvykkyyttä, tuottavuutta, asiakastytyväisyyttä ja pitkäaikaista menestystä.

Termi LEAN liittyi alun perin tuotantoon ja tuotantoprosesseihin. Nykyisin LEAN kattaa koko yrityksen toiminnan näkökohdat, mukaan lukien sisäiset toiminnot, toimittajaverkostot ja asiakasarvoketjut. (Seyer ja Williams 2012, 23.)

#### 4.6 5S- ja 6S-menetelmä

5S on työpaikan organisointimenetelmä, jonka tavoitteena on kasvattaa työn tuottavuutta. 5S on systemaattinen lähestymistapa työpaikan siivoamiseen, organisointiin ja järjestyksen ylläpitämiseen. Järjestelemättömät työympäristöt lisäävät tuhlausta ja hukkaa liiketoiminnassa, sekä piilottavat taustalla olevia ongelmia. Epäjärjestys lisää myös työntekijöiden henkistä kuormitusta. Yritykset aloittavat usein LEAN-kehittämisen 5S-menetelmällä, minkä avulla saadaan lisättyä tietoisuutta liiketoimintaprosesseista, hukan lähteistä ja perusparannusmahdollisuuksista. (Bell & Orzen 2010, 43.) 5S-menetelmässä on nimensä mukaisesti viisi vaihetta, joiden avulla toiminta tapahtuu. Karkeasti suomeksi käännettynä, 5S tarkoittaa ”Sortteeraa, Systematisoi, Siivoa, Standardisoi ja Seuraa”.

Ensimmäisessä vaiheessa sortteerataan kaikki työpaikan tuotteet eli lajitellaan ne tarpeiden ja toiveiden perusteella. Toisessa vaiheessa systematisoidaan kaikki lajitellut esineet, järjestetään ja asetetaan ennalta määrättyihin paikkoihin tehokkaan työn helpottamiseksi. Tässä osassa tulee kuvata vaiheet, joita on noudatettava systemaattisen järjestelyn aikana. Kolmannessa vaiheessa siivotaan työskentelyalueet, koneet ja laitteet huolellisesti. Kolmannen vaiheeseen kuuluu oikeastaan vielä järjestelmällinen siivous, puhdistus ja tarkastukset. Neljännessä vaiheessa standardisoi tavoitteena on luoda käytännön menettelytavat, jotka helpottavat käytäntöjä vaiheessa yksi (sortteeraus) ja vaiheessa kaksi (systematisoi) tapahtuneessa käyttöönotossa. Tämä vaiheen aikana tulee luoda seuraavat menettelytavat: käytännöt, menettelytavat, työpaikan säännöt, standardit ja huoltokalenterit. Viidennessä vaiheessa kyse on 5S:n tuomisesta päivittäisiin rutiineihin ja sen varmistamiseen, että siitä tulee olennainen osa työpaikan toimintakulttuuria. (Debashis 2005, 9–52.)

5S luo perustan miellyttävälle työpaikalle sekä poistaa visuaalista ja henkistä epäjärjestyksestä johtuvaa kuormitusta. Tavoitteena on luoda ympäristö, missä työtilat ovat niin hyvin järjestyksessä, että ongelmakohdat ovat helposti huomattavissa. Kaikki tarvittava tieto on jaettuna, päivitettyinä ja saatavilla, jolloin ihmisten ei tarvitse jatkuvasti kysellä niitä. (Bell & Orzen 2010, 43.)

5S:tä puhutaan suomen kielessä myös sanalla Tuttava (turvallisesti tuottavat työtavat).

6S-menetelmässä organisointimenetelmään lisätään vielä kuudes S, joka tarkoittaa turvallisuutta (safety) ja keskittyy työturvallisuuteen.

Kulkuväylät varastoalueet ja toiminta-alueet on erotettava selkeästi toisistaan. Tämä voidaan tehdä esimerkiksi käyttämällä eri värejä lattiатеippejä tai -maalauksia, jolloin värillä kuvastetaan alueen käyttötarkoitusta. Työpisteet järjestetään niissä tehtävien töiden mukaan toimiviksi. Turhat tavarat ja materiaalit poistetaan työpisteiltä. Vähäisellä käytöllä oleva laitteisto, esimerkiksi harvoin käytettävät hitsausjigit varastoidaan hyllyihin tai niille merkittyihin varastopaikkoihin. Jokaiset työkalut ja niiden paikat merkitään, jolloin niiden palauttaminen paikoilleen on helppoa ja nopeaa. Yleinen siisteys ja järjestys lisäävät viihtyvyyttä ja työturvallisuutta. Samalla myös työn tuottavuus ja tehokkuus kasvavat. Siistit ja järjestyksessä olevat tuotantotilat antavat mielikuvan laadukkaasta tuotteesta asiakkaalle. (Tuominen 2010, s. 7–8.)

Savon ammattiopistossa kone- ja tuotantotekniikan alalla on useiden erilaisten hankkeiden avulla kehitetty toimintoja myös siisteyden ja järjestyksen osalta. Tässä apuna on käytetty LEANin 6S-menetelmää. Vanhoissa tiloissa 6S-menetelmä on saatu hyvälle alulle ja sortteerausta, systematisointia ja siivoamista on suoritettu paljon. Tuleviin tiloihin siirtymistä helpottaa huomattavasti, että työn tekeminen on aloitettu hyvissä ajoin ja esimerkiksi tarpeetonta tavaraa ei tule siirtymään muuton yhteydessä. Seuraavana vaiheena aloitetaan standardisointi ja seurantajärjestelmän kehittäminen, että uusiin tiloihin siirtyminen tapahtuisi joustavasti ja jo tehty työ saadaan hyödynnettyä myös uusissa Savilahden tiloissa.

## 5 TYÖTURVALLISUUS

Nykyisin työpaikoilla ja oppilaitoksissa kiinnitetään yhä enemmän huomiota työturvallisuuteen. Työturvallisuuden on huomattu lisäävän työn tehokkuutta sekä työntekijöiden jaksamista työelämässä pidempään. Työturvallisuuden painottaminen jo heti koulutuksen alussa luo pohjaa opiskelijoille, kun he siirtyvät koulutuksen jälkeen työelämään.

Savon ammattiopistossa kone- ja tuotantotekniikan koulutuksessa turvallinen työskentely on avainasemassa koko koulutuksen ajan. Kaikki opiskelijat suorittavat työturvallisuus-, tultutyö-, sekä ensiapukorttikoulutukset. Työturvallisuuden edistämiseksi kone- ja tuotantotekniikan tiloissa on tehty riskienarviointia liitteen 1 mukaista taulukkoa hyödyntäen. Aloittavien opiskelijaryhmien kanssa kierretään alan tiloja turvallisuuskävelyllä ja opastetaan turvalliseen työskentelyyn. Lisäksi turvallisuuskävelyillä opiskelijoita ohjataan raportoimaan turvallisuuspuutteista tai huomioista.

### 5.1 Työpaikan turvallisuus

Työpaikan turvallisuudella on suora yhteys toiminnan laatuun. Työpaikan turvallisuutta parantamalla saadaan työn tekemisestä ammattitaitoisempaa ja tämä mahdollistaa laadukkaiden tuotteiden ja palveluiden tarjoamisen. Työturvallisuutta edistämällä voidaan vähentää työperäisten sairauksien syntymistä. Laadukkaalla toiminnalla vähennetään hallitsemattomien päästöjen ja jätteiden pääsyä luontoon. (Työturvallisuuskeskus 2013, 2.)

### 5.2 Työturvallisuus oppilaitoksissa

Opetushallituksen (2020) mukaan kaikki oppilaitoksessa toimivat henkilöt vaikuttavat hyvään turvallisuuskulttuuriin. Turvallisuustyöskentelyyn on kaikkien koulussa toimivien osallistuttava aktiivisesti. Ammatillisen oppilaitoksen ja yleissivistävän oppilaitoksen turvallisuustyöskentelyn erona on, että ammatillinen oppilaitos toimii työ- ja opiskelupaikkana sekä myös tuotannollisena laitoksena. Ammatillisessa oppilaitoksessa opiskelijatyö tuottaa tavaroita ja palveluita.

Ammatillisissa oppilaitoksissa työturvallisuus täytyy ottaa huomioon eri tavalla kuin teollisessa ympäristössä. Ammatillisen oppilaitoksen työsaleissa työskentelee monia alaikäisiä opiskelijoita. Tästä syystä esimerkiksi kaukosäädettävä siltanosturi ei voi olla yleisesti käytettävissä, vaan sitä voi käyttää vain 18 vuotta täyttänyt henkilö. Pyörivät laitteet tulee suojata erillisillä suojilla. Suojat on varustettu sammutuskytkimillä, mitkä estävät koneen käynnistykseen ilman suojusta. Jokaisessa koneessa tulee olla omat turvakatkaisimet. Työsalit on jaettu alueisiin, joissa on omat hätäseis-piirinsä. Hätäseis-piirin kuittaus tulee tehdä keskitetysti esimerkiksi opettajien ohjaustiloista. Työturvallisuus on tärkeä ottaa huomioon myös koneiden sijoittelussa, koska oppilaitoksessa koneiden ympärillä toimii usein useampi ihminen yhden sijaan.

Työsalin ohjeistuksen mukaan merkitsemättömillä alueilla tulee pitää suojavarusteita, kuten suojalaseja, turvajalkineita sekä kuulonsuojaimia. Salin lattiaan rajataan kulkureitit keltaisella viivalla. Työtaturmien minimoimiseksi kaikki Savon ammattiopistossa työsalisiin päästettävät opiskelijat suorittavat työturvallisuus-teoriajakson. Jakso sisältää digioppimisympäristössä tehtävän kokeen, joka tulee läpäistä. Lisäksi opiskelijat suorittavat työturvallisuuskortin opintojen alkuvaiheessa. Sääntönä työsalissa on, että kaikkien uusien koneiden käyttöön perehdytetään ennen niiden itsenäistä käyttöä.

Oppimisympäristössä käy usein myös vierailijoita. Vierailijoiden suhteen työsalinympäristö on haasteellinen paikka. Lattialla voi olla teräviä lastuja sekä levyjä. Kuumia lastuja tai kipinöitä voi lentää koneista ja melu voi olla kova. Vierailijoita tulee ohjeistaa niin, ettei lattiaan piirrettyjä keltaisia viivoja saa ylittää. Pääkäytävät merkitään ja vierailijat kierrätetään niitä pitkin. Vierailijoita kierrättävän henkilön on oltava tietoinen työsalin toimintaan liittyvistä riskeistä. Varsinkin yläkoulusta tulevia tustujia on valvottava tarkasti.

### 5.3 Turvallisuuskulttuuri ja johtaminen

Turvallisuuskulttuuri on kokonaisvaltaista sitoutumista ohjeiden, toimintamallien ja ohjeistusten noudattamiseen koko työyhteisön osalta. Hyvän turvallisuuskulttuurin onnistumisen perustana on jokaisen työyhteisöön kuuluvan halu ja ymmärrys omasta työtehtävästään ja vastuualueestaan. Työturvallisuutta tulee arvioida, valvoa ja kehittää jatkuvasti. (Mannermaa 2018, 69; Opetushallitus 2020.)

Useat lait ja säädökset velvoittavat oppilaitoksia laatimaan erilaisia suunnitelmia, jotka koskevat työturvallisuutta, koululainsäädäntöä ja pelastuslakia. Turvallisuuden edistämisestä vastaa koulutuksen järjestäjä eli käytännössä oppilaitoksen johto. Oppilaitoksen johdon tulee olla tietoinen turvallisuussäädöksistä ja niihin tulevista muutoksista. Koulutuksen järjestäjän on huolehdittava, että oppilaitokseen on nimetty turvallisuusorganisaatio ja sille annetaan riittävästi resursseja. Johdon tehtävänä on tiedon välittäminen turvallisuuteen liittyvien muutoksien ja epäkohtien osalta turvallisuusorganisaatiolle ja työyhteisölle. (Opetushallitus 2020; Sisäasiainministeriö 2010, 14.)

Työturvallisuuslaki määrittää koulutuksen järjestäjälle velvollisuuksia. Yhtenä velvollisuuksista on työsuojelun toimintasuunnitelman tekeminen. Työsuojelun toimintasuunnitelmaan tulee määritellä työoloja ja työkykyä ylläpitävät sekä kehittävät toimenpiteet. Turvallisuustyön määrittäminen tulee tehdä oppilaitoskohtaisesti, koska jokaisella oppilaitoksella on omanlaisensa erityispiirteet. Työsuojelun toimintasuunnitelmaa tehdessä on hyvä tuntee paikalliset olosuhteet, joka mahdollistaa parhaimman käytettävissä olevan tiedon hyödyntämisen suunnittelun apuna. Koulutuksen järjestäjien tehtävä on määrittää toimijoiden vastuut ja vastuualueet. Koulutuksen järjestäjillä on vastuu seurata työympäristöä, työskentelyn turvallisuutta ja työyhteisön tilaa. Jokaisen oppilaitoksessa toimivan on tunnettava ja tiedettävä vastuunsa. Toimintasuunnitelmaan määritellään kaikkien oppilaitoksessa toimivien vastuut ja tehtävät. (Opetushallitus 2020; Sisäasiainministeriö 2010, 16.)

#### 5.4 Oppimisympäristöjen työskentelyolosuhteet

Oppimisympäristöjen uudistumiset tuovat mukanaan myös vaatimuksia turvallisuuteen, jotka tulee ottaa huomioon suunniteltaessa uusia rakennuksia. Perinteisen luokkahuoneen tulee yhä useammin korvaamaan avoin oppimisympäristö. Avoin oppimisympäristö mahdollistaa muuntojoustavan tilankäytön ja opetuksen läpinäkyvyyden. Mutta avoin oppimisympäristö voi myös luoda uudenlaisia riskitekijöitä. Avoimissa oppimisympäristöissä henkilöiden liikkumista on vaikeampi rajoittaa ja valvonta esimerkiksi varkauksien osalta voi olla haastavampaa kuin perinteisessä luokkahuoneistossa. (Sisäasiainministeriö 2010, 19.)

Oppimisympäristön olosuhteet vaikuttavat siellä oleskelevien terveyteen ja turvallisuuteen, oppimistuloksiin, työn tuottavuuteen ja viihtyvyyteen tiloissa. Oppimisympäristö tulee suunnitella niin, että olosuhteet ovat kunnossa fysikaalisten, kemiallisten ja biologisten tekijöiden osalta. Tiloissa tapahtuva toiminta ja toimintojen sijoittelu on suunniteltava myös synergiaetujen kannalta. Ammatillisessa oppilaitoksessa tilat tulee olla suunniteltu niin, että mahdollisimman moni ala voi hyödyntää niitä opetuksessaan. (Hietanen-Peltola & Korpilahti 2015, 45.)

#### 5.5 Työpiste ja työtilat

Työturvallisuuslaki velvoittaa suunnittelemaan työ- ja tuotantotilat terveellisiksi ja turvallisiksi. Lisäksi työpisteen ergonomia on työturvallisuuslain 24 §:n mukaan järjestettävä asianmukaisesti niin, että työpisteen rakenteet ja käytettävät työvälineet eivät aiheuta työntekijälle haitallista kuormitusta. (Työturvallisuuslaki 738/2002, 24 §.)

Työturvallisuuslaki 32 § määrittää säännöksiä työpaikalla oleviin rakenteisiin. Säännöksiä on määriteltävä kulkuteiden ja ulosmenokäytävien, työpaikan materiaalien ja varusteiden, työhuoneiden ilmanvaihdon ja valaistuksen osalta. Työntekijän altistuminen terveydelle haitallisille tekijöille on rajoitettava mahdollisimman vähäiseksi. (Työturvallisuuslaki 738/2002, 32 §.)

Työntekijän altistuessa kemiallisiin ja biologisiin terveyteen tai turvallisuuteen vaikuttaviin haittatekijöihin, voi sosiaali- ja terveysministeriö asetuksellaan antaa tarkennettuja säädöksiä suojautumisen yksityiskohtien osalta. Valtioneuvoston asetuksella voidaan antaa tarkempia säädöksiä fysikaalisista altistumisista johtuviin tekijöihin esimerkiksi tunnistamisen ja torjuntatoimenpiteiden osalta. (Työturvallisuuslaki 738/2002, 40 §.)

#### 5.6 Koneiden, laitteiden ja työvälineiden turvallisuus

Työturvallisuuslaki 738/2002 määrittää koneiden, laitteiden ja työvälineiden turvallisuuden. Koneita, laitteita ja työvälineitä pitää pystyä käyttämään turvallisesti.

*Työssä saadaan käyttää vain sellaisia koneita, työvälineitä ja muita laitteita, jotka ovat niitä koskevien säännösten mukaisia sekä kyseiseen työhön ja työolosuhteisiin sopivia ja tarkoituksenmukaisia. Myös niiden oikeasta asennuksesta sekä tarpeellisista suojalaitteista ja merkinnöistä on huolehdittava. Koneiden, työvälineiden ja muiden laitteiden käyttö ei muutenkaan saa aiheuttaa haittaa tai vaaraa niillä työskenteleville työpaikan työntekijöille tai muille työpaikalla oleville henkilöille. (Työturvallisuuslaki 738/2002, 41 §.)*

*Koneita, työvälineitä ja muita laitteita on käytettävä, hoidettava, puhdistettava ja huollettava asianmukaisesti. Pääsyä koneen tai työvälineen vaara-alueelle on rajoitettava niiden rakenteen, sijoituksen, suojusten tai turvalaitteiden avulla tai muulla sopivalla tavalla. Huolto-, säätö-, korjaus-, puhdistus-, häiriö- ja poikkeustilanteisiin on varauduttava niin, että ne eivät aiheuta vaaraa tai haittaa työntekijöiden turvallisuudelle tai terveydelle. (Työturvallisuuslaki 738/2002, 41 §.)*

Työturvallisuuslain 41 §:n mukaan koneiden ja laitteiden käyttö ei saa aiheuttaa vaaraa niillä työskenteleville työntekijöille eikä muillekaan työpaikalla oleville henkilöille (Saloheimo 2016, 99). Työntekijöiden tulee ymmärtää koneen turvallisuutta koskevat perussäännöt. Tämä on huomioitava erittäin tarkkaan oppilaitosympäristöissä, jotta vältytään turhilta tapaturmilta ja opiskelijoille mahdollistetaan turvallinen oppimisympäristö. Seuraavassa listauksessa luetellaan kymmenen perussääntöä koneturvallisuudesta (EHS daily advisor 2012):

1. *Älä koskaan poista tai yritä hävittää koneen suojarusteita.*
2. *Älä luo uusia vaaroja, kuten salli esineiden pudota liikkuviin osiin tai mahdollista uutta puristuspistettä.*
3. *Ilmoita koneen suojaustoimenpiteistä aiheutuvat ongelmat välittömästi esimiehellesi.*
4. *Älä koskaan jätä koneita ilman valvontaa osien ollessa vielä liikkeessä. Muista, että osat saattavat edelleen liikkua koneen sammuttamisen jälkeen.*
5. *Poista suojukset huoltaessa vain, kun kone on lukittu ja merkitty.*
6. *Voitele koneen osat, jos mahdollista, poistamatta suoja; muuten sammuta kone ja lukitse se ennen voitelua.*
7. *Käytä laitetta vain, kun suojukset ovat paikoillaan ja oikein säädetty.*
8. *Älä käytä luvattomia tai vaurioituneita suojuksia.*
9. *Älä käytä löysiä vaatteita, koruja tai pitkiä hiuksia koneiden ympärillä - ne lisäävät koneeseen juuttumisen riskiä.*
10. *Kysy esimieheltäsi, jos sinulla on kysyttävää koneiden turvallisuudesta tai siitä, kuinka työkennellä koneella turvallisesti.*

## 5.7 Opetus ja ohjaus

Työturvallisuuslaki 14.1 § kohdan mukaan työnantajan on tiedotettava työpaikan vaara- ja haittatekijöistä työntekijöilleen. Työntekijälle tulee antaa riittävä opetus ja ohjaus tehtävään työhön, ottaen huomioon työntekijän ammattitaito ja työkokemus. Työntekijä tulee perehdyttää työmenetelmiin, työvälineiden turvalliseen käyttöön ja työpaikan oloihin. Perehdytyksessä on huomioitava erityisesti uuden työntekijän aloittaminen tai jos työntekijän töihin tehdään muutoksia. Opetusta ja ohjausta tulee täydentää tarvittaessa. (Saloheimo 2016, 103.)



## 6 TUTUSTUMISKÄYNNIT OPPIMISYMPÄRISTÖN SUUNNITTELUN TUEKSI

Savilahden kampuksen suunnittelunaikana on järjestetty useita tutustumiskäyntejä erilaisia tilaratkaisuja hyödyntäviin toimitiloihin, joista on haluttu hakea innovaatioita suunnittelua varten. Tutustumiskäyntejä on tehty oppilaitoksiin ja julkisiin rakennuksiin. Tutustumiskäyntejä on järjestetty kotimaahan sekä ulkomaille.

### 6.1 Koulutuskeskus Salpaus, Lahti

Salpauksessa tutustuttiin yhteen Suomen uusimmista kampuksista sekä sen kone- ja tuotantotekniikan oppimisympäristöön. Salpauksen tiloissa näkyvät päällimmäisenä avoimuus, valoisuus ja muuntojoustavuus. Opettajien työtilat on supistettu mahdollisimman vähäisiksi. Lahden kampuksella oli käytetty LEAN teamboard -suuntausta yhtenä tiedonjakokeinona. Tässä on ajatuksena, että seinään kiinnitettävillä kalvoilla saadaan helposti infoa jaettua. Salpauksessa tutustuttiin myös Smartblock-minineuvottelutiloihin, jotka ovat siirrettäviä työskentelykuutioita. Opettajat käyttävät tiloissa siirrettäviä ruloaappeja omille opetustarvikkeilleen.

### 6.2 Oodi-keskustakirjasto Helsinki

Oodi on Suomen isoin ja nykyaikaisin kirjasto. Oodi on valmistunut vuonna 2018. Kirjaston tiloissa on painotettu avoimuutta ja hyvää näkyvyyttä sekä kirjasalissa että neuvottelutiloissa. Yhtenä toimivana ratkaisuna tuli esiin keskiaulan näyttämömainen istuskelualue, jossa nuoret viettivät aikaa lueskellen kirjoja ja tehden kannettavilla tietokoneilla töitä. Oodin avoimuus tuo myös hieman rauhatonmuutta ja taustamelua yleensä hyvin rauhallisiin kirjastoihin nähden.

### 6.3 Dudley College of Technology, Englanti

Englannissa Dudley College of Technologyssa on vuonna 2017 valmistuneet tilat, jotka keskittyivät ainoastaan teolliseen toisen asteen koulutukseen. Tilat on suunniteltu toimiviksi. Kone- ja tuotantotekniikan tilat on jaettu jokaisen osaamisalueen mukaan erilliseksi tilaksi, joten näin jokaiselle osaamisalalle on saatu helposti luotua yhtenäinen ilmapiiri. Kuvassa 14 näkymä kone- ja tuotantotekniikan aulatilasta (Kuva 14).



Kuva 14. Kuvassa kone- ja tuotantotekniikan aulatilaa Dudley College of Technology -oppilaitoksessa (Saastamoinen 2019a).

#### 6.4 ROC Aventus, Apeldoorn & Devender, Hollanti

Hollannissa oppilaitoksissa tutustuminen kohdennettiin kahteen ROC Aventuksen kampukseen. Apeldoornissa oleva kampus on vuonna 2014 valmistunut niin sanottu avoin oppimisympäristö -mallinen oppilaitos, kun taas Devenderin kampusalue on lähempänä perinteisen mallista oppimisympäristöä, jossa tilojen avoimuus on rajallista ja niin sanottua suljettua opetustilaa paljon. Kuvassa 15 Apeldoornin kampuksen aula.



Kuva 15. Näkymä Apeldoornin kampuksen aulasta (Saastamoinen 2019b).

## 6.5 EMO 2019 -messut Hannover Saksa

EMO-messuilla tutustuttiin lastuavan työstön uusimpiin laitteistoihin. Messuilla oli lisäksi erillisenä osastona koulutus- ja opetuslaitteistot. Kuvassa 16 olevan Mittelstand 4.0 -tulevaisuuden oppimisympäristön ideana on jäljitettävyyden ja digitaalinen seuranta sekä ohjeistus ja virheiden minimointi valmistuksen aikana. Osastolla korostettiin industry 4.0:n tuomia mahdollisuuksia opetuksen järjestämisessä.



Kuva 16. Mittelstand 4.0 oppimisympäristö EMO 2019-messuilla Hannoverissa (Kilpeläinen 2019).

## 6.6 Worldskills Kazan 2019

Worldskills Kazan 2019 -kisoissa tutustuttiin eri alojen opetukseen ympäri maailman. Future skills -osastolle oli rakennettu kuvassa 17 esitetty tulevaisuuden tehdas, jossa mobiilirobotin päälle rakennettu yhteistyörobotti kuljetti koneistettua kappaletta monitoimisovilta mittaukseen, merkintään ja varastoon. Oppimistehtävänä insinööriopiskelijoilla oli järjestelmän soluohjauksen rakentaminen toimivaksi kokonaisuudeksi.



Kuva 17. Future skills -osastolle rakennettu tulevaisuuden tehdas oppimisympäristö (Marttinen 2019a).

#### 6.7 European CNC educators -konferenssi, Nantes Ranska

CNC educators -konferenssissa tutustuttiin La Joliverie -oppilaitoksen opetukseen. Tapahtuman järjestäjänä oli työstökonevalmistaja Haas, joiden koneita käytetään opetukseen myös Savon ammattiotiossa. Tapahtuman aikana käytiin keskusteluja eri Euroopan maiden opetuksen toteutuksesta. Tapahtumaan osallistui opettajia 15 eri Euroopan maasta. Kuvassa 18 näkyy CNC-koneistuksen työsalii.



Kuva 18. CNC-koneistuksen työsalii La Joliverie oppilaitoksessa Ranskassa (Marttinen 2019b).

## 6.8 Yhteenveto tutustumiskäynneistä

Tutustumiset erilaisiin toimintaympäristöihin antoivat laajan näkemyksen Savilahden kampuksen uusien tilojen suunnitteluun. Lähes kaikissa uusissa tiloissa suuren osaan nousi avoimuus ja tilojen muunneltavuus eri toimintojen tarpeeseen. Taulukkoon 2 on koostettu ensivaikutelman ja haastattelujen perusteella laadittu yhteenveto kaikista tutustumiskohteista. Taulukossa vertaillaan tilaratkaisujen hyviä ja huonoja ominaisuuksia. Haastavimpana ratkaistavana asiana tilasuunnittelussa on, miten rakentaa näkyvyydeltään avoimet, muttei liian meluisat tai keskittymistä haittaavat tilat.

Taulukko 2. Yhteenveto vierailukohteiden tilaratkaisuista.

<b>Tilaratkaisujen hyvät ominaisuudet:</b>	
<b>Ominaisuus</b>	<b>Perustelu</b>
Avoimuus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tuo tilantuntua</li> <li>• eri aloilla tapahtuva tekeminen näkyy</li> <li>• luonnonvalo tulee kaikkiin yleisiin tiloihin</li> <li>• luo ilmavuutta</li> <li>• toiminta näkyy myös talosta ulos</li> <li>• luo tunteen toiminnan läpinäkyvyydestä</li> </ul>
Monipuoliset oppimistilat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opiskelijoilla on runsaasti itsenäisen opiskelun paikkoja</li> <li>• erillinen parvitiila opiskelijoiden itsenäistä työskentelyä varten</li> </ul>
Turvallisuuden huomioiminen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• leveät käytävät</li> <li>• penkit eivät vie tilaa käytävältä</li> <li>• vartijat näkyvillä</li> <li>• kulkuoikeus määritelty tiloihin</li> </ul>
Näyttävät tilat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• näyttävä sisääntulo</li> <li>• sisääntulon yhteydessä palvelut kuten info, vartijat, ATK-tukipiste opiskelijoille, opiskelijamyymälä, bistro</li> <li>• aulassa sisääntulon yhteydessä Wall of Fame -seinä jossa esitellään menestyneet opiskelijat</li> </ul>
Viihtyisyyteen panostettu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kauppakeskusmainen pääkäytävä, jonka varrella oppimistiloja.</li> <li>• toimistohuoneet ylellisen isoja, kaksi henkeä samassa työhuoneessa</li> <li>• ala-aula viihtyisä ja ylös asti avoin</li> <li>• henkilökunnan kahviotila viihtyisä</li> </ul>
Tekniset laitteistoratkaisut	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kaikilla opiskelijoilla omat laitteet, byod- strategiana</li> <li>• siirrettävissä olevia kalusteita esim. valkotaulut ja kaapistot</li> <li>• automaattivarastoon tehty tavarantoimittajan kaavintavarasto</li> <li>• tietokoneina etähallintänäytöt</li> </ul>
Pintaratkaisut	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pintamateriaalit yhtenäiset (kumia) sama materiaali eri väreissä, eri kerroksissa</li> </ul>
Tilojen järjestyksen ylläpito	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kierrätyspisteet</li> <li>• opiskelijoiden lokeroissa vuosimaksu, avautuvat opiskelijakohtaisella kortilla</li> <li>• LEAN ja 5S huomioitu positiivisesti, ei kieltokylttejä</li> </ul>
Selkeät merkinnät	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alat ja alueet merkitty isolla tekstillä</li> <li>• brändi vahvasti näkyvillä</li> </ul>

(jatkuu)

Taulukko 2 (jatkuu)

<b>Tilaratkaisujen haasteet:</b>	
<b><i>Ominaisuus</i></b>	<b><i>Perustelu</i></b>
Melu ja levottomuus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lasisissa siirtoseinissä on huono äänieristys</li> <li>• henkilökunnan tiloissa huono äänieristys, ei tue yhteisöllisyyttä, puheen voimakkuutta pitää tietoisesti hillitä</li> <li>• avoimet työsalit, opiskelijoilla hankalaa tai mahdollonta keskittyä opetukseen</li> <li>• lasiseinien vajaaksi jäänyt teippaus rikkoi huomiota</li> <li>• toimistoon suora näkymä</li> <li>• vähän vetäytymis- ja ohjaustiloja</li> </ul>
Toiminnalliset ratkaisut	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ulkovaatteiden säilytystilat puutteelliset ja vaatteita useissa paikoissa</li> <li>• paljon portaita</li> </ul>
Tilojen käyttö ja kuormitus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tilat oli alun perin rakennettu liian pieniksi, liian vähän luokkatiloja</li> <li>• varastotilat olemattomat ja laitteistoja säilytettiin osittain työsalien lattioilla</li> <li>• naisten ja miesten pukutilojen yhteiskäyttö sekavaa</li> <li>• unisex yhteiskäyttövässat levottomia</li> <li>• auditorio vähällä käytöllä</li> </ul>

## 7 KONE- JA TUOTANTOTEKNIIKAN OPPIMISYMPÄRISTÖT

Savon ammattiopistolla on ollut vuosien saatossa useita konetekniikan tiloja. Tiloja on ollut Kuopiossa, Siilinjärvellä, Toivalassa, Varkaudessa, Suonenjoella, Pieksämäellä, Leppävirralla sekä Kuopion Kylmämässä. Näistä pitkäaikaisin on ollut Presidentinkadun kampuksen 1960-luvulla tehty työsalisympäristö. Tähän ympäristöön on vuosien saatossa tuotu kalustoa kaikista muista yksiköistä purkutöiden yhteydessä. Tulevassa muutossa poistetaan tätä vanhaa kalustoa minimiin. Savilahteen tulevilla tiloilla tavoitteena on yhdistää kone- ja tuotantotekniikassa perinteinen työsaliopetus ja nykyaikainen virtuaalioppimisympäristöissä oppiminen.

Oppilaitosta suunniteltaessa tulee huomioon ottaa asioita, joita ei niin sanotussa teollisessa ympäristössä tarvitse huomioida. Esimerkiksi työturvallisuuteen tulee kiinnittää enemmän huomiota. Savilahden kampus rakennetaan joutsenmerkin vaatimukset täyttävän kriteeristön mukaan. Joutsenmerkki-rakentamisessa pyritään siihen, että rakennus on ympäristöystävällinen koko sen elinkaaren ajan. Joutsenmerkki takaa, että rakennuksessa on hyvä sisäilma, ilmanvaihto ja valaistus.

### 7.1 Toteutuksen suunnittelu

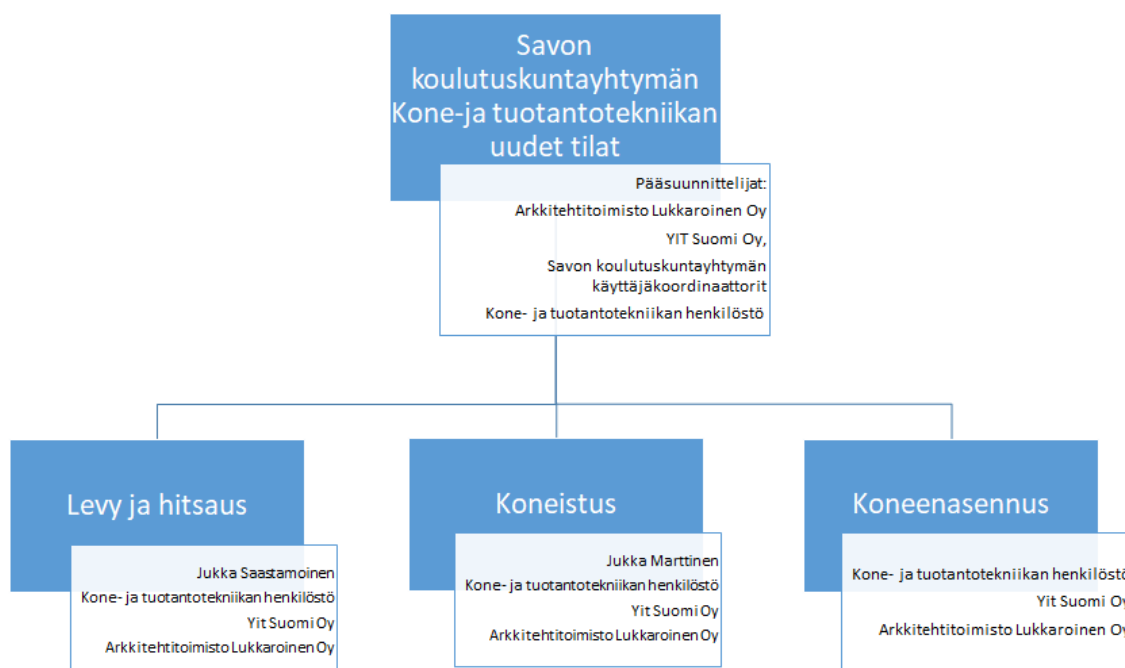
Opinnäytetyön alkuvaiheessa arkkitehdit luonnostelivat yhdessä kone- ja tuotantotekniikan henkilöstön kanssa tiloista kiinteät osat kuten ulkoseinät, ikkunat ja yhteiset tilat, joihin toimintoja päästiin suunnittelemaan. Savon koulutuskuntayhtymän projektin osalta tiedonjakamiseen on käytetty [bem.buildercom.net-pilvipalvelua](https://bem.buildercom.net-pilvipalvelua). Buildercom-palvelussa on jaettu kaikki projektiin liittyvä materiaali projektissa mukana oleville tahoille.

Työsaleista tehdään layout-suunnitelma koneineen, sekä 3D-tilamalli, jota voidaan käyttää 3D-suunnitteluohjelmissa tai virtuaalimaailmassa. Tämä toteutetaan yhdessä arkkitehtitoimiston ja 3D-talon kanssa. Lisäksi suunnitellaan pisteoppimisen toteutusta ja alueita, joissa opettajat ovat vastuussa tietyistä alueista työsaleissa. Uuteen tilaan kartoitetaan sähkön, paineilman, kaasujen, ja LVI-järjestelmien tarpeet ja määrät yhdessä alan ammattilaisten kanssa.

Uusien tilojen toimintoja pyritään tehostamaan vanhoihin verrattuna, joten nykyisin käytössä olevien koneiden ja laitteiden käyttötarpeet tarkastellaan, uusia investointeja suunnitellaan ja tarpeettomasta laitteistosta tehdään poistopäätökset myyntiä varten.

Ammatillisen koulutuksen lähiopetuksen tuntimääriä on jouduttu pienentämään, joten tästäkin syystä uusien tilojen toiminta on suunniteltava hyvin jo etukäteen. Lähiopetuksen toiminta on saatava joustavaksi ja tehokkaaksi, joten mahdolliset pullonkaulat pitää pystyä poistamaan jo suunnittelussa.

Digitalisaatiota lisätään lähioppimisen tueksi. Tämä tarkoittaa simuloinnin, virtuaalioppimisen ja verkko-oppimisen kehittämistä. Työsalien läheisyyteen suunnitellut digioppimistilat ja niiden toiminnot kartoitetaan. Opiskelijan tutkintopolkua päästään tarkastelemaan uusissa ympäristöissä tutkinnon perusteisiin ja harjoitustöihin pohjautuen. Vastuunjako on esitetty kuvassa 19.

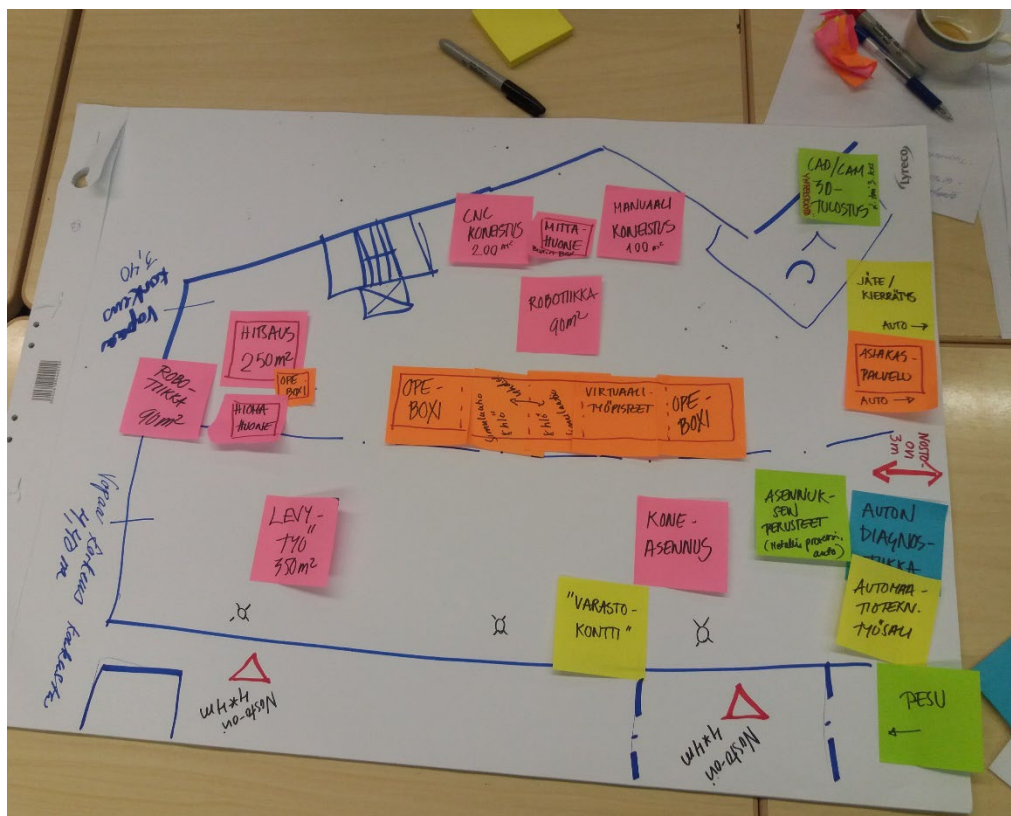


Kuva 19. Kone- ja tuotantotekniikan tilojen suunnittelun vastuunjako.

## 7.2 Työsalitilojen suunnittelu

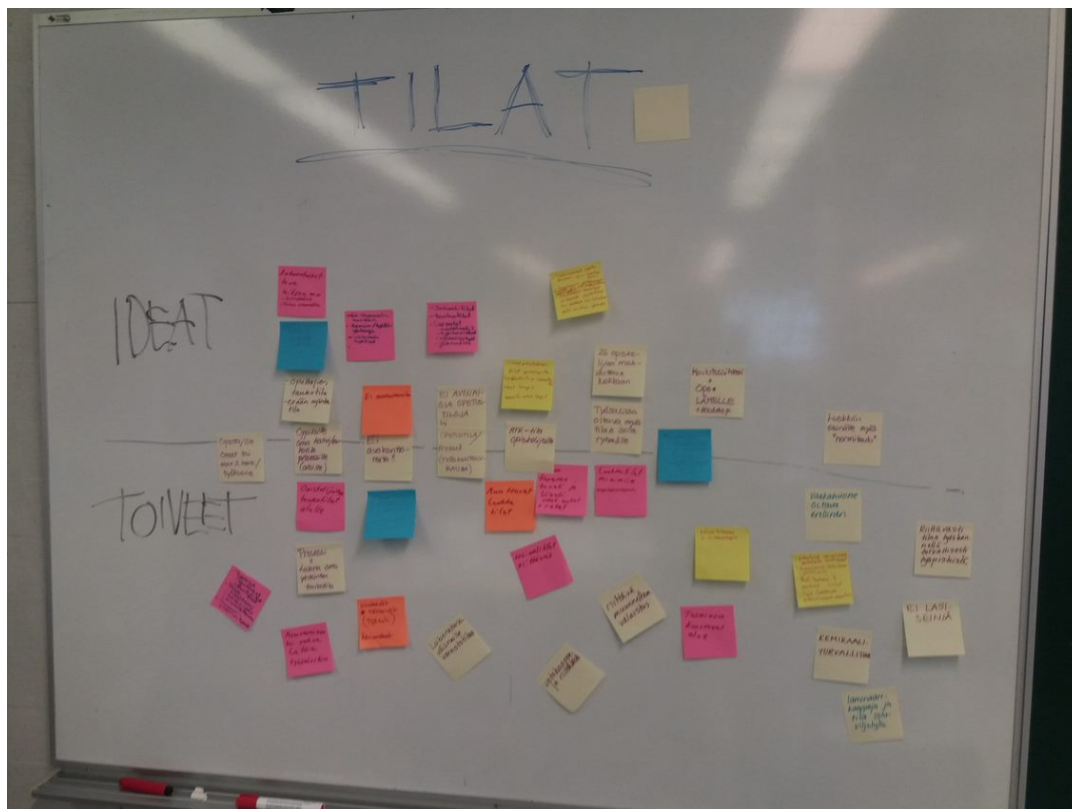
Työsalitilojen suunnittelu aloitettiin alakohtaisesti syksyllä 2018 osallistamistyöpajoilla. Työpajoissa oli jokaisen Savilahden kampukselle muuttavien alojen henkilökunta vuorollaan ideoimassa tulevia tiloja. Keskeisinä aiheina työpajoissa oli tuottaa vapaasti assosioiden ideoita annettuihin teemoihin. Teemoina olivat toiminnat, työsalitilo, ulko- ja yhteiset tilat. Näiden työpajojen jälkeen arkkitehdit saivat käsityksen tarvittavista kokonaisuuksista. Kuvassa 20 sijoiteltiin kone- ja tuotantotekniikan alan toimintoja tuleviin työsalitiloihin. Kuvassa keskelle hahmottui yhteiset tilat ja ympärille muut toiminnot.





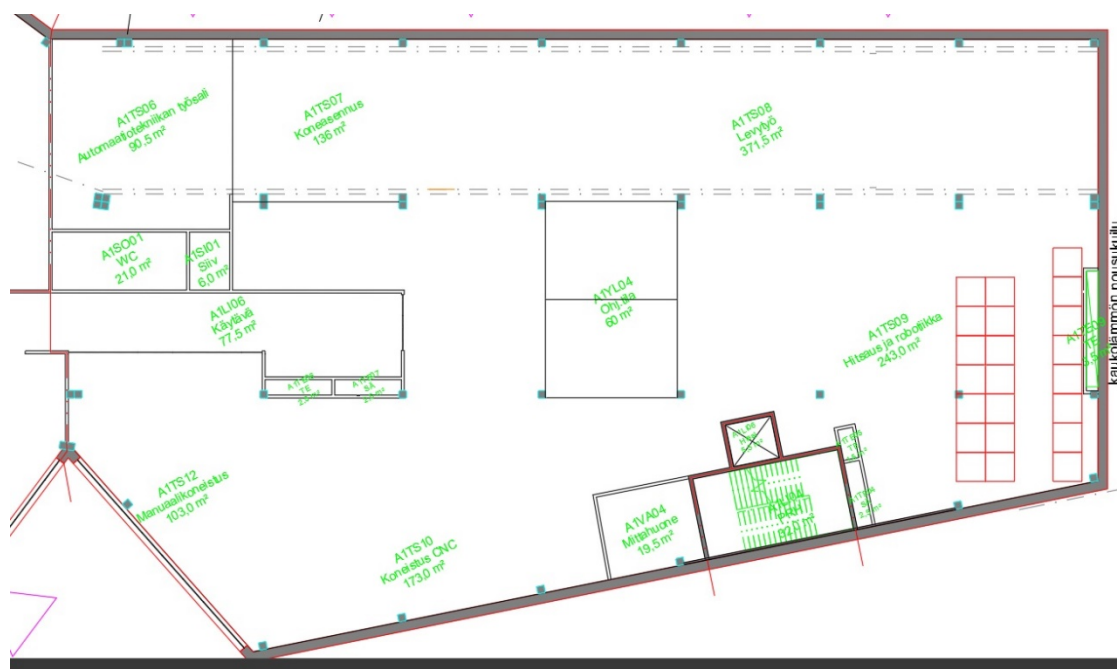
Kuva 20. työsalitilojen suunnittelua osallistamistyöpajassa (Marttinen 2019).

Kone- ja tuotantotekniikan tilojen suunnittelun ja toteuttamisen lähtökohtana on ollut toiminnallisuus. Toiminnallisesti tilat jakautuvat jokaisen kone- ja tuotantotekniikan osaamisalueen mukaan koneistukseen, koneasennukseen ja hitsaus- ja levytyihin. Osallistamistyöpajoissa kerättiin käyttäjien toiveita sekä ideoita. Kuvassa 21 on osallistamistyöpäivän yhteenveto, jossa korostui opettajien toiveet rauhallisiin työtiloihin. Työsalien osalta toiveena oli muunneltavuus ja monipuolisuus.



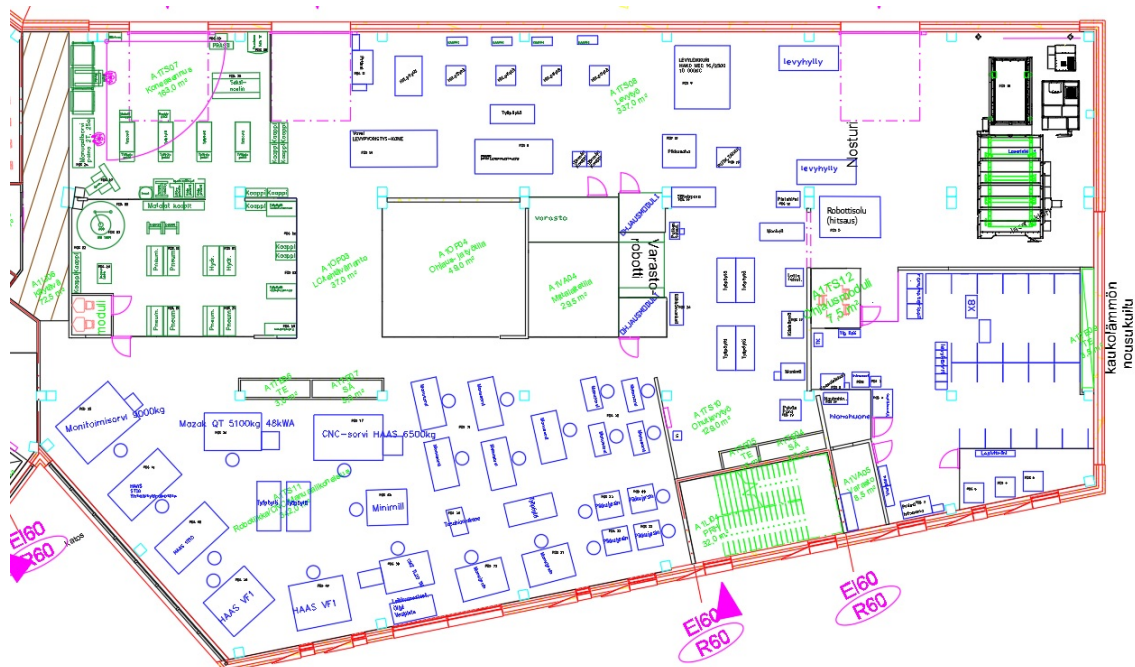
Kuva 21. Ideoiden ja toiveiden keräystä henkilöstöltä aivoriihitoimintana (Marttinen 2020a).

Ideoinnin jälkeen arkkitehdit luonnostelivat alustavan pohjapiirustuksen kone- ja tuotantotekniikan tiloista. Arkkitehtitoimisto laati hallin ulkoseinien pohjapiirustuksen, jonka mukaan layout-suunnittelu aloitettiin. Piirustukseen oli luonnosteltu toiminnallisia tiloja käyttäjätyöpajassa tehdyn ideoinnin perusteella. Kuvassa 22 Voima-rakennuksen ulkoseinät suunnittelun pohjaksi.



Kuva 22. Arkkitehtitoimiston toimittama pohjasuunnitelma (muokattu Arkkitehtitoimisto Lukkaroinen Oy 2019).

Tilojen suunnittelu jatkui Autocad-mallia päivittämällä. Tilasta tehtiin useita erilaisia versioita, joista päädyttiin alla kuvassa 23 esitettyyn malliin. Kuvia esiteltiin henkilöstölle useita kertoja hakien uusia ideoita ja kommentteja laitteiden ja toimintojen sijoitteluun. Pohjakuvaan sovitettiin myös TEDI-hankkeen kautta investoidut uudet koneet.



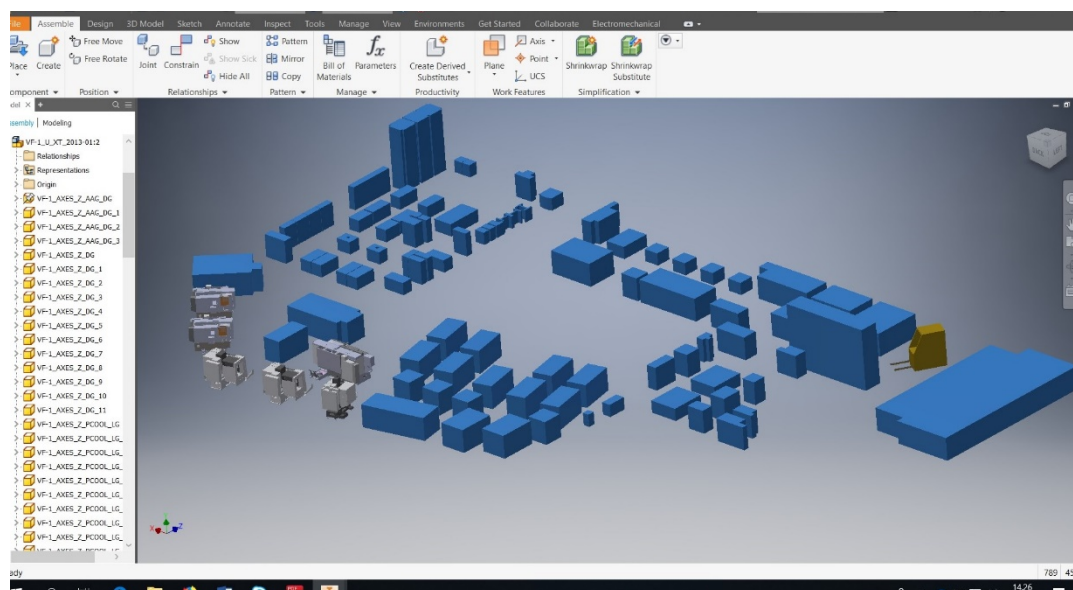
Kuva 23. Käyttäjakoordinaattorien Auto-cad-malli koneiden sijoittelusta (muokattu Arkkitehtitoimisto Lukkaroinen oy 2019).

Tilojen suunnittelu tapahtui myös uusimpia tekniikoita hyödyntäen. Tilojen mittasuhteiden hahmottamiseen hyödynnettiin virtuaalista 3D-mallia. Virtuaalimalli auttoi hahmottamaan paremmin käytävien mittasuhteet ja mahdolliset ahtaat tilat esimerkiksi trukin liikkeille. Kuvassa 24 näkyy yhteistyössä 3D-talon kanssa laadittu virtuaalinen tilamalli.



Kuva 24. Käyttäjäkoordinaattorien ja suunnittelijoiden työpaja, jossa tapahtui layout suunnittelun tarkastelu ja muokkaus (Marttinen 2020b).

Virtuaalimallissa entistä todentuntuisemman kuvan saisi, jos kaikki koneet olisivat 3D-malleina. Näitä oli saatavilla vain yhdeltä konetoimittajalta. Muut koneet mallinnettiin sinisinä laatikoina Autodesk Inventoria -ohjelmistoa käyttäen (kuva 25). Koneiden 3D-mallinnukseen selvitettiin myös 3D-skanauksen mahdollisuutta, mutta saatavaan hyötyyn nähden se osoittautui liian kalliiksi. Trukin ajoreittejä mallinnettiin käytössä olevan trukin mittojen mukaan.



Kuva 25. Koneiden sijoittelua 3D-malliin.

### 7.3 Työtilojen layout-suunnittelu

Layout-suunnittelun pohjaksi valittiin prosessilähtöinen eli funktionaaliseen malliin pohjautuva layout. Funktionaalisisessa layoutissa samat toiminnot on ryhmitelty yhteen. Kone- ja tuotantotekniikassa oppimistiloissa ryhmittely menee suuntautumisalana (koneistus, koneasennus tai levyseppähit-saaja) mukaan. Tämä layout-malli mahdollistaa ryhmäopetuksen järjestämisen niin, että tietyllä alu-eella voidaan tehdä useita tutkinnon osia suuntautumisalana mukaan. Layout-malli mahdollistaa myös niin sanotun pisteoppimisen ideologian, missä yksi opettaja pystyy ohjaamaan isompaa ryhmää ker-ralla. Funktionaalinen malli mahdollistaa jatkossa kuitenkin pienimuotoisen tuotannon materiaali-voimien mukaan.

Layout-suunnittelun kantavana ajatuksena on ollut toiminnallisuus, osaamisperusteisuus, henkilö-kohtaiset opintopolut sekä mahdollisuus joustavaan opiskelijan ohjaukseen, kuitenkin unohtamatta täysin teollisuudesta tulevien layout-suunnitelmien ideologiaa. Tiloista on pyritty tekemään mahdolli-simman avoimet ja näkyvyydeltään hyvät. Layout-suunnitteluun vaikuttaa myös pisteoppimisessa käytettävä toimintamalli, mikä osittain rajaa layoutia.

Tiloja rajoittavana tekijänä voidaan ajatella siltanosturin toiminta-alueita. Siltanosturin sijainti mää-rittää koneasennuksen ja levy- ja hitsauksen toiminnan määrätyle alueille, koska toiminnoissa tarvi-taan nosturia raskaiden kappaleiden siirtämiseen. Koneistus ja hitsaamo voidaan jättää siltanosturin toimintasäteen ulkopuolelle, koska käsiteltäviä kappaleita voidaan siirtää käsin.

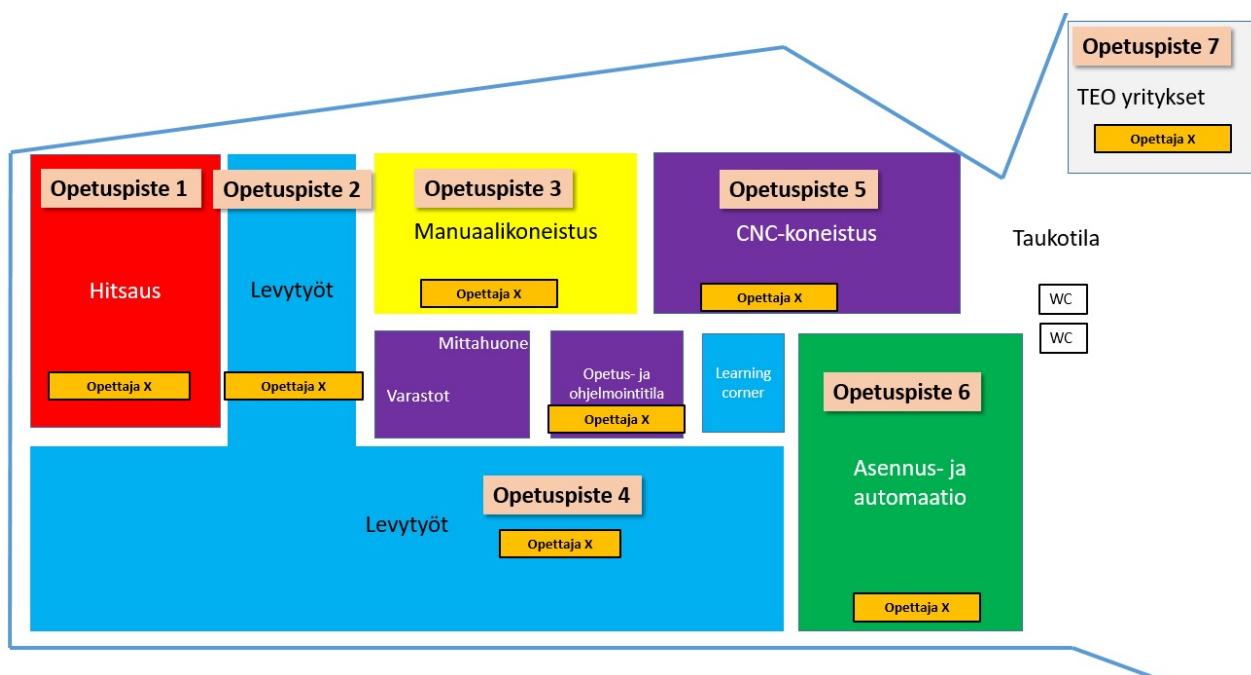
Tilojen lattiasuunnittelu pyrittiin tekemään mahdollisimman muuntojoustavaksi, mikä mahdollistaa uusien koneiden sijoittelun myös tulevaisuudessa eri paikkoihin. Laittevalmistajien suositusten sekä selvitystyön ja vertailun perusteella konesaleihin tehdään riittävän vahva maanvarainen lattia. Lattia-rakenteen vahvuus tulee olemaan noin 300 mm vahvuinen. Betonilaatan liikuntasäumat eivät saa osua koneiden kohdalle, koska rakenteen eläminen vaikuttaa koneiden runkoon.

Nykyisissä tiloissa toimintaa suunnitellaan jatkuvan parantamisen periaatteella ja toimintaa kehitet-tään jatkuvasti. Oppimistiloissa on menossa useita kehittämisprojekteja työtilojen ja järjestyksen parantamiseksi. Myös tulevien oppimisympäristöjen suunnittelussa on otettu huomioon LEANin mu-kainen suunnittelu sekä 6S-ideologia. Tuleviin tiloihin tullaan lisäämään informaatiotauluja, järjes-tystä parantavia merkintöjä sekä työkalujen ja tavaroiden paikat tullaan merkitsemään paremmin.

### 7.4 Pisteoppimisen huomioiminen layout-suunnittelussa

Savon ammattiopistossa kone- ja tuotantotekniikassa on otettu käyttöön niin sanottu pisteoppimisen malli, missä työsalit on jaettu tutkinnon perusteiden mukaan opetuspisteisiin. Kone- ja tuotantotek-niikassa tilat on jaettu seitsemään opetuspisteeseen, joista kuusi sijaitsee fyysisesti kone- ja tuotan-totekniikan tiloissa. Seitsemäs opetuspiste on yritys, jossa opiskelija opiskelee työelämässä. Jokaista pistettä ohjaa opettaja oman osaamisalansa mukaan. Lisäksi jokaisella pisteellä toimii tarvittaessa

ammattinohjaaja. Koneistuksen toiminnot on jaettu kahteen pisteeseen, manuaalikoneistus ja CNC-koneistus. Hitsaus- ja levytyöalan toiminnot on jaettu kolmeen pisteeseen: hitsaus- ja levytyöt, ohutlevytyöt ja hitsaamo. Kuvassa 26 on pisteoppimisen layoutiin hahmoteltu toimintamalli.



Kuva 26. Työpistekohtainen toiminnoittain jaettu oppimismalli.

## 7.5 Hitsaus- ja levytöiden työsalioppimistilat

Hitsauksen- ja levytöiden työsalit jakautuvat kahteen osaan: levytyöt ja hitsaamo. Kumpaakin aluetta käsitellään erillisinä osioina. Levytöiden alue on jaettu vielä kahteen pienempään kokonaisuuteen: ohutlevytöihin ja paksulevytöihin. Levytyösalin layoutin suunnittelussa huomioitiin materiaali- virtaukset, mikä mahdollistaa tarvittaessa pienimuotoisen tuotannon. Suunnittelussa on otettu huomioon pisteoppimisen tuomat haasteet ja mahdollisuudet opiskelijoiden yksilölliseen oppimiseen. Hitsaus- ja levytyötilojen suunnittelussa on käytetty apuna asiantuntijoita, jotka ovat ohjeistaneet suunnittelussa muuan muassa savukaasulaitteiden sijoittelussa. Tilojen suunnittelussa määriteltiin vakituiseksi tilityöpaikaksi hitsaamo ja levytyösali. Nämä tilat on rajattu siten, että tulitöitä voidaan suorittaa turvallisesti.

### 7.5.1 Hitsaus ja levytyöt

Kokonaisuudessaan Hitsaus- ja levytöiden työsaleihin sijoitetaan liitteen 2 mukaisesti erilaisia koneita ja laitteita noin 50 kappaletta, joista noin puolet on hitsauskoneita. Tilojen koon ja muodon vuoksi koneiden sijoittelussa joudutaan tekemään kompromisseja toiminnot huomioiden.

Levytyösali on jaettu kahteen pienempään kokonaisuuteen: ohutlevytöihin ja paksulevytöihin. Ohutlevytöihin tarvittavaa aluetta ei tarvinnut sijoittaa siltanosturin toiminta-alueelle, koska käsiteltävien

levyjen vahvuudet ovat maksimissaan 2 mm. Hitsaus- ja levytyösalin tilasuunnitelma näkyy kuvassa 27. Oikealla sijaitseva nosto-ovi on suunniteltu niin, että siitä on mahdollista kuljettaa 1 500 x 3 000 mm:n kokoisia levyjä sisälle. Nosto-oven kohdalle on jätetty tilaa, mikä mahdollistaa levyn toimittamisen joko levyhylyihin, laserleikkurille tai levyleikkurille tarpeen mukaan. Levyjen leikkausten jälkeen materiaalit siirtyvät joko hitsaamoon hitsausharjoituksiin tai levytöihin jatkojalostukseen. Valmiit harjoitustyöt tai asiakastyöt lähtevät kuvassa 27 näkyvästä vasemmanpuoleisesta ovesta eteenpäin.

Suunnittelussa ensimmäiseksi rajoittavaksi tekijäksi nousi laserleikkurin sijoittaminen layoutiin. Laserleikkurin tilan tarve on noin 11 m x 7 m, joten näin ollen se on suurin tiloihin sijoitettava kone. Tilojen muodon vuoksi laserleikkurin paikaksi valittiin kuvassa 27 näkyvä oikea reuna. Laserleikkuri on sijoitettu niin, että koneen vaihtopöytä on sijoitettu siltanosturin toiminta-alueelle. Tämä mahdollistaa leikattavien levyjen siirron koneelle. Laserleikkauslaitteiston sijoittelussa otettiin myös huomioon laitteiston mukana toimitettavan erillisen savukaasujen suodatusjärjestelmän sijoittelu. Suodatusjärjestelmää pitää pystyä huoltamaan ja tyhjentämään määräjain.

Levytyösaliin siltanosturin toiminta-alueelle on sijoitettu sellaiset koneet ja laitteet, joiden työskentelyalueella tarvitaan nosturia työskentelyn apuna. Laserleikkurin lisäksi siltanosturin toiminta-alueella sijoitettiin levyleikkuri, levynpyörästykoneet, CNC-särmäyspuristin ja pylväsporakone. Levytyösaliin on sijoitettu viisi levytyötyöpistettä, joissa on mahdollista tehdä esimerkiksi teräsrakennetöitä ja kokoonpanohitsauksia. Työpisteet varustellaan työpöydillä ja tarvittavilla käsityökaluilla ja savukaasun poisto erillisillä kohdepoistoilla. Tarvittaessa myös robottihitsaussolu voidaan siirtää kohdepoistojen alle työpisteisiin.

Siltanosturin toiminta-alueen ulkopuolelle tulevaan ohutlevytöiden tilaan on sijoitettu ohutlevytöissä tarvittavat koneet ja laitteet, kuten mankelit, kanttikoneet ja pistehitsauskone. Alueen keskellä on neljä työpöytää, mikä mahdollistaa usean opiskelijan yhtäaikaisen työskentelyn alueella.

Hitsaus- ja levytöitä tehdessä altistutaan paljon melulle ja erilaista koneista johtuville värinäille, varsinkin silloin teräslevyjä leikatessa ja muotoillessa. Lisäksi levytyön yhteydessä on myös hitsauspisteitä, joissa hitsatessa muodostuu lisäksi haitallista UV-säteilyä ympäristöön.

Melu on suuri ongelma oppilaitoksessa, kun pitäisi pystyä puhumaan ja tulla ymmärretyksi samalla kun melutaso on aika korkea. Melua pyritään vaimentamaan erilaisilla akustisilla ratkaisuilla, kuten kattoon sijoitettavilla akustiikkalevyillä. Levyleikkuri sijoitetaan lattialle omalle laatalleen, joka estää värinää ja melua rakenteissa. Savukaasunpoistojärjestelmiin asennetaan taajuusmuuntimet, jotka mahdollistavat kohdepoistolaitteiston tehon säätämisen tarpeen mukaan. Käsityökaluja päivitetään jatkuvasti ja myös niiden hankinnassa otetaan huomioon ergonomia esimerkiksi keveyden ja värinän osalta. Tilojen suunnittelussa säteilyä pyritään estämään rajaamalla alueet missä säteilyä muodostuu sermeillä tai säteilyä estävillä kevytseinillä.



Kuva 27. Levy- ja hitsauksen työtilat (muokattu Arkkitehtitoimisto Lukkaroinen Oy).

## 7.5.2 Hitsaamo

Hitsaamoon on sijoitettu 21 hitsauskoppia, tila virtuaalihitsauslaitteille, varasto materiaaleille, hiontahuone, lisäaine- ja tarvikkeakaapit sekä tarvittavat astiat romumetallin keräykseen (kuva 28). Hitsauskopeissa harjoitellaan hitsaustöissä tarvittavaa ammattitaitoa eri hitsausprosesseilla kuten MIG/MAG, TIG ja puikko. Lisäksi tiloissa toimii SK Päteväntilailoksen hitsaajien pätevyöimispalvelu. Tästä syystä hitsaamoon sijoitetaan hieman isompi ohjaustila. Jokaisessa kopissa on erillinen kohdepoisto, työpöytä ja hitsauskone. Laitteiden sijoitteluun vaikuttaa jokin verran myös savukaasun poistoputkien sijoittelu.

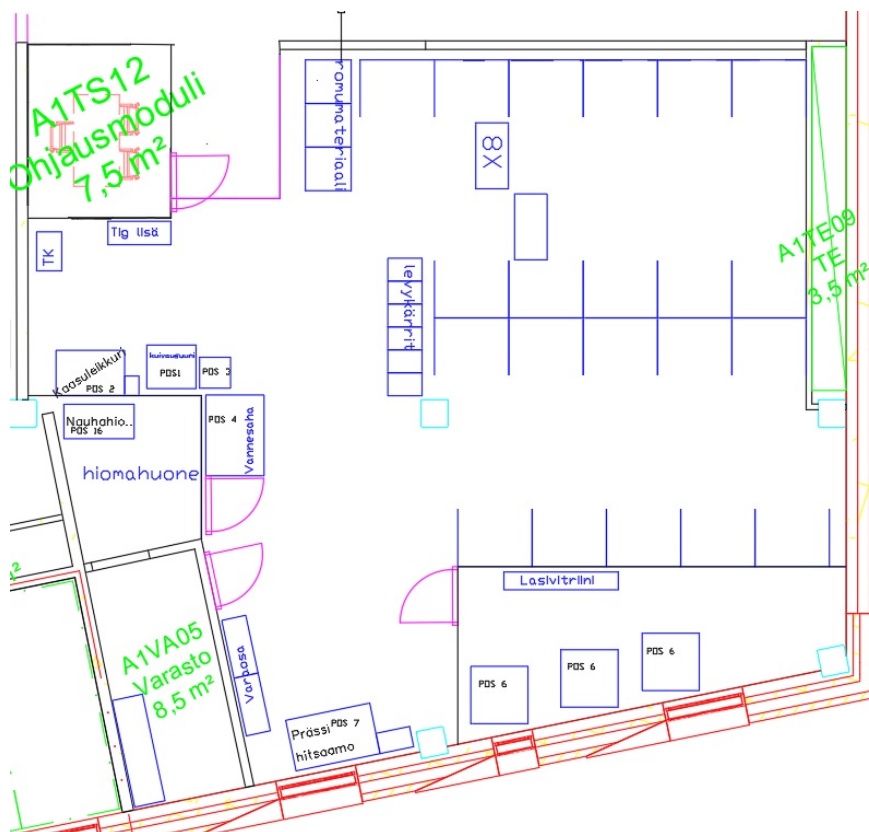
Hitsaamo on suunniteltu niin, että siellä harjoittelevat henkilöt altistuisivat mahdollisimman vähän hitsaukseen liittyville haittavaikutuksille ja riskitekijöille, kuten esimerkiksi hitsaussavuille/huuruille, UV-säteilylle, sähkömagneettiselle säteilylle ja ergonomian kannalta huonoille työasennoille. Hitsaus savun ja huurujen poistoon hitsaamossa, jokaiseen hitsauskoppiin on suunniteltu erillinen kohdepoisto yleisilmanvaihdon lisäksi. Hitsaajien hankalien työasentojen helpottamiseksi suunnittelussa kiinnitetään huomiota esimerkiksi hitsaamon työpöytien ergonomiaan. Työpöytien korkeus on säädettävä, jolloin eripituisten henkilöiden on mahdollista säätää oikea työskentelykorkeus helposti.

UV-säteilyn estämiseksi hitsauskopit ovat osittain kiinteäseinäisiä ja lisäksi koppeihin asennetaan hitsausverhot, jotka estävät säteilyä. Hitsaamossa sähkömagneettista säteilyä pyritään vähentämään laitesijoittelulla, esimerkiksi koneiden virta- ja maadoitusjohdot pidetään nipussa mahdollisimman pitkältä matkalta. Tämä estää hitsaajaa toimimasta johtojen välissä. Jokainen hitsauskoppi on eristetty muista kopeista, millä pyritään estämään sähkömagneettista vaikutusta.



Laitteistojen osalta hitsaamo tullaan varustelemaan niin, että hitsauksen aikana voidaan valvoa reaaliaikaisesti hitsauksen parametreja ja näistä saatu tieto siirtyy käytössä olevaan hitsauksen laadunvalvontajärjestelmään. Reaaliaikainen valvonta helpottaa SK pätevöintilaitoksen sopimusvalvojen työtaakkaa hitsaajien pätevöinneissä.

Virtuaalihitsaustilaan asennetaan kolme virtuaalihitsauslaitetta, joilla voidaan harjoitella käsin hitsausta MIG/MAG, puikko ja tig prosesseilla. Yksi laitteista varustetaan myös robottihitsaus varustuksella, joka mahdollistaa virtuaalisen robottihitsauksen harjoittelun.



Kuva 28. Hitsaamo (muokattu Arkkitehtitoimisto Lukkaroinen Oy).

## 7.6 Koneistuksen työsalioppimistilat

Metalliteollisuuden konepajassa keskeinen työ on koneistustyö. Koneistajat työskentelevät nykyisin viihtyisissä työympäristöissä, missä suurin osa koneista on automaattisia CNC-ohjattuja (computer numerical control). Koneiden sijoittelu on yleisimmin tehty työsoluihin, joissa koneistaja voi valvoa useampaa työstökoneita, robottia tai kappaleenvaihtajaa samanaikaisesti. Korjaustöitä tekevissä paikoissa käytetään vielä paljon manuaalisia työstökoneita yksittäisten osien korjaukseen ja valmistukseen. (Maaranen 2012, 11.)

Koneistamoissa valmistetaan usein mittatarkkoja koneenosia. Tämän vuoksi laaduntarkkailu ja mittaus on koneistajan keskeinen työtehtävä. Koneenosat valmistetaan usein sadasosamillien tai jopa mikrometrin ( $\mu\text{m}$ ) tarkkuudella. Osien tulee sopia toisiinsa toleroituilla sovitteilla. Teollisuudessa laatuvaatimuksia ohjataan ja valvotaan ISO 9000 -sarjan laatustandardilla. Tämä standardi määrittää

laatujärjestelmän, joka edellyttää konepajan auditointia. Laatustandardissa tarkastetaan konepajan kaikki toiminnot ja siitä myönnetään sertifikaatti. (Maaranen 2012, 11.) Koneistajien ammattitaito on yksi auditoinnin kohde, ja sitä pyritään jo oppilaitoksen opetuksessa painottamaan.

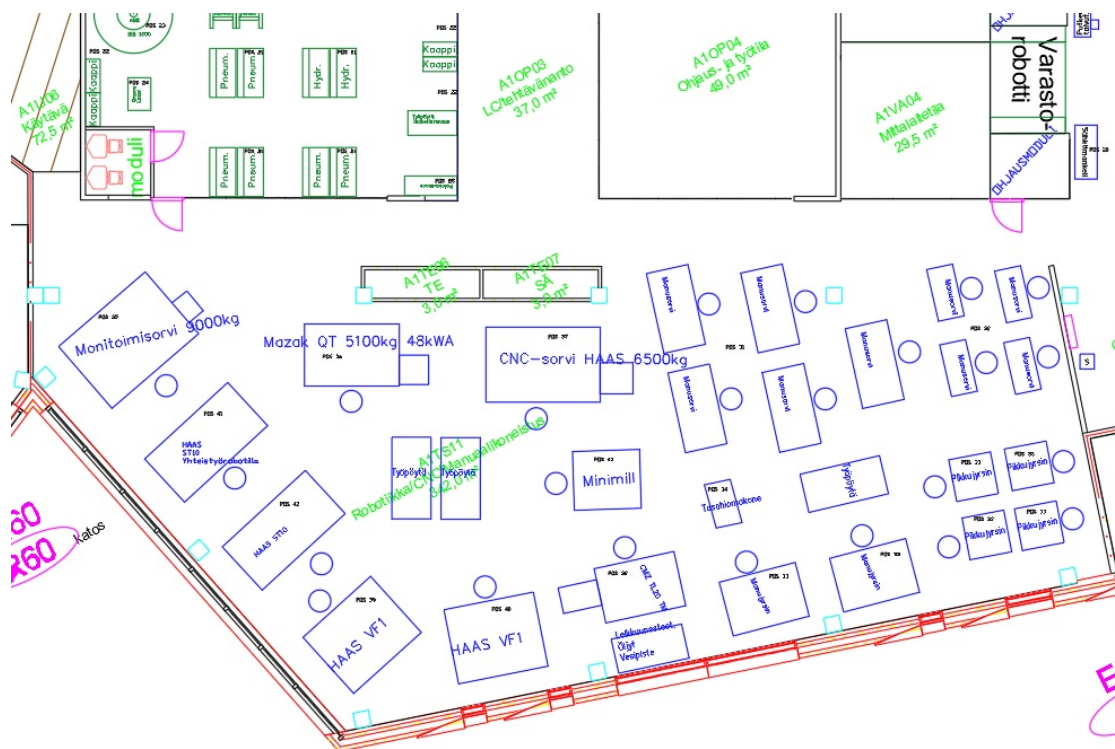
### 7.6.1 Koneistamo

Koneistuksen työsalitilat koostuvat manuaalikoneistuksesta, CNC -koneistuksesta, mittahuoneesta sekä ohjelmointitilasta. Koneistamo järjestetään pisteoppiminen huomioiden kahteen erilliseen tilaan. Manuaalikoneistuksesta tulee yksi ja CNC-koneistuksesta toinen selkeästi erotettavissa oleva oppimistila. Koneistamo tullaan sijoittamaan matalampaan tilaan, koska siellä ei tarvita siltanosturia kappaleiden siirtoihin. Kulkuväylä erotetaan keltaisella merkinnällä. Tiloista pyritään tekemään mahdollisimman avoimet ja näkyvyydeltään hyvät.

Työstökoneiden sijoitteluun koneistamossa vaikuttavat mm. materiaalivirrat, työpisteoppimisen tarpeet, kulkuväylien sijoittelu ja suuri näyteikkuna vilkasliikenteisen tien edessä. Ongelmana koneistamon suunnittelussa havaittiin koneiden siirtoväylä. Koneistamossa oleva sähkökuilu estää koneiden tuomisen tehtävänantotilan läpi, joten ainoaksi siirtoväyläksi koneistamoon olisi jäänyt oikean reunan reitti ohutlevyosaston kautta. Tämä aiheuttaisi tulevaisuudessa useita konesiirtoja CNC-koneita vaihdettaessa. Ongelman ratkaisuksi päädyttiin rakentamaan toinen kuljetusreitti koneenasennuksen puhdastilan läpi.

Koneistamoon sijoittuu teräpalavarastoautomaatti mahdollisimman keskeiselle sijainnille. Tämä tullaan järjestelemään niin, että tietyt opiskelijaryhmät saavat haettua juuri tarpeelliset lastuavat työkalut tutkinnon osien mukaan. Opintojen edetessä automaatti antaa käyttäjälle lisää oikeuksia erilaisiin lastuaviin työkaluihin. Koneet ja niiden käyttö vaatii paljon paineilmaa ja sille rakennetaan koneistamon alueen kattava verkosto.

Työstökoneiden leikkuunesteelle tarvitaan sekoittaja koneiden täyttöä varten. Se sijoitetaan keskeisesti koneistamoon. Tästä rakennetaan koko koneistamon alueelle yltävä kelatoiminen letku. Kuvassa 29 on etsitetty koneistamon layout-suunnitelma.



Kuva 29. Koneistamo, jossa vasemmalla CNC-koneet ja oikealla manuaalikoneet (muokattu Arkkitehtitoimisto Lukkaroinen Oy 2019).

## 7.6.2 Manuaalikoneistus

Manuaalikoneistus koostuu manuaalisorveista ja jyrsinkoneista. Alueella opetellaan koneistuksen perusteita. Yleensä alueella työskentelee aloittaneet opiskeluryhmät. Heitä opetetaan ryhminä, joten kaikki opiskelijat tekevät usein samoja harjoitustöitä. Alueella korostuu vertaisoppiminen muilta opiskelijoilta. Manuaalikoneet eivät ole täysin suojattuja, joten niistä lentävät lastut tulevat olemaan jatkossakin ongelma.

Konemäärästä eniten tulee muuttamaan manuaalikoneistamo. Manuaalikoneistuksen osalta on käyty useita keskusteluja henkilöstön kesken koneiden määrään ja tulevaisuuden tarpeisiin nähden. Manuaalikoneiden käyttäöstä on seurattu useiden vuosien ajan. Lähes poikkeuksetta alle 2/3 osaa nykyisistä koneista on käytössä. Manuaalikoneita tullaan määrällisesti vähentämään entisten Presidentinkadun kampuksen tilojen noin 33:sta noin 15 koneeseen. Lattiapinta-alana tämä tarkoittaa 320 neliömetrin pienenemistä 140 neliömetriin. Manuaalisorveista ja jyrsinkoneista osa tullaan uusimaan ennen muuttoa. Uusimisen yhteydessä koneiden kokoluokkaan haetaan pienempiä malleja, mitkä tulevat korvaamaan vanhempia koneita.

Manuaalikoneistamo pienenee enemmän suhteessa CNC-koneistamoon. Näin myös oppimista painotetaan enemmän CNC-koneistuksen osaamiseen. Alueen työelämän tarpeiden ja tutkintojen perusteiden johdosta manuaalikoneistuksen opetuksen tarve vähenee ja keskitytään enemmän CNC-koneistukseen ja joustaviin automaatiojärjestelmiin. Näin ollen manuaalikoneistamon suhteellinen pieneneminen ei muodostu ongelmaksi jatkoa ajatellen.

Ongelmana manuaalikoneistamon suunnittelussa on se, etteivät uudet koneet ole vielä tiedossa. Näiden koneiden osalta tilantarvetta ja sähköliittymän paikkoja joudutaan vielä tarkentamaan myöhemmin. Yhtenä ratkaisuna pohdittiin pistotulppien käyttöä pienten manuaalikoneiden sähköverkkoon liittämiseksi.

### 7.6.3 CNC-koneistus

CNC-koneistukseen kuuluu tietokoneohjattuja työstökoneita. Koneet ovat umpinaisia ja täysin suojattuja lastujen lentämiseltä suojien ulkopuolelle. CNC-koneistamoissa käytetään yleensä sijoittelun mallina tavaravirtaan perustuvaa layout-suunnittelua. Sijoitteluun vaikuttaa rakennuksen länsipuolella oleva iso lasiseinä, josta on tarkoitus tehdä koneistamoon edustava näyteikkuna. Ikkunan eteen sijoitetaan uusimmat CNC-koneet. CNC-työstökoneet ovat koneistamon painavimpia koneita ja vaativat lattiarakenteelta eniten kestävyyttä. Suurimmat koneet kiinnitetään lattiaan kiila-ankkureilla. Ongelmaksi muodostui isoimman monitoimityöstökoneen lattiarakenteen suunnittelu kustannustehokkaaksi mutta riittävän tukevaksi. CNC-koneista yhdeksän kappaletta siirretään uuteen koneistamoon, ja yksi myydään pois. Näin ollen koneistamon kaikki CNC-koneet tulevat olemaan mahdollisimman nykyaikaisia ja vuotta 2010 uudempia.

### 7.6.4 Mittahuone

Mittaaminen liittyy olennaisena osana koneistukseen, minkä vuoksi mittahuone sijaitsee keskeisellä paikalla koneistamon läheisyydessä. Mittahuoneessa säilytetään käsimittalaitteita, skannaavia mittalaitteita sekä koordinaattimittakonetta. Mittahuoneiden tulee olla mahdollisimman tasalämpöisiä ja puhtaita ylimääräisestä konepajojen metallipölystä ja lastuista. Mittahuone järjestellään huolellisesti 6S-periaatteiden mukaisesti. Kaikille tavaroille tulee merkityt paikat. Mittahuonetta käytetään lisäksi arviointikeskusteluissa, missä koneistettuja kappaleita arvioidaan ja tarkastellaan.

Perinteisesti laatuajattelu yhdistetään mittauksiin ja tuotteiden laatuun. Mittaus on vain yksi osa nykyaikaista kokonaisuuden laatuajattelua, johon kuuluu myös toiminnan ja prosessien laatu. Tätä ajattelumallia pyritään näyttämään myös mittausopintojen yhteydessä.

### 7.6.5 Ohjelmointitila

CNC-koneita voidaan ohjelmoida joko suoraan koneella tai ohjelmointitilassa. Ohjelmointitila sijaitsee mahdollisimman lähellä koneistamoa, koska liikkumista CNC-koneiden ja tietokoneiden välillä tulee paljon. Tiedostot siirretään työstökoneille WIFI-, USB- ja verkkokaapeliyhteyksien avulla. Ohjelmointitilan tietokoneisiin asennetaan tarvittavat CAD- ja CAM-ohjelmistot. Ohjelmointitila mitoitetaan 10 työpisteelle, mutta väliseinän avaamalla siihen sopii 20 henkilöä.

### 7.6.6 Työturvallisuus koneistamossa

Metallintyöstössä syntyvät lastut ovat teräviä, kuumia ja kulkeutuvat helposti ympäristöön kenkien mukana. Lastut aiheuttavat helposti viiltohaavoja. Manuaalikoneiden alueella lastujen leviämistä estetään lastusuojilla, joita on koneissa ja tarvittaessa siirrettävinä verhoina lattialla. Koneiden sijoittelulla pystytään vähentämään lastujen leviämistä alueelle. Lastuja ympärilleen pudottavat manuaalijysinkoneet, sijoitetaan koneistamon taka-alalle. Näin vähennetään lastujen kulkeutumista kenkien mukana muualle koneistamoon. CNC-koneilla lastujen käsittely jää pieneksi, koska niissä käytetään automaattisia lastunkuljettimia. Koneistamossa pakolliseen henkilökohtaiseen suojavaatetukseen kuuluvat suojalasit, turvakengät, työhaalari tai takki ja housut.

Koneistamon alueen sähkönsyöttöön tehdään oma hätäseis-piiri. Koneistamon kulkuväylien läheisyyteen tulee hätäseis-painikkeita, joista koko koneistamon sähkönsyöttö saadaan tarvittaessa katkaistua. Lisäksi kaikki koneet on varustettu hätäseis-painikkeilla, joista yksittäisten koneiden sähkönsyöttö pysähtyy.

Manuaalityöstökoneet vuotavat usein hieman öljyä ja leikkuunesteitä lattioille. Varsinkin manuaalikoneistamossa tämä aiheuttaa lattian liukkautta. Lattia tulisi pystyä puhdistamaan aika-ajoin. Puhdistuksessa tullaan käyttämään myös vesipesua. Tätä varten manuaalikoneistamon alueelle sijoitetaan öljynerotuskaivo. Lattian pintamateriaaliksi valitaan epoksipohjainen maali, mikä ei ime nesteitä. Tämä lattiapinnoitemateriaali kestää mekaanista ja kemiallista kulutusta. Epoksimaaliin sekoitetaan jauhetta, mikä vähentää lattian liukkautta.

CNC-koneiden suojaus on kehittynyt täysin umpinaiseksi ja oven ollessa auki ne liikkuvat vain turvanopeudella. Tästä syystä automaattikoneet ovat turvallisia käyttäjälle. Kuitenkaan ne eivät osaa estää törmäystä koneen sisällä, joten tämän vaaran estäminen jää käyttäjän vastuulle.

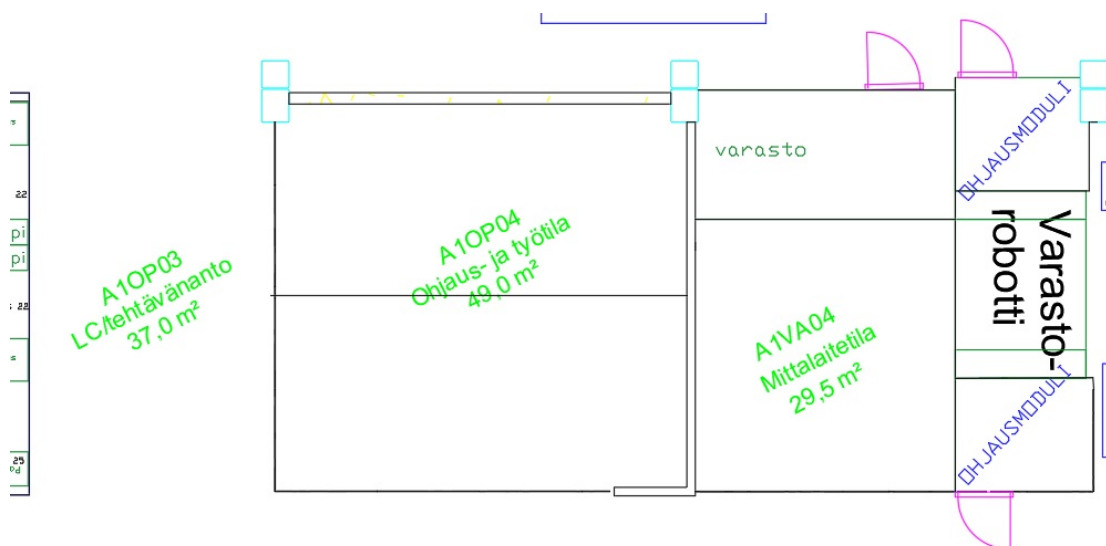
CNC-koneet syöttävät kovalla paineella leikkuunestettä työstötapahumaan ja tästä syntyy jonkin verran nesteen höyrystymistä. Teollisuuskäytössä sarjatyötä tehtäessä koneisiin laitetaan usein öljysumuimurit poistamaan halliin pääsevää öljysumua. Oppilaitoskäytössä ei koettu tätä tarpeelliseksi. Kokemuksen perusteella yksittäisistä työkappaleista nouseva höyry on niin vähäistä, ettei siitä ole haittaa opetusikäikäytössä.

Yleisimpiä tapaturmia Savon ammattiopiston koneistustiloissa ovat lastujen, terävien särmien tai leikkaavan terän aiheuttamat viiltohaavat, roska tai metallihiukkaset silmissä, puristumisvaara koneen tai työkappaleen väliin, liukastuminen leikkuunesteen tai öljyn aiheuttamiin vuotoihin, pyöriiviin koneeseen takertuminen ja törmäyksestä johtuvat koneenosien tai työkappaleiden irtoamiset.

## 7.7 Yhteiskäyttötilat

Työsalin keskiosaan suunniteltiin learning corner -tehtävänantotila, ohjaus- ja työtila, mittahuone, varasto, kaksi opettajan ohjausmoduulia ja pater-tyyppinen automaattivarasto. Learning corner -tila on suunniteltu lyhytaikaiseen tehtävien läpikäyntiin, mutta learning cornerissa on lisäksi liukuovet, jolloin tilaa voidaan käyttää tarvittaessa myös pienryhmätilana.

Ohjaus- ja työtilassa on 20 kappaletta työasemia, joita on mahdollista käyttää CAD/CAM-ohjelmoin-  
tiin. Tila on jaettavissa kahdeksi yhtä suureksi tilaksi, mikä mahdollistaa 10 + 10 henkilön ohjaami-  
sen yhtä aikaa. Automaattivarastossa on kaikki tarvittavat pientarvikkeet ja käsityökalut. Automaatti-  
varaston käyttöä kontrolloidaan sähköisellä lukijalla. Jokaiselle opiskelijalle ja opettajalle määritellään  
käyttöoikeudet tarpeen mukaan. Yhteiskäyttötilat on esitetty alla olevassa kuvassa 30.



Kuva 30. Työsalin keskellä olevat yhteiskäyttötilat (muokattu Arkkitehtitoimisto Lukkaroinen Oy 2019).

## 8 JATKOTOIMENPITEET

Tämä opinnäytetyö on valmistunut vuoden 2020 kevään aikana, jolloin myös Savilahden rakentaminen on aloitettu. Kaikki rakennesuunnitelmat eivät ole vielä valmiina, joten muutoksia tulee vielä myöhemmin johtuen suunnittelun keskeneräisyydestä ajankohtaan nähden. Toimintaa pohditaan jatkuvasti ja uusia ideoita päivitetään työryhmälle niiden ilmetessä.

Nykyisissä tiloissa toimintaa suunnitellaan jatkuvan parantamisen periaatteella ja toimintaa kehitetään jatkuvasti. Oppimistiloissa on menossa useita kehittämisprojekteja työtilojen ja järjestyksen parantamiseksi. Myös tulevien oppimisympäristöjen suunnittelussa on otettu huomioon LEANin mukainen ajattelumalli sekä 6S-ideologia.

Oppimistilojen toiminnallisessa suunnittelussa tulevaisuudessa korostuu avoimuus, viihtyisyys, luonnonvalo, lasiseinien käyttö, monikäyttötilat ja muuntojoustavuus, digitaaliset opasteet ja ohjaus, turvalliset ratkaisut sekä erityyppiset oleskelu ja ryhmäoppimistilat. Tilojen käytössä korostetaan kierrätystä ja energiankulutuksen pienentämistä.

### 8.1 Opetuksen kehittäminen

Teoriaopetusmateriaaleja kehitetään jatkuvasti enemmän digitaalisiksi ja harjoitustöitä päivitetään vastaamaan enemmän tutkinnonperusteita ja alueen teollisuuden tarpeita. Teollisuus ja sen edustajat ovat pyytäneet oppilaitoksia suuntaamaan oppimista automatisoituvia oppimisympäristöjä kohti. Perinteiset käsin tehtävät metallialan työt vähenevät ja osaamistarve painottuu jatkossa enemmän joustavan automaation perusosaamiseen. Laitehankinnoissa investoidaan perinteisiin sekä viimeisimmän tekniikan laitteisiin. Näin saadaan alueen osaamista kehitettyä mahdollisimman laajalla näkökulmalla.

Pisteoppimisen mallin käyttö aloitetaan jo Presidentinkadun vanhoissa tiloissa opiskelijoiden itsenäisen oppimispolun mahdollistamisen vuoksi. Toimintatapaa korostetaan muuttamisen myötä. Muutos tulee olemaan iso ja sen hallinnointi sekä toimintatavan juurruttaminen vaativat jatkuvaa kannustamista, päivittämistä sekä kehittämistyötä.

Tulevaisuudessa oppiminen tulee siirtymään enemmän opiskelijoiden itseohjautuvuuden ohjaukseen. Opettajien rooli muuttuu jatkuvasti oppimisprosessien ohjaajan tai organisoijan roolia kohti. Tämän toteuttamiseksi valmistetaan mahdollisimman paljon hyvää ja kiinnostavaa itseopiskelumateriaalia. Tulevaisuudessa suuntana on konstruktivistinen eli tietoa rakentava oppimisen malli.

## 8.2 Työsalitilojen organisointi

Kone- ja tuotantotekniikan alalla on kehitetty viime vuosina 6S-järjestelmää. Tässä järjestelmässä koulutetaan opiskelijat jo oppilaitoksessa pitämään järjestystä yllä. Tiloihin on lisätty informaatiota lisääviä tauluja, järjestystä parantavia merkintöjä, sekä työkalujen ja tavaroiden paikat on merkitty paremmin. Perusopetukseen soveltuvia manuaalikoneita kartoitetaan ja päivitetään layout-suunnitelmaan. Savilahteen tarpeettomia koneita tullaan kartoittamaan ja myymään pois. Koneistuksen osalta manuaalikoneita tullaan vähentämään noin puoleen nykyisestä 33 kpl:sta. CNC-koneistamon osalta suunnitelmana on siirtää yhdeksän konetta uuteen koneistamoon, ja yksi tullaan myymään pois. Hitsaus- ja levytyökoneiden osalta koneita tullaan vähentämään ja uudistamaan. Hitsauspaikat ja -koneet tulevat vähenemään noin puoleen.

## 8.3 Rakennesuunnittelun jatkuminen

Savilahteen tulevien tilojen on määrä valmistua vuonna 2022. Ennen tilojen valmistumista rakennesuunnittelussa tulee ottaa vielä monta asiaa huomioon. Tilojen osalta jatketaan sähköisen layoutin päivytystä, ilmanvaihdon, valaistuksen, koneiden ja työsalien sähköistyksen, paineilmaverkoston sekä yhteisten tilojen kalustehankintojen suunnittelua. Työsalien yhteyteen suunnitellaan informaatiota lisääviä digitaalisia järjestelmiä kuten infopisteitä työpiirustuksille ja työohjeille. Tilojen suunnittelu jatkuu yhdessä käyttäjäkoordinaattorien, sähkösuunnittelijoiden, LVI-suunnittelijoiden, rakentajan ja muiden sidosryhmien kesken.

## 8.4 Kone ja tuotantotekniikan koneiden ja laitteiden siirto uusiin tiloihin 2022

Kone ja tuotantotekniikan muutto uusiin tiloihin tulee tapahtumaan tämänhetkisen tiedon mukaan vuoden 2022 syksyllä. Nostot ja siirrot suunnitellaan yhdessä haalausyritysten kanssa. Koneita siirtämään tuleva yritys kilpailutetaan muuton ja sen päivämäärän lähestyessä. Koneiden siirto tehdään porrastetusti sijoittelun mukaan. Suurempien koneiden siirrossa tullaan käyttämään apuna ulkopuolista toimijaa.

Koneille otetaan siirron ajaksi koneidensiirtovakuutukset mahdollisten laitteistorikkojen varalle. Suuret koneet siirretään kuorma-autokuljetuksina laveteilla sekä mobiilinostureilla. Kaikille koneille tehdään nostosuunnitelmat yhdessä haalausyritysten kanssa. Opiskelijoiden osallistuminen muuttoon pidetään mahdollisimman vähäisenä turvallisuusriskien takia. Siirtovaiheessa koneisiin asetetaan positioidut muuttolaput, jotka helpottavat koneen tunnistusta ja kertovat koneen tulevat paikat layout suunnitelman mukaan. Koneiden siirron ajaksi opiskelijoille aikataulutetaan mahdollisimman paljon työssäoppimisjaksoja, jotta opinnot on mahdollista toteuttaa suunnitellussa aikataulussa.



## 9 TYÖN TULOKSET

Työn pääpaino oli luoda toimiva layout-suunnitelma Savilahteen tuleviin kone- ja tuotantotekniikan tiloihin. Tässä työssä keskityttiin erityisesti hitsaus- ja levytöiden ja koneistuksen osaamisaloille ja niissä tarvittavien koneiden, laitteiden ja toimintojen sijoitteluun. Tavoitteeksi määriteltiin yhteisten tilojen sekä layoutin pohjalta tehdyn pisteoppimisen mallin suunnittelu. Lisäksi opinnäytetyön tavoitteena oli tulevien työsalitilojen työturvallisuuden suunnittelu, tarkastelu ja riskien arviointi.

Työn tuloksena saatiin mahdollisimman pitkälle viety layout ja tulevaisuudenkuva Savilahteen siirtymistä varten. Työssä pyrittiin mahdollisimman valmiiseen koneiden sijoittelun suunnitelmaan puuttumatta kuitenkaan kaikkiin yksityiskohtiin, koska monet asiat tulevat vielä muuttumaan suunnittelun edetessä. Koneiden sijoittelu olisi helpottunut, jos kaikista koneista olisi ollut saatavilla 3D-mallit. 3D-malleja oli saatavilla vain yhdeltä valmistajalta. Koneiden 3D-mallinnukseen kysyttiin 3D-skannausta, mutta se osoittautui liian kalliiksi hyötyyn nähden.

Layout-suunnittelun aikana käytiin läpi useita vaihtoehtoja koneiden sijoittelulle, minkä jälkeen kone- ja tuotantotekniikan alan opetushenkilöstön kanssa käytyjen palaverien perusteella tehtiin jatko-suunnitelmia ja ideoitiin lopullista muotoa. Layout-suunnittelun tietoperustana käytettiin teollisuudesta tulleita layout-suunnittelun perusteita. Oppilaitosympäristöjä suunnitellessa teollisuuden malleja ei voida aivan suoraan käyttää, joten esimerkiksi vanhoista oppilaitoksen tiloista saatu palaute oli myös tarpeellista. Tämän lisäksi Suomessa ja ulkomailla on valmistunut viime vuosien aikana useita erilaisia oppimisympäristöjä sekä toimitiloja, joihin oli mahdollisuus tutustua. Tutustumiskäynnit olivat erittäin hyvin suunniteltuja ja johdonmukaisia, ja ne antoivat mahdollisuuden nähdä erilaisia ratkaisuja toimintojen osalta. Tutustumiskäynnit toivat paljon lisää näkemyksiä uusien toimitilojen toimintojen suunnitteluun.

Yhtenä osana layout-suunnitteluun otettiin myös työturvallisuusnäkökulma. Suunnittelussa koneiden ja laitteiden paikat on pyritty suunnittelemaan niin, että näkyvyys koneille on varmistettu useista suunnista. Koneiden ja laitteiden määrät on suunniteltu sen mukaan, että niiden ympärillä on turvallista työskennellä myös suurien opiskelijaryhmien kanssa.

Työturvallisuuden suunnitteluun kuului myös LEANin 6Sn mukainen toiminnan toteuttaminen. Savon ammattiopistossa kone- ja tuotantotekniikan alalla 6S-menetelmä on saatu hyvälle alulle jo vanhoissa oppimisympäristöissä ja tätä tullaan jatkamaan myös tulevaisissa oppimisympäristöissä.

Reformin mukaisesti opiskelijoille pitää pystyä tarjoamaan yhä joustavampia opintopolkuja ammattiin valmistumisen takaamiseksi. Ammatillisessa koulutuksessa on siirrytty oppimisperusteista osaa- misperusteiseen oppimiseen. Savon ammattiopistossa kone- ja tuotantotekniikan alalla tähän pyritään vastaamaan oppilaitoksessa tapahtuvan oppisen osalta pisteopetuksella, missä ryhmistä on siirrytty henkilökohtaiseen opiskelijan ohjaamiseen. Koneiden ja laitteiden suunnittelun / sijoittamisen lisäksi huomioitiin myös pisteoppimisen malli ja sen toteuttaminen käytännössä.

Henkilöstön haastattelujen pohjalta luotu taulukko 3 kuvaa uusien oppimistilojen mahdollisuuksia, joita tilojen myötä avautuu, mutta samalla taulukossa käydään läpi myös uusien tilojen luomia heikkouksia ja uhkakuvia.

Taulukko 3. Uusien oppimisympäristöjen mahdollisuudet, heikkoudet ja uhat.

<i><b>Mahdollisuudet</b></i>	<i><b>Heikkoudet ja uhat</b></i>
Terveelliset homeettomat tilat	Lattiapinta-alan pieneneminen tekee tilat ah- taaksi
Puhtaat ja helposti puhtaana pidettävät tilat	Koneiden vähentäminen
Tavaroille saadaan paikat ja järjestys	Tilavuokrakustannukset voivat nousta nykyi- sestä, vaikka neliöt vähenevät
Työturvallisuus paranee	Isokokokoisten asiakastöiden tekeminen on haastavampaa
Hyvä valaistus	Saavutettavuus ja oppilaitokselle pääsy voi vai- keutua
Yleinen viihtyvyys paranee	
Koneiden sijoittelu järjeistämisen	
Opiskelijoiden opinnot selkenevät	
Ylimääräinen tavaran minimointi	
Ylimääräisen tavaran turha varastointi häviää	
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusalan veto- voimaisuus kasvaa	
Savukaasujen poisto saadaan paremmaksi	
Konekanta uusiutuu	
LEAN- ja 6S-toimintatapaa voidaan kehittää pa- remmaksi	
Teollisuus 4.0:n mukaista toimintaa saadaan kehitettyä pidemmälle	

Tämän opinnäytetyön valmistuessa tuloksia ei täysin päästä vielä kokeilemaan, koska nyt suunnitel-  
lut toimenpiteet tullaan ottamaan käyttöön uusien tilojen valmistuessa vuonna 2022. Joidenkin ko-  
neiden ja laitteiden sijoitteluun on jätetty joustoa sen varalle, että esimerkiksi koneiden paikkaa/si-  
jaintia joudutaan muuttamaan.

## 10 POHDINTA

Opinnäytetyön aihe tuli tarpeesta suunnitella toimiva ja nykyaikainen oppimisympäristö Savon ammattiopiston kone- ja tuotantotekniikan työsaliopetukseen vuonna 2022 valmistuvalle Savilahden kampukselle. Vanhoista oppimistiloista on luovuttava ja uusien valmistuminen on käynnissä nopeaan tahtiin.

Suunnittelun lähtöajatus oli toiminnallisuus, eli tehdään tilat käyttäjiä varten. Reformin myötä uudistettiin koko ammatillinen koulutus ja samalla myös oppimisympäristöt tarvitsevat uudistumista. Digitalisaation lisääntyessä myös opetusta ja opetussisältöjä uudistetaan. Savon koulutuskuntayhtymässä uudenlaisia oppimisympäristöjä on lähdetty toteuttamaan rohkeasti. Tämä oppimisympäristöjen uudistaminen tulee olemaan niistä kokonaisuudessaan suurin ja vaikuttavin.

Erilaisiin toimintaympäristöihin suunnatuilla vierailuilla tehdyt muistiinpanot tulivat tarpeeseen suuren informaatiomäärän käsittelyssä. Vierailujen aikana sai laajemman näkemyksen erilaisista tilaratkaisuksista. Tilasuunnittelussa selkeänä haasteena tuli useamman kerran esille, miten rakennetaan näkyvyydeltään avoimet ja avarantuntuiset, muttei liian meluisat tai keskittymistä haittaavat tilat.

Opetus ja oppiminen muuttuvat ja uusiutuvat jatkuvasti. Tämän opinnäytetyön aikana suunnitellut ja läpikäytyt asiat tulevat käyttöön pääasiassa seuraavan kahden vuoden aikana. Työn ansiosta on käyty monipuolisesti läpi uusien oppimisympäristöjen toimintaa ja tulevaisuudenkuvaa. Työ on opettanut laajempaa näkökulmaa erilaisten oppimisympäristöjen luomisesta monesta eri lähtökohdasta katsottuna. Opinnäytetyön aikana on saatu laaja näkemys oppimisympäristöistä ja niiden toiminoista ja opittu lisää tiimityöskentelytaitoja, pedagogiikkaa sekä suuren rakennushankkeen suunnittelua.

Työtä tehdessä maailma koki suuren mullistuksen Covid 19 -pandemian muodossa. Tämä laittoi myös tekijät uuteen tilanteeseen opinnäytetyön tekemisessä. Vallitsevan tilanteen vuoksi kirjastot olivat suljettuna. Näin ollen teoria-aineiston kokoamisessa käytettiin hyvin pitkälle kirjastojen tarjoamia e-kirjoja ja sähköisiä materiaaleja.

Pandemian edessä maailmalla opiskelussa jouduttiin tekemään pikaisia suunnanmuutoksia ja lähiopetuksesta siirryttiin etäopetukseen. Alun haasteiden jälkeen etäopetus saatiin toimimaan kone- ja tuotantotekniikan osalta hyvin. Tämä laittaa miettimään uusia oppisympäristöjä. Yhteiskunnassa joudutaan todennäköisesti jatkossakin ottamaan aika-ajoin fyysisistä etäisyyttä, joten etäopetuksen lisääminen voi vaikuttaa alentavasti päiväkohtaisiin opiskelijamääriin kampusalueella. Onko tilat mitoitettu liian suuriksi tulevaisuuden oppilasmääriä ajatellen? Voiko tulevaisuudessa olla, että opetuksesta valtaosa tapahtuukin verkossa tai virtuaaliympäristöissä ajasta ja paikasta riippumattomasti? Tulevaisuuden näkymä onkin, että myös kone- ja tuotantotekniikan verkossa tapahtuva oppiminen tulee lisääntymään. Kuitenkin myös fyysisiä oppimisympäristöjä sekä koneita ja laitteita tullaan tar-

vitsemaan vielä kone- ja tuotantotekniikan koulutuksissa. Ala on kuitenkin vielä pitkälle käsityövoitoinen. Todennäköistä kuitenkin on, että pienenevät opetustilat tulevat riittämään paremmin kuin on ennakoitu.

Teknolohiateollisuus on Suomen tärkein vientiala, jonka vaikutukset ovat suuret valtion taloudelle. Suuret ikäluokat eläköityvät ja osaajia tarvitaan teknolohiateollisuuden tulevaisuudessakin. Globaali maailman tilanne on muuttumassa ja kulutus pienenee pandemian johdosta. Oppimisympäristöjen siirtymävaiheen aikana tullaan todennäköisesti kokemaan taantuman vuosia. Taantuma on vaikuttanut edellisillä kerroilla vahvasti juuri teknolohiateollisuuden ja sen työpaikkoihin. Toivottavaa olisi, että tästä ei tule pahempaa vientitalouden ongelmaa ja Savon ammattiopisto saa kouluttaa osaajia todelliseen tarpeeseen jatkossakin.

## 11 YHTEENVETO

Taustaorganisaationa opinnäytetyössä toimiva Savon koulutuskuntayhtymä on antanut hyvät lähtökohdat toimivan tilasuunnittelun mahdollistamiseksi. Savon koulutuskuntayhtymä tekee paljon työtä kehityshankkeiden eteen ja erilaisten rahoitusmallien hakemiseen. Suunnittelun aikana on tutustuttu useisiin tehtaisiin, oppilaitoksiin ja toimintaympäristöihin, mikä on tukenut uusien oppimisympäristöjen suunnittelua.

Työn tavoitteena oli suunnitella Savilahteen tuleviin Savon ammattiopiston kone- ja tuotantotekniikan tiloihin toimiva ja nykyaikainen oppimisympäristö. Opinnäytetyö sisältää koneiden ja laitteiden layout-suunnittelun. Työn tavoitteeksi määritettiin yhteisten tilojen layout-suunnittelu, uusien tilojen työturvallisuuden suunnittelu, tarkastelu ja riskien arviointi sekä kone- ja tuotantotekniikassa käytön otetun pisteoppimisen mallin toteutus. Opinnäytetyön tekeminen alkoi perehtymällä teoriataustoihin oppimisympäristöjen, layout-suunnittelun, työturvallisuuden ja LEANin osalta. Samaan aikaan oppimisympäristöjen layout-suunnittelua tehtiin Autocad suunnitteluohjelmalla.

Ensimmäisessä luvussa on kerrottu työn tavoitteista, tutkimusongelmasta, rajauksesta ja taustaorganisaatiosta. Tutkimusongelman muodostivat ammatillisen koulutuksen reformin mukanaan tuomat toiminnalliset, ohjaukselliset ja opetusmenetelmiin liittyvät muutokset oppimisympäristöissä.

Savon koulutuskuntayhtymä on mukana useissa eri hankkeissa Savilahden rakennushankkeen lisäksi. Toinen luku keskittyy Savon koulutuskuntayhtymän kampuksen rakentamista tukevien hankkeiden esittelyyn.

Luvuissa 3-5 käsitellään opinnäytetyön teoriaviitekehystä oppimisympäristöjen, layout-suunnittelun, LEAN 5S:n ja työturvallisuuden näkökulmasta. Nykyaikaisissa oppimisympäristöissä tärkeäksi koetaan muuntojoustavuus, eli yhdellä tilalla tulee olla monta käyttötarkoitusta ja muokkausmahdollisuutta. Hyvällä layout-suunnittelulla voidaan vaikuttaa näiden tarpeiden toteuttamiseen. Työturvallisuus on yksi tärkeimmistä teemoista niin oppilaitoksissa ja yrityksissä. Työturvallisuuden parantamisen yhtenä työkaluna voidaan nähdä LEAN 5S + 1 eli 6S, jossa 5S:ään on lisätty turvallisuus (safety).

Opinnäytetyön luvussa kuusi on näkemyksiä tutustumiskäynneiltä, joita tehtiin suunnittelu innovaatioiden hakemiseen ja keräämiseen. Vierailuja tehtiin useisiin erilaisiin toimintaympäristöihin. Tutustumiskäynneillä korostui tilojen avoimuus, melun hallinta ja keskittymiseen vaikuttavat seikat.

Seitsemännessä luvussa käsitellään koneistuksen, hitsaus- ja levytöiden työsalitilojen sekä yhteiskäyttötilojen layout-suunnittelua. Layout-suunnittelussa haastavaa oli löytää tiloihin sijoitettavalle noin 75:lle koneelle ja laitteelle paikka, mikä varmistaa opiskelijoille ja opettajille turvallisen työskentelyn jokaisessa tilanteessa.

Luvussa kahdeksan käsitellään jatkotoimenpiteitä. Muutto uusiin tiloihin tapahtuu vuonna 2020 ja uudet oppimisympäristöt ovat valmisteilla. Rakennesuunnittelun osalta suunnittelua tullaan jatkamaan. Koneiden ja laitteiden osalta tarpeettomien koneiden myyntiä ja poistamista jatketaan. Jatkossa opetusta kehitetään Savon koulutuskuntayhtymän strategian mukaisesti kolmen toimintaympäristön malliin.

Luvussa yhdeksän käydään läpi työn tuloksia ja käsitellään henkilökunnan tuntemuksia mahdollisuuksista ja uhkista uuden Savilahden kampuksen osalta. Työn tuloksena saatiin mahdollisimman pitkälle viety layout-suunnitelma kone- ja tuotantotekniikan työsalitiloille. Työturvallisuudesta tehtiin riskienarviointi. Koneiden ja laitteiden suunnittelun / sijoittamisen ja työturvallisuuden lisäksi huomiointiin myös pisteoppimisen malli ja sen toteuttaminen käytännössä.

Kymmenennessä luvussa pohditaan opinnäytetyön valmistumisprosessia, oppimisympäristöjen tulevaisuutta, covid-19 pandemian vaikutusta lähiopetukseen ja opinnäytetyön vaikuttavuutta kone- ja tuotantotekniikan koulutuksessa.

Työn luotettavuus, eettisyys ja onnistuminen perustuvat monipuoliseen teoriaan, pitkään alalla työskentelyn kokemukseen sekä monipuoliseen näkemykseen koulutusalan nykytilasta ja tulevaisuuden visiosta. Työn edetessä osallistettiin myös Savon koulutuskuntayhtymän henkilöstöä mahdollisuuksien mukaan. Layout-suunnittelussa käytetyt menetelmät olivat mahdollisimman nykyaikaiset, monipuoliset ja luotettavat parhaan mahdollisen lopputuloksen saavuttamiseksi.

## LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

Bell, Steven C., and Michael A. Orzen. 2010. *Lean IT: Enabling and Sustaining Your Lean Transformation*. Taylor & Francis Inc.

Debashis, Sarkar. 2005. *5S for Service Organizations and Offices*. ASQ Quality Press. ProQuest Ebook Central, <http://ebookcentral.proquest.com/lib/savoniafi/detail.action?docID=3002543>.

EHS daily advisor 2012. Verkkajulkaisu. <https://ehsdailyadvisor.blr.com/2012/12/10-rules-for-machine-safety/>

Euroopan aluekehitysrahasto. 2019. Euroopan aluekehitysrahaston (EAKR) rahoittaman hankkeen kuvaus. Teknologia digitalisoituu. <https://www.eura2014.fi/rrtiepa/projekti.php?projekti-koodi=A74763>.

Hakkarainen, Kai, Lonka, Kirsti, Lipponen, Lasse. 2008. *Tutkiva oppiminen. Järkeä, tunteet ja kulttuuri oppimisen sytyttäjänä*. 6. painos. Helsinki: WSOYpro.

Harju, Ansa, Valpio, Jaakko, Huhtala, Veijo, Kilpeläinen, Tauno. 1987. *Teollisuustalous*. 1.-4. painos. Helsinki: Opetushallitus.

Haverila, Matti, Uusi-Rauva, Erkki, Kouri, Ilkka, Miettinen, Asko. 2009. *Teollisuustalous*. 6. painos. Tampere: Infacs Oy.

Helakorpi, Seppo, Aarnio, Helena, Majuri, Matti. 2010. *Ammattipedagogiikkaa uuteen oppimiskulttuuriin*. Saarijärvi: Hämeen ammattikorkeakoulu.

Helakorpi, Seppo 2015. *Ammattipedagogiikka uusissa oppimisympäristöissä*. Verkkajulkaisu. Päivitetty 10.12.2015. <https://sites.google.com/site/ammattipedagogiikka/7-oppijakeskeiset-oppimisymparistoet>

Helakorpi, Seppo 2013. *Ammatillisen opettajakoulutuksen suuntauksia Suomessa*. Pdf-tiedosto. Julkaistu 1.4.2013. <https://kyvyt.fi/view/artefact.php?artefact=353303&view=10652>.

Hietanen-Peltola, Marke, Korpilahti, Ulla 2015. *Terveellinen, turvallinen ja hyvinvoiva oppilaitos*. Tampere: Suomen yliopistopaino Oy.

Jyväskylän ammattikorkeakoulu. 2020. *Oppimiskäsitykset*. Verkkajulkaisu. <https://oppimateriaalit.jamk.fi/oppimiskäsitykset/oppimiskäsitykset/konstruktivistinen-oppiminen/>.

Kilpeläinen, Harri. 2019. *Mittelstand 4.0 oppimisympäristö*. Valokuva. 2019. Saksa: Harrin kokoelmat.

Kuusikorpi, Marko. 2012. Tulevaisuuden fyysinen oppimisympäristö. Käyttäjälähtöinen muunneltava ja joustava opetustila. Tutkimus. Turun yliopisto: Kasvatustieteiden tiedekunta.

Lim, Jong. 2019. Quality Management in Engineering: A Scientific and Systematic Approach. New York: Taylor & Francis Group.

Logistiikanmaailma. 2013. Tuotannon layout. Verkkojulkaisu. <http://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/tuotantostrategia/tuotannon-layout/>

Mannermaa, Katri 2018. Työsuojelupäällikön käsikirja: Turvallisuus ja hyvinvointi työkyvyn edistäjinä. Helsinki: Alma Talent.

Marttinen, Jukka 2019a. Future skills osastolle rakennettu tulevaisuuden tehdas oppimisympäristö. Valokuva. 2019. Venäjä: Jukka M kokoelmat.

Marttinen, Jukka 2019b. CNC-koneistuksen työsali La Joliverie oppilaitoksessa Ranskassa. Valokuva. 2019. Ranska: Jukka M kokoelmat.

Marttinen, Jukka 2020. Käyttäjäkoordinaattorien ja suunnittelijoiden työpaja. Valokuva. 2020. Kuopio: Jukka M kokoelmat.

Mäntyneva, Mikko. 2016. Hallittu projekti - Jäntevästä suunnittelusta menestykselliseen toteutukseen. Kauppakamari.

Opetushallitus. 2020. Ammatillisen oppilaitoksen turvallisuustyön organisointi ja johtaminen. Verkkojulkaisu. [www.oph.fi](http://www.oph.fi). <https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/ammattillisen-oppilaitoksen-turvallisuustyon-organisointi-ja-johtaminen>.

Opetus ja kulttuuriministeriö julkaisuaika tuntematon. Ammatillisen koulutuksen reformi. Verkkojulkaisu. <https://minedu.fi/amisreformi>.

Saastamoinen, Jukka 2019a. kone- ja tuotantotekniikan aulatilalla Dudley College of Technology -oppilaitoksessa. Valokuva. 2019. Dudley, Englanti: Jukan kokoelmat.

Saastamoinen, Jukka 2019b. Apeldoornin kampuksen aula. Valokuva. 2019. Hollanti: Jukan kokoelmat.

Saloheimo, Jorma. 2016. Työturvallisuus: perusteet, vastuu ja oikeusturva. 3.uudistettu painos. Helsinki: Talentum Oyj.

Savilahti. Oppimisympäristöt. Verkkojulkaisu. <http://www.savilahti.com/oppimisymparistot>



Savolainen, Hannu, Vilkkö, Risto, Vähäkylä, Leena, Aro, Mikko 2017. Oppimisen tulevaisuus. Suomen akatemia: Gaudeamus Oy.

Savon koulutuskuntayhtymä 2019. Savon ammattiopisto kampus esittely. Pdf-tiedosto. Julkaistu 7.2.2019. <https://edusakky.sharepoint.com/sites/tilapalveluidenop/Kuopion%20rakennushankkeet/>

Savon koulutuskuntayhtymä 2020a. Kuntayhtymä: esittely organisaatio <https://www.sakky.fi/kuntayhtyma/esittely/organisaatio>

Savon koulutuskuntayhtymä 2020b. Kuntayhtymä: Savilahti <https://www.sakky.fi/kuntayhtyma/toimipisteet/kuopio/savilahti>

Savon koulutuskuntayhtymä 2018. Kuntayhtymä: Presidentinkatu 1-3 <https://www.sakky.fi/kuntayhtyma/toimipisteet/kuopio/presidentinkatu-1-3>

Savon koulutuskuntayhtymä 2019. Verkkojulkaisu. <https://www.sakky.fi/kuntayhtyma/hankkeet-tukevat-savon-koulutuskuntayhtymän-ja-alueellisen-työelämän-kehittämistä>

Savon koulutuskuntayhtymä 2020. Kuntayhtymä: Toimipisteet/Kuopio/Savilahti <https://www.sakky.fi/kuntayhtyma/toimipisteet/kuopio/savilahti>

Savon koulutuskuntayhtymä. 2019. Savon koulutuskuntayhtymä: Strateginen johtaminen ja ohjaus. <https://edusakky.sharepoint.com/strateginen-johtaminen-ja-ohjaus>.

Sayer, Natalie, Williams, Bruce. 2012. Lean for Dummies, 2nd Edition. New Jersey: John Wiley & Sons.Inc.

Sisäasiainministeriö. 2010 Oppilaitosten turvallisuus työryhmän raportti. Verkkojulkaisu. [http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79733/sm\\_402009.pdf](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79733/sm_402009.pdf)

Työturvallisuuskeskus. 2013. Työturvallisuuskortti 14.painos. Helsinki: Nykypaino Oy

Työturvallisuuslaki 738/2002. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738#L5P41>

Tuominen, Kari 2010. LEAN – Tehoa ja laatua siisteyden ja järjestyksen kehittämiseen – 5S. Jyväskylä: WS Bookwell Oy.

Euroopan aluekehitysrahasto. 2019. Euroopan aluekehitysrahaston (EAKR) rahoittaman hankkeen kuvaus. Teknologia digitalisoituu. <https://www.eura2014.fi/rrtiepa/projekti.php?projekti-koodi=A74763>.

Pohjois-Savon liitto. 2019 ([https://www.pohjois-savo.fi/media/liitetiedostot/paatoksetko/myr/2020/1\\_20.1.2020/liite\\_17\\_teollisuuden\\_uudet\\_osaajat.pdf](https://www.pohjois-savo.fi/media/liitetiedostot/paatoksetko/myr/2020/1_20.1.2020/liite_17_teollisuuden_uudet_osaajat.pdf))

## LIITE 1. RISKIENARVIOINTITÄULUKKO

Yritys/osasto: Savon ammattiopisto	
Suunnitelman tekijät Jukka Marttinen, Jukka Saastamoinen	Päiväys 28.4.2020

Selvitettävät asiat Työsalin riskienarviointi	
Lähtötiedot	<i>Aiemmin tehtyt selvitykset, mittaukset, kartoitukset, niiden dokumentit, vastuhenkilöt</i>  Savon ammattiopiston työsuojeluvastaava on selvittänyt melutason työsaleissa. Työsalien turvallisuutta on selvitetty turvallisuuskävelyillä ja raportoimalla niitä.
Johdon sitoutuminen	<i>Miten varmistetaan ylimmän johdon sitoutuminen riskien arviointiin?</i>  Tiedotetaan riskienarvioinnista rehtorille, koulutuspäällikölle, opettajille sekä muulle henkilökunnalle.
Arvioinnin kohteet	<i>Osastokohtainen jako, tai jako työpisteisiin, työryhmiin, työtehtäviin tai ammattinimikkeisiin</i>  Levyvuoli- Levyseppähitsaajien koulutus  Hitsaamon tilat  Koneistamon tilat  Koneenasentajien tilat  Yhteiskäyttötilat
Arviointiryhmä	<i>Kokoonkutsuja, arviointiryhmän jäsenet</i>  Ilkka Kemppainen, Tiina Kammonen, Jukka Saastamoinen, Jukka Marttinen, Opettajat ja muu henkilökunta.
Koulutus	<i>Koulutustarve, kouluttajat, aikataulu, vastuhenkilö</i>  Uusille koneille pidetään aina käyttökoulutukset ennen käyttöönottoa. Vanhemmat koneet perehdytetään uusille käyttäjille ennen käyttöönottoa.  Vastuhenkilöinä toimivat oppimispisteiden vastuupettajat ja ammattinohjaajat

Henkilöstön osallistuminen	<p><i>Miten henkilöstön osallistuminen riskien arviointiin varmistetaan?</i></p> <p>Esimies toimii koollekutsujana ja varmistaa kaikkien osallistumisen varaamalla tarvittavat resurssit henkilöstölle.</p>
Käytettävät menetelmät	<p><i>Eri kohteissa käytettävät menetelmät, vastuuhenkilö</i></p> <p>Jokaisessa oppimispisteessä on oma vastuupettaja, joka pitää huolen turvallisuudesta ja siitä että koneiden käyttäjät tulee perehdytettyä asianmukaisesti ennen koneilla työskentelyä.</p>
Tiedottaminen	<p><i>Miten riskien arvioinnista tiedotetaan työpaikalla arvioinnin alussa, arvioinnin aikana ja arvioinnin valmistuttua? Vastuuhenkilö</i></p> <p>Tiedotus tapahtuu tiimipalavereissa tai sähköisin menetelmin ja poikkeamat ilmoitetaan koko tiimille. Opiskelijat saavat tietoa omilta tutor opettajiltaan.</p>
Raportointi	<p><i>Miten arvioinnin tulokset dokumentoidaan ja raportoidaan yrityksen johdolle? Vastuuhenkilö</i></p> <p>Arvioinnista tehdään dokumentointi, joka toimitetaan esimiehelle jatkotoimenpiteitä varten</p>
Toimenpiteiden toteuttaminen	<p><i>Miten varmistetaan toimenpiteiden vieminen käytäntöön? Vastuutahot</i></p> <p>Jokaisen oppimispisteen opettajat vievät toimenpiteet käyttöön ja ohjeistavat henkilökuntaa ja opiskelijoita</p>
Seuranta	<p><i>Miten riskien arvioinnin tuloksia seurataan? Arvioinnin ylläpito ja vastuutahot</i></p> <p>Puolivuositain tapahtuvilla turvallisuuskävelyillä</p>

## LIITE 2. LAITE- JA TARVIKELUETTELO

Laite- ja tarvikeluettelo																
Tila	Laite/varuste	Kuvaus vaikutuksesta	Vaikutus LVIS						Laitteen erityisominaisuudet				Hankinta			
			Vesijohto	Viemäri	Eriilispoisto	Kaasujärjestelmä	Paineilma	Sähkötarve	Kuvaus vaikutuksesta	Kuorma	Tärinä	Säteily	Höyry	Siirtyvä laite	Investointi	
Hitsaus ja robotiikka	Positio	Laite 1.														
	1	Puikkojen kuivauskaappi						x	230v, pistokkeella						x	
	2	Levyn viiste polttoleikkauskone		x		x	x	x	230v kaasut happi/asetyleeni						x	
		Levyn viisteenjyrsintäkone						x	230v						x	
		Al-hionta ja viistejyrsin						x	230v						x	
		Sähkötoiminen pyörityspöytä						x	230v						x	
	3	Puikkojen säilytyskaappi ESAB						x	230v						x	
		Kaasuhitsaus/polttoleikkauspisteet on varustettuna X-11 polttimilla				x	X		Kaasut happi/asetyleeni						x	
		Hitsauskoneita noin.25kpl				x	x	x	Kaasut seoskaasu/argon/mison2 32A pistokkeet			X			x	x
	4	Vannesaha						x	400v							
	5	Hitsausrobotti					X	X	Kaasut seoskaasu/argon 32A			X			x	
	6	Virtuaalihitsauslaitteet 1-3kpl	nämä olisi hyvä olla pölyltä suojatussa tilassa. Hitsaustilan yhteydessä					X	230v						x	
	7	Hyd.prässi						x							x	
Levytyö																
	8	CNC -särmäyspuristin Safan 100 t, työleveys 3000 mm						x	3x400v						x	
	9	NC- levyleikkuri HACO pakkaus/työleveys 25/2500mm	layout oltava nosturin alla						Paino 10000kg 400v/16A		x				x	
	10	Vannesaha							400v							
	11	Hyd.prässi	layout oltava nosturin alla					x	400v 35/63A						x	
															x	
	12	pistehitsauskone		X				X	Tarvitaan vesijäähdytys						x	
	13	P.Porakone						x	350kg, 400v/25/63A						x	

		Putken taivutin Er-colina super bender							x	110kg 230v								x
	14	Levynpyörästys-kone Faccin	layout oltava nosturin alla						x	3500KG 50/125A 3*400VAC								x
	15	Putkentaivutin BPR							x	660Kg 3*400vac 16A pistokkeella								x
	16	Nauha- ja penkihiomakoneita							x	3*400VAC 16 A pistokkeella								x
	17	Käsi käyttöisiä särmäyskoneita																
		Hitsauskoneita noin.30kpl						x	x	32A pistokkeella, Kaasut kaasukeskuksesta seoskaasu/argon/mison2								x
		Ym. käsi- ja henkilökohtaiseen työskentelyyn tarvittavia koneita																x
		Rst- putken leikkauskone								x	230v							x
	18	Kuitulaser	Lattia suositus 200mm paksu?					X	x	X	80 A 27,5 kVA / 400 V kaasukeskuksesta, Typpi, happi							x
	19	Säteisporakone								X	16A							
	20	Sähkömankeli								X	16A							
Automaatiotekniikan työsal																		
	21	Pneumatiikka & hydraulikka harjoituspöydät n 10kpl	nämä olisi hyvä olla pölyltä suojatussa tilassa. Voi olla niin sanottu muuntautuva tila						x	x	230v							x
	22	3d tulostimia 4-5kpl	nämä olisi hyvä olla pölyltä suojatussa tilassa. Voi olla niin sanottu muuntautuva tila							X	230v							x
	23	Robotti ABB 1600							x	x	16A/400							x
	24	Lasermerkkin	nämä olisi hyvä olla pölyltä suojatussa tilassa. Voi olla niin sanottu muuntautuva tila				x		x	x	230v, olisi hyvä olla kärän poistoimuri							x
	25	Painotuskone							x	x	16A/400							x
Koneasennus ja kunnossapito																		
	26	manuaalisorvi							x	x	25A, paino 2000kg							x
	27	Jyrsin							x	x	16A/400, paino 1500kg							x
	28	Osienpesukone		x	x				x	x	32A, tarvitsee vesipisteen ja viemärin öljyn erotuksella					x		x
	29	Prässi							x	x	16A/400							x

