



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

LVI-OPPIMISYMPÄRISTÖN KEHITTÄMINEN UUTTA OSAAMISPERUSTEISTA OPETUS- SUUNNITELMAA VASTAAVAKSI

Rami Sivula

Kehittämistehtävä
Huhtikuu 2017

Rakentamisen ja talotekniikan ylempi AMK-tutkinto



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakentamisen ja talotekniikan ylempi AMK-tutkinto

SIVULA, RAMI:

LVI-oppimisympäristön kehittäminen uutta osaamisperusteista opetussuunnitelmaa vastaavaksi

Opinnäytetyö 67 sivua, joista liitteitä 8 sivua
Huhtikuu 2017

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää LVI-oppimisympäristöä ja putkiasennusopetusta osaamisperusteisuutta korostavan opetussuunnitelman suuntaviivojen mukaisesti. Vanha opetussuunnitelma painotti oppiainekeskeisyyttä ja tiukasti määriteltyä opiskeluaikaa, eikä työelämän osaamiskokonaisuuksia painotettu samalla tavalla kuin uudessa opetussuunnitelmassa. Uuden opetussuunnitelman mukaisesti opiskelija etenee opinnoissaan samalla kartuttaen osaamistaan, ja aiemmin hankittua osaamista luetaan opiskelijalle hyväksi. Opiskelijoille muodostuu henkilökohtaiset opintopolut, jotka asettavat uudenlaisia haasteita niin opetukselle kuin oppimisympäristöllekin. Työpaikalla tapahtuvaa oppimista pyritään lisäämään, mutta myös oppilaitoksen opetustilojen tulisi olla enemmän työelämän työympäristöjen kaltaisia. Kehitystyössä käytettiin apuna Lean-toimintastrategiaa, joka on saanut alkunsa Toyotan autotehtailta ja levinnyt teollisuudesta myös tuotekehitykseen, logistiikkaan, konsulttitoimintaan ja IT-alalle. Tässä työssä Leania käytettiin oppimisympäristön ja opetuksen kehittämiseen.

Tässä opinnäytetyössä kehitettiin LVI-oppimisympäristöä ja putkiasennusopetusta Leanin perusajatuksen mukaisesti virtaustehokkaaksi prosessiksi. Opiskelija ajateltiin koulutusprosessin läpi virtaavaksi virtausyksiköksi. Oppimisympäristöä ja opetusjärjestelyitä pyrittiin kehittämään niin, että mikään ei haittaisi opiskelijan tehokasta etenemistä opinnoissaan. Osaamisperusteisuutta korostava opetussuunnitelma ohjaa opiskelijan opiskeluprosessia virtaustehokkaaseen suuntaan. Leanin tunnusomaiset piirteet eli jatkuva parantaminen, vaihtelun ja hukkan vähentäminen sekä prosessien tehostaminen olivat tämän opinnäytetyön ohjaavina ajatuksina.

Opinnäytetyön lopputuloksina voidaan todeta, että tilojen ja opetusfilosofian kehittäminen onnistui hyvin Leanin periaatteiden mukaisesti. Samaan tapaan kuin autoteollisuudessa voidaan oppimisympäristöstä ja opetusjärjestelyistä löytää asiakkaalle arvoa tuottamattomia asioita, jotka pitää karsia. On myös paljon tehottomuuksia ja pullonkauloja, jotka voidaan poistaa. Myös vaihtelua ja keskeneräisen työn määrää voidaan vähentää. Opetussuunnitelmamuutoksen vaatimukseen pystyttiin vastaamaan ja oppimisympäristöä ja opetusjärjestelyitä kehitettiin opiskelijan etenemisen tehostamiseksi ja yksilöllisiä opintopolkuja mahdollistavaksi.

Asiasanat: lean, osaamisperusteinen opetus, oppimisympäristö

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Construction engineering Master's degree

SIVULA, RAMI:

The development of HVAC learning environment in accordance with to the new knowledge-based curriculum

Master's thesis 67 pages, appendices 8 pages
April 2017

The objective was to develop a HVAC learning environment and plumbing training in accordance with the guidelines of a knowledge-based curriculum. The old curriculum emphasized the centrality of discipline and strictly defined study-time, and the working life skills package was not weighted in the same way as in the new national curriculum. According to the new curriculum the student proceeds in their studies by the gaining knowledge, and skills obtained in the past can be accepted for the benefit of the student. Students will have individual learning pathways, which will place new challenges to both teaching as well as learning environment. Learning at the workplace will be increased, but also the teaching facilities of educational institution should be more like professional life working environments. The lean-operating strategy, which originates from the Toyota car factories and is spreading to the development of industry, logistics, consulting and IT industry, was used as a reference in the development work. Lean was used to develop learning environment and teaching in this work.

HVAC learning environment and plumbing training was developed towards the effective flow process in accordance with the basic idea of lean in this thesis. The student was seen as a flow unit which flow through the training process. The aim of the development of the learning environment and teaching arrangements was to diminish the obstacles to the efficient progress of the studies. The knowledge-based curriculum guides study process to the effective flow process. The characteristic features of Lean: continuous improvement, reduction of variation and loss, as well as more efficient processes, were the leading thoughts of this thesis.

It can be concluded as the final results of this study that the development of the facilities and the teaching philosophy was successfully completed in accordance with the principles of lean. Things that don't produce value, inefficiencies and bottlenecks which need to be removed, can be found from the learning environment and teaching arrangements, as can be found from the automotive industry. Also, the variation and the amount of work in progress can be reduced. The demands of the change in the curriculum were met, and the learning environment and teaching arrangements were developed to enhance the student's progress and to enable the individual paths of studies.

Key words: lean, education based on knowledge, learning environment

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	KEHITTÄMISTYÖLLE SUUNTAVIIVOJA ANTAVAT TEORIAT.....	6
	2.1. Opetussuunnitelmamuutos 1.8.2015 ja osaamisperusteisuus	6
	2.1.1 Ammatillisten perustutkintojen kehityshistoria	7
	2.1.2 Tutkinnon perusteista osaamisperusteisuuteen	8
	2.1.3 Koulutuksen järjestäjän opetussuunnitelma.....	11
	2.1.4 Talotekniikan perustutkinto: Putkiasentaja.....	13
	2.2. Lean-toimintastrategian hyödyntäminen työsaliopetuksessa.....	14
	2.2.1 Mistä Leanissa on kysymys	15
	2.2.2 Leanin historia.....	16
	2.2.3 Leanin määrittely	20
	2.2.4 Lean käytännössä	23
	2.2.5 Lean tekemisen tasolla	25
3	OPPIMISYMPÄRISTÖN KEHITYSTYÖ	34
	3.1. Harjoitustyötilan nykytila	34
	3.2. Harjoitustyötilan ja opetuksen kehittäminen	40
	3.2.1 Oppimisympäristön rakennustekniset muutokset	41
	3.2.2 Lämmitysjärjestelmäsäennyksen kehittäminen.....	43
	3.2.3 Harjoituspaikkojen käytön optimointi	49
	3.2.4 Materiaalin käytön optimointi.....	51
	3.2.5 Harjoitustilojen ja harjoitustöiden linkitys toisiinsa piirustuksilla	52
	3.2.6 Opetusfilosofiset muutokset.....	54
4	POHDINTA.....	57
	LÄHTEET.....	59
	LIITTEET	60
	Liite 1. VAAO E-hops talotekniikka putkiasennus 1(6)	60
	Liite 2. Hybridilämmitysjärjestelmän kytkentäkaavio	66
	Liite 3. Modulointiluonnos.....	67

1 JOHDANTO

1.8.2015 ammatillisessa koulutuksessa otettiin käyttöön uusi osaamisperusteinen opetussuunnitelma. Opetussuunnitelman keskeisin ero vanhaan verrattuna on aikaperusteisuuden muuttuminen osaamisperusteiseksi. Uuden opetussuunnitelman myötä opetusjärjestelyitä tulisi muuttaa joustavampaan suuntaan, koska opiskelijat etenevät tulevaisuudessa oman osaamisensa karttumisen mukaan, eikä enää yhtenä rintamana. Vanha opetussuunnitelma oli tiukasti opiskeluaikaan sidottu, eikä työelämän osaamiskokonaisuuksia painotettu samalla tavalla kuin uudessa opetussuunnitelmassa, vaan opetus oli oppiainekeskeistä. Uuden opetussuunnitelman mukaisesti opiskelija etenee opinnoissaan osaamisen karttumisen myötä ja aiemmin hankittua osaamista luetaan opiskelijalle hyväksi. Näin ollen opiskelijoille muodostuu henkilökohtaiset opintopolut, jotka asettavat uudenlaisia haasteita niin opetukselle kuin oppimisympäristöllekin. Työpaikalla tapahtuvaa oppimista pyritään lisäämään, mutta samanaikaisesti myös oppilaitoksen opetustilojen tulisi olla entistä enemmän oikean työympäristön kaltaisia.

Valkeakosken ammatti- ja aikuisopistossa putkiasennusalaa opetetaan 2010 valmistuneissa opetustiloissa, joihin kuuluu yleisosaamisen työsalin, harjoitushuoneita kahdessa kerroksessa, aikuiskoulutuksen asennusharjoitus solut ja työtila, teorialuokka, pienkylmälaitteiden asennustila ja hybridilämmitysjärjestelmä sekä maalämpöjärjestelmä. Lisäksi samaan tilakokonaisuuteen kuuluu opettajien toimisto sekä työväline- ja tarvikkeiden varasto. Tässä työssä kehitetään oppimisympäristöä ja opetusjärjestelyitä nuorisokoulutuksen näkökulmasta, vaikka aikuiskoulutuskin samoissa tiloissa toimii.

Oppimisympäristön pitää olla entistä enemmän muunneltavissa ja erilaiset yhteiskäytöt lisääntyvät. Koko tilan pitäisi olla jatkuvasti käytettävissä. Oppimistila on tällä hetkellä kovassa käytössä, koska samaa tilaa käyttää kolme nuorten ryhmää ja yksi aikuisryhmä. Nyt porrastusta tilan käytölle saadaan aikaan lukujärjestyksellä, mutta tulevaisuudessa eritasoisia opiskelijoita voi työskennellä samassa tilassa yhtä aikaa erilaisissa tehtävissä hyvinkin paljon. Tila ei saisi asettaa rajoitteita opiskelijoiden oppimiselle ja ammattiin valmistumiselle. Lisäksi kehittämistehtävän tarkoituksena on helpottaa opettajan entistä pirstaleisempaa työnkuvaa ja luoda aivan konkreettista järjestystä niin tiloihin kuin opetusjärjestelyihin. Kehittämistehtävän toimeksiantaja on Valkeakosken ammatti- ja aikuisopisto.

2 KEHITTÄMISTYÖLLE SUUNTAVIIVOJA ANTAVAT TEORIAT

Opetussuunnitelmamuutos 1.8.2015 asettaa LVI-oppimisympäristölle uusia vaatimuksia. Oppimisympäristön pitäisi olla entistä joustavampi ja sen pitäisi vastata työelämän vaatimuksiin entistä paremmin. Opiskelijoiden yksilölliset opintopolut asettavat nekin osaltaan haasteita myös oppimisympäristölle. Toimiva oppimisympäristö on myös tärkeä opettajan työväline. Toisin päin ajatellen huono oppimisympäristö vaikeuttaa tehokasta opetusta.

Lean-toimintastrategian on tarkoitus luoda tehokkuutta niin oppimisympäristöön kuin oppimiseenkin. Yksilölliset opintopolut pirstovat opettajan työn kuvaa ja vaikeuttavat tehokasta toimintaa. Lean-toimintastrategian on tarkoitus luoda järjestystä myös opettajan toimintaan. Koska Lean-mallin mukaisesti toimitaan monella työpaikalla, on luontevaa ottaa malli myös oppimisen apuvälineeksi. Lean-ajattelu on saanut alkunsa Toyotan autotehtaan tuotantojärjestelmästä, jossa pyritään mahdollisimman tehokkaaseen tuotteen virtaukseen läpi tuotantoketjun. Jatkuva parantaminen, vaihtelun ja hukan vähentäminen sekä prosessien tehostaminen ovat tunnusomaisia Lean-organisaatiolle.

2.1. Opetussuunnitelmamuutos 1.8.2015 ja osaamisperusteisuus

Opetussuunnitelma perustuu lakiin ja asetuksiin. Opetushallituksen määräämä valtakunnallinen opetussuunnitelma taas on pohjana koulu kohtaiselle opetussuunnitelmalle. Opetussuunnitelman muutokselle on luotu pohjaa TUTKE 1 ja 2 hankkeilla, joiden parannus ja muutosehdotuksiin suurelta osin nykyinen laki ammatillisesta koulutuksesta perustuu.

Tarve muuttaa opetussuunnitelmaa on nyt, ja jo aiemminkin, tullut yhteiskunnan muutoksesta. Työelämä on muuttunut aiemmasta ja on koko ajan muutoksessa. Ammatillisen opetuksen pitää pystyä vastaamaan nykyisen työelämän tarpeisiin ja tulevaisuuden haasteisiin. Koulutuksen on muututtava joustavammaksi ja helpommin erilaisiin työelämän tarpeisiin vastaavaksi. Osaaminen on nostettu keskiöön aiemman oppiainekeksyyden sijaan.

Työelämän muuttuessa muuttuu myös oppimisympäristö. Oppiminen työtä tekemällä oikealla työpaikalla tai oppilaitoksessa työpaikkaa vastaavassa käytännön harjoitusympäristössä, on nykyistä aikaisempaa keskeisemmässä asemassa. Aikuiskoulutukseen ensisijaisesti kehitetty näyttötutkintojärjestelmä, jonka avulla on pystytty tunnustamaan muualla hankittua osaamista, on nyky-yhteiskunnassa käyttökelpoinen tapa myös nuorten aiemmin hankittua osaamista mitattaessa. Koulutuksellista tasa-arvoa voidaan edistää myös nuorten koulutuksessa, kun aiemmin hankitun osaamisen tunnistaminen ja tunnustaminen toimii sujuvasti. (TUTKE2-linjaukset... 2013, 5.)

2.1.1 Ammatillisten perustutkintojen kehityshistoria

Ammatillisten perustutkintojen kehittäminen on alkanut keskiasteen koulutusuudistuksesta 1978. Silloin oli tarkoitus yhtenäistää hajautunutta koulutusrakennetta ja nykyai-kaista koulutusta vastaamaan työelämän tarpeita. Tässä yhteydessä mahdollistettiin ammatillisesta koulutuksesta jatko-opintoihin siirtyminen. Vasta vuonna 1987 voimaan tul- leessa laissa ammatillisista oppilaitoksista koottiin ammatillista koulutusta koskevat asiat yhden lain alaisuuteen. Tässä yhteydessä säädettiin myös ensimmäistä kertaa lain tasolla koulutuksen tavoitteista ja yhtenäisestä koulutus pituudesta. (TUTKE2-linjaukset... 2013, 3.)

Vuonna 1994 luotiin näyttötutkintojärjestelmä ja ammatillisen perustutkinnon rinnalle ammattitutkinto ja erikoisammattitutkinto. Samanaikaisesti aikuisopintoja alettiin suorittaa osaamisperusteisesti ja aikaan perustuvasta opiskelusta luovuttiin. Myös aiemmin hankittua osaamista alettiin verrata tutkinnon perusteisiin ja tunnustaa sitä. Samalla sää- dettiin nuorten ammatillisen koulutuksen kaikille opiskelijoille yhteisistä koulutussisäl- löistä ja määriteltiin opintojen laajuudeksi 80–120 opintoviikkoa (2-3 vuotta). Kaksivuo- tinen opiskelu tuotti jatko-opintokelpoisuuden omaa alaa vastaaviin opistotutkintoihin tai ammatilliselle korkea-asteelle. Yleinen jatko-opinto kelpoisuus saavutettiin kolmivuoti- sella perustutkinnolla. Työelämälähtöisyyttä lisättiin opintoihin sisältyvällä vähintään neljän opintoviikon pituisella työharjoittelulla. (TUTKE2-linjaukset... 2013, 3-4.)

Seuraavassa uudistuksessa vuonna 1999 kaikkien tutkintojen tavoitepituudeksi asetettiin kolme vuotta (120 ov). Lisäksi kaikkiin tutkintoihin lisättiin 20 opintoviikkoa työssäop- pimista. Yleinen jatko-opinto kelpoisuus saatiin nyt kaikille kolmivuotisen ammatillisen

perustutkinnon suorittaneille sekä ammattikorkeakouluun että yliopistoon. Lisäksi kolmi-vuotisen koulutuksen hyötynä nähtiin paremmat lähtökohdat vastata työelämän kasvaneisiin osaamisvaatimuksiin. (TUTKE2-linjaukset... 2013, 4)

Vuosina 2008–2010 tapahtuneessa uudistuksessa pyrittiin edelleen vahvistamaan tutkin-tojen työelämälähtöisyyttä. Koulutuksen järjestäjä saattoi tarjota paikallisia tutkinnon osia työelämän tarpeiden mukaan. Myös valinnaisuutta lisättiin ja opiskelijan oli mahdol-lista valita osia muista ammatillisista perustutkinnoista. Lisäksi voitiin valita osia ammat-titutkinnoista, erikoisammattitutkinnoista tai AMK-tutkinnoista. (TUTKE2-linjaukset... 2013, 4-5.)

2.1.2 Tutkinnon perusteista osaamisperusteisuuteen

Ammatillinen perustutkinto on osaamiskokonaisuus, jonka tavoitteet määritellään osaa-misperusteisesti. Tutkinnon suorittaminen ei enää ole, niin puhtaasti aikasidonnainen kuin ennen, vaan nyt mitataan saavutettua osaamista ja opiskeluaika voi olla nopeasti etenevällä kaksi ja puoli vuotta. Tutkinto muodostuu työelämän toimintakokonaisuuksien ja työprosessien mukaan. Osaamisala-käsite on korvannut vanhan koulutusohjelma-kä-sitteen. Oppiaineet on pyritty korvaamaan työelämässä tarvittavilla osaamiskokonaisuuksilla. Opintojen mitoituseriaatteen on otettu osaamispisteet vanhojen opintoviikkojen tilalle. (Raudasoja 2015.)

Ammatillisten tutkintojen mitoituseriaatteen on otettu kansainvälisen ECVET-järjes-telmän suositukseen perustuvat osaamispisteet, jotka ovat korvanneet aikaisemmin käy-tetyt opintoviikot. ECVET-pisteitä käytettäessä osaamisperusteisuus on keskeisenä mi-toittavana tekijän opintojen kestolle. Täysipäiväisessä ammatillisessa koulutuksessa saa-vutetaan 60 osaamispistettä vuodessa, kun toimitaan ECVET-järjestelmän suositusten mukaisesti. Näin ollen kolmivuotisessa koulutuksessa kertyy 180 osaamispistettä. Aiem-min opintoviikkoja kertyi 40 kpl vuotta kohti ja kolmen vuoden aikana saatiin kokoon 120 opintoviikkoa. (Osaamisperusteisuus todeksi 2014, 10.)

Ammatillinen perustutkinto muodostuu ammatillisista tutkinnon osista, yhteisistä tutkin-non osista ja vapaasti valittavista tutkinnon osista. Näyttötutkinto muodostuu, kuten aiem-minkin, vain ammatillisista tutkinnon osista. Tietyn tutkinnon suorittaneiden yhteistä

osaamisperustaa vahvistetaan pakollisilla tutkinnon osilla. Näin taataan kaikille tutkinnon suorittaneille yhtenevä ydinammattitaito. Tutkinnon osiin perustuva rakenne ylläpitää opiskelumotivaatiota ja keskeytyneitäkin opintoja on helppo jatkaa tutkinnon osa kerrallaan. Näin ollen on päädytty siihen, että kaikissa tutkinnoissa on aina vähintään yksi pakollinen ammatillinen tutkinnon osa ja valinnaisia ammatillisia tutkinnon osia. (Osaamisperusteisuus todeksi 2014, 11.)

Alla olevasta kuviosta 1 nähdään, että ammatillisen perustutkinnon 180 osaamispistettä jakautuu eri suuriin osiin kuvion mukaisesti. Ammatilliset tutkinnon osat, joita on 135 osaamispistettä, yhteiset tutkinnon osat, joita on 35 osaamispistettä sekä vapaasti valittavat tutkinnon osat, joiden osuus on 10 osaamispistettä. Ammatilliset tutkinnon osat vaihtelevat eri osaamisalojen mukaisesti ja yhteiset tutkinnon osat ovat kaikille osaamisaloille nimensä mukaisesti yhteiset.

Tutkinnon muodostuminen



KUVIO 1. Tutkinnon muodostuminen

TAULUKKO 1. Yhteiset tutkinnon osat ammatillisessa perustutkinnossa (Asetus 801/2014).

Viestintä- ja vuorovaikutusosaaminen, 11 osp (8 osp pakollisia ja 3 osp valinnaisia)
<ul style="list-style-type: none"> • Äidinkieli 5osp • Ruotsi 1 osp • Vieras kieli 2 osp
Matemaattis-luonnontieteellinen osaaminen, 9 osp (6 osp pakollisia ja 3 osp valinnaisia)
<ul style="list-style-type: none"> • Matematiikka 3osp • Fysiikka ja kemia 2 osp • Tieto- ja viestintäteknikka ja niiden hyödyntäminen 1 osp
Yhteiskunnassa ja työelämässä tarvittava osaaminen, 8 osp (5 osp pakollisia ja 3 osp valinnaisia)
<ul style="list-style-type: none"> • Yhteiskuntataidot 1 osp • Työelämätaidot 1 osp • Yrittäjyys ja yritystoiminta 1 osp • Työkyvyn ylläpitäminen, liikunta ja terveystieto 2 osp
Sosiaalinen ja kulttuurinen osaaminen, 7 osp valinnaisia
<ul style="list-style-type: none"> • Kulttuurien tuntemus 0-3 osp • Taide ja kulttuuri 0-3 osp • Etiikka 0-3 osp • Psykologia 0-3 osp • Ympäristöosaaminen 0-3 osp • Jokin / jotkin yllämainituista, koulutuksen järjestäjän päättämiä muita valinnaisia osaamistavoitteita tai opiskelijan aikaisemmin hankkimaa osaamista, joka tukee kyseisen tutkinnon osan ja sen osa-alueiden osaamistavoitteita 0-3 ops
Tämän tutkinnonosan tulee sisältää osaamistavoitteita vähintään yhdeltä siihen kuuluvalta osa-alueelta.

Nykyisessä opetussuunnitelmassa on pyritty etäännyttämään oppiainekeskeisyydestä ja yhteiset tutkinnon osatkin on koottu osaamiskokonaisuuksiksi (taulukko 1). Lisäksi yhteiset tutkinnon osat sisältävät sekä valinnaisia että pakollisia osa-alueita. (Asetus 801/2014.)

Viestintä- ja vuorovaikutusosaamisen, matemaattis-luonnontieteellisen osaamisen sekä yhteiskunnassa ja työelämässä tarvittavan osaamisen tutkinnon osien tulee sisältää pakollisia osaamistavoitteita kaikilta kyseiseen tutkinnon osaan kuuluvilta osa-alueilta sekä valinnaisia osaamistavoitteita vähintään yhdeltä osa-alueelta. Sosiaalisen ja kulttuurisen osaamisen tutkinnon osan tulee sisältää osaamistavoitteita vähintään yhdeltä siihen kuuluvilta osa-alueelta. (Asetus 801/2014.)

Vapaasti valittavat tutkinnon osat ammatillisessa perustutkinnossa ovat laajuudeltaan 10 osaamispistettä ja valtioneuvoston asetuksessa on määrätty niiden muodostumisperiaatteet seuraavasti:

Vapaasti valittavien tutkinnon osien tulee tukea tutkinnon ammattitaitovaatimuksia ja osaamistavoitteita. Ne voivat olla

- 1) ammatillisia tutkinnon osia;
- 2) paikallisiin ammattitaitovaatimukseen perustuvia tutkinnon osia;
- 3) yhteisiä tutkinnon osia tai lukio-opintoja;
- 4) jatko-opintovalmiuksia tai ammatillista kehittymistä tukevia opintoja; taikka
- 5) työkokemuksen kautta hankittuun osaamiseen perustuvia yksilöllisiä tutkinnon osia. (Asetus 801/2014.)

2.1.3 Koulutuksen järjestäjän opetussuunnitelma

Opetushallitus päättää ammatillisten perustutkintojen perusteista. Tutkinnon ammatillisten osien ammattitaitovaatimukset ja yhteisten osien osaamistavoitteet määrätään tutkinnon perusteissa. Lisäksi määrätään osaamiseen arvioinnista, arvioinnin kohteista ja arviointikriteereistä. (Osaamisperusteisuus todeksi 2014, 12.)

13 § Tutkinnon perusteet

Opetushallitus määrää tutkinnon perusteet kullekin 4 a §:ssä tarkoitettuun tutkintorakenteeseen kuuluvalle tutkinnolle.

Tutkinnon perusteissa määrätään:

- 1) tutkintonimikkeet;
- 2) tutkinnon muodostuminen pakollisista ja valinnaisista tutkinnon osista sekä tutkinnon osien ja yhteisten tutkinnon osien osa-alueiden laajuus osaamispisteinä siltä osin, kuin näistä ei ole säädetty 12 b §:ssä tai sen nojalla; sekä
- 3) tutkinnon osien ammattitaitovaatimukset tai osaamistavoitteet sekä osaamisen arviointi. (Laki ammatillisesta koulutuksesta 787/2014.)

Koulutuksen järjestäjä laati oman koulukohtaisen opetussuunnitelman, joka perustuu opetushallituksen kansalliseen opetussuunnitelmaan. Tämä koulukohtainen opetussuunnitelma säätelee ja ohjaa koulutuksen järjestäjän toteuttamaa koulutusta. Sisäinen ja ulkoinen arviointi perustuu tälle opetussuunnitelmalle. (Ammatillisten perustutkintojen... 2015, 55.)

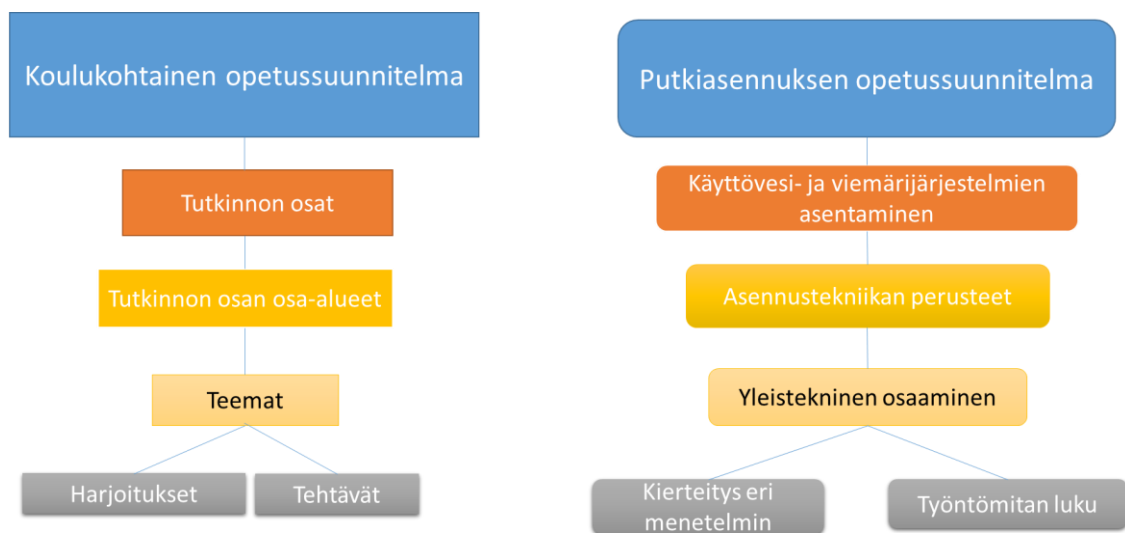
Koulutuksen järjestäjän opetussuunnitelmassa pitää päättää:

1. koulutuksen toteuttamisesta;
2. työpaikalla käytännön työtehtävissä järjestettävän koulutuksen toteuttamisesta;
3. opiskelijan yksilölliset valinnan mahdollisuudet sekä tutkinnon osien järjestäminen yhteistyössä toisten koulutuksen järjestäjien ja työpaikkojen kanssa;
4. opinto-ohjauksen toteuttaminen ja henkilökohtaisen opiskelusuunnitelman laadinta;
5. erityisopetus;
6. arvioinnin yleisperiaatteet;
7. osaamisen tunnistamisen ja tunnustamisen menettelytavat. (Osaamisperusteisuus todeksi 2014, 13.)

Edellä mainittujen lisäksi koulutuksen järjestäjä päättää omassa opetussuunnitelmassaan tutkintokohtaisesta tutkinnon osien tarjonnasta, suoritusjärjestyksestä ja osaamisen arvioinnista. Koulutuksen toteutustavat ja oppimisympäristöt tulee myös päättää koulukohtaisessa opetussuunnitelmassa. (Osaamisperusteisuus todeksi 2014, 13.)

Osa ammatillisen perustutkinnon osaamisesta on hankittava työpaikalla työssäoppimalla. Koulutuksen järjestäjän on laadittava suunnitelma työssäoppimisesta ja huolehdittava, että sitä kertyy jokaiselle opiskelijalle vähintään 30 osaamispisteen laajuinen kokonaisuus. (Osaamisperusteisuus todeksi 2014, 13.)

Koulutuksen järjestäjän opetussuunnitelma tehdään aiempaa yksityiskohtaisemmaksi ja näin ollen opintojen etenemisen seurannan olisi tarkoitus helpottua entisestä (Kuvio 2). Kun opetussuunnitelma on laadittu tarkasti harjoitus ja tehtävä tasolle asti, voidaan opiskelijan etenemistä seurata aitoihin työelämän työsuorituksiin perustuen oppimisympäristöstä riippumatta. Tarkasti määritellyt harjoitukset asettavat tietysti myös oppimisympäristöille entistä suuremmat vaatimukset. (Ammatillisten perustutkintojen... 2015, 57–58.)



Kuvio 2. Opetussuunnitelman tasohierarkia

2.1.4 Talotekniikan perustutkinto: Putkiasentaja

Opetushallitus on määritellyt eri osaamisalojen opetussuunnitelmat ja ohjeet, joiden mukaan koulutuksen järjestäjä laatii omat opetussuunnitelmansa. Tässä käsitellään Valkeakosken ammatti- ja aikuisopistossa käytössä olevaa koulukohtaista putkiasennuksen osaamisalan, putkiasentajan opetussuunnitelmaa. Opetussuunnitelman ammatilliset tutkinnon osat muodostuvat pakollisista tutkinnon osista ja valinnaisista tutkinnon osista. (Ammatillisen perustutkinnon perusteet. Talotekniikan perustutkinto 2014.)

Putkiasentajan tutkinnon pakolliset tutkinnon osat voidaan muodostaa kahdella tavalla. Molemmissa tapauksissa tulee tutkintoon sisältyä lämmitysjärjestelmien asentaminen 30 osp ja käyttövesi- ja viemärijärjestelmien asentaminen 30 osp. Mutta toisilleen vaihtoehtoisia tutkinnon osia ovat putkistojenhitsaus 30 osp tai LVI-huoltopalveluiden tuottaminen 15 osp ja polttolaitteistojen asentaminen 15 osp. Kaikille pakollisia ammatillisia tutkinnon osia tulee olla yhteensä 90 osp. Näiden lisäksi opiskelija valitsee 45 osaamispiisettä valinnaisia ammatillisia tutkinnon osia koulutuksen järjestäjän tai jonkin toisen koulutuksen järjestäjän tarjonnasta. Opetushallitus on laatinut kriteeristön valinnaisille tutkinnon osille ja niiden valinta tulee aina tehdä yhdessä opettajan tai opinto-ohjaajan kanssa. Alla on näytetty (Taulukko 2.) yksi mahdollinen putkiasentajan opintopolku Valkeakosken ammatti- ja aikuisopistossa. (Ammatillisen perustutkinnon perusteet. Talotekniikan perustutkinto 2014.)

TAULUKKO 2. Mahdollinen putkiasentajan tutkinnon toteutus

Pakolliset tutkinnon osat, 90 osp
<ul style="list-style-type: none"> • Lämmitysjärjestelmien asentaminen, 30 osp • Käyttövesi- ja viemärijärjestelmien asentaminen, 30 osp • Putkistojen hitsaus, 30 osp
Valinnaiset tutkinnon osat, 45 osp
<ul style="list-style-type: none"> • Ohutlevytöissä toimiminen, 10 osp • Ilmanvaihtojärjestelmien asentaminen, 5 osp (paikallisesti tarjottava tutkinnon osa) • LVI-korjausrakentaminen, 15 osp • Pienkylmälaitteiden asentaminen, 15 osp

2.2. Lean-toimintastrategian hyödyntäminen työsaliopetuksessa

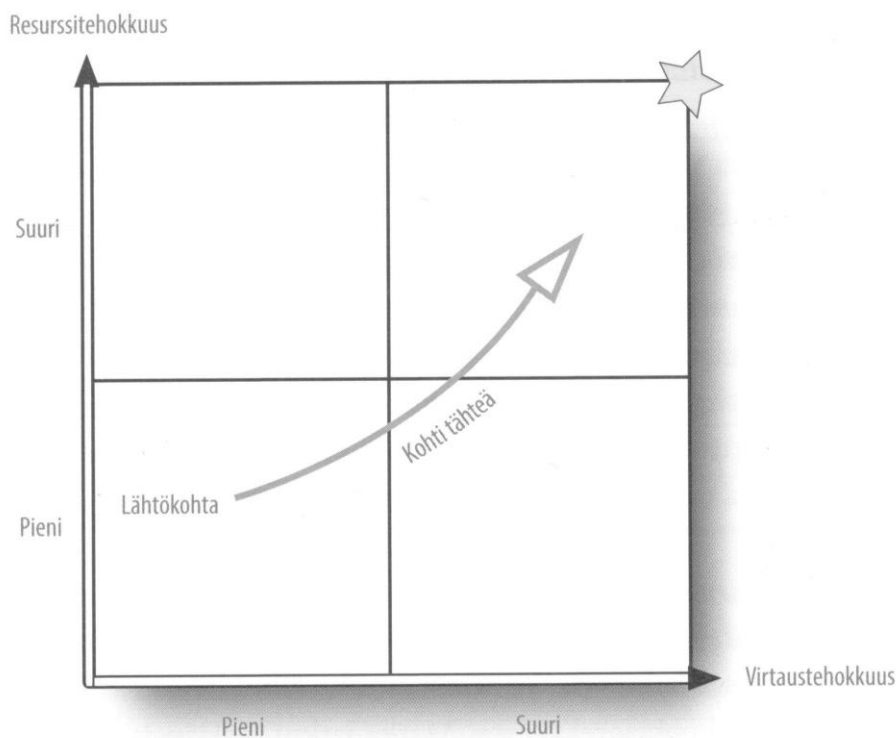
Aikaisemmin aikaan perustuva opetus ja oppiminen etenivät ryhmä kerrallaan rintamana. Opettajaresurssia oli varattu lukujärjestykseen tarvittava tuntimäärä ja opiskelijat opiskelivat juuri sen määrän mitä lukujärjestyksessä luki. Tämän kaltainen järjestelmä vaikut-

taisi keskittyvän opettajaresurssin tehokkaaseen käyttöön, mutta opiskelijoiden eteneminen ei ehkä ole tehokkainta mahdollista, jos ottaa huomioon heidän erilaiset osaamisensa. Osaamisperusteisessa opetuksessa ja oppimisessa taas ajatuksena on, että opiskelija etenisi mahdollisimman nopeasti kohti työelämävalmiutta ja tutkintotodistusta.

Opiskelija on siis virtausyksikkö, joka olisi tarkoitus saada etenemään mahdollisimman nopeasti oppimis- ja opetusprosessin läpi. Näyttäisi siis siltä, että tätä prosessia pystytään tehostamaan juuri virtaustehokkuuteen perustuvalla strategialla eli Leanilla. Näitä periaatteita pitää tuoda sekä opetuksen ja oppimisen filosofiselle tasolle että myös käytännön tekemiseen. Myös työympäristöä on uudistettava niin, että Lean-käytäntöjä voidaan tehokkaasti noudattaa.

2.2.1 Mistä Leanissa on kysymys

Lean on toimintastrategia, joka korostaa virtaustehokkuuden tärkeyttä. Resurssitehokkuus ei saa häiritä virtausta. Toisin sanoen pyrkimyksenä on siirtyä tehokkuus matriisissa oikealle ja ylös. Alla on kuvio tehokkuus matriisista (Kuvio 3). (Modig & Åhlström 2016, 117.)



Kuvio 3. Tehokkuusmatriisi (Modig & Åhlström 2016, 124).

Leanin periaatteiden mukaisesti organisaatio rakennetaan niin, että läpimenoaika asiakkaan näkökulmasta on mahdollisimman lyhyt. Tällaista toimintamallia kutsutaan virtaustehokkuudeksi. Kun taas resurssitehokkaassa organisaatiossa varmistetaan, etteivät resurssit odota työtä, vaan niillä on tehtäviä kokoajan jonoksi asti. Tästä seuraa tuottamattomuutta siirtelyä ja varastointia, joka lisää läpimenoaika. (Torkkola 2016, 57–59.)

Virtaustehokkaassa organisaatiossa työ etenee odottamatta, mutta työntekijät voivat joutua odottamaan työtä. Resurssitehokkaassa organisaatiossa keskeneräisen työn määrä lisää asiakkaan odotusaikaa. Tästä seuraa asiakkaan tyytymättömyyttä ja tarvetta arvoa tuottamattomalle työlle. Lisäksi virheiden ja vaihtelun määrä kasvaa, kun työvaiheet lisääntyvät. Vaihtelusta johtuen virtaustehokkuutta ja resurssitehokkuutta on lähes mahdotonta yhdistää samaan organisaatioon. (Torkkola 2016, 57–59.)

Virtaustehokkuutta ohjaa kolme matemaattisesti todistettavissa olevaa luonnonlakia. Littlen lain mukaan keskimääräinen läpimenoaika on suoraan verrannollinen keskeneräisen työn määrään. Pullonkaulojen lailla määritetään koko prosessin maksiminopeus. Vaihtelun lain mukaan läpimenoaika kasvaa sitä suuremmaksi mitä enemmän on vaihtelua ja läpimenoajan kasvu suhteessa vaihtelun kasvuun on eksponentiaalinen. (Torkkola 2016, 59.)

2.2.2 Leanin historia

Leanin historia kytkeytyy melko saumattomasti Toyota Motor Corporationin historiaan. Toyotan virtaustehokkuteen perustuva tuotanto on luonut perustan myös Lean-toimintastrategialle. (Modig & Åhlström 2016, 69.)

Kiichiro Toyoda perusti vuonna 1937 Toyota Motor Corporationin. Yrityksen tarkoitus oli valmistaa autoja Japanin kotimarkkinoille. Toisen maailmansodan jälkeen Japanin jälleerakennuskaudella Toyota Motor Corporationin edustajat kävivät hakemassa autoteollisuusoppia Yhdysvalloista. He havaitsivat Yhdysvaltalaisessa autoteollisuudessa kaksi merkittävää ongelmaa. Autotehtailla oli suuret varastot ja tuotantolinjojen päähän kertyi

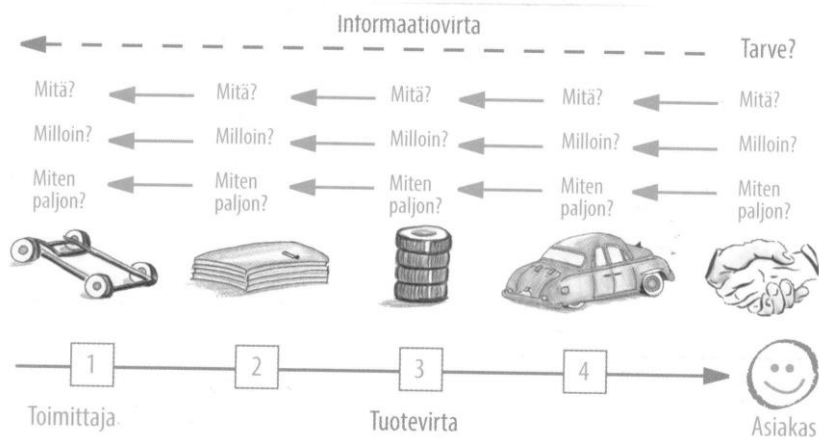
suuri määrä viallisia tuotteita. Nämä asiat eivät olleet Toyotan tuotantofilosofian mukaisia. Myöhemmin rakennetussa Toyota Production Systemsissä onkin keskeisenä tavoitteena juuri varastojen pienuus ja virheiden minimointi. (Modig & Åhlström 2016, 70–71.)

Kiichiro Toydan isä Sakichi kehitti vuonna 1896 tekstiilialalla vallankumoukselliset automatisoidut kangaspuut. Tämä uraa uurtava tekniikka sai tuotannon pysähtymään, kun lanka katkesi. Ongelman eliminointi oli mahdollista tehdä välittömästi, koska langan katkeaminen pysäytti prosessin. Näin syntyi Jidoka käsite, joka tarkoittaa ”automatisointia inhimillisellä otteella”. Sanottiin, että koneista tuli ”inhimillisesti fiksuja”, koska ongelmat tunnistettiin automaattisesti. Myöhemmin tästä Sakichi Toydan filosofian ydinkäsitteestä jidokasta tuli Toyotan tuotantojärjestelmän toinen peruspilari. Kiichiro Toyoda korosti, että koko tuotannossa on tärkeää saada ”langan päästä kiinni”. Tästä ajatuksesta sai alkunsa toisen peruspilarin kehittäminen, joka oli just-in-time –filosofia. Tässä filosofiassa luotiin tuotantoon virtaus poistamalla varastot ja tuottamalla vain sitä mitä asiakas oli tilannut. Jokaisen tuotteen tuli virrata häiriöttä läpi tuotantojärjestelmän. (Modig & Åhlström 2016, 70–71.)

Toisen maailmansodan jälkeen Japanissa oli valtava resurssipula, mikä näkyi myös Toyotan kehityksessä. Japani on pieni pinta-alaltaan, eli maasta on pulaa. Tekninen kehitys oli Yhdysvaltoja ja muita länsimaita jäljessä. Myös raaka-aineista, kuten rautamalmista ja teräksestä oli pulaa. Toisen maailmansodan jälkeinen Japani oli kriisitalous, jossa ei ollut kunnollisia rahoituslaitoksia tukemaan autoteollisuuden kasvua. (Modig & Åhlström 2016, 71.)

Uusi tehokkuusajattelu syntyi Toyotalla resurssien niukkuuden pakottamana. Virtaustehokkuuteen keskittymällä voitiin voittaa resurssipulan aiheuttamat ongelmat. Toyotalla haluttiin valmistaa tuotteita, joita asiakas halusi, yrityksellä ei ollut varaa virheinvestointeihin. Tästä johtuen otettiin käyttöön tilauslähtöinen tuotanto, joka alkaa vasta asiakkaan tekemästä tilauksesta. Autoa ei valmistettu ennen kuin siitä oli saatu tilaus. Tilauksen tiedot kulkivat vastavirtaan läpi tuotantoprosessin, tätä toimintatapaa alettiin kutsua imuohjaukseksi. Eri tuotantovaiheet kulkivat koko prosessin läpi yhtenä virtauksena. Tuotantovaiheilla oli sekä sisäisen toimittajan että sisäisen asiakkaan rooli. Kuva 1 selvittää tätä roolitusta. Kuvassa 1 aina seuraava vaihe on edellisen vaiheen sisäinen asiakas. Toyotalla ulkoisen asiakkaan tarpeet pilkottiin pienemmiksi vaiheiksi ja materiaali

imeytyi prosessin läpi valmiiksi tuotteeksi varastoja muodostamatta. (Modig & Åhlström 2016, 71–74.)



Kuva 1. Imuohjaus (Modig & Åhlström 2016, 73).

Toyotan tavoitteena oli olla sitomatta liikaa pääomaa keskeneräisiin tuotteisiin tai varastoihin. Tuotantoketjun piti olla nopea, raaka-aineen hankinnan, tuotannon, jakelun ja maksun saannin välinen aika pyrittiin minimoimaan. Tämä edellä kuvattu toteutettiin nopealla informaatiovirralla ja sitä vastakkaissuuntaisella tuotantovirralla. Pyrkimyksenä oli karsia kaikki virtausta hidastavat vaiheet, eli kaikki tehottomuudet ja hukan muodot. Kaikki mikä ei lisännyt tuotteen arvoa oli turhaa. Toyotalla määriteltiin seitsemän hukan muotoa, jotka jarruttavat tuotantovirtausta. Taulukossa 2 on lueteltu nämä tuotannon hidastajat. (Modig & Åhlström 2016, 74–75.)

TAULUKKO 2. Tuotantovirtausta jarruttavat tekijät (Modig & Åhlström 2016, 75).

1. Tarpeeton tuotanto/liikatuotanto	Jokaisen tuotantoprosessin vaiheen on tuotettava vain sitä, mitä asiakas tarvitsee.
2. Turha odottelu	Sekä koneiden että työntekijöiden tarpeeton odotus on poistettava.
3. Tarpeettomat materiaalien ja tuotteiden kuljetukset	Tehtaan tilaratkaisut optimoimalla vältetään tarpeettomat kuljetukset
4. Tarpeetontyo/ liikatyö	Tuotteen parissa ei pidä työskennellä enempää kuin asiakas vaatii. Myös liian kehittyneiden, monimutkaisten tai kalliiden työkalujen käyttöä pitää välttää.
5. Tarpeeton varastointi	Varastoja on vältettävä esimerkiksi koneiden asetusajoja pienentämällä. Varasto on prosessiin sitoutuvaa pääomaa.
6. Tarpeettomat työntekijöiden liikkumiset ja liikkeet	Suunnittelulla pitää minimoida työntekijöiden liikkuminen paikasta toiseen.
7. Tarpeettomat virheet, työn tekeminen uudelleen tai päällekkäinen työ	Tuotantoprosessien eri vaiheet vastaavat itse, että tuotteet ovat virheettömiä.

Toyotalla haluttiin tehdä asiat kerralla oikein, viallisia tai puutteellisia tuotteita ei toimitettu asiakkaalle. Laadun varmistukseen ja tuotannon ohjaukseen keskityttiin hyvin huolellisesti. Jokaisella työntekijällä oli vastuu laadusta ja alusta pitäen oikein tekemisestä. Jidokan periaatteita sovellettiin tuotantolinjan yläpuolelle asennetulla narulla, jonka avulla kuka tahansa ongelman huomannut saattoi pysäyttää tuotantolinjan. Ongelmia pidettiin kehittämisen ja parantamisen perustana, ne haluttiin ratkaista ennen kuin virheellisiä tuotteita pääsi asiakkaalle asti. Ongelmat tunnistettiin, analysoitiin ja poistettiin lopullisesti. (Modig & Åhlström 2016, 76.)

Resurssipulasta johtuen Toyotalla alettiin keskittyä virtaustehokkaaseen tuotantoon, jossa asiakkaan tarpeet olivat toiminnan lähtökohtana. Prosessin kaikki osat olivat edeltävän osan asiakkaita ja jäljessä tulevan osan toimittajia. Näin kaikki tuotantoprosessin osat toimivat saman ketjun lenkkeinä ja kokonaiskuva tuotannosta oli helppo muodostaa. Tilausviesti kulki vastavirtaan ja materiaali myötävirtaan. Toyotalla oli tavoitteena luoda arvoa

tuotteeseen prosessin jokaisessa osassa ja minimoida läpimenoaika. Myöhemmin länsimaiset asiantuntijat alkoivat kutsua Toyotan lähtökohtien mukaista toimintaa Leaniksi, vaikka TPS (Toyota Production System) ja Lean ovat omia käsitteitään. (Modig & Åhlström 2016, 76–77.)

2.2.3 Leanin määrittely

Taiichi Ohno kehitti Toyotan tuotantofilosofiaa 60 vuotta. Häntä pidetään Toyota Production Systemsin (TPS) isänä yhdessä Eiji Toyodan kanssa. Ohno julkaisi kehitystyöstään kirjan vuonna 1978 *Toyota Production System: Beyond Large Scale Production*. Ohnon mukaan parhaiten tuottavuutta saadaan aikaan virtaustehokkuudella, hän hylkäsi mittakaavaedut ja suurtuotannon. Ohnon johtoaatus oli seuraava: (Modig & Åhlström 2016, 78.)

Tarkastelemme asiakkaalta saadun tilauksen ja maksun saamisen välistä aikaa. Karsimme jatkuvasti arvoa tuottamattomia toimintoja, jotta pystymme lyhentämään aikataulua. (Modig & Åhlström 2016, 78.)

Aluksi kirja ilmestyi vain japaniksi ja siitä muodostui ns. Toyotan raamattu. Vasta vuonna 1988 se julkaistiin englannin kielisenä. Tätä ennen länsimaiset asiantuntijat eivät olleet pystyneet kuvaamaan selkeästi Toyotan tuotantofilosofiaa. (Modig & Åhlström 2016, 78.)

Vuonna 1988 John Krafick vertasi artikkelissaan autonvalmistajien erilaisten tuotantojärjestelmien tuottavuustasoja. Vallitseva käsitys oli, että mittakaavaedut ja huipputekniikka takaisivat paremman tuottavuuden, mutta Krafick osoitti, että Toyotan tapainen pienet varastot, pienet puskurit ja yksinkertainen tekniikka olikin tehokkaampaa. Artikkelissa olivat siis vastakkain järeä ja hauras tuotanto ja hauras voitti. Hauras sanaa pidettiin kielteisenä, niinpä hän tuli kehittäneeksi samalla Lean-käsitteen, kun hän alkoi käyttää sitä hauraantuotannon sijasta. Artikkelin ajatuksia kehitettiin edelleen osana International Motor Vehicle Program (IMVP) –tutkimusohjelmaa. Vuonna 1990 julkaistiin IMVP:n pohjalta *The Machine that Changed the World*, jossa kuvattiin kattavasti mitä Lean-tuotanto tarkoittaa. Kirjan mukaan Lean koostuu neljästä periaatteesta: (Modig & Åhlström 2016, 78–79.)

1. Tiimityö
2. Viestintä
3. Resurssien tehokas hyödyntäminen ja hukkan poistaminen
4. Jatkuvat parannukset (Modig & Åhlström 2016, 79.)

Womack ja Jones julkaisivat vuonna 1996 Lean Thinking teoksen, jossa kerrottiin miten organisaation tulee toimia ollakseen Lean. Kirjan viisi pääperiaatetta ovat seuraavat: (Modig & Åhlström 2016, 80.)

1. Määritä arvo lopullisen asiakkaan näkökulmasta.
2. Tunnista kaikki virtauksen vaiheet ja poista ne, jotka eivät tuota arvoa (hukka).
3. Järjestä arvoa tuottavat vaiheet niin, että tuote virtaa sujuvasti asiakasta kohti.
4. Kun virtaus on valmiina, anna asiakkaiden ”vetää” arvoa ylävirtaan.
5. Kun nämä neljä vaihetta on tehty, prosessi alkaa alusta ja jatkuu, kunnes on päästy tilanteeseen, jossa tuotetaan täydellistä arvoa ilman hukkaa. (Modig & Åhlström 2016, 80.)

Takahiro Fujimoto julkaisi vuonna 1999 kirjan The Evolution of a Manufacturing System at Toyota. Kirjassa esiteltiin Toyotan tuotantojärjestelmän historiallinen kehitys. Lisäksi Fujimoto toi esiin Toyotan kehittämiä kyvykkyyksiä: (Modig & Åhlström 2016, 80–81.)

- Taso 1-Tuotantokyvykkyys (kyky parantaa arvoa).
- Taso 2- Oppimiskyvykkyys (kyky parantaa arvon tuottamista, ”Kaizen”).
- Taso 3-Kehittämiskyvykkyys (kyky kehittää kyvykkyyksiä). (Modig & Åhlström 2016, 80.)

Fujimoto ajatteli, että Toyotan menestys johtui pitkälti kyvystä varmistaa kehitys esteistä ja vastoinkäymisistä huolimatta. (Modig & Åhlström 2016, 80–81.)

Myös 90-luvun lopulla Steven Spear ja H. Kent Bowen kirjoittivat artikkelin Decoding the DNA of the Toyota Production System. Artikkelin pohjana oli Toyotan tuotantoprosessin pitkäaikainen tutkimus. Siinä onnistuttiin selvittämään yksinkertaisesti Toyotalla tapahtuvan kehittämisen periaatteet. Edellä kerrotun tutkimuksen tuloksia olivat seuraavat säännöt: (Modig & Åhlström 2016, 81.)

1. Kaikelle työlle on määritettävä sisältö, järjestys, ajoitus ja tulokset.
2. Jokaisen asiakas-toimittajasuhteen tulee olla suora, ja kyselyjen lähettämiseen ja vastauksien saamiseen tarvitaan yksiselitteinen ”kyllä tai ei”-tapa.
3. Jokaisen tuotteen ja palvelun tulee kulkea yksinkertaista ja suoraa reittiä.
4. Kaikkien parannusten on tapahduttava tieteellisen menetelmän mukaisesti, ja ohjaajaksi tarvitaan opettaja mahdollisimman alhaalta organisaatiosta. (Modig & Åhlström 2016, 81.)

Toyotan perusarvoja käsittelevä 16 sivuinen kirja *The Toyota Way* julkaistiin vuonna 2001. Kirjan tarkoituksena oli luoda Toyotan sisällä kansainväliseen organisaatioon yhden mukainen näkemys yrityksen arvoista. Tätä Toyotan filosofista peruskiveä ei jaettu ulkopuolisille. Kirjan sisältö kiteytyy seuraaviin arvoihin: (Modig & Åhlström 2016, 82.)

Jatkuvat parannukset:

1. Haasteet – laadimme pitkäjänteisen vision ja kohtaamme haasteet rohkeasti ja luovasti.
2. Kaizen (jatkuvat parannukset) – parannamme toimintaa jatkuvasti innovaation ja kehityksen takaamiseksi.
3. Genchi Genbutsu (mene katsomaan) – selvitämme tosiasiat suoraan lähteestä, jotta voimme tehdä heti oikeita päätöksiä. Sen jälkeen muodostamme asiasta yhteisen näkemyksen ja toteutamme tavoitteen mahdollisimman nopeasti.

Kunnioitus ihmisiä kohtaan:

4. Kunnioitus – kunnioitamme toisia. Teemme kaikkemme ymmärtääksemme toisiamme, otamme vastuuta ja teemme parhaamme keskinäisen luottamuksen luomiseksi.
5. Yhteistyö – rohkaisemme toisiamme henkilökohtaiseen ja ammatilliseen kehittymiseen, kerromme kehittymismahdollisuuksista toisillemme ja maksimoimme yksilön ja tiimin suoritukset. (Modig & Åhlström 2016, 82.)

Samoihin aikoihin, kun Toyotasta tuli maailman suurin auton valmistaja julkaistiin toinenkin *The Toyota Way* niminen kirja. Kirjan kirjoittaja Jeffrey K. Liker oli tutustunut pitkään Toyotan toimintaan Yhdysvalloissa. Vuonna 2004 ilmestyneessä kirjassaan Liker antaa oman tulkintansa Toyotan yritysfilosofiasta. Hän kiteyttää aiheen 14 periaatteeksi: (Modig & Åhlström 2016, 83.)

- I. Pitkäjänteinen filosofia
 1. Pohjaa päätökset pitkäjänteiseen filosofiaan, vaikka se tapahtuisi lyhytaikaisten taloudellisten tavoitteiden kustannuksella.
- II. Oikea prosessi tuottaa oikean tuloksen
 2. Luo jatkuva virtaus, jotta ongelmat tulevat esiin.
 3. Anna kysynnän ohjata, jotta vältetään liikatuotannolta.
 4. Tasaa työkuormaa.
 5. Pysäytä tarvittaessa prosessi ongelmien ratkaisua varten, jotta laatu on alusta pitäen oikea.
 6. Vakioitu työ on perusta jatkuville parannuksille ja henkilöstön osallistumiselle.
 7. Käytä visuaalista ohjausta, jotta ongelmat eivät jää piiloon.
 8. Käytä vain luotettavaa, hyväksi havaittua tekniikkaa, joka sopii henkilöstölle ja prosesseille.
- III. Huolehdi työntekijöiden ja kumppaneiden kehittämisestä
 9. Kouli johtajia, jotka todella ymmärtävät työtä, jotka noudattavat filosofiaa ja opettavat sitä muille.

10. Huolehdi yrityksen filosofiaa noudattavien poikkeuksellisten ihmisten ja tiimien kehittämisestä.
 11. Kunnioita kumppaneita ja toimittajia heittämällä heille haasteita ja auttamalla heitä kehittymään.
- IV. Jatkuva työskentely toiminnan perusongelmien kanssa edistää organisaation oppimista
12. Käy katsomassa paikan päällä, jotta ymmärrät tilanteen kunnon.
 13. Tehkää päätöksiä hitaasti ja yhteisymmärryksessä. Toteuttakaa päätökset nopeasti.
 14. Kehittykää oppivaksi organisaatioksi väsymättömän pohtimisen ja jatkuvien parannusten kautta. (Modig & Åhlström 2016, 83–84.)

Tohtori W. Edwards Deming oli 1950-luvulla opettamassa japanilaisille yritysjohtajille laatuajattelua. Demingia pidetään yhtenä merkittävimmistä vaikuttajista Toyotan menestyksekkääseen tuotantojärjestelmään. Lisäksi häntä pidetään tärkeänä Lean-ajattelun käytännön kehittäjänä. Demingin teorian pääkohdat ovat: (Torkkola 2016, 14, 40.)

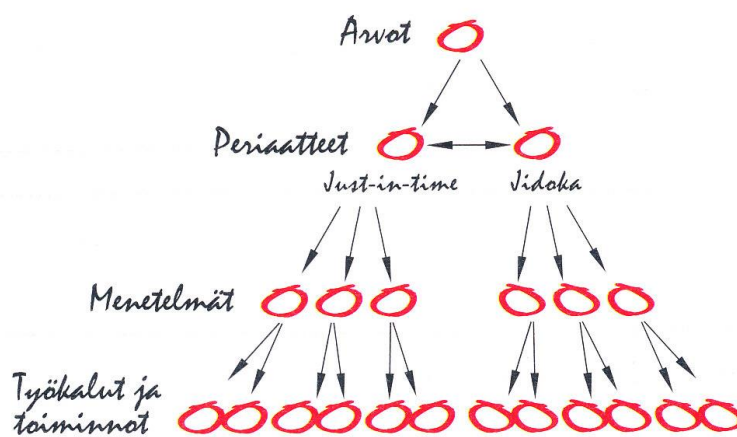
1. systeemiajattelu
2. vaihtelun ymmärtäminen
3. uuden tiedon luominen PDSA-syklillä ja
4. psykologia. (Torkkola 2016, 14.)

Leania on kehitetty niin käytännön toimin kuin teoreettisten tutkimustenkin avulla. Toyotan tuotantojärjestelmää käsittelevä kirjallisuus on antanut Leaniin runsaasti vaikutteita, koska Lean kytkeytyy edelleen niin läheisesti Toyotaan. Alun perin teollisuudessa kehitetty Lean on tehnyt viimeaikoina paljon uusia alue valtauksia ja nykyisin sitä käytetään laajalti eri työelämän osa-alueilla. (Modig & Åhlström 2016, 84.)

2.2.4 Lean käytännössä

Lean on siis virtaustehokkuuteen keskittyvä toimintastrategia. Pää tavoite on saada prosessista virtaustehokas. Tämän tavoitteen mahdollisimman täydelliseksi saavuttamiseksi on ymmärrettävä Leanin eri abstraktiotasot. Monesti Leania aletaan soveltaa vain Lean-työkalujen osalta ja unohdetaan filosofinen taso. On myös muistettava, etteivät autoteollisuuden Lean-työkalut välttämättä sovi muille työelämän osa-alueille. Eikä eilisen työkalut ole enää tätä päivää, koska Lean on nimenomaan dynaaminen käsite, joka kehittyy jatkuvasti. (Modig & Åhlström 2016, 87–97.)

Alla olevasta kuvioista 4 nähdään, että Lean-toimintastrategiaa toteutetaan eri abstraktio tasoilla. Ylimmällä tasolla ovat arvot ja alimmalla abstraktiotasolla ovat työkalut. Näitä kuviossa näkyviä kohtia voidaan ajatella Lean-toimintastrategian toteutuskeinoina. Jotkut organisaatiot toteuttavat niitä kaikkia ja toiset vain joitain tai vain yhtä. Kaikilla on kuitenkin yhteisenä tavoitteena lisätä virtaustehokkuutta niin, että resurssitehokkuus ei vähenene vaan mieluiten kasvaisi. Lisäksi keinojen tarkoituksena on vähentää organisaatiossa tapahtuvaa vaihtelua. (Modig & Åhlström 2016, 140–142.)



Kuvio 4. Lean-toimintastrategian toteutuskeinot (Modig & Åhlström 2016, 138).

Arvojen yhdenmukaistamisella vähennetään vaihtelua siinä, millaisia työntekijät ovat. Periaatteet ohjaavat työntekijöiden ajattelun ja päätöksenteon vaihtelun vähentämistä. Just-in-time ja jidoka ovat Toyotan valitsemissa periaatteita. Tekemisen vaihtelun vähentämistä ohjataan menetelmillä. Organisaatiossa käytössä olevat työkalut ja toiminnot on myös tarkoitus olla vaihtelua vähentäviä, ne vähentävät vaihtelua kaikessa mitä organisaatiossa käytetään. (Modig & Åhlström 2016, 142–145.)

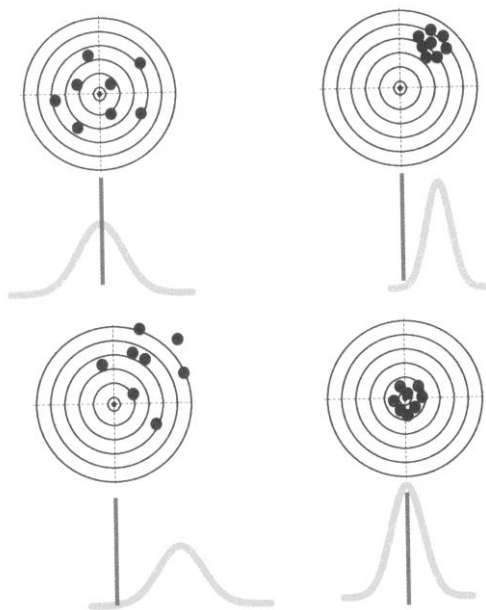
Keinot riippuvat asiayhteydestä, eivätkä ole yleispäteviä. Korkeamman abstraktiotason keino on vähemmän riippuvainen asiayhteydestä kuin matalamman tason keino. Jos työkalutason keino on kehitetty vaikka autoteollisuudessa, se sopii huonosti muunlaiseen organisaatioon, mutta arvot ovat enemmän yleispäteviä ja niitä voidaan käyttää useanlaisissa organisaatioissa. Lean ei siis tarkoita, että kopioimalla Toyotan työkalut ja menetelmät, menestys on taattu. Lisäksi on muistettava, että Leanin periaatteiden mukaisesti toimintaa on kehitettävä jatkuvasti. Näin ollen Toyotan eilisen työkalu ei välttämättä ole

enää tänään Toyotallakaan menestyksen tekijänä. Organisaation pitää oppia itse kehittämään ja korjaamaan ongelmia, eikä vain kopioida muiden kehittämiä menetelmiä. Toyota on kehittänyt kehittämään oppivaa organisaatiota lähes sata vuotta, sen työntekijät pyrkivät jatkuvasti löytämään ja poistamaan virtauksen esteitä ja vaihtelun aiheuttajia. (Modig & Åhlström 2016, 145–146, 157.)

2.2.5 Lean tekemisen tasolla

Leanissa tavoiteltavana päämääränä on työn sujuva eteneminen, eli virtaus. Kolme pahinta estettä tälle tavoitteelle ovat vaihtelu, ylikuormitus ja hukka. Päämäärän saavuttaminen vaatii näiden häiritsevien tekijöiden poistamista. (Torkkola 2016, 23.)

Koska vaihtelu aiheuttaa ylikuormitusta ja hukkaa, on vaihtelu näistä kolmesta merkittävimpin. Mittaamalla työn suorittamisen ja odottamisen aikoja pystytään havainnoimaan vaihtelua. Työntekijöiden osaamiseroista, kausivaihtelusta, päivittäisen työkuorman vaihtelusta tai kiiretyöstä syntyy tässä tarkoitettua asiantuntijaorganisaation vaihtelua. Alla on kuvio 5, josta vaihtelun eri muodot selviävät. Kuvioista 5 nähdään, että vaihtelua on kahdenlaista, joko keskiarvo heiluu tai jokaisen tapahtuman välillä on suurta hajontaa. (Torkkola 2016, 23–24.)



Kuvio 5. Vaihtelun eri muodot (Torkkola 2016, 24).

Ylikuormitus voi kohdistua järjestelmiin, laitteisiin tai työntekijöihin. On mahdollista havainnoida ylikuormitusta mittaamalla käyttöastetta eli työkuorman ja valmistumisnopeuden suhdetta. Kun käyttöaste nousee yli 80 prosenttiin, kasvaa keskeneräisen työn määrä ja samalla kuormittuminen eksponentiaalisesti. Työntekijöissä jatkuva ylikuormitus aiheuttaa sairauspoissaoloja, heikentää oppimiskykyä ja työmenetelmien kehittäminen jää tekemättä. (Torkkola 2016, 25.)

Kaikki arvoa tuottamaton tekeminen, josta asiakas ei halua maksaa on luokiteltava hukaksi. Tyypillisesti hukkaa aiheuttaa pitkät läpimenoajat, joista seuraa siirtelyä, varastointia ja turhaa organisointia. Aiemmin sivulla 20 esitettiin tarkemmin seitsemän erilaista hukan muotoa, joita Lean-organisaatioissa seurataan. (Torkkola 2016, 25.)

Alla olevassa taulukossa 3 esitetään joitakin keskeisimpiä Lean-työkaluja, joita voidaan käyttää asiantuntijaorganisaatioissa.

TAULUKKO 3. Keskeisiä Lean-työkaluja (Torkkola 2016, 43).

1. PDSA-sykli
2. Kanban-taulut
3. Päiväkokoukset
4. Valmennus-kata
5. Jatkuva parantaminen
6. Gemba-läpikävelyt
7. A3-ongelman ratkaisu
8. 5S

Demingin kehittämä kokeilujen kehällä voidaan organisaatioissa nopeasti kehittää uutta tietoa ja prosessien toimintaa. Kokeilujen kehän johtoajatuksena on luopua liian perinpohjaisesta suunnittelusta ja korvata se pienimuotoisilla käytännön kokeilla. Demingin ajatuksena oli nelivaiheinen kehä, joka etenee vaiheesta toiseen ja tarvittaessa sykli aletaan alusta, jos lopputulos ei ollut toivottu. PDSA-sykli sisältää vaiheet plan-do-check-act. Seuraavassa taulukossa 4 esitellään vaiheet yksitellen. (Torkkola 2016, 39–40.)

TAULUKKO 4. PDSA-sykli (Torkkola 2016, 41–42).

Plan – Suunnittele koe	Luodaan parannusideasta hypoteesi ja suunnitellaan koe hypoteesin toteuttamiseksi.
Do – Toteuta koe käytännössä	On tehtävä pienin mahdollinen kokeilu, joka todistaa hypoteesin oikeaksi tai vääräksi.
Study – Tutki, mitä tapahtui	Tutkitaan onnistuiko koe, saavutettiin haluttu lopputulos ja oliko tulos sattumaa. Mietitään pitääkö koetta muuttaa tai laajentaa.
Act – Päätä, otetaanko muutos osaksi käytäntöä	Päätetään otetaanko muutos käyttöön laajemmin organisaatiossa. Mietitään onko koe antanut tarpeeksi luotettavan ennusteen todellisten prosessien toiminnasta. Tässä vaiheessa voidaan myös muuttaa hypoteesia ja aloittaa sykli uudestaan.

Tehokkaan virtauksen aikaan saamiseksi työntekijöiden on osattava vastata seuraaviin kysymyksiin:

1. Mistä tiedän, mitä teen seuraavaksi?
2. Mistä saan työtehtäväni?
3. Kuinka kauan tämän työtehtävän tekemiseen pitäisi mennä aikaa?
4. Minne toimitan työni, kun olen sen tehnyt?
5. Milloin toimitan työni, kun olen sen tehnyt? (Torkkola 2016, 60.)

Nämä yksinkertaisilta vaikuttavat kysymykset auttavat organisaatiota sopeutumaan vaihteluun, kun työhön liittyvät perusasiat on vakioitu. Asiantuntijaorganisaatioissa työntekijät usein itse suunnittelevat tekemisensä ja saavat kyllä aikansa kulumaan, mutta organisaation yhteisesti sopimat käytänteet lisäävät tehokkuutta ja prosessien seurattavuutta. Mahdollisilta ylikuormitustilanteilta voidaan näin välttyä ja asiakkaat sekä työntekijät pysyvät tyytyväisinä.

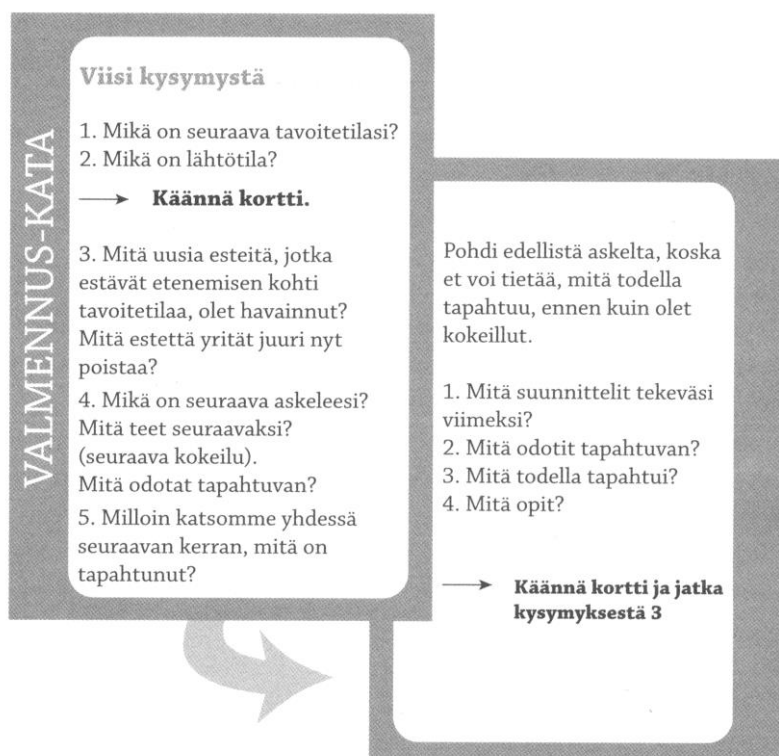
Työprosessien visualisointi auttaa estämään ylikuormitusta ja tunnistamaan pullonkaulat. Työn kontrollointi helpottuu ja keskeneräisen työn määrä vähenee. Myös visualisoinnilakin on siis tarkoitus lisätä virtausta. Lean-työkaluihin kuuluu visualisointia varten kehitetyt Kanban-taulut, joita on alun perin käytetty autotuotannossa ja sieltä ne on otettu mm. ohjelmistokehityksen käyttöön ja edelleen kehitetty asiantuntijatyöhön sopivaksi. Kanban-taululla on tarkoitus parantaa jotakin jo olemassa olevaa prosessia. Visualisointi menetelmässä voidaan ajatella olevan seuraavat olennaiset huomioon otettavat seikat: (Torkkola 2016, 62–65.)

- Prosessissa virtaavien työtehtävien visualisointi siten, että jokaista tehtävää vastaa seinällä esimerkki post-it-lappu.
- Työvaiheiden ja niiden järjestyksen visualisointi (sarakkeet taululla). Työtehtävät eli post-it-laput kulkevat tai virtaavat taululla eri vaiheiden kautta vasemmalta oikealle.
- Tiimi räätälöi prosessin omaan kontekstiinsa sopivaksi. Jokaisella tiimillä voi siten olla erilainen kanban-taulu ja –prosessi.
- Keskeneräisen työn määrä rajoitetaan asetettuun maksimimäärään.
- Ruuhkautuvat työvaiheet ovat ilmeisiä visualisoinnin takia, jolloin ongelmiin päästään nopeasti käsiksi ja niistä opitaan keskustelemaan yhdessä.
- Töiden jakaminen tasaisesti tiimin jäsenten kesken: avatarin tai muun visualisoinnin avulla näkee nopeasti, mitä kukin tekee tällä hetkellä.
- Yksiselitteiset, selkeät ja yhteiset säännöt sille, miten prosessi toimii: WIP-raja (Work In Process eli keskeneräisen työn määrä), suoritusjärjestys, priorisointisäännöt, palveluluokat ja kapasiteetin joustosäännöt.
- Virtauksen ohjaaminen eli visuaalinen, etukäteen sovittu priorisointi. Mitä pidemmällä työ on, sitä korkeampi sen prioriteetti: pyritään ensisijaisesti saamaan töitä valmiiksi sen sijaan, että aloitettaisiin vähän jokaista. Uusi tehtävä aloitetaan vasta, kun jotain on valmistunut eli poistunut prosessista.
- Selkeä jono odottaville töille.
- Uusien tehtävien priorisointirytmii: esimerkiksi viikoittain käydään läpi, mitä jonossa olevista tehtävistä halutaan aloitettavan seuraavaksi.
- Erityyppiset tehtävät jaetaan palveluluokkiin, joilla on erilaiset suoritusjärjestykset ja toimitusaikalupaukset. Luokkia voivat olla esimerkiksi koon mukaan pienet, keskikokoiset ja suuret sekä lisäksi kiirehdytetyt työt (”tulipalot”). (Torkkola 2016, 65.)

Päiväkokousta käytetään yleisesti Lean-johtamisen työkaluna. Kokoukset noudattavat kokeilujen kehän järjestystä seuraavasti: edellisen päivän tapahtumien käsittely (study), sopeutetaan toimintaa edellisen päivän tapahtumien mukaan (act), suunnitellaan päivän toiminta (plan) ja lähdetään tekemään kyseisen päivän töitä. Päiväkokouksen pituus tulisi

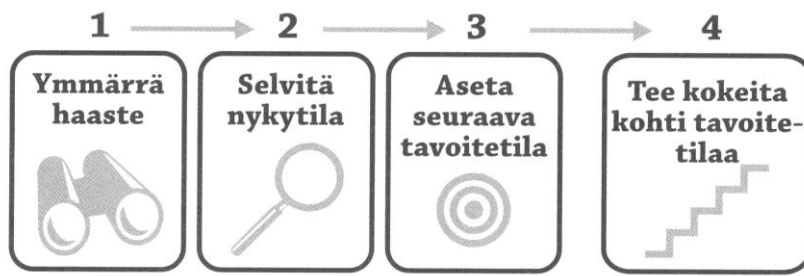
olla n. 15 min, eikä siinä ole tarkoitus ratkaista ongelmia. Tarkoituksena on luoda kaikille tiimin jäsenille tilannekatsaus päivittäin. Näin voidaan luopua muusta raportoinnista. Kanban-taulua käytetään päiväkokoituksen apuvälineenä ja taululla olevia töitä siirretään eri vaiheisiin vain päiväkokoituksissa. (Torkkola 2016, 66–68.)

Perinteisesti on totuttu odottamaan johtajalta nopeaa ja jatkuvaa päätöksentekoa. Valmennus-katassa toimitaan toisin; pitäisi olla antamatta valmiita vastauksia ja avoimien kysymysten avulla saada työntekijä itse oivaltamaan ratkaisu. Lisäksi alaisten kanssa pitäisi järjestää 2–3 lyhyttä valmennustapaamista viikoittain. Valmentajalta odotetaan ehdotonta läsnäoloa ja kiinnostusta valmennettavan ajattelutapaan ja menetelmiin. Vapaasti johtaminen ei enää toimi ja pelkkä tavoitteiden asettaminen ei ole valmentavan johtajan tapoja toimia. Prosessia pitää johtaa päivittäin, koska tehokas toiminta vaatii, että on yhteiset menetelmät, joita organisaatiossa noudatetaan. Perinteisesti johtaja on antanut tarkat ja yksityiskohtaiset ohjeet, mutta Lean-organisaatiossa tärkeämpää on oppiminen. Ensimmäisen suorituksen tarkkuus ei ole merkityksellistä, vaan itse tekeminen ja tekemisestä oppiminen. Valmennus-katassa tärkeää eivät ole valmiit vastaukset, vaan kysyjän oman ajattelun ja oppimisen herättäminen. Seuraavassa kuvassa 2 esitetään valmennus-katan viiden kysymyksen kortti, jota voidaan käyttää valmennuksen apuvälineenä. (Torkkola 2016, 108–113.)



Kuva 2. Valmennus-katan viiden kysymyksen kortti. (Torkkola 2016, 111).

Valmennus-kata johtaa ajatukset luontevasti Leanin peruskäsitteeseen jatkuvaan parantamiseen. Leanin periaatteiden mukaan työntekijät parantavat työtä ja esimiehet kehittävät ihmisiä. Jatkuva parantaminen on jokapäiväistä prosessien parantamista. Parannustyö etenee aina nelivaiheisesti seuraavan kuvan 3 mukaisesti. (Torkkola 2016, 113.)



Kuva 3. Jatkuva parantaminen (Torkkola 2016, 114).

Ensin asetetaan strategian mukainen haaste, joka on rajallisessa ajassa ratkaistava ongelma. Sen on oltava siinä määrin haastava, ettei sille ole vielä olemassa selkeää ratkaisua tai ratkaisu on vaikea toteuttaa. Tämän jälkeen selvitetään ongelman lähtötilanne, niin perusteellisesti, että ymmärretään muutosten tuomat edut tai mahdolliset haitat. Mitään ei kannata muuttaa huonompaan suuntaan. Nyt voidaan asettaa tavoitetila, joka on eri asia kuin tavoite. Tavoitetila kuvaa miten prosessin pitäisi toimia saavuttaakseen tavoitteen. Tätä vaihetta joudutaan käymään läpi useammin kuin kerran ja myös ajan kuluessa tavoitetila muuttuu tavoitteenkin muuttuessa. Lopuksi asetettuun tavoitetilaan päästään PDCA-syklien ja valmennussessioiden kautta. (Torkkola 2016, 114–119.)

Lean-johtajan ensimmäinen toimenpide on mennä paikan päälle katsomaan. Tätä paikan päälle menemistä kutsutaan Gemba-läpikävelyksi. Johtajan, joka tekee systeemiin muutoksia, on myös itse tunnettava systeemi. Raporttien lukeminen tai konsulttien apu eivät korvaa itse paikan päällä tehtyä tutustumista. Gemba-läpikävelyn tarkoituksena ei ole henkilöstön motivointi, eikä työn kontrollointi, vaan nähdä toiminta mahdollisimman aidosti kaikkine puutteineen. Johtajan pitää esittää avoimia kysymyksiä, kuunnella ja katella. Käytöksen pitää olla kunnioittava, avoin ja utelias. On myös muistettava, että Gemba-läpikävely ei ole auditointitilaisuus, vaan oppimista systeemin todellisesta tilasta. Ennen paikan päälle menoa on selvitettävä prosessin tarkoitus asiakkaan näkökulmasta. On selvitettävä mitä arvoa prosessin pitäisi tuottaa asiakkaalle. Läpikävelyn aikana tulee

esiin monia ongelmia, mutta huomio pitää kiinnittää ensisijaisesti asiakkaalle arvoa tuottavien prosessien parantamiseen. On myös muistettava, ettei ongelmia pidä alkaa ratkomaan heti läpikävelyn aikana. Asiakkaalle arvoa tuottavat prosessit ovat usein sekoittuneet arvoa tuottamattomien kanssa sekaisin ja Gemba-läpikävelyn aikana on pyrittävä löytämään tietty arvovirta, jota aletaan parantamaan. (Torkkola 2016, 125–126.)

A3-ongelmanratkaisumallin mukaisesti yhteisesti tiivistetään ongelma yhdeksi lauseeksi ja keskustelun jälkeen kuvataan nykytila ja haluttu tavoitetila lyhyesti. Ongelman kuvaamisen jälkeen tehdään juurisyyn analysointi viisinkertaisella miksi-kysymyksellä ikään kuin lasten loruissa. A3-ongelmanratkaisumallissa paperin vasemmalle puolelle tulee ongelmaa koskevat asiat ja oikealle puolelle ratkaisuun liittyvät seikat. A3-ongelmanratkaisumalli tukee oppimista, koska ihmiset oppivat parhaiten ryhmässä ja ryhmä oppii parhaiten ongelmia ratkomalla. Kuten oppiminen yleensäkin, jaetaan se tässäkin koulutukseen ja harjoitteluun. Ongelman käsite on Leanissa hieman arkielämästä poikkeava. Ajattellaan, että nykytilan ja tavoitetilan välinen ero, on Leanin ongelma. Organisaation on siis tarkoitus liikkua nykytilasta kohti tavoitetilaa. Johdon tehtävä on asettaa ongelma, jota henkilöstö ratkaisee tehden muutoksia prosesseihin ongelmanratkaisumenetelmiä käyttäen. A3-ongelmanratkaisumallissa johtaja kysyy miksi ongelmat syntyvät ja perustelee miksi, niitä pitää ratkoa. Henkilöstön tehtävänä on kertoa kuinka ongelmat pitää ratkaista. Keskeisenä tavoitteena A3-mallissa on laittaa henkilöstö ratkomaan ongelmia yhtenäisellä menetelmällä ja etsimään oikeaa vastausta järjestelmällisesti menemällä epä-mukavuusalueelle, jopa kyllästymiseen asti. Menetelmässä tulosten dokumentointi tehdään A3-kokoiselle paperille, tästä juontaa juurensa myös menetelmän nimi. Vakioidulla tavalla paperille syntyy tarina, joka tehdään aina samaa logiikkaa noudattavassa järjestyksessä. Vaaka suuntaisen paperin vasempaan puoleen tehdään ongelman analyysi ja oikealle puolelle tulee tavoitetila ja ongelman ratkaisun ensimmäiset vaiheet. Daniel Kahnemanin teorian mukaan, ajattelu voidaan jakaa nopeaan ja hitaaseen. Nopeassa ajattelussa johtopäätökset tehdään intuitiivisesti, alitajuisesti, emotionaalisesti ja stereotyyppisesti. Kun taas hitaassa ajattelussa johtopäätöksiin tullaan loogisesti ponnistellen ja tietoisesti. A3-menetelmässä käytetään nimenomaan hidasta ajattelua, jossa pitää pohtia ja testata ennen etenemistä. Osallistujat joutuvat todella ajattelemaan A3-sessioiden aikana. (Torkkola 2016, 29–35.)

Tilan puute on merkittävä ongelma työelämässä. Niin tietoteknisestä tilasta kuin fyysisestäkin tilasta on jatkuvaa puutetta. Yleensä tilaa on kyllä riittävästi, mutta käytettävissä

oleva tila on täytetty turhalla tavaralla tai tiedostoilla. Tavallisimmin tilan puute ongelmasta seuraa ahtautta, epäjärjestystä, suuria varastoja, pitkiä läpimenoaikoja ja paljon virheitä. (Väisänen 2013.)

Tilan puutetta voidaan alkaa ratkaista 5S nimisellä Lean-työkalulla. 5S on Japanissa kehitetty työympäristön organisointimenetelmä. Aluksi työpisteistä tai tietokoneilta poistetaan ylimääräiset tavarat ja tiedostot, jotka haittaavat virtausta. Jäljelle jääneet tavarat ja tiedostot järjestetään ja työpisteet siistitään. Edellä kuvattu menettely standardisoidaan. Lisäksi työyhteisön pitää sitoutua 5S-toimintaan ja siitä pitää tulla työpaikan rutiini. (Väisänen 2013.)

5S soveltuu hyvin prosessin stabilointiin ja hukkan näkyväksi tekemiseen. Kun organisaatio siirtyy noudattamaan Lean-toimintastrategiaa, 5S pitäisi olla yksi ensimmäisistä Lean-konsepteista, joita otetaan käyttöön. (Väisänen 2013.)

Nimensä mukaisesti 5S on viisiportainen Lean-työkalu. Japanin- ja englanninkielistä jokaisella portaalla on S-kirjaimella alkava nimi, mutta suomeksi ei oikein kuvaavia S-alkuisia sanoja ole löydetty, joten käytetään seuraavan taulukon 5 mukaisia nimityksiä. (Väisänen 2013.)

TAULUKKO 5. 5S-portaat (Väisänen 2013; Tuominen 2010, 94–95).

1. Lajittelu (Sort, Seiri)	Lajittelu on oikeastaan turhien esineiden ja asioiden poistamista. Kaikki ne materiaalit, tiedostot, kansiot, laitteet, välineet ja tarvikkeet poistetaan, joita ei tarvita käsillä olevaan työhön.
2. Järjestäminen (Store, Seiton)	Kaikki jäljelle jäävä järjestetään merkityille paikoille helposti saataville ja takaisin palautettavaksi. Paras mahdollinen käyttöjärjestys esineille ja asioille testataan Demingin ympyrän PDCA-syklin avulla.
3. Puhdistaminen (Shine, Seiso)	Puhdistetaan laitteet ja työkalut. Luodaan järjestelmä, jolla puhtaus ja siisteys muodostuu rutiiniksi niin, että siisteys on valitseva asiain tila. Myös työntekijöiden työvaatteet ovat siistejä.
4. Standardointi (Standardize, Seiketsu)	Kolmen ensimmäisen portaan toimet pitää standardoida, erityisesti kolmas porras puhdistaminen. Kyltit, infotaulut ja valokuvat visualisoivat siisteystasoa ja haluttua järjestystä.
5. Sitoutuminen (Sustain, Shitsuke)	Sitoutuminen on kaikkein tärkein ja vaikein porras 5S toteuttamisessa ilman sitä koko järjestelmä kaatuu. Menetelmää pitää harjoittaa järjestelmällisesti johdettuna niin, että siitä muodostuu rutiini.
6. Turvallisuus (Safety, Anzen)	Kuudes S eli turvallisuus tulee kaupan päälle noudatettavaa 5S menetelmää. Stabiilit ja turvalliset työskentely olosuhteet syntyvät siisteyden ja järjestyksen myötä. Mahdolliset ongelmat tulevat helpommin näkyviksi 5S käytön myötä.

3 OPPIMISYMPÄRISTÖN KEHITYSTYÖ

Osaamisperusteinen opetussuunnitelma ja koulutuksen järjestäjän opetussuunnitelmaan laaditut harjoitustyöt antavat suuntaviivat oppimisympäristön kehittämiseksi. Lean-toimintastrategia antaa hyvät valmiudet kehitystyölle ja ohjaa opetustoimintaa virtaustehokkuuteen keskittyväksi. Lisäksi ammatillisen koulutuksen rahoitusleikkaukset pakottavat tehostamaan toimintaa, tilojen käyttöä ja harjoitusmateriaalien käyttöä. Pääsääntöisesti kehitystyötä pyritään tekemään opiskelijälähtöisesti huomioiden opiskelijoiden erilaiset opintopolut ja erilaiset opiskelulähtökohdat. Leanin periaatteiden mukaisesti opiskelija ajatellaan asiakkaaksi, jonka tarpeita pyritään tyydyttämään mahdollisimman tehokkaasti. Tarkoituksena on karsia opintojen etenemisen esteet ja luoda mahdollisimman sujuva toimintaympäristö tehokkaaseen opiskeluun.

3.1. Harjoitustyötilan nykytila

VAAO:n LVI-oppimisympäristö on rakennettu vuonna 2010 suurimmaksi osaksi oppilastyönä. Rakennusurakoitsija on rakentanut kesän ja syksyn 2010 aikana rakennuksen perustukset ja pystyttänyt seinäelementit sekä valmistanut vesikaton. Muutoin VAAO:n eri alojen opiskelijat ovat rakentaneet oppimisympäristön ulkoverhouksen, sisätilojen pintakäsittelyn, sisärakenteet, LVI-, ja sähkötyöt.

Harjoitustyötilan käyttötarkoitus on alusta asti ollut talotekniikan oppimisympäristönä toimiminen. Samassa tilassa opiskellaan ohutlevyitä, putkistojen hitsausta, putkiasennusta, IV-asennusta ja pienkylmälaitteiden asennusta. Lisäksi tiloihin kuuluu pieni teorialuokka ja opettajien toimisto. Alla esitetään yleiskuvat (kuvat 4,5 ja 6) työsalista.



Kuva 4. Yleiskuva työsalista.

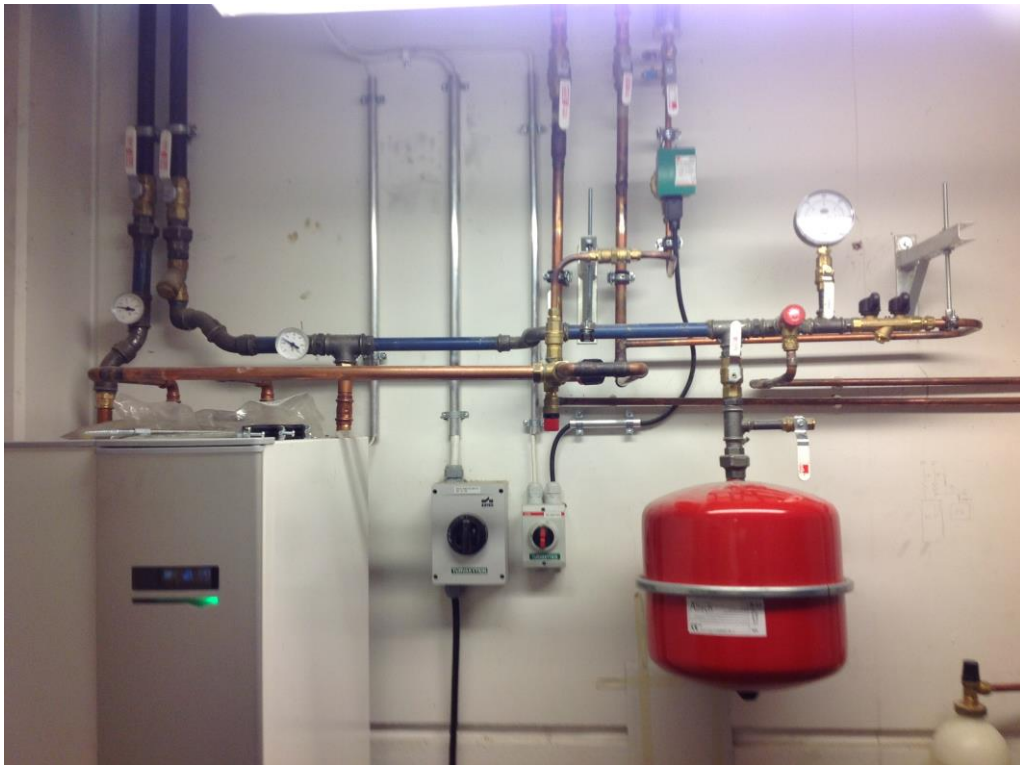


Kuva 5. Yleiskuva työsalista



Kuva 6. Yleiskuva työsalista

Oppimisympäristö koostuu 2010 valmistuneesta 230 m² kokoisesta uudisrakennuksesta, jonka korkeus on 6 m ja 130 m² suuruisesta vanhan rakennuksen osasta. Kuvan 6 oikeassa reunassa näkyy vanhan rakennuksen puoli, joka on tehty kokonaisuudessaan kaksikerroksiseksi ja, jonka alakerrassa on aikuisopiskelijoiden harjoitustyötilat ja yläkerroksessa luokkatila ja pienkylmälaitteiden asentamisen työtila. Uudisrakennuksesta kolme neljänestä on koko korkeaa tilaa ja yksi neljännes on kaksikerroksista. Korkea hallitila on tarkoitettu hitsaus- ja levytyökäyttöön ja kaksikerroksinen osuus, joka näkyy kuvan 5 vasemmassa yläkulmassa, on suurimmalta osaltaan harjoitushuoneita putki- ja IV-asennuksia varten. Harjoitushuoneita ns. pienkerrostalossa on 7 kpl ja aikuisten työtilassa on harjoituskoppeja 3 kpl. Lisäksi kaksikerroksisessa osassa on opettajien toimisto (kuva 6. vasen yläkulma), tarvikevarasto (kuva 6. vasen alakulma), työkaluvarasto ja IV-konehuone. LVI-oppimisympäristöön on myös rakennettu maalämpöjärjestelmä, joka lämmittää tilaa sekä hybridilämmitysjärjestelmä harjoituskäyttöön. Alla on kuva 7 maalämpöjärjestelmästä.



Kuva 7. Maalämpöjärjestelmä.

Oppimisympäristössä opiskelee kolme nuorten ryhmää ja yksi aikuisryhmä putkiasennusopiskelijoita. Lisäksi kiinteistönhoitajaopiskelijat käyttävät tiloja satunnaisesti. Työsäöppimiset ja lukujärjestys ohjaavat tilojen kuormitusta, mutta yksilölliset opintopolut aiheuttavat satunnaista muutaman opiskelijan opiskelutarvetta.

Työvälineet ovat kovassa käytössä ja melko usein hukassa. Työsalin seinällä on yleisimpien työvälineiden taulu ja lisäksi salissa on työkaluvaunuja. Suuremmille yleensä sähkökäyttöisille työvälineille on erillinen työvälinevarasto. Lisäksi toisen ja kolmannen luokan opiskelijoilla on oppilaitoksesta kuitattu työkalupakki, joka sisältää yleisimmät putkiasentajan käsityökalut. Alla on kuva 8 työvälinetaulusta ja työkaluvaunuista.



Kuva 8. Työvälineiden säilytys.

Materiaaleja ja tarvikkeita säilytetään putkihyllyissä ja materiaalivarastossa. Aikuisilla ja nuorilla on erilliset materiaali- ja tarvikevarastonsa. Niin sanottu pohjavarasto materiaaleista ja tarvikkeista on hankittu aikanaan 2010, jolloin tilatkin on rakennettu. Osa rahoituksesta tuli silloin EU-hankkeesta. Tällöin on hankittu ns. yleisimmät materiaalit ja tarvikkeet kuin myös työvälineet, jotka kilpailutuksen kautta ovat usein enemmän edullisia kuin putkiasennukseen käyttökelpoisia.

Oppimisympäristö on monipuolinen, samassa tilassa voidaan tehdä kaikkia putkiasennuksen opetussuunnitelmassa mainittuja töitä. Korkea hallitila mahdollistaa hitsaustyöt ja antaa oppimisympäristölle avaruuden tuntua ja valoisuutta. Kahdessa kerroksessa olevat harjoitushuoneet mahdollistavat eri kerroksien välisen putkiasennustyön harjoittelun. Lisäksi on hyvä, että tilat ovat lähes yksinomaan putkiasennusalan käytössä. Alla kuvassa 9 on yksi edellä mainitusta harjoitushuoneista.



Kuva 9. Asennusharjoitushuone.

Toisaalta oppimisympäristössä on myös paljon ongelmia, joita tässä työssä pitäisi selvittää ja osaltaan myös ratkaista. Isompia putkiasennusharjoituksia varten tarvitaan jokaiselle opiskelijalle oma erillinen tilansa ja tällaisia tiloja on vain edellä mainitut seitsemän huonetilaa ja kolme koppia. Kun oppimisympäristössä on yhtä aikaa kaksi opetusryhmää, tilat eivät riitä, koska opiskelijoita voi tällöin olla paikalla 40 henkilöä. Lisäksi harjoitus-huoneiden sokkeloihin on houkuttelevaa jäädä pelaamaan puhelimella, vaikka opintoja pitäisi edistää aktiivisella oma-aloitteisella opiskelulla. Pienemmille harjoitustöille ei ole riittävän kokoista selkeästi osoitettua säilytyspaikkaa. Hybridilämmitysjärjestelmää ei juurikaan käytetä. Kerran rakennettu järjestelmä ei oikein anna enää jälkeensä muuta kuin teoreettista tukea opetukseen.

Harjoitusmateriaalien hankintaan käytettävät määrärahat ovat hyvin vähäiset ja tästä seuraa jatkuva pula materiaaleista ja tarvikkeista. Tarvikevarastossa on toisaalta turhia nimikkeitä, mutta samaan aikaan puutteita on päivittäin yleisesti käytettävistä tarvikkeista. Alkujaan tarvikevarasto on koottu hätäisesti ja hyllymerkinnät ovat puutteellisia, eikä järjestystä ole suunniteltu, vaan se on hyvin sattumanvarainen. Osin tästä syystä varastossa vallitsee jatkuva sekasotku. Hieman samaan tapaan, myös työkalut ovat sijoiteltuna oppimisympäristöön epäkäytännöllisesti ja ilman työn etenemiseen liittyvää järjestystä. Joko tärkeä työväline on hukassa tai sellainen puuttuu kokonaan. Etsimiseen kuluu aikaa ja usein joudutaan soveltamaan jotain toista työkalua, vaikka työ sujuisi kyseisellä erikoistyökalulla paljon paremmin ja joutuisemmin.

Työvälineiden etsimiseen ja materiaalin hakemiseen kuluu myös paljon opettajan aikaa ja kaikki tämä aika on pois itse opetus- ja ohjaustyöstä. Opettajan aikaa kuluu paljon myös uuden harjoitustyön tehtävänantoon. Harjoitustöiden ohjeet ovat joko opettajalla tietokoneella tai mapissa, kun opiskelijat etenevät kukin omaa vauhtiaan, niin joudutaan selailemaan ja etsimään paljon ennen kuin sopiva harjoitustyö löytyy ja aina tarvitaan opettajaa hoitamaan tätä etsintää. Selkeää harjoitustöiden listaa ei ole opiskelijoiden nähtävillä, joten opiskelija ei välttämättä osaa hahmottaa itse kuinka nopeasti hän on etenemässä ja onko kaikki tarvittavat harjoitukset tehtynä. Tilat ja harjoitustyöt linkittyvät huonosti toisiinsa. Harjoitustyölle sopivan tilan löytämiseen opiskelija tarvitsee opettajan ohjeet ja usein opettajakin joutuu pohtimaan ja mittailemaan, että mihin tämä harjoitus voitaisiin tehdä.

Kiteyttäen voidaan todeta, että edellä mainituista ongelmista merkittävimpiä ovat yleinen epäjärjestys, epäkäytännölliset työvälineiden säilytyspaikat, huonosti organisoitu tarvikevarasto ja kaikki vastuu ja päätöksenteko kulkee opettajan kautta. Tästä seuraa opiskelijoiden hidasta etenemistä opinnoissaan, opettajan ylikuormitusta ja harjoitusmateriaalin tuhlausta.

3.2. Harjoitustyötilan ja opetuksen kehittäminen

Aivan kuten Toyotalla toisen maailmansodan jälkeen oli resurssipula, niin sama tilanne on nyt 2017 Suomessa ammatillisessa koulutuksessa. Hallituksen leikkauspolitiikka näkyy koulutuksenjärjestäjän resurssipulana. Kaikki ammatillisen koulutuksenjärjestäjät käyvät ennen näkemätöntä selviytymistaistelua jatkuvasti niukkenevasta rahoituksesta johtuen. Säästökohteita ja säästämisen uusia tapoja pyritään löytämään kokoajan lisää. Koska ongelmat ovat samankaltaisia kuin Toyotalla toisen maailman sodan jälkeen, on johdonmukaista käyttää samanlaista strategiaa ongelmien ratkaisemiseen. Keskitytään siis resurssitehokkuuden sijasta virtaustehokkuuteen.

Ammatillisen koulutuksen rahoitusmalli ohjaa myös keskittymään virtaustehokkuuteen. Jatkossa koulutuksen järjestäjälle maksetaan valmiista tutkinnon osista, joten tehokkaan rahaliikenteenkin kannalta on viisasta saada aikaan tehokas virtaus. Taiichi Ohnon periaatteen mukaisesti asiakkaalta saadun tilauksen ja maksun saamisen välinen aika on minimoitava. Opiskelija on tässä nyt tuotantojärjestelmän läpivirtaava virtausyksikkö ja tuotantojärjestelmänä toimii ammatillinen tutkinto. Tilauksen tiedot kulkevat vastavirtaan ja tilaus kulkee myötävirtaan ja imuohjauksen periaatteella eri tuotantovaiheet ovat toistensa sisäisiä tilaajia ja asiakkaita. Ammatillisessa koulutuksessa opetussuunnitelma toimii vastavirtaan tulevana tilaustietona ja tutkinnon osat ovat tuotannon vaiheita ja edelleen eri tutkinnon osat keskenään ovat toistensa tilaajia ja asiakkaita. Mitä tehokkaammin opiskelija virtaa tässä koulutusprosessissa sitä aikaisemmin opiskelija saa työpaikan ja ryhtyy maksamaan yhteiskunnalle veroja ja sitä nopeammin myös koulutuksen järjestäjä saa rahoituksensa. Tässä mallissa on muistettava, että laadunvarmistuskin on pystyttävä tekemään Toyotan tapaan niin, että työelämä saa vaatimustasonsa mukaisia ammattilaisia. Tehostamisessa on aina vaarana, että laatu heikkenee ja joudutaan tekemään korjaustoimenpiteitä esimerkiksi lisäkoulutusta.

Kehittämistyötä ohjaa osaamisperusteisuuden periaate, jossa opiskelija etenee osaamisen karttumisen mukaan, eikä enää aikaan perustuen. Lisäksi on otettava huomioon rahoituksen muuttuminen tutkinnon osien valmistumisen mukaan tapahtuvaksi.

Oppimisympäristön käyttöä ohjaa uuden nelimoduulisen vuosisuunnitelman mukainen käyttöaste. Opetussisällöt, joita harjoitustiloissa tehdään selviävät putkiasennuksen E-HOPS:sta. Eli opiskelijan pitäisi virrata läpi koulutusprosessin omaa yksilöllistä vauhtiin, mitä nopeammin, sen parempi. Noudattaen kuitenkin moduuleissa ilmoitettuja opiskeluaikatauluja tehden E-HOPS: n mukaisia tehtäviä, jos ei aiemmin henkilökohtaistamiskeskutelussa ole todettu, että jokin tehtävä on jo aiemmin hankittua osaamista.

3.2.1 Oppimisympäristön rakennustekniset muutokset

Kahdessa kerroksessa olevat harjoitushuoneet eli ns. pienkerrostalo on teräsrunkoinen ja kerrokset eivät ole identtisiä keskenään. Ensimmäisen ja toisen kerroksen väliseinät eivät ole keskenään samoilla paikoilla, näin ollen kerrosten väliset putkivedot tulevat toisessa kerroksessa usein keskilattialle tai osuvat lattiaa kannattelevaan teräspalkkiin. Kuvassa 10 näkyy runkorakenteen aiheuttama haitta asennusharjoituksille. Haitta on ilmeinen, mutta sen korjaaminen olisi melko kallista ja halvaannuttaisi harjoitustoiminnan pahimmillaan useiksi kuukausiksi. Tästä syystä tässä työssä ei suositella muutostyön tekemistä lähiaikoina, vaan ehdotetaan sen tekemistä jonkin isomman korjaushankkeen yhteydessä tulevaisuudessa. Muutosta ei myöskään saa alkaa toteuttaa ilman kunnollista rakennussuunnittelijan suunnitelmaa, jossa otetaan huomioon myös tilan käyttäjien toiveet. Koska työsalin harjoituspaikkojen huonosti suunnitellut rakenteet hidastavat opiskelijan virtausta koulutusjärjestelmässä ja Leanin periaatteiden mukaisesti virtauksen esteet pitäisi poistaa, jotain toimia asian korjaamiseksi pitäisi tehdä. Kun muutostyöstä aiheutuva haitta olisi varsinaista rakenteen tiellä olemisen haittaa suurempi, päädytään suunnittelemaan harjoitustyöt niin, että niissä otetaan huomioon monimutkaiset teräsrakenteet. Apuna suunnittelutyössä voidaan käyttää opiskelijoiden kokemuksia, PDSA-sykliä ja A3-ongelmanratkaisumallia.



Kuva 10. Asennusharjoituksia haittaava teräsinen runkorakenne.

Tässä yhteydessä voidaan vaihtaa harjoitustöissä reijitettyjä ja sotkeentuneita seinälevyjä. Myös lattia- ja kattolevyissä on melko paljon läpivientireikiä, joiden tukkiminen peltilevyillä ei enää ole mielekästä. Joitain seiniä olisi tehtävä helposti purettaviksi, jotta pystytään harjoittelemaan seinän sisään tulevia hanakulma-asennuksia (Liite 1 s.4 Harjoitus: Kylpyhuone asennus muoviputkella). Lisäksi yhteen harjoitushuoneeseen olisi levytettävä lattia niin, että siihen voidaan tehdä puulattiaan asennettava lattialämmitysputkitus (Liite 1. s.2 Harjoitus: Lattialämmityksen asentaminen).

Muutoin oppimisympäristöön ei ole tarvetta tehdä rakennusteknisiä muutostöitä. Kuitenkin yleisen siisteyden ja mielialan kohottamiseksi voitaisiin koko tila uudelleen maalata antaen pintakäsittelyopiskelijoiden käyttää värejä vapaasti. Standardoitu siisteystaso kuuluu myös Leanin periaatteisiin, näin ollen siistit seinät ilman töherryksiä lisää muutakin siisteyttä ja järjestystä, joka taas lisää virtaustehokkuutta.

3.2.2 Lämmitysjärjestelmäasennuksen kehittäminen

Opetussuunnitelman mukaisesti putkistojen hitsaus, käyttövesi- ja viemärijärjestelmien asentaminen ja lämmitysjärjestelmien asentaminen ovat kaikki 30 osaamispisteen laajuisia. Putkistojen hitsaus opiskellaan työsalin korkeassa osassa, jossa on työpisteet hitsausta varten. Lisäksi hitsausta voidaan opiskella kone- ja metalliosaston työsaleissa. Näin ollen hitsaustiloja ei tarvitse kehittää ensimmäisenä, koska niistä ei muodostu pullonkauloja. Mutta sitä vastoin käyttövesi- ja viemärijärjestelmien asentaminen ja lämmitysjärjestelmien asentaminen suoritetaan molemmat pienkerrostalon harjoitushuoneissa. Opiskelijapalautteen ja opettajien kokemuksen pohjalta voidaan todeta, että lämmitysjärjestelmien asennuksessa on enemmän tiloihin liittyviä ongelmia kuin käyttövesi- ja viemärijärjestelmien asentamisessa. Tästä johtuen pullonkaulat muodostuvat todennäköisimmin juuri lämmitysjärjestelmien asennuksen harjoitustöihin. Torkkolan (2016, 59) mukaan pullonkaulat määrittävät koko systeemin maksiminopeuden. Kehittämistyö kannattaa siis keskittää juuri lämmitysjärjestelmien asentamisen osa-alueelle.

Harjoitustyötilassa on yhdelle seinälle rakennettu hanakoulu, jossa on esillä Oraksen yleisimmät hanat. Alun perin on ollut ajatuksena tässä työpisteessä hanojen purkaminen ja kokoaminen ja muutenkin erityyppisiin hanoihin tutustuminen. Hanakoulun (kuva 11) käyttö ei kuitenkaan ole ollut kovinkaan aktiivista ja se onkin jäänyt lähinnä yhden valmistajan näyttelytilaksi. Hanojen huoltoharjoitukset tehdäänkin yleensä kalustus- ja putkitusharjoitusten yhteydessä, eikä erillistä harjoitustilaa tarvita tähän tarkoitukseen. Leanajattelun mukaisesti pitää karsia kaikki tehottomuudet ja hukkan muodot (Modig & Åhlström 2016, 74–75). Tavoitteena on luoda arvoa tuotteeseen (tässä yhteydessä opiskelijaan) prosessin jokaisessa osassa ja minimoida läpimenoaika Modig & Åhlström 2016, 76–77).

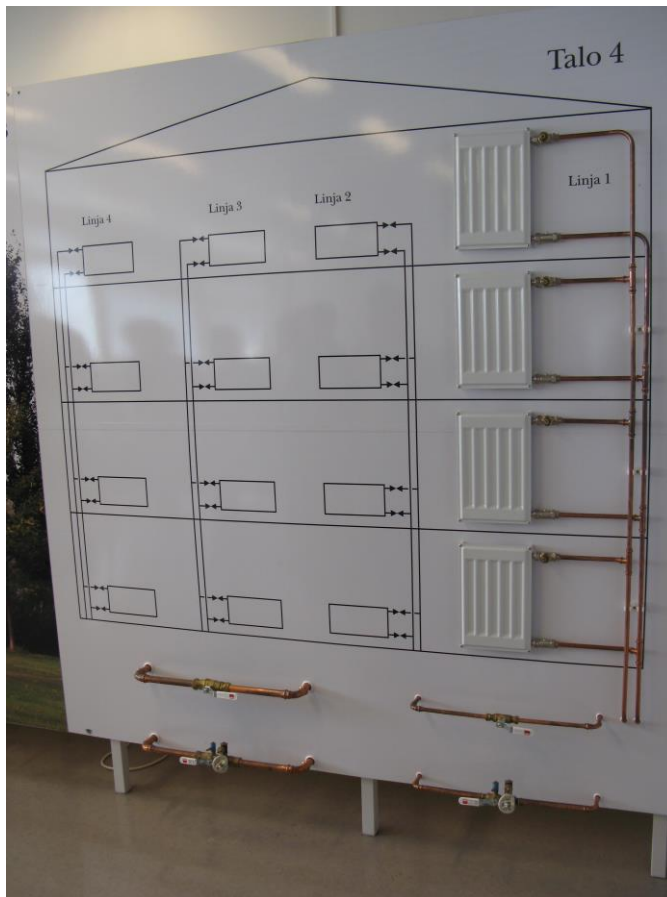


Kuva 11. Hanakoulu.

Hanakoulun sijaan patteriverkoston tasapainotuksen harjoittelulle (Liite 1. s.1 Tehtävä: Patteriverkoston perussäätö) olisi hyvä olla harjoittelu paikka. Tilan rajallisuudesta johtuen puretaan hanakoulu ja käytetään siitä jäävät hanat asennusharjoituksissa. Hanakoulun tilalle rakennetaan patteriverkoston tasapainotustyöpiste. Oraksen venttiiliopistossa on käytössä tällainen patteriverkoston tasapainotustyöpiste, jossa voidaan tasapainottaa yhden kerrostalon patterilinjat tai useamman samaan lämmitysverkoston kuuluvan talon koko verkosto (kuvat 12 ja 13).



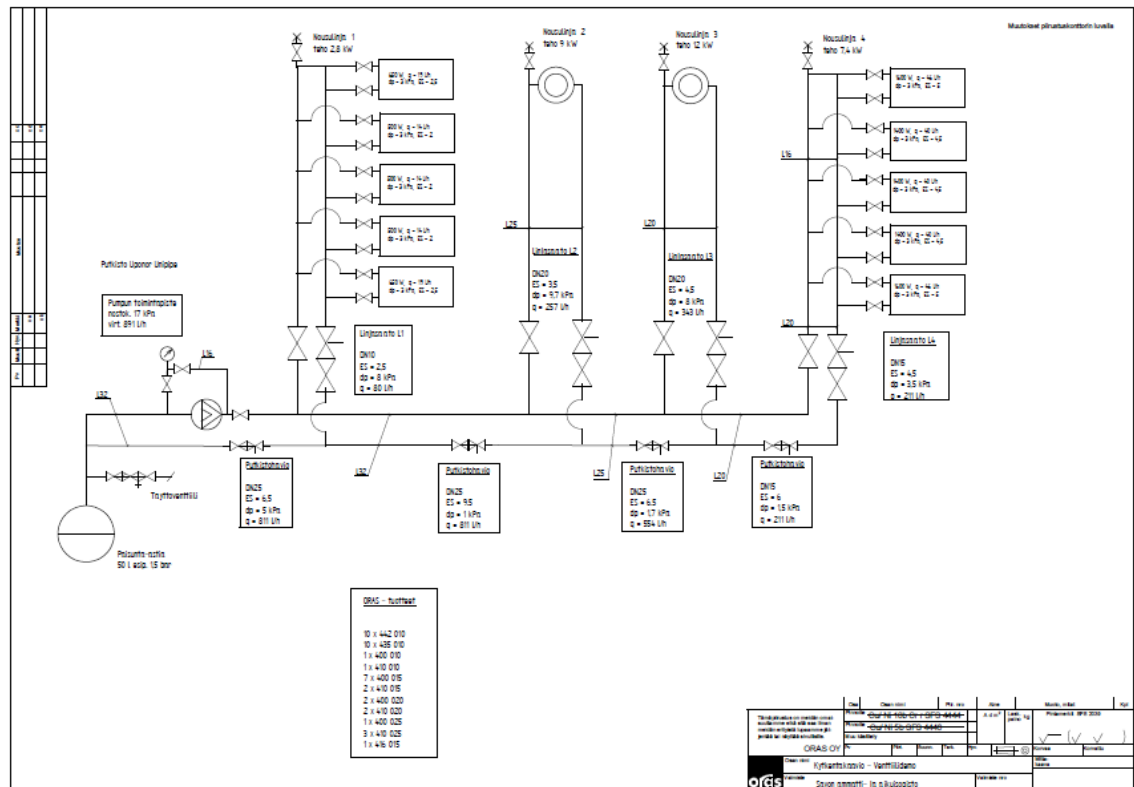
Kuva 12. Lämmitysverkoston tasapainotus Oras venttiiliopisto.



Kuva 13. Patterilinjojen tasapainotus Oras venttiili opisto.

Kuvissa näkyy irtoseinät joiden takana on noin metrin levyinen tila, jossa on linjasäätöventtiileitä putkistoa ja kiertovesipumppu. Seinän takana olevilla linjasäätöventtiileillä saadaan aikaan putkilinjojen kuvitelluista pituusvaihteluista aiheutuneet painehäviöt ja näin saadaan etupuolelle varsinaiseen työpisteeseen säädettävää. Linjastoa ei tarvitse oikeasti lämmittää, vaan sitä voidaan käyttää kylmällä vedellä.

Rakentaminen olisi mahdollista toteuttaa opiskelijatyönä, joten toiminnallisuus alkaisi jo rakennusvaiheessa ja jatkuisi varsinaisessa opetuskäytössä lämmitysverkoston ja pattereiden tasapainotuksena. Järjestelmän rakentaminen voitaisiin suorittaa lukuvuonna 2017–2018, kun rahoitus ja mahdolliset sponsorikuviot on saatu selville. Orakselta on saatu melko hyvä suunnitelma (kuva 14), jota on mahdollista muuttaa omiin tarpeisiin sopivammaksi.



Kuva 14. Kytentäkaavio Oras. Lämmitysjärjestelmän tasapainotustyöpiste

VAAO: n LVI-oppimisympäristöön rakennettu hybridilämmitysjärjestelmä koostuu kolmesta järjestelmästä, jotka kaikki lataavat yhtä 500 litran lämminvesivaraajaa. Uudisrakennusosan katolle on asennettu aurinkokeräimet aurinkolämmitysosaa varten ja sen on tarkoitus lämmittää varaajaa heti helmikuun aurinkoisista keleistä pitkälle syksyyn. Ilmasta veteen lämpöpumppu toimisi varaajan lämmittäjänä silloin, kun aurinko ei paista. Kovia pakkasia varten järjestelmään kuuluu öljylämmityskattila, joka lähtee käyntiin silloin, kun ilmasta-veteen -järjestelmä ei enää lämmitä varaajaa riittävän tehokkaasti. Automaattikka ohjaa järjestelmää ja kytkee päälle ja pois eri lämmitysmuotoja ulkoistenosuhteiden muuttuessa.

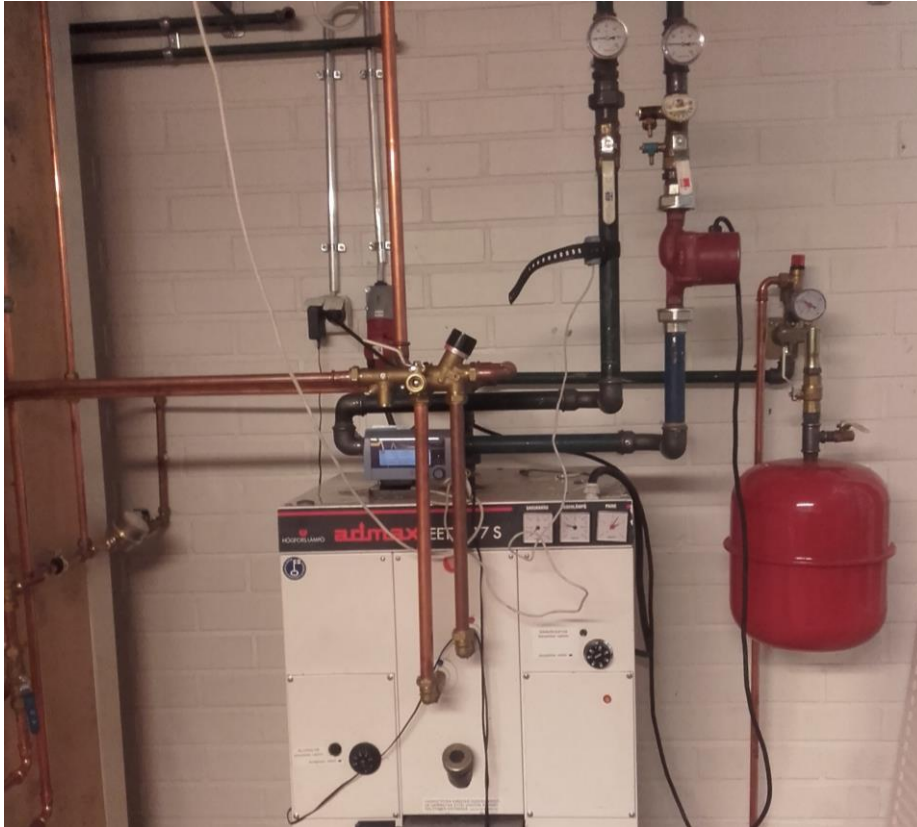
Lähtökohtaisesti järjestelmä on turha, koska LVI-oppimisympäristössä jo on maalämpöjärjestelmä, joka lämmittää tilaa ja sen käyttövetä. Näin ollen hybridilämmitysjärjestelmälle lämmönkulutusverkosto on aina rakennettava kuluttamaan turhaa lisälämpöä. Koska oppilaitoksessa ei ole juurikaan toimintaa kesäisin ja lämmintä käyttövetä ei muutenkaan oppimisympäristössä paljon käytetä, on hybridijärjestelmän aurinkopiirissä kiehumisvaara. Toisaalta, jos järjestelmä on käytössä talvisin pitää aurinkopiiriin laittaa glykoli lämmönkeruunesteeksi. Tästä seuraa, että mahdollinen aurinkopiiriin kesätyhjennys

vaikeutuu, koska nestettä ei voi kaataa viemäriin. Tällä hetkellä hybridijärjestelmä on vain teoreettisen tarkastelun kohteena. Ahdas pannuhuonetila ei ole mitenkään optimaalinen teoriaopetustila, joten muuta käyttöä kannattaa kehittää tälle järjestelmälle.

Sinänsä valmis pannuhuone kaikkine varusteineen on hyvä oppimisympäristö lämmitysjärjestelmien asentamista varten. Järjestelmä pitäisi purkaa ja koota vuosittain kahden tai kolmen opiskelijan tiimityönä. Tästä saisi hyvän lämmitysjärjestelmien asennuksen näytön, joka on mahdollista tehdä oppilaitosympäristössä. Eri kytkentävariaatiota voisi myös harjoitella. Liitteessä 2 on esitetty hybridi lämmitysjärjestelmän kytkentäkaavio. Hybridilämmitysjärjestelmän ottaminen aktiiviseen asennuskäyttöön helpottaisi asennushuoneiden ylikuormitusta ja pullonkaula väljentyisi tai siirtyisi kokonaan muualle. Näin opiskelijan virtaus tehostuisi ja opiskeluaika lyhenisi.

Sen lisäksi, että muutetaan hanakoulu patteriverkoston perussäätöpisteeksi ja otetaan hybridijärjestelmä tehokkaaseen asennuskäyttöön, tarvitaan muutakin kehitystyötä lämmitysjärjestelmien asennus oppimisympäristöön. Kuten jo edellä todettiin, hybridilämmitysjärjestelmä ei ole kaikkein käyttökelpoisin harjoitteluympäristö, kun tarvitaan yksinkertaista ja helposti käytettävää lämmitysjärjestelmää, joka saadaan nopeasti toimintakuntoon. Liian kehittyneiden, monimutkaisten ja kalliiden työkalujen käyttöä pitää välttää myös Lean-periaatteiden mukaisesti (Modig & Åhlström 2016, 75).

Aikuisopiskelijoiden harjoitustyötilan puolella on käytössä yksi sähkökattila (kuva 15) ja se on opiskelukäytössä erittäin hyvä helppokäyttöisyydestään johtuen.



Kuva 15. Sähkökattila.

Nuortenkin harjoituskäyttöön olisi hyvä saada yksi tai kaksi sähkökattilaa kattilakytkentäharjoituksiin. Sähkökattila pystytään helposti laittamaan toimintaan ja nähdään heti kuinka järjestelmä toimii. Jos sähkökattiloihin ei saada rahoitusta, voidaan kattila-asennuksissa käyttää opiskelijatyönä valmistettavia ns. luurankokattiloita (kuva 16). Tällainen putkikehikkoon valmistettu harjoituskattila on halpa ja havainnollinenkin, mutta sitä ei voida lämmittää, joten valmiin asennuksen toimivuuden toteaminen on jossain määrin mielikuvituksen varassa.



Kuva 16. Luurankokattila

3.2.3 Harjoituspaikkojen käytön optimointi

Modulointi mahdollistaa harjoituspaikkojen nimeämisen tietyinä ajanjaksona vain muutamisiin käyttötarkoituksiin. Liitteessä 3 on esimerkki putkiasennusopintojen moduloinnista. Modulointi jakaa kunkin opiskeluvuoden neljään osaan. On kuitenkin huomioitava, että moduulit 1, 5 ja 9 tapahtuvat samanaikaisesti harjoitustiloissa. Vastaavasti moduulit

2, 6 ja 10 ovat samaan aikaan aktiivisia. Tästä seuraa, että saadaan noin 10 viikkoa aikaa kunkin moduulikolmikön töille. Näin ollen vuoden kiertoa voidaan paremmin hallita, kun tiedetään mitkä harjoitustyöt minäkin ajanjaksona ovat työsalissa menossa. Jatkossa voidaan siirtää moduuleiden sisältöjä myös työsalin kuormituksen mukaan.

Lisäksi on harjoitushuoneiden ns. pysyviä putkistoja muutettava niin, että käytön joustavuus lisääntyy. Käytännössä tämä tarkoittaa sulkuventtiilien ja vapaiden haarojen lisäämistä. Näin voidaan harjoitustöitä purkaa ja koota muiden opiskelijoiden häiriintymättä. Ajoittaista tilan puutetta voidaan poistaa tilapäisesti pyörillä kulkevilla harjoitusseinillä. Lisäksi erilaisten harjoitusten porrastus auttaa tilan hallinnassa. Kaikkien ei tarvitse aloittaa harjoituksesta numero 1. Toisaalta eri nopeuksilla etenevät opiskelijat saattavat rikkoa moduulirajoja. Nopeimmat etenevät kesken meneillään olevan moduulin jo seuraavaan ja hitaimmat eivät ehdi saada valmiiksi edellisen moduulin harjoituksia. Tämä on yksi osamisperusteisen oppimisen ongelma, jota pitää jatkuvasti yrittää ratkaista.

5S (Väisänen 2013) mukainen turhan tavaran karsiminen ja yleinen siisteys ja järjestys antavat osaltaan ratkaisun harjoitustilojen puutteeseen ja nopeuttaa myös harjoitusten tekemistä. Oikeilla paikoillaan olevat työvälineet ja siisti työympäristö nopeuttaa työtä ja lisää myös työturvallisuutta. Tuodaan putkiasentajan perustyövälineen harjoitushuoneisiin selkeisiin työvälinetauluihin. Tauluun merkitään työvälineen nimi ja käyttötarkoitus sekä piirretään työvälineen ääriviivat. Tällä järjestelyllä vältetään työvälineiden etsimiseltä ja jatkuvalta työvälineiden hankintatarpeelta.

Lisäksi aivan päiväkohtaiset ongelmat pystytään ratkaisemaan Leanin periaatteiden mukaisilla päiväkokouksilla (Torkkola 2016, 66–68.), jotka kestävät vain 15 minuuttia, mutta antavat hyvän kokonaiskuvan edellisestä päivästä ja tulevan päivän tapahtumista. Harjoitustilojen käytöstä voidaan tehdä myös visuaalinen Kanban-tila (Torkkola 2016, 62–65), josta selviää viikon työtilojen käyttö ja tuleva tarve. Vain päiväkokouksissa siirretään Kanban-tilan symboleita ja jaetaan harjoitustiloja uudelleen. Näin ei viedä toisten harjoituspaikkoja kesken työn, eikä toisaalta tiloja ole tyhjillään turhaan.

3.2.4 Materiaalin käytön optimointi

Ammatillisen koulutuksen säästöt vaikuttavat myös harjoitusmateriaaleihin myönnettäviin määrärahoihin. Näin ollen tehokkaan opetuksen takaamiseksi harjoitusmateriaaleja on käytettävä järkevästi ja kaikkea hukkaa välttäen. Tilanne on hieman samankaltainen kuin Toyotalla toisen maailmansodan jälkeen, kun vallitsi kova materiaalipula. Leanin periaatteiden mukaisesti materiaalivarastot karsitaan minimiin ja tilataan tavaraa vain juuri oikeaan tarpeeseen. Otetaan siis käyttöön järjestelmä, jossa jokaiselle harjoitustyölle määritetään tarkasti tarvittavat materiaalit.

Myös 5S periaatteiden mukainen turhan tavaran karsiminen ja jäljelle jäävän järjestäminen on tarpeen. Turhan tavaran varastointi ja siirtely kuluttaa tilaa ja voimavaroja niin opiskelijoilta kuin opettajiltakin. Samassa 5S hengessä tehdään jätteiden ja romun lajittelu. Siisteyden standardointi ja visualisointi esimerkiksi seinätauluin luo yhtenäisen siisteystason ja voidaan olettaa, että harjoitustiloihin tultaessa siellä on aina siistiä ja tavarat ovat paikoillaan. Pysyvä siisteys ja järjestys vaativat kaikkien toimijoiden sitoutumista. Pitää sopia yhteisistä pelisäännöistä ja toiminta malleista ja opettajien pitää johtaa esimerkillään siisteyskulttuuria.

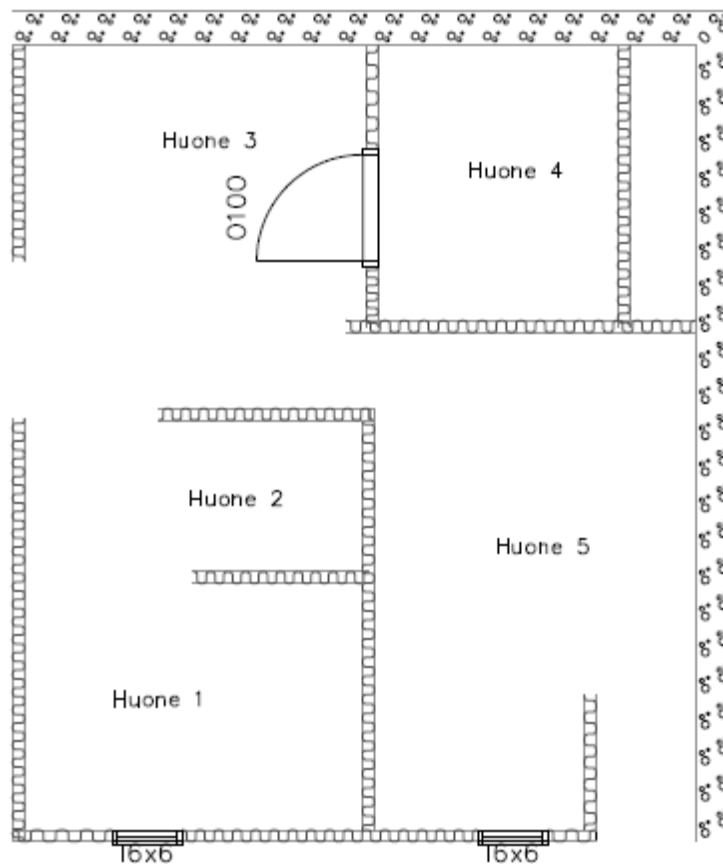
Vaikka harjoitustöille määritellään tarkasti tarvittavat materiaalit, tarvitaan silti ns. pohjavarasto, josta löytyy yleisimmät putkiasennustarvikkeet. Tämän pohjavaraston nimikkeistö ja järjestys kannattaa luoda PDSA-sykliä apuna käyttäen eli ensin suunnitellaan pieni muutos varastoon sitten kokeillaan sitä käytännössä. Pohditaan oliko kokeilun tulos oikean suuntainen ja päätetään jatketaanko laajemmassa mitassa kokeilua, vai aletaanko kokeilujen kehä alusta. PDSA-syklillä pystytään kehittämään varastoa jatkuvasti. Lisäksi voidaan ottaa käyttöön A3-ongelmanratkaisu työkalu, jolla saadaan myös opiskelijat mukaan tarvikevaraston kehitystyöhön.

Opettaja asettaa ongelman opiskelijoiden ratkaistavaksi, tässä tapauksessa tarvikevaraston epäsiisteyden ja puuttuvien tarvikkeiden ongelman. A3- mallin mukaan paperi asetetaan vaakasuuntaan ja ongelman analyysi kirjataan paperin vasemmalle puolelle oikeaan reunaan alkaa syntyä opiskelijaryhmän työn tuloksena tavoitetila ja ensimmäiset askeleet ongelman ratkaisemiseksi.

Yleisesti ottaen LVI-oppimisympäristön tarvikkevarasto koostuu melko suuresta määrästä suhteellisen halpoja pientarvikkeita, joiden hallinnassa ei ole mielekästä ottaa käyttöön mitään ATK-pohjaista järjestelmää. Tällaisiin pientarvikkevarastoihin käyttökelpoinen järjestelmä on Grossin (2003, 189) mukaan kaksi laatikko Kanban-järjestelmä. Tarvikkevarastossa yhtä nimikettä kohden on kaksi laatikkoa, kun ensimmäinen laatikko tyhjenee, tehdään tilaus. Näin eivät tarvikkeet lopu koskaan kesken, eikä toisaalta tarvikkeiden hallintaan kulu ylimääräisiä voimavaroja.

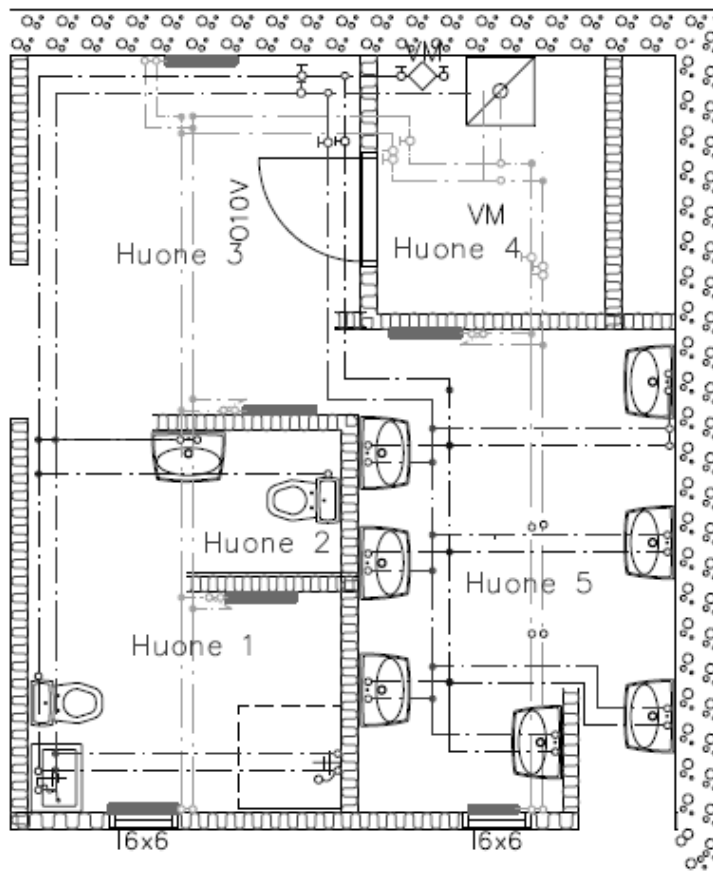
3.2.5 Harjoitustilojen ja harjoitustöiden linkitys toisiinsa piirustuksilla

Koulukohtaisessa opetussuunnitelmassa on tehty E-HOPS (Liite 1), jossa on kaikki kolmen vuoden harjoitustyöt. Opetustilaan piirustuksilla linkitetyt harjoitustyöt auttaisivat opiskelijaa hahmottamaan kyseisen työtehtävän ja helpottaisivat opettajan työtaakkaa, kun harjoitustyöt olisi valmiiksi asemoitu työtilaan.

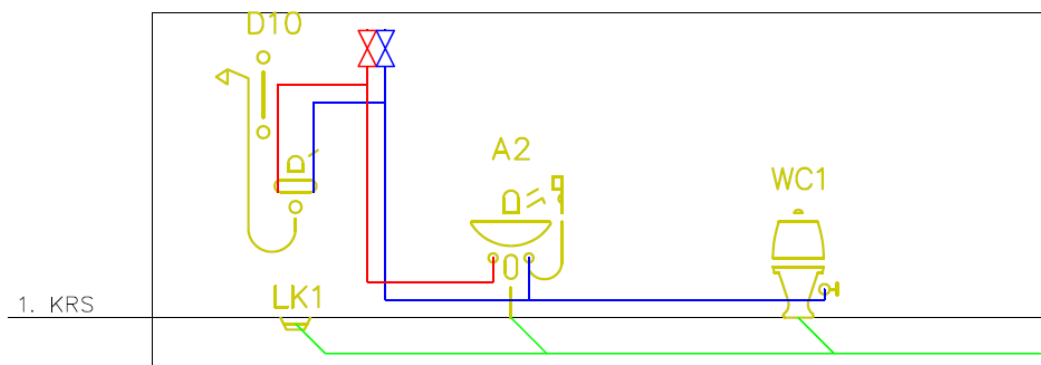


Kuva 17. Pienkerrostalon alakerran harjoitushuoneet.

Kuvat harjoitushuoneista piirretään opiskelijatöinä piirustusten tulkintatunneilla. Opettaja antaa opiskelijoille tässä yhteydessä harjoitustyön ohjeen, jonka mukaan se sijoitetaan tilaan. Näin saadaan erilaisia variaatioita ja valmiita työkuvia harjoitustöille. Harjoitushuoneista tehdään kuvan 17 kaltaiset pohjakuvat, joihin on huoneet numeroitu tai nimetty. Nämä pohjakuvat kiinnitetään oppimisympäristön seinälle kaikkien näkyville. Lisäksi tehdään valmiiksi putkitettu ja kalustettu versio pohjakuvista (kuva 18). Näitä edellä mainittuja kuvia selventämään harjoitushuoneisiin tehdään kyseisestä huoneesta pohjakuva ja nousukaavio (kuva 19).



Kuva 18. Pienkerrostalon alakerran harjoitushuoneet putkitus ja kalustus suunniteltuna.



Kuva 19. Nousukaavio kuvan 17 vasemman alanurkan huoneesta.

Valmiita harjoitustöiden ohjeita tilapiirustuksineen kiinnitetään harjoitushuoneiden seinille paperiversioina tai luodaan ohjeista QR-koodit ja laitetaan nämä koodit harjoitushuoneisiin näkyville paikoille.

3.2.6 Opetusfilosofiset muutokset

Opetuksessa opiskelijaa on alettava ajattelemaan virtausyksikkönä, jonka eteneminen läpi kolmivuotisen koulutusputken, on oltava tehokasta ja mahdollisimman nopeaa. Kolmen vuoden suoritusaikaa on pidettävä maksimiaikana ja pyrkimyksenä pitää olla nopeampi läpäisy. Jatkuvan parantamisen ja tehostamisen kohteeksi on otettava opetustilat, opetus-tekniikat ja aikataululliset opetusjärjestelyt kuten moduulit ja lukujärjestykset.

Liitteessä 1 oleva E-HOPS tai vähintään siinä olevat harjoitustyöt pitäisi laittaa työsalin seinälle esille. Tämän harjoitustöiden listan pitäisi olla riittävän selkeä ja oikeassa järjestyksessä. Lisäksi harjoitustöiden ohjeet pitää olla helposti saatavilla ja kaikkien tiedossa missä ne ovat. Harjoitustyöt pitäisi luokitella vaikeustasonsa ja oletetun tekoajan mukaan. Harjoitustöillä pitäisi olla selkeät säilytyspaikat ja lisäksi opiskelijan tulisi ymmärtää ohjeista milloin työ on valmis toimitettavaksi opettajan arviointiin. Torkkolan (2016, 60) mukaan tehokkaan virtauksen aikaansaamiseksi työntekijöiden (tässä tapauksessa opiskelijoiden) on pystyttävä vastaamaan seuraaviin kysymyksiin.

1. Mistä tiedän, mitä teen seuraavaksi?
2. Mistä saan työtehtäväni?
3. Kuinka kauan tämän työtehtävän tekemiseen pitäisi mennä aikaa?
4. Minne toimitan työni, kun se on valmis?
5. Milloin toimitan työni, kun olen sen tehnyt? (Torkkola 2016, 60.)

Visualisoidaan seinätaulun avulla opiskelijan eteneminen. Lean-työkaluihin kuuluu visualisointia varten kehitetyt Kanban-taulut (Torkkola 2016, 62–65). Näiden taulujen avulla on tarkoitus parantaa jotakin jo olemassa olevaa prosessia. Tässä yhteydessä on tarkoitus parantaa opiskelijoiden etenemistä opiskeluprosessissa. Kanban-tauluun voidaan asettaa pystysarakkeeseen E-HOPS:n mukaiset harjoitustyöt ja taulun yläreunaan vaakasuoraan opiskelijoiden nimet tai opiskelijanumerot. Pystysuuntaisesti taulussa liikuteltaisiin opiskelijan omaa symbolia aina meneillään olevan harjoitustyön kohdalle. Yhdellä vilkaisulla pystytään nyt näkemään miten opinnot etenevät verrattuna muihin opiskelijoihin. Lisäksi

opettajan on helppo ennakoida materiaalien tilaustarvetta ja nopeimmin etenevien tarvetta siirtyä esimerkiksi toisen pidemmälle edistyneen ryhmän mukaan. Kanban-taulusta voi myös ennakoida mahdollisen tukiopetuksen tarpeen. Taulukossa 6 on esitetty Kanban-tili, joka voisi olla työsalin seinällä esittämässä opiskelijoiden opintojen etenemistilannetta. Oikeassa taulussa vihreät neliöt voisivat olla magneettisia nappuloita joita olisi helppo siirtää. Kanban-tilistä nähdään heti yhdellä vilkaisulla, että opiskelija 10 on huomattavasti muita jäljessä ja opiskelija 1 etenee muita nopeammin.

TAULUKKO 6. Kanban-tili harjoitustöiden etenemisestä.

	Opiskelija 1	Opiskelija 2	Opiskelija 3	Opiskelija 4	Opiskelija 5	Opiskelija 6	Opiskelija 7	Opiskelija 8	Opiskelija 9	Opiskelija 10	Opiskelija 11	Opiskelija 12	Opiskelija 13	Opiskelija 14	Opiskelija 15	Opiskelija 16	Opiskelija 17	Opiskelija 18	Opiskelija 19	Opiskelija 20
Käyttövesi- ja viemärijärjestelmien asentaminen (27 osp)																				
Teema: Käyttövesijärjestelmä																				
Tehtävä: Asentaminen eri putkimateriaaleja käyttäen																				
Tehtävä: Kalustaminen																				
Tehtävä: Normivirtaamien summa																				
Tehtävä: Suomen rak.määr.koelma D1 Kiint. vesi- ja viem.laitteistot																				
Harjoitus: Pesuallasasennus																				
Harjoitus: Kylpyhuoneasennus kupariputkella																				
Harjoitus: Kylpyhuoneasennus muoviputkella																				
Harjoitus: WC-laitteen huolto																				
Harjoitus: Komposiitti putkitus																				
Harjoitus: Hanan huolto																				
Harjoitus: Keittiön vesikaluste- ja viemäri-asennus																				
Teema: Viemärijärjestelmä																				
Tehtävä: Viemärointi htp muoviputkin																				
Tehtävä: Viemärointi valurautaputkin																				
Tehtävä: Viemärin normivirtaama																				
Harjoitus: Erilaiset viemärointityöt																				
Harjoitus: Harjoitustyötilan viemärointi																				

Opiskelijoiden vastuuta omien opintojen etenemisestä pitää lisätä. Myös opiskelutilojen jatkuva kehittäminen tulee saada opiskelijoidenkin tehtäväksi. Perinteisesti on totuttu, että opettaja johtaa ja ohjaa opiskelua jatkuvalla ja nopealla päätöksenteolla. Valmennuskatassa annetaan työntekijän, ja koulumaailmassa opiskelijan, itse oivaltavia ratkaisut. Valmiiden vastausten sijasta opettajan pitäisi johdatella opiskelijaa avoimien kysymysten avulla kohti ratkaisun oivallusta. Lisäksi valmennuskatassa alaisten kanssa pitäisi järjestää 2–3 lyhyttä valmennustapaamista viikoittain. Valmentajalta odotetaan ehdotonta läsnäoloa ja kiinnostusta valmennettavan ajattelutapaan ja menetelmiin. Opettajan ja opiskelijan väliset keskinäiset valmennustapaamiset pitäisi käytännön pakosta tapahtua harvemmin, mutta kuitenkin useammin kuin nyt kolme kertaa vuodessa olevat HOPS-keskustelut. Opettajan pitää johtaa opiskeluprosessia päivittäin, koska tehokas toiminta vaatii, että on yhteiset menetelmät, joita organisaatiossa noudatetaan. Perinteisesti opettaja on antanut tarkat ja yksityiskohtaiset ohjeet, mutta Lean-organisaatiossa tärkeämpää

on oppiminen. Ensimmäisen suorituksen tarkkuus ei ole merkityksellistä, vaan itse tekeminen ja tekemisestä oppiminen. Valmennus-katassa tärkeää eivät ole valmiit vastaukset, vaan kysyjän oman ajattelun ja oppimisen herättäminen. (Torkkola 2016, 108–113.)

Leanin peruskäsite jatkuva parantaminen on otettava myös opetusta ja opiskelua ohjauvaksi periaatteeksi. Leanin periaatteiden mukaan työntekijät parantavat työtä ja esimiehet kehittävät ihmisiä. Tämän ajatuksen mukaisesti yhä enemmän harjoitustöiden ja oppimisympäristön kehittämisvastuuta voidaan siirtää opiskelijoille opettajan toimiessa valmennus-katan mukaisesti valmentajana, joka johdattaa opiskelijaa oikeaan suuntaan. Jatkuva parantaminen on jokapäiväistä prosessien parantamista. Parannustyö etenee aina nelivaiheisesti PDSA-syklin mukaisesti. (Torkkola 2016, 113.)

Myös opiskelijoiden tekemien harjoitustöiden työnjäljen parantamista voidaan ajatella jatkuvana parantamisena. Opiskelijoita pitää kannustaa tekemään aina parhaansa ja pyrkiä seuraavalla kerralla edellistä parempaan lopputulokseen. Yksittäinen harjoitustyökin voidaan ajatella tehtävän PDSA-syklin mukaisesti eli suunnittele, kokeile, opi, paranna tekemistä opitun mukaisesti.

4 POHDINTA

Tilojen ja opetusfilosofian kehittäminen onnistui hyvin Leanin periaatteiden mukaisesti. Mutta ammatillisen koulutuksen rakenne ei joustu, vaikka opetussuunnitelman suuntaviivat selvästi osoittavat Leanin ja virtaustehokkuuden suuntaan. Uusi järjestelmä vanhan rakenteen päälle tehtynä ei toimi tehokkaasti, vaan aiheuttaa opettajien ylikuormitusta, eivätkä opiskelijat pysty hyödyntämään täysimääräisesti omaa ahkeraa opiskeluaan. Opiskelijoiden eteneminen pysähtyy tai hidastuu rakenteellisiin pullonkauloihin.

Opettajien palkkausjärjestelmä suosii resurssitehokasta mallia ja säästöjen myötä myös opetustunteja on vähennetty, kun taas osaamisperusteinen opetussuunnitelma suosisi virtaustehokkuutta. Tästä ristiriidasta aiheutuu opiskelijoiden etenemisen hidastumista ja opettajan ylikuormitusta. Toinen opiskelijoiden virtausta hidastava tekijä on rakenteelliset pullonkaulat. Tällaisia rakenteellisia pullonkauloja ovat mm. moduulit, opiskelijan lukujärjestys ja opettajan lukujärjestys. Moduuli sitoo opintoja määrättyihin paikkoihin kolmivuotissuunnitelmalla, opiskelijan lukujärjestyksen yto-aineet määräävät myös ammatinaineiden etenemisnopeutta ja opettajan lukujärjestys määrittää tarkasti milloin opettaja suorittaa opetusvelvollisuuttaan. Opettaja ei näinollen ole paikalla muulloin ja paikalla ollessaan hänen resurssinsa on lähes 100 % käytössä lukujärjestyksen määräämään tehtävään.

Kuten aiemmin tehokkusparametristä nähtiin, resurssitehokkuuden lähentyessä 100 % virtausnopeus lähenee nollaa. Tässä kohtaa kannattaa miettiä, miten kuitenkin opiskelijan oppiminen etenee edes jonkinlaisella nopeudella. Opettajat kompensoivat resurssipulaa kahdella tapaa, kaikkea lukujärjestykseen merkittävää aikaa ei käytetä juuri kyseenä olevaan asiaan, vaan tehdään samalla muita töitä tai opettajat tekevät ilmaisia ylitöitä.

Vaihtelu hidastaa virtausta toisin sanoen vaihtelun lisääntyminen hidastaa läpimenoaikaa. Osaamisperusteinen opetussuunnitelma on jo perusajatukseltaan runsaasti vaihtelua sisältävä, koska opiskelijoilla eli virtausyksiköillä voi olla eri määrät osaamista tai heidän oppimisnopeutensa ovat erilaisia. Järjestelmän rakenne ei tästä johtuen ole optimaalisen tehokas. On myös muistettava, että ammatillisessa koulutuksessa työskennellään herkässä iässä olevien ihmisten kanssa. Kaikilta osin ei näin ollen teollisuuden tarpeisiin luotu tehokkuutta korostava Lean-toimintastrategia ole paras mahdollinen tapa toimia. Se sopii

oppimisympäristön kehittämiseen ja ehkä vielä opiskelijaryhmienkin käsittelyyn, mutta yksilöiden kanssa työskennellessä pitää ottaa käyttöön inhimillisempi ajattelutapa. Joskus tarvitaan tehokkuuden sijasta hidasta ja harkitsevaa toisen ihmisen ymmärtämistä.

LÄHTEET

Ammatillisen perustutkinnon perusteet. Talotekniikan perustutkinto 2014. Määräys 81/011/2014. Opetushallitus.

Ammatillisten perustutkintojen perusteiden toimeenpano ammatillisessa peruskoulutuksessa. 2015. Opetushallitus. Oppaat ja käsikirjat 2015:10. Luettu 28.10.2016. http://www.oph.fi/download/168861_ammattillisten_perustutkintojen_perusteiden_toimeenpano_ammattillisessa_perusk.pdf

Gross, J. 2003. Kanban made simple. New York : AMACOM. e-kirja.

Laki ammatillisesta koulutuksesta annetun lain muuttamisesta 3.10.2014/787

Modig, N. & Åhlström, P. 2016. Tätä on Lean. Ratkaisu tehokkuusparadoksiin. 5. painos. Tukholma: Rheologica publishing.

Osaamisperusteisuus todeksi – askelmerkkejä koulutuksen järjestäjille. TUTKE 2 -toimeenpanon tukimateriaali. 2014. Opetushallitus. Oppaat ja käsikirjat 2014:8. Luettu 24.9.2016. http://www.oph.fi/download/159910_osaamisperusteisuus_todeksi_askelmerkkeja_koulutuksen_jarjestajille.pdf

Raudasoja, A. HAMK ammatillinen opettajakorkeakoulu. 2015. Tutkinnon perusteista osaamisperusteisiksi opetus- ja toteutussuunnitelmiksi. Luento. Opettajien koulutuspäivä 5.1.2015 Valkeakosken ammatti- ja aikuisopisto. Valkeakoski.

Torkkola, S. 2016. Lean asiantuntijatyön johtamisessa. 2. painos. Helsinki: Talentum Media Oy

Tuominen, K. 2010. Lean – kohti täydellisyyttä. Mitä Toyota ja muut Lean yritykset tekevät eritavalla kuin muut. 1. painos. Helsinki: Readme.fi. A Bonnier Group Company.

TUTKE2-linjaukset kuulemistilaisuutta 3.4.2013 varten. Ammatillisten tutkintojen kokonaisuudesta. TUTKE2-työryhmä ja TUTKE2-ohjausryhmä. Luettu 20.10.2016. http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Koulutus/artikkelit/tutke/liitteet/TUTKE_kuuleminen_3_4_2013.pdf

Valtioneuvoston asetus ammatillisen perustutkinnon muodostumisesta 9.10.2014/801

Väisänen J. 2013. Viiden ässän kehitysoäkalu. Quality Knowhow Karjalainen Oy. Luettu 13.2.2017. <http://www.sixsigma.fi/fi/artikkelit/viiden-aessaen-kehitysoekalu/>

LIITTEET

Liite 1. VAAO E-hops talotekniikka putkiasennus

1(6)

AMMATILLISET TUTKINNON OSAT, 135 osp
PAKOLLISET TUTKINNON OSAT, 90 osp
LÄMMITYSJÄRJESTELMIEN ASENTAMINEN (30 OSP)
Lämmitystekniikka ja lämmitysjärjestelmät (6 osp)
Teema: Lämmitysjärjestelmät
Tehtävä: Ryhmätyö lämmitysjärjestelmäesitelmä
Teema: Lämmitystekniikka
Tehtävä: Kattilat
Tehtävä: Vesikeskuslämmitys
Tehtävä: Paisuntajärjestelmä
Tehtävä: Pumput
Tehtävä: Varusteet
Tehtävä: Patteriverkoston perussäätö
LV-piirustusten tulkitseminen (3 osp)
Teema: LV-piirustus
Tehtävä: Tasokoe
Tehtävä: Harjoitustyötilan mitoittaminen ja pattereiden valinta
Harjoitus: Harjoitustyötilan piirtäminen CADS-piirustusohjelmalla
Harjoitus: CADS-piirustusohjelmalla vesikalusteet
harjoitustyötilaan
Harjoitus: CADS-piirustusohjelmalla putket vesikalusteille
Harjoitus: CADS-piirustusohjelmalla viemärit
Harjoitus: CADS-piirustusohjelmalla patterit ja putkitus
Teema: Kytkäkaaviot
Tehtävä: Ryhmätyö kytk.kaaviosta syöt.sek.venttiilin toiminta,LKV ja verkoston täyttöventt. toiminta
Harjoitus: CADS-piirustusohjelmalla mallikaavion piirto
Harjoitus: CADS-piirustusohjelmalla kytkentäkaaviot öljylämmitys, maalämpö ja hybridilämmitys
Teema: IV-piirustus
Harjoitus: CADS-piirustusohjelmalla harjoitustyötilan IV-putkitus
Lämmitysjärjestelmäasennukset (21 osp)
Teema: Telineet ja henkilönostimet
Teema: Patterilämmitys
Tehtävä: Patterin valinta
Tehtävä: Termostaattinen patteriventtiili
Harjoitus: Patteriasennus muoviputkin yksiputkijärjestelmä
Harjoitus: Patteriasennus muoviputkin kasiputkijärjestelmä
Harjoitus: Patteriasennus teräsputkin
Harjoitus: Patteriasennus kupariputkin
Teema: Lämmitysverkosto
Tehtävä: Venttiilit
Tehtävä: Osien tunnistaminen

Harjoitus: Paisuntajärjestelmän asentaminen
Harjoitus: Kattila-asennus
Harjoitus: Cu-juotto
Harjoitus: Putken taivutus
Harjoitus: Koko järjestelmän asentaminen
Teema: Lattialämmitys
Harjoitus: Lattialämmityksen asentaminen
Harjoitus: Jakotukin valmistus
Harjoitus: Muoviputken levityshyrrän valmistus
PUTKISTOJEN HITSAUS (30 OSP)
Työturvallisuus (1,5 osp)
Putkistojen hitsaus (27 osp)
Teema: Hitsauksen perusteet ja hitsaukseen liittyvät metallityöt
Tehtävä: Hitsaajan turvallisuus
Tehtävä: Eri hitsausprosessit
Tehtävä: Käsityövälineet ja niiden käyttö
Tehtävä: Hitsausvirheet ja niiden tunnistaminen
Harjoitus: Hitsausmaskin huolto
Harjoitus: Levyleikkurin käyttö
Harjoitus: Pylväsporakoneen käyttö
Harjoitus: Hiomakoneiden käyttö
Teema: MIG/MAG-hitsaus
Tehtävä: MIG/MAG-hitsauslaitteiston toiminta ja osien tunnistaminen
Tehtävä: Kaasut MIG/MAG-hitsauksessa
Harjoitus: MIG/MAG-hitsauskoneen käyttökuntoon laitto ja kaasun säätö
Harjoitus: MIG/MAG-hitsauskoneen huolto
Harjoitus: Päällehitsaus MIG/MAG jalko
Harjoitus: I-railo MIG/MAG jalko
Harjoitus: Pienarailo MIG/MAG jalko
Teema: Hitsauskaasut
Tehtävä: Hitsauskaasut eri käyttökohteissa
Tehtävä: Kaasupullojen tunnusvärit
Tehtävä: Hitsauskaasujen turvallinen käyttö
Harjoitus: Kaasupullojen käsittely
Teema: TIG-hitsaus
Tehtävä: TIG-hitsauslaitteiston toiminta ja osien tunnistaminen
Tehtävä: Kaasut TIG-hitsauksessa
Harjoitus: TIG-hitsauskoneen käyttökuntoon laitto ja kaasun säätö
Harjoitus: TIG-elektrodin teroitus
Harjoitus: I-railo TIG jalko
Harjoitus: Pienarailo TIG jalko
Harjoitus: Laipparailo TIG jalko
Harjoitus: Putken asentohitsaukset TIG (useita harjoituksia)
Teema: Kaasuhitsaus ja polttoleikkaus
Tehtävä: Kaasuhitsauslaitteiston toiminta ja osien tunnistaminen
Tehtävä: Kaasut kaasuhitsauksessa

3(6)

Tehtävä: Liekkityypit ja niiden käyttö
Tehtävä: Myötä- ja vastahitsi
Harjoitus: Happi-asetyleeni liekin sytytys ja säätö
Harjoitus: Laipparailo kaasujalko
Harjoitus: I-railo kaasujalko
Harjoitus: Pienarailo kaasujalko
Harjoitus: V-railo kaasujalko
Harjoitus: Polttoleikkaus käsivarainen
Harjoitus: Putken asentohitsaukset kaasua (useita harjoituksia)
Teema: Puikkohitsaus
Tehtävä: Puikkohitsauslaitteistot
Tehtävä: Virransäätö puikkohitsauksessa
Tehtävä: Puikot ja puikon valinta hitsauskohteen mukaan
Harjoitus: Puikon sytytys ja sammutus
Harjoitus: I-railo puikkojalko
Harjoitus: V-railo puikkojalko
Harjoitus: Pienarailo puikkojalko
Harjoitus: Putken asentohitsaukset puikko (useita harjoituksia)
Teema: Hitsausammattilainen
Tehtävä: Hitsausmerkit
Tehtävä: Hitsaajan pätevyyskoe
Tehtävä: Hitsaussaumojentarkistaminen
Harjoitus: Hitsaajan pätevyyskoe
Työelämävalmennus (1,5 osp)
Teema: Työssäoppiminen
Tehtävä: Työssäoppimispaikan hakeminen
Tehtävä: Työssäoppimispaikassa toimiminen
Teema: Työntekijänä työelämässä
Tehtävä: Työelämän sopimukset ja ammattiliiton jäsenyys
Tehtävä: Työsuojelu ja nuorityöntekijä
Tehtävä: Palkan määräytyminen omalla alalla
Tehtävä: Vuosiloma ja vanhemmuus
Tehtävä: Yhdenvertaisuus, tasa-arvo ja kansainvälisyys
Tehtävä: Työaika, työehtosopimusneuvottelut ja irtisanoutuminen
KÄYTTÖVESI- JA VIEMÄRIJÄRJESTELMIEN ASENTAMINEN (30 OSP)
Asennustekniikan perusteet (6 osp)
Teema: Yleistekninen osaaminen
Tehtävä: Työsalin turvallisuus
Tehtävä: Työntömitan luku
Tehtävä: Putken katkaisu ja taivutus
Harjoitus: Kannakointi
Harjoitus: Putken taivutus
Harjoitus: Kierteitys eri menetelmin
Harjoitus: Poraus ja kierteitys
Teema: Materiaalien tuntemus
Tehtävä: Ryhmätyö Cu-putket

4(6)

Tehtävä: Eri putkimateriaalit ja niiden käyttö
Teema: Putkiliitokset
Tehtävä: Putkiliitinten tunnistaminen
Tehtävä: Kapilaarijuotto
Tehtävä: Puserrusliitos
Tehtävä: Kierreltiitos
Tehtävä: Puristusliitos
Harjoitus: Teräspuikiliitos
Harjoitus: Kupariputkiliitos
Harjoitus: Muoviputkiliitos
Harjoitus: Cu-juotto
Käyttövesi- ja viemärijärjestelmien asentaminen (27 osp)
Teema: Käyttövesijärjestelmä
Tehtävä: Asentaminen eri putkimateriaaleja käyttäen
Tehtävä: Kalustaminen
Tehtävä: Normivirtaamien summa
Tehtävä: Suomen rakentamismääräyskokoelma D1 Kiinteistöjen vesi- ja viemäri-laitteistot
Harjoitus: Pesuallasasennus
Harjoitus: Kylpyhuoneasennus kupariputkella
Harjoitus: Kylpyhuoneasennus muoviputkella
Harjoitus: WC-laitteen huolto
Harjoitus: Komposiitti putkitus
Harjoitus: Hanan huolto
Harjoitus: Keittiön vesikaluste- ja viemäriasennus
Teema: Viemärijärjestelmä
Tehtävä: Viemärointi htp muoviputkin
Tehtävä: Viemärointi valurautaputkin
Tehtävä: Viemärin normivirtaama
Harjoitus: Erilaiset viemärointityöt
Harjoitus: Harjoitustyötilan viemärointi
LVI-piirustusten ja asiakirjojen tulkitseminen (3 osp)
Teema: Tekninen piirustus yleensä
Teema: Rakennuspiirustus
Teema: LVI-piirustus
Tehtävä: Viivatyytit ja viivanleveydet LVI- piirustuksissa
Tehtävä: Suomen rakentamismääräyskokoelma D4
Tehtävä: Kirjainlyhenteet LVI-piirustuksissa
Tehtävä: Mitoitus
Tehtävä: Sulku-, säätö- ja mittauslaitteet
Teema: CAD-ohjelmaan tutustuminen
Harjoitus: CADS-perusharjoitukset
Teema: CAD ohjelma suunnittelun ja piirustusten tulkinnan apuvälineenä
Harjoitus: Talon pohjakuva CADS-piirustusohjelmalla
Harjoitus: Vesikalusteet taloon CADS-ohjelmalla
Harjoitus: Patterit taloon CADS-ohjelmalla
Harjoitus: Talon putkitus CADS-ohjelmalla

VALINNAISET TUTKINNON OSAT, 30 osp
OHUTLEVYTYÖSSÄ TOIMIMINEN (10 OSP)
<i>Teema: Ohutlevytöiden perusteet</i>
Tehtävä: Työsalin turvallisuusohje
Tehtävä: Levytyöt
Tehtävä: Levytyö työkalut
Tehtävä: Neutraalitus ja oikaistupitus
Tehtävä: Ohutlevyn liitosmenetelmät
Harjoitus: Piiritys- ja leikkaus
Harjoitus: Pistehitsaus
Harjoitus: MAG-hitsaus
Harjoitus: Saumaus
<i>Teema: Levityskappaleiden valmistus</i>
Tehtävä: Harpin käyttö
Tehtävä: Levitysopilliset perustehtävät
Harjoitus: Neliöpoikkipintainen putkikulma
Harjoitus: Ympyräpoikkipintainen putkikulma
Harjoitus: Suoraan katkaistuymyräkartio
Harjoitus: Vinoon katkaistuymyräkartio
Harjoitus: Ympyräpoikkipintainen T-kappale
Harjoitus: Keskeinen muutoskappale
Harjoitus: Epäkeskeinen muutoskappale
Harjoitus: Kanttikanavan valmistus
ILMANVAIHTOJÄRJESTELMIEN ASENTAMINEN (5OSP)
<i>Teema: Ilmanvaihtoasentamisen perusteet</i>
Tehtävä: Työturvallisuus ilmanvaihtoasennuksissa
Tehtävä: IV-kanavaosat
Tehtävä: IV-kanavien katkaisu, liittäminen ja kannakointi
Harjoitus: Kanavaosien liittäminen
Harjoitus: Kannakointi
<i>Teema: Ilmanvaihtojärjestelmät</i>
Tehtävä: Erilaiset ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmät
Tehtävä: Ilman jako huoneeseen
Tehtävä: Ilmamäärien mittaus
Harjoitus: Eristäminen (TOP tai koulun rakennustyömaa)
Harjoitus: Ilmanvaihtokoneen asennus
Harjoitus: Ilmanvaihtojärjestelmän asennus
LVI-korjausrakentaminen (15 osp)
<i>Teema: LVI-korjausrakentamisen perusteet</i>
Tehtävä: Työturvallisuus korjausrakentamisessa
Tehtävä: Kuntoarvio
Tehtävä: Purkutyöt
Tehtävä: Työmaasuojaus
Tehtävä: Tiedottaminen työvaiheista
Harjoitus: Purettavavälikomponenttien suojaus muusta kiinteistöstä
Harjoitus: Yksinkertaisen väliseinärakenteen valmistus

6(6)

Harjoitus: Rakenteiden lävistäminen
Teema: LVI-korjausrakennustyöt
Tehtävä: Asbestipurku
Tehtävä: Kosteustekniikka ja Home
Tehtävä: Putkikuilut
Tehtävä: Putkistojen korjausmenetelmät
Tehtävä: Äänieristys ja paloturvallisuus
Tehtävä: Märkätilat
Tehtävä: Korjausrakentamisen luvanvaraisuus
Harjoitus: Eri putkimateriaalien purkutyöt (TOP)
Harjoitus: Eri putkimateriaalien toisiinsa liittäminen
Harjoitus: Käyttövesijärjestelmän komposiittiputkitus
PIENKYLÄLAITTEIDEN ASENTAMINEN (15 OSP)
Teema: Pienkylälaitteiden asentamisen perusteet
Tehtävä: Työturvallisuus kylmätekniikassa
Tehtävä: Kylmätekniikan lainsäädäntö ja ympäristövaikutukset
Tehtävä: Termodynamiikan perusteet
Teema: Pienkylälaittejärjestelmien asentaminen
Tehtävä: Tarkastukset ennen käyttöönottoa
Tehtävä: Tiiviin liitoksen tekeminen
Tehtävä: Järjestelmän vuotojen tarkastaminen
Tehtävä: Järjest. ja kylmään. ympäristöyst. käsittely asennuks., kunnossap., huollon tai talt.oton aikana
Harjoitus: Tiiviin putkituksen asentaminen jäähdytysjärjestelmään
Harjoitus: Yksi- ja kaksiportais. mäntä-, ruuvi- ja kierukkakompress. asennus, käytt.otto ja kunnossap.
Harjoitus: Ilma- ja vesijäähdytteisten höyrystimien asennus, käyttöönotto ja kunnossapito
Harjoitus: Termostaattisten paisuntaventtiilien ja muiden komponenttien asennus, käytt.otto ja huolto
Harjoitus: Ilmalämpöpumpun asennus
AMMATTIOSAAMISEN NÄYTÖT
LÄMMITYSJÄRJESTELMIEN ASENTAMINEN (30 OSP)
PUTKISTOJEN HITSAUS (30 OSP)
KÄYTTÖVESI- JA VIEMÄRIJÄRJESTELMIEN ASENTAMINEN (30 OSP)
OHUTLEVTÖISSÄ TOIMIMINEN (10 OSP)
ILMANVAIHTOJÄRJESTELMIEN ASENTAMINEN (5OSP)
LVI-KORJAUSRAKENTAMINEN (15 OSP)
PIENKYLÄLAITTEIDEN ASENTAMINEN (15 OSP)

