

# Oamk\_Telulainen

Vol. 1 Issue 2

Oulun ammattikorkeakoulun tekniikan ja luonnonvara-alan lehti



25 Artikkelia Oamkin tekniikan ja luonnonvara-alan yksikön opetustyöstä ja TKI-toiminnasta.



24 Articles about education and R&D in OUAS school of engineering and natural resources

# Oulun ammattikorkeakoulun tekniikan ja luonnonvara-alan lehti

#Oamk\_TeLu



## Julkaisija Toimituskunta

Oulun ammattikorkeakoulun  
tekniikan ja luonnonvara-alan yksikkö

**Ville Isoherranen** - yksikönjohtaja,  
Tekniikka ja luonnonvara-ala

**Jouni Kääriäinen** - koulutuspäällikkö,  
rakentamis-, energia- ja talotekniikka

**Jukka Säkkinen** - TKI-päällikkö

**Tuomo Pesola** - koulutuspäällikkö,  
luonnonvara-ala

**Helena Tolonen** - koulutuspäällikkö,  
sähkö-, automaatio- ja konetekniikka

**Mira Kekkonen** - Editor-in-Chief

etunimi.sukunimi@oamk.fi

**ISSN 2670-2835**

# Sisällysluettelo

4	Pääkirjoitus
6	Digitalisaatio uudistaa ammattikorkeakoulun opetuksen
8	Tuotannon kehittäminen kollaboratiivisilla roboteilla
12	OAMK- YO- ja OSAO-opiskelijat yhdessä oppimassa infran tietomallinnusta OuluZone- viikolla
14	Askeleen lähempänä RALA-sertifikaattia
16	Oamkin rakentamistekniikan uudet opiskelijat aloittivat opintonsa työturvallisuuskorttikoulutuksella
20	Oulun yliopiston ja Oulun ammattikorkeakoulun hybridilaboratorion älykäs 400 V:n sähköverkko ja datan hyödyntäminen
24	Putkistokomponenttien mitoitus standardin ASME B31.1 "Power Piping" mukaan
26	Ydinteknisten painelaitteiden hitsausliitosten vaatimukset
28	Autoverovapaan matkailuauton rakentaminen
30	Katsastustoiminnan suunnittelu korjaamolle
32	Opetusvideot ajoneuvokatsastajakoulutuksen tukena Oulun ammattikorkeakoulussa
34	Sellutehtaan 1D-haihduttimen pesu käytön aikana
36	Biopolymeeri Dustbinder soratien pintakelirikon estämisessä
38	"Biokaasumeijeri" – vaihtoehto maatilakohtaiselle jalostamiselle
40	Oamkin yhdyskuntatekniikan opinnäytetyöt apuna infran rakentamisessa
42	Oppia työelämän helmoissa
44	Yhteiskunta ohjaa rakentamista
48	Pientalojen rakennuslupakäytänteet Pohjoismaissa
50	Oppilaitostyömaan laadunhallinnan pilotti
52	Rukan hiihtokeskus laajenee päästöttömästi
54	Ympäristöystävällisiä kylmätekniikan osaajia
56	Betonitekniikan osaaminen tärkeätä

## In English

60	Finnish Food Companies Look to International Markets for Growth – Demand for Export Expertise is on the Rise
62	New technologies for traceable and safe food value chains

## Ammattikorkeakoulujen TKI-toiminnasta

*Ammattikorkeakoulut ovat käyttäneet TKI-hanketoimintaan 2010-luvulla vuosittain keskimäärin 160 miljoonaa euroa. Tämä jakautuu yli 2000 hankkeen kesken, joten keskimääräinen hankekoko jää varsin pieneksi. Keskeisinä rahoituslähteinä ovat eri ministeriöiden rahoitukset sekä EAKR-, ESR-rahoitus. Toiminnan vaikuttavuuden ja laadun lisäämiseksi ammattikorkeakoulujen tulisi kiinnittää erityistä huomiota hankekokonaisuuksiin ja rahoituspohjan laajentamiseen.*

Voimassa olevassa lainsäädännössä ammattikorkeakoulun toiseksi perustehtäväksi määrätään ammattikorkeakouluopetusta palveleva sekä työelämää ja aluekehitystä edistävä ja alueen elinkeinorakennetta uudistava soveltava tutkimustoiminta, kehittämis- ja innovaatiotoiminta sekä taiteellinen toiminta. Lisäksi annettavan koulutuksen on perustuttava työelämän ja sen kehittämisen vaatimuksiin sekä tutkimukseen, taiteellisiin ja siivistyksellisiin lähtökohtiin. Näin ollen TKI-toiminta muodostaa perustan koko ammattikorkeakoulun toiminnalle.

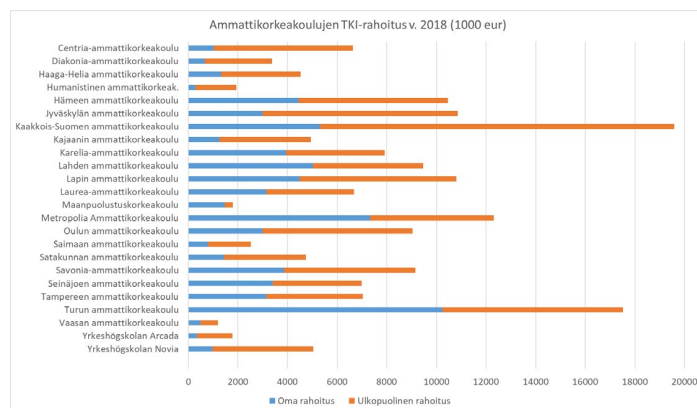
- **TKI-toiminta muodostaa perustan koko ammattikorkeakoulun toiminnalle.**

### TKI-toiminnan laajuus ammattikorkeakouluissa

Ammattikorkeakoulujen perusrahoituksen TKI-rahoitusosuuden laskentakriteerit ovat 1) tutkimus- ja kehittämistoiminnan ulkopuolinen rahoitus (tilastokeskuksen määritelmän mukaan), 2) ammattikorkeakoulussa kalenterivuonna suoritettujen ylempien ammattikorkeakoulututkintojen lukumäärä sekä 3) julkaisujen, julkisen taiteellisen ja taideteollisen tuotannon, audiovisuaalisten aineistojen sekä tieto- ja viestintätekniisten ohjelmien lukumäärä (<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20190117>). Vuoden 2021 alusta lukien näiden osuus kokonaisrahoituksesta on vastavasti 11 %, 6 % ja 2 %. Käytännössä esimerkiksi toteutuneen ulkopuolisen rahoituksen perusteella on vuosittain jaossa perusrahoitusta koko ammattikorkeakoulu-sektorille yhteensä n. 90 miljoonaa euroa.

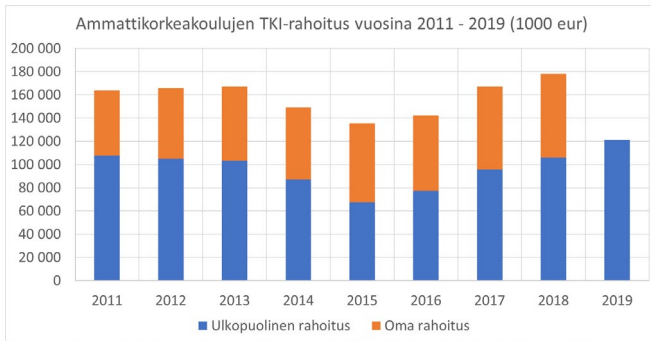
Yksittäisten ammattikorkeakoulujen TKI-toimintaan vuonna 2018 käyttämä rahoitus vaihteli opetushallinnon tilastopalvelu Vipusen mukaan välillä 1,3 - 19,6 miljoonaa euroa (<https://vipunen.fi/fi-fi>). Osittain näin suuri vaihtelu selittyy korkeakoulujen kokoeroilla, mutta selvästi rahoituksen määrään vaikuttaa myös korkeakoulun aktiivisuus ja oman rahoituksen panostus. Keskimäärin oman

rahoituksen määrä oli n. 40 % kokonaisrahoituksesta. Vaihteluväli oli kuitenkin 15 % - 60 % (pl. Maanpuolustus-korkeakoulu, jonka TKI-toiminnan rahoituksesta yli 80 % oli omaa rahoitusta).



Vuonna 2018 ammattikorkeakoulujen TKI-toimintaan osallistui 4548 henkilöä, jotka tekivät yhteensä 1536 henkilötyövuoden työpanoksen. Hankkeita oli ammattikorkeakoulujen rehtorineuvoston mukaan käynnissä yhteensä 2681. Yhteen hankkeeseen tehtiin siis keskimäärin 0,57 henkilötyövuotta. Todellisuudessa hankekohtainen työ määrä on tätä pienempi, koska kaikki TKI-työ ei kohdennu hankkeille. Yksi tutkimustoimintaan osallistunut henkilö käytti keskimäärin 0,34 henkilötyövuotta TKI-toimintaan ja osallistui keskimäärin kahden hankkeen toteuttamiseen. Vuonna 2017 TKI-toimintaan osallistui 4059 henkilöä tehden 1332 henkilötyövuoden panoksen yhteensä 2249 hankkeessa.

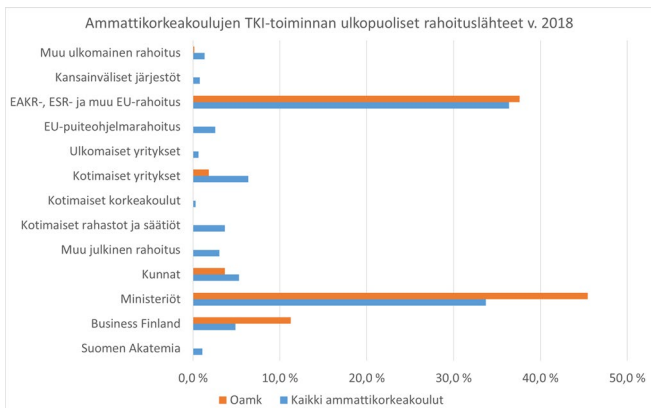
Tarkasteltaessa ammattikorkeakoulujen TKI-toiminnan laajuutta rahoituksella mitattuna, havaitaan Vipusen aineiston perusteella vuoden



2015 ulkopuolisessa rahoituksessa n. 30 % notkahdus keskimääräiseen tasoon (n. 97 miljoonaa euroa/vuosi) verrattuna. Syynä tähän on EU-ohjelmakauden vaihtumiseen liittyvä rahoitusinstrumenttien hitaus ja hanketoiminnan voimakas riippuvuus erityisesti Euroopan unionin rakennerahastojen myöntämästä rahoituksesta. Toisaalta ulkopuolisen rahoituksen määrä on kasvanut jo neljänä vuotena peräkkäin. Vuoden 2019 ulkopuolinen TKI-rahoitus (121 miljoonaa euroa) on suurin koko 2010-luvulla.

## Rahoituslähteet

Ammattikorkeakoulujen TKI-toimintaan käyttämästä rahoituksesta on 2010-luvulla tullut keskimäärin 60 % ulkopuolisista lähteistä eli muusta kuin korkeakouluille myönnetystä perusrahoituksesta tai korkeakoulun omista varoista. Yliopistoilla vastaava luku on jonkin verran yli 50 %.



Ulkopuolinen rahoitus syntyy valtaosin rakennerahastojen tai eri ministeriöiden rahoituksena. Vipusen tilastopalvelun mukaan esimerkiksi vuonna 2018 nämä lähteet kattoivat keskimäärin 70 % ammattikorkeakoulujen ulkopuolisesta TKI-rahoituksesta. Muista rahoituslähteistä suurimpia olivat kotimaiset yritykset (n. 6 %) ja kunnat (n. 5 %). Vertailuna Oulun ammattikorkeakoululla päärahoittajat olivat samat kuin keskimäärin ammattikorkeakouluilla, mutta muiden rahoittajien osalta suurimpina olivat Business Finland (n. 11 %) ja kunnat (n. 4 %). Yritysten osuus oli alle 2 % ulkopuolisesta rahoituksesta.

## Lopuksi

TKI-toiminta on ammattikorkeakoulujen lakisääteinen tehtävä, joka muodostaa pohjan koulutuksen kehittämiseksi ja työelämän sekä alueen elinkeinorakenteen uudistamiselle.

Nykyisellään ammattikorkeakoulujen TKI-toiminta koostuu pienistä hankkeista, jolloin yksittäisen tutkijan hankekohtainen työpanos jää väistämättä pieneksi. Jotta tällaisella rakenteella saataisiin riittävää vaikuttavuutta, on hankkeista muodostettava sisällöllisiä kokonaisuuksia. Tämä vaatii ylimääräistä koordinaatiota ja syö muutoinkin vähäisiä resursseja.

TKI-hanketoimintaa ohjaa voimakkaasti rahoitus. Nykyinen rahoituspohja on yhtenä syynä hanketoiminnan pirstaleisuuteen. Rahoituspohjan laajentaminen ja yritysten aiempaa voimakkaampi osallistaminen myös rahoitukseen tarjoaa mahdollisuuden toisaalta toteuttaa aiempaa laajempia hankkeita ja toisaalta fokusoida toimintaa yritysten ja muun työelämän odotusten suuntaan.

Yksi mahdollisuus saada toiminnalle vaikuttavuutta on verkostomainen TKI-toiminta. Esimerkkinä tällaisesta on VTT:n koordinoima painettavan elektroniikan kehittämiseen keskittyvä PrintoCent-verkosto (<https://www.printocent.net/>), jossa Oulun ammattikorkeakoululla on yhteisesti sovittu, muuta tutkimusta täydentävä rooli. Verkostossa on tehty pitkäjänteisesti yhden aihealueen kehitystyötä ja siihen liittyvää soveltavaa tutkimusta. Tuloksena on syntynyt merkittävä määrä uusia innovaatioita ja niiden pohjalta uutta liiketoimintaa.

## Digitalisaatio uudistaa ammattikorkeakoulun opetuksen

*Koronatilanteen vauhdittamana matkustaminen on lähes loppunut ja digitalisoituminen on entistä vahvempi draiveri, joka vaikuttaa korkeakoulujen arkipäivän toimintaan nyt ja tulevaisuudessa. Voidaan olettaa, että koronanvaikutusten loputtua syntyy ns. uusi normaali, jolloin, lähiopetuksen ja matkustamisen sijasta, hyödynnetään merkittävästi aiempaa enemmän etätoimintoja ja digitalisaatiota. Lisäksi Digivisio, johon kaikki Suomen korkeakoulut ovat sitoutuneet, vaikuttanee merkittävästi korkeakoulujen digitalisaatiohyötyjen toteuttamisen edellytyksiin tulevaisuudessa. .*

### Digitalisaation vaikutus ammattikorkeakoulujen toimintaan

Miten ja mihin digitalisaatio vaikuttaa ammattikorkeakoulujen strategioissa ja toiminnassa? Miten jatkuvan oppimisen mahdollisuuksien kehittäminen, digitalisaatiota hyödyntäen, vaikuttaa toimintaan strategisella tasolla? Esimerkkinä on visio, jossa koko korkeakouluverkosto voisi olla tuottajana jatkuvan oppimisen osaamisille, joita kukin paikallinen amk välittäisi alueen työelämän henkilöille oman vahvan työelämärajapintansa kautta. Digitalisaatio mahdollistaa ylipäänsä myös sen, että ammattikorkeakoulutoimintaa voidaan harjoittaa koko Suomen alueella - kaikkialla, missä sille on aito tarve, toisaalta huomioiden alueiden tarpeet ja toisaalta ammattikorkeakoulujen kannalta tarkoituksenmukainen toimintatapa vastata tarpeeseen.

Digitalisaatio on muuttanut voimakkaasti ammattikorkeakoulujen tapaa toteuttaa opetusta, ohjausta sekä tki-toimintaa, huomioiden erilaisten opiskelijaryhmien erityistarpeet, mm. työn ohessa opiskelu ja sen ohjaus, tki-yhteistyö, jne. Syntyykö koronan jälkeen ns. uusi normaali digitalisaation ja etätoimintojen hyödyntämisessä? Miten digitalisaatio vaikuttaa pidemmällä tähtäimellä ammattikorkeakoulujen liiketoimintaan ja siihen liittyviin strategisiin valintoihin? Se on varmaa, että tulevaisuuden korkeakoulujärjestelmä on vahvasti digitalisaation hyödyntämiseen pohjautuva. Kaikki Suomen ammattikorkeakoulut tekevät lähtökohteisesti samanlaista ”liiketoimintaa” ja samalla päällekkäistä työtä omaa liiketoimintaansa tukevissa digitaalisissa palveluissa ja niiden kehittämisessä. Ammattikorkeakoulujen yhteistyön toteuttamisessa ja keskinäisessä työnjaossa digitalisaatiolla on keskeinen rooli.

Digitalisaatio mahdollistaa uudenlaisia profiloitumisvaihtoehtoja osaamistarjonta-liiketoiminnan toteuttamisessa. Digitalisaatio mahdollistaa opetuksessa sen, ettei ammattikorkeakoulun tarvitse itse

tuottaa kaikkea osaamistarjontaansa, vaan voidaan hyödyntää muiden korkeakoulujen digitaalista tarjontaa omassa opetuksessa. Valituilla aloilla ammattikorkeakoulu tutkintokoulutuksensa voisi olla digitaalisen osaamistarjonnan tuottaja, toisilla aloilla sen hyödyntäjä. Voiko tällainen työnjakomalli toteutua ja millä edellytyksillä? Mitä hyötyjä ja toisaalta haittoja tällaisesta toimintamallista olisi?

Muutama vuosi sitten julkaistiin Korkeakouluvisio 2030 ja vastikään Digivisio 2030. Kumpaankaan ei ole määritely selkeää konkreettista tahtotilaa, minkä yleensä tulisi olla minkä tahansa vision ydin, ja jonka tulisi ohjata korkeakoulujen tulevaisuuden toimintamalleihin liittyviä strategisia päätöksiä. Korkeakoulujen autonomian vuoksi Korkeakouluvisioon ja Digivisioon ei ole tarkoituksenmukaista määritellä yksittäisten korkeakoulujen rooleja, profiileja ja toimintatapoja, mutta tulisiko määritellä yhteinen tahtotila koko korkeakoulujärjestelmälle? Yhteisen tahtotilan lähtökohtana olisivat yhteiskunnan, työelämän ja erilaisten oppijoiden tarpeet. Tahtotila ohjaisi yhteisten rakenteiden, mekanismien, alustojen, käytäntöjen ja palvelujen toteutusta.

### Digitalisaation haasteita tekniikan opetuksessa

Digitalisaation hyödyntämiseen liittyy monia virhekesityksiä ja asenteisiin liittyviä haasteita, myös korkeakouluissa ja erityisesti myös tekniikan koulutuksessa. Digitalisaatio ymmärretään usein kaipaasti teknologian hyödyntämisenä, lähiopetuksena toteutetun toiminnan tai läsnäoloa edellyttävän toiminnan korvaamisen mahdollistajana, jossa roolissa se on ikään kuin huono korvike paremmin toimiville läsnäoloa edellyttävälle toiminnalle – digitalisaation mahdollistama lisäarvo jää tällöin suurelta osin huomioimatta ja hyödyntämättä. Kun likipitään kaikki hyödyntävät teknologiaa lukemattomissa arkipäivän toiminnoissa, johtaa se myös helposti virhekesitykseen, että kaikki ovat digitalisaation asiantuntijoita. Laajemmassa perspektiivissä

Oulun kaupunkikin on määritellyt tavoitteekseen olla digitalisaation osaamiskeskittymä – ilmeisesti tätä pidetään itsestäänselvytenä, kun Oulu on tunnettu vahvasta ICT-sektoristaan. Käsitykseni on, ettei tavoite toteudu itsekseen vain siksi, että täällä ollaan hyviä erilaisten teknologisten ”härpäkkeiden” kehittämisessä, vaan digitalisaatio-osaamisen kehittämiseen tarvitaan aivan uudenlaisia monialaisia toimintaprosesseja.

Opettajat, jotka tunnetusti ottavat huonosti vastaan oppia muilta, ovat haastava ryhmä perehdytettäväksi digitalisaation mahdollisuuksiin. Tekniikan peruskoulutuksen saaneet ajattelevat usein olevansa luontaisesti digitalisaation asiantuntijoita, kun tietävät paljon teknologiasta ja sen kehittämisestä. Miten siis lähtökohtaisesti tekniikan opettajien perehdyttäminen digitalisaation hyödyntämismahdollisuuksiin osana korkeakoulun strategista kehittämistä onnistuu? Digitalisaation hyödyntäminen, lisäarvoa tuottavasti, edellyttää ennen kaikkea perehtymistä niihin toimintaprosesseihin, joissa hyötyjä sen käytöstä tavoitellaan – näin ammattikorkeakoulun opetuksessakin. Se edellyttää monialaista yhteistyötä, joka kokemukseni pohjalta on haasteellista tekniikan opettajille, jotka usein ovat vakuuttuneita tekniikan alan ylivertaisuudesta muihin osaamisalueisiin verrattuna. Lähtökohtana digitalisaatiota hyödyntävän opetuksen kehittämisessä tulee olla ko. substanssialueen keskeiset oppimistavoitteet, oppimis- tai ohjausprosessin kehittäminen – osin jopa automatisointi - tai vaikkapa työelämässä olevan oppijan työhön tai työuraan liittyvän keskeisen osaamisen kehittyminen. Monialaisen ja käytännönläheisen osaamisen hyödyntäminen on ammattikorkeakoulun vahvuus, jota pitäisi täysimääräisesti hyödyntää myös digitaalisen opetuksen kehittämisessä.

## **Digitaalisen opetuksen kehittäminen uudessa organisaatorakenteessa**

Oman haasteensa Oamkin tilanteeseen tuo yliopiston kanssa yhteinen palvelurakenne, jonka ”siipien suojassa” ja vahvassa kontrollissa nyt myös opetuksen kehittämisen toiminnot ovat. Ammattikorkeakoulut, ja Oamk siinä mukana, ovat kehittäneet työelämäläheistä opetustaan digitalisaation keinoin yhteisissä kehittäjäverkostoissa jo pitkään. On pidettävä huolta siitä, että Oamkissa tehty kehitystyö saadaan uudessakin organisaatorakenteessa hyödynnettyä ja yhteistyö amkien kehittäjäverkostoissa jatkumaan. Näin Oamk jatkossakin voisi säilyttää paikkansa ammattikorkeakoulujen digitaalisen opetuksen kehittämisen eturintamassa.

## **Lähteet:**

Nordlund Hanna. Korkeakoulutuksen digivisio 2030 – Suomesta joustavan oppimisen mallimaa. [www.digivisio2030.fi](http://www.digivisio2030.fi)

Opetus- ja Kulttuuriministeriö. Korkeakoulutuksen ja tutkimuksen visio 2030. [www.minedu.fi/korkeakoulutuksen-ja-tutkimuksen-visio-2030](http://www.minedu.fi/korkeakoulutuksen-ja-tutkimuksen-visio-2030)

Oulun yliopisto. Oulun yliopistosta Oulun ammattikorkeakoulun pääomistaja. [www oulu.fi/yliopisto/node/52866](http://www oulu.fi/yliopisto/node/52866)

## Tuotannon kehittäminen kollaboratiivisilla roboteilla

*Isoimmissa konepajoissa robotit ovat olleet jo pitempäänkin arkipäivää esimerkiksi työstökoneiden palvelussa. Viime vuosina kollaboratiiviset robotit eli cobotit ovat tuoneet pienillekin yrityksille mahdollisuuden hyödyntää robotiikkaa yrityksen tuotannossa. Cobotit ovat teollisuusrobotteihin verrattuna todella helppoja ottaa käyttöön ja ohjelmoida. Cobotit tunnistaa törmäyksen esimerkiksi ihmiseen tai pintaan ja pysähtyy aiheuttamatta edes mustelmaa. Useimmissa coboteissa tunnistus perustuu moottoreiden virrankulutuksen seurantaan. Cobotit ovat niiden turvallisuuden takia kuitenkin varsin maltillisen kokoisia ulottuvuudeltaan ja nostokyvyltään. Ulottuvuutta niillä on jopa 1 800 mm ja nostokykyä 20 kg. Yleensä pidempi ulottuvuus tarkoittaa pienempää hyötykuormaa, jottei törmäyksissä olisi liikaa liikkuvaa massaa ja hitausmomenttia. (Hull 2019)*

Suurimpana hyötynä on juuri se, etteivät cobotit vaadi järeitä turvalaitteita ympärilleen vaan voivat työskennellä turvallisesti ihmisen kanssa vierekkäin. Toki automaattisesti toimivat laitteet vaativat aina riskinarvion teon, mutta aitauksien ja valoverhojen poistaminen säästää paljon pinta-alaa tuotannosta. Turva-aitojen poisto lisää käytössä olevaa tilaa huomattavasti ja sallii ihmisen valvoa prosessia helposti ja luontevasti. Cobotin avulla voidaan päästä eroon monimutkaisista koneyhdistelmistä kappaleen manipuloinnissa, kun yhdellä cobotilla saadaan liikuteltua kappaletta eri työvaiheiden välillä. (Hull 2019)

Machine Tool Oy:llä Universal Robotsia edustavan Juho Liljamon mukaan nopeimmillaan cobotin saa konesovellukseen ohjelmoitua muutamassa kymmenessä minuutissa. Nopean ja helpon ohjelmoinnin ansiosta myös uusien kappaleiden opettaminen käy näppärästi vain muutamia reittipisteitä muuttamalla, joten cobotit soveltuvat mainiosti piensarjatuotantoon. Ohjelmointi onnistuu myös henkilöiltä, joilla ei ole korkeakoulutusta tai ohjelmointitaitoa. (Liljamo 2020)



### Työntekijän työnkuva murroksessa

Cobotit ja robotit muuttavat työntekijän toimenkuvaa melko radikaalisti. Kun robotit hoitavat yksitoikkoiset tehtävät, jää ihmiselle tehtäväksi valmistella työstettävät kappaleet, viimeistellä valmiit ja ennen kaikkea valvoa kokonaisprosessin laatua. Yksi ihminen voi konepalvelussa hoitaa noin kolmesta viiteen robottia ja työvaihetta. Robotti suorittaa tehtävänsä aina samalla tapaa, joten työkalujen kulumista pystytään seuraamaan ja ennustamaan tarkastikin. Robotti laskee esimerkiksi työsykliä määrät, joten huoltotilastoista saadaan tarkkoja ja ennustettavia. Koska robotin tekee varsinaista työtä, ehtii ihminen tehdä kunnossapidollisia tehtäviä kuten terähuoltoa tai työstökoneen offline-ohjelmointi ilman, että tuotanto kärsii. (Liljamo 2020)

Vaarallisissa ja raskaissa työtehtävissä robotin edut näkyvät selvästi. Työturvallisuus kasvaa huomattavasti, kun ihmisen ei tarvitse riskeerata omaa terveyttään. Tällaisissa tapauksissa takaisinmaksuaika lyhenee selvästi vähentyvien sairaspotilaiden ja työtaturmien ansiosta. Rasittavien työvaiheiden poistuessa ihmiset kykenevät olemaan töissä mahdollisimman pitkään ja hyväkuntoisina. (Liljamo 2002)

Perinteiset teollisuusrobotit ovat myös ottaneet askeleen kohti kollaboratiivisuutta. ABB:n teollisuusrobotteihin on saatavilla SafeMove2-ominaisuus, jossa robotin lähiympäristöä valvotaan turvalaserskannereiden avulla. Kun ihminen lähestyy robottia, alkaa se hidastamaan liikenopeuksiaan ja lopulta pysähtyy kokonaan, jottei törmäystä ihmisen kanssa ikinä pääse tapahtumaan. Alueen valvonta turvalaserilla on yksi keino poistaa turva-aidat, mutta turvalasereita saatetaan tarvita useampi



kohteesta riippuen ja niiden sijoittelu vaatii suurta huomiota kuolleiden kulmien välttämiseksi. (Innovative Safety Solutions with ABB's SafeMove2)

## Hankkeet auttamassa yritysten kehittymistä

Oulun talousalueella Oulun ammattikorkeakoulu (Oamk) on TEHOJA- ja Roboreel-hankkeiden avulla levittänyt cobottitietoisuutta yrityksiin. Hankkeiden avulla on tehty muutamassa vuodessa yli 50 käytännön cobottikokeilua yrityksiin. Kokeilut ovat olleet opiskelijaprojekteja, ja niiden tarkoitus on ollut tehostaa yrityksen tuotantoa. Esimerkiksi Posiolla Pentikin keramiikkatehtaalla cobotit ovat olleet oiva apu paikkaamaan kasvavaa työvoimapulaa. Lisäksi ne toimivat työkaluina työntekijöille tehden kuormittavat ja yksitoikkoiset työvaiheet. Siellä ollaankin investoimassa paljon robotiikkaan eri työvaiheiden helpottamiseksi.

Investointihinta robotille vaihtelee suuresti tarpeen ja kohteen mukaan. Halvimmillaan ja yksinkertaisimmillaan hankinta voi olla robotti, tarttuja ja itse tehty alusta kappaleille. Hankinta ja integrointi on sitä helpompaa ja halvempaa, mitä vähemmän tuotantoa tarvitsee muutella. Kappaleentuonti on yleensä ollut se suurin ongelma, kun siirrytään käsityöstä automatisoituun ratkaisuun. Tätä varten voidaan tuotantoa joutua muuttamaan paljonkin robotin molemmilta puolin, mikä ei välttämättä ole huono asia. Jos tuotantolinja on vanhaa ja kangistunut vanhoihin toimintatapoihin, voi uusimisen myötä tulla monia muita tehostavia uudistuksia.

## Robotti on laaja käsite

Robotti ei aina tarkoita 6-akselista käsivarsirobotia. Nyt käsillä olevan neljännen teollisen vallankumouksen myötä ohjelmistorobotiikkaa ja tekoälyä voidaan hyödyntää ennakoivassa kunnossapidossa. Tekoäly kerää dataa laitteiston antureista ja analysoi huoltohistoriaa, jonka pohjalta se osaa laskea seuraavan huollon tarpeen. Laskenta on riippuvainen huoltohistoriasta, ja onkin tärkeää syöttää tietokoneelle kaikki tehdyt huollot arvion tarkkuuden parantamiseksi. Etukäteen tehty ja suunniteltu huolto tai korjaus on aina halvempaa kuin laitteiston rikkoutuminen keskellä kiireisintä aikaa. (Liljamo 2020)

Esimerkiksi Amazonin Yhdysvaltojen päävaraston sisälogistiikka on robotisoitu mobiilirobottien avulla. Siellä robotiikka on toteutettu siten, että pakkaaja valitsee tuotteen ja robotti noutaa

tuotteen sijaan koko hyllyn, jossa tuote sijaitsee. Ratkaisu on yksinkertainen ja verrattaen edullinen, sillä varastorobottien ei tarvitse poimia yksittäisiä pieniä ja monimuotoisia tuotteita, vaan ne liikuttavat yksinkertaisia ja standardisoituja hyllyjä. Mobiilirobotti voikin olla hyvä ratkaisu moneen tehtäseen, jossa joudutaan siirtelemään lavoja tai hakeja pitkiä matkoja. (Ahmed 2016)

Oulun yliopistollisessa sairaalassa on kellarissa koudulla varustettu MiR100-mobiilirobotti liikuttelussa leikkausvälineitä leikkaussalin ja väli-nehuollon välillä. Siirtymää kertyy yhdellä reissulla noin 700 metriä, joten hyöty on jo merkittävä. Robotille tehdään kuljetustilaus joko kännykällä, tabletilla tai tietokoneella, ja robotti osaa väistellä esteet näiden kahden pisteen välillä. (Juopperi 2018)

## Hankintaa tulee tarkastella useammalta kantilta

Robotiikalla ei välttämättä aina saavuteta alentuneita kustannuksia tuotannossa, vaan hyödyt tulevat esiin työturvallisuuden lisääntymisessä ja robotiikan avulla tehostuneessa tuotannossa. Monet Oamkin kanssa yhteistyötä tehneet yritykset ovat todenneet, että robotiikkaan on pakko investoida tulevaisuudessa kilpailukyvyyn ja tuotannon säilyttämiseksi. Investointia varten kannattaa kuitenkin tehdä aina strategia ja toimintasuunnitelma. Robotiikka ei automaattisesti paranna muuten huonoa tuotantoa, vaan kokonaisuus vaatii aina kokonaisvaltaista tarkastelua analysointia ja optimointia. Usein on järkevää tehdä tuotantoon Lean-tarkastelu hukan vähentämiseksi ja tuotannon kehittämiseksi ennen, kuin lähdetään automatisoimaan hukkaa.



Varsinkin pk-yrityksillä robotiikkaan investointi voi olla haastavaa, sillä hintalappu voi olla mitä vain noin 30 000 eurosta yli 100 000 euroon. Monissa ammattikorkeakouluissa ja yliopistoissa onkin alettu investoida omaan robotiikkaan ja koulutukseen, joten niiden kautta on mahdollista saada

apua suunnitteluun tai jopa käytännön kokeilu robotin kanssa. Suomesta löytyy myös monia suunnittelutoimistoja, myyjiä ja integraattoreita, jotka myös mielellään avustavat suunnittelussa.

## Lähteet

Ahmed, Bubli 2016. Amazon warehouse robots. Video. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=4sEVX4mPuto>. Hakupäivä: 27.10.2020

Hull, Tina 2019. A Guide to Collaborative Robot Safety. Saatavissa: <https://www.techbriefs.com/component/content/article/tb/pub/features/articles/34385>. Hakupäivä: 5.10.2020.

Innovative Safety Solutions with ABB's SafeMove2. Robot-Worx. Saatavissa: <https://www.robots.com/blogs/innovative-safety-solutions-with-abbs-safemove2>. Hakupäivä: 5.10.2020.

Juopperi, Hanna 2018. Toivo puurtaa yksin sairaalan kellari-käytävässä – vuorotta töitä paiskiva robotti ja muut keksinnöt vapauttavat aikaa hoitotyöhön. YLE. Saatavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-10103822>. Hakupäivä: 13.11.2020.

Liljamo, Juho 2020. Myynti-insinööri, Machine Tool Oy. Puhelinhaastattelu 9.10.2020.



## OAMK- YO- ja OSAO-opiskelijat yhdessä oppimassa infran tietomallinnusta OuluZone-viikolla

*Viikon 44 aikana Oulun ammattikorkeakoulun (Oamk) infra-alan insinööri- ja rakennusmestariopiskelijat sekä Oulun yliopiston (OY) yhdyskuntatekniikan opiskelijat kokoontuivat yhdessä perehtymään infrarakentamisen tietomallintamiseen. Konkreettisena rakennuskohteena oli jo viidentenä vuonna peräkkäin OuluZonen moottoriurheilukeskukseen rakenteilla oleva speedwayrata. Koneet ja koneiden kuljettajaopiskelijat olivat OASAO:n Haukiputaan yksiköstä.*

Viikko alkoi Oulun ammattikorkeakoulun ja Oulun yliopiston opiskelijoiden vierailulla OSAO:n Haukiputaan ammattiopistoon, jossa maarakennusalan opettajat esittelivät aluksi oppilaitoksensa toimintaa. OSAO:ssa koulutetaan mm. maarakennuskoneiden kuljettajia.

OSAO:n henkilökunta oli valmistellut opiskelijoille monipuolisesti tutustumisrasteja, joilla oli esitellyssä mm. täysperävaunullinen kuorma-auto, kaksi erilaista nosturiautoa, pyöräkuormaaja ja kaivinkone. Erityisen mieluisaa opiskelijoista oli, kun he saivat vuorollaan nousta kuorma-auton hyttiin, jotkut ensimmäistä kertaa elämässään, ja jopa kokeilla kaivinkoneella kaivamista koneohjausmallin avulla. Opetukseen kuului myös opastusta koneiden käyttöönottotarkastuksen tekemiseen ja nostotyösuunnitelmaan perehdyttäminen.



*Tela-alustaisen kaivinkoneen esittely*

Tiistaipäivä oli varattu asiantuntijaluennolle, mikä toteutettiin aiemmista vuosista poiketen etäluentoina koronapandemian vuoksi. Luennoissa eri yritysten edustajat kertoivat infran tietomallinnuksen nykytilasta, sen käyttöön ja kehitystyöhön liittyvistä asioista sekä infrahankkeiden suunnitteluun ja toteutukseen liittyvistä tehtävistä, haasteista ja tulevaisuuden näkymistä.

Aiemmista vuosista poiketen opiskelijat olivat tutustumassa varsinaiseen työmaakohteeseen, speedwayradan rakentamiseen moottoriurheilukeskus OuluZonessa, vain yhden päivän ajan. Koska nykyaikaisten 3D-mallien pohjalta koneautomaation avulla rakennettavien työmaiden seurannasta ja valvonnasta vastaavat henkilöt voivat seurata töiden etenemistä etänä erilaisten pilvipalvelusovellusten avulla, ajattelimme kokeilla samanlaista mallia myös tällä opintojaksolla: toinen puoli opiskelijoista oli OuluZonen työmaalla ja toinen puoli etäyhteyden päässä Linnanmaalla vuoropäivin.

### Työt alkavat

Opiskelijat oli jaettu ryhmiin siten, että jokaisessa ryhmässä oli yliopisto-opiskelijoiden lisäksi sekä insinööri- että rakennusmestariopiskelijoita OAMK:sta, koska ainakin isoissa hankkeissa yleensä työskentelee kaikkia näitä ammattiryhmiä. Ajatuksena oli myös tutustuttaa eri koulutusalojen opiskelijoita toisiinsa eteenkin nyt, kun toimimme samalla Linnanmaan kampuksella.

OuluZoneen rakennettavan speedwayradan on suunnitellut ja mallintanut Martti Mikkonen Mitta Oy:stä. Idean isä on professori Rauno Heikkilä Oulun yliopistosta. Hänen johdollaan aikanaan järjestettiin yhteistyössä muutamien muiden oppilaitosten kanssa 30 opintopisteen laajuinen infran tietomallinnuksen pilottikurssi, jonka osanottajat ja luennoitsijat olivat infra-alan ammattilaisia. Sen yhteydessä OuluZonessa ensimmäisen kerran alan yritykset esittelivät infrarakentamiseen ja tietomallinnukseen liittyvää kalustoa ja laitteita. Siitä messutapahtumasta on edetty tähän vuosittain yhden viikon kestävään speedwayradan rakentamistapahtumaan. Toistaiseksi on suoritettu vain radan maanleikkaustyötä ja siirretty leikkausmassoja radan toisen reunan penkereisiin. Jatkossa on tarkoitus päästä rakentamaan myös radan kerrosrakenteita. Tänä vuonna runsaista sateista johtuvan maan pehmentymisen vuoksi massojen siirtoon ei voitu käyttää kuorma-autoja, vaan kalustona oli kolme kaivinkonetta, pyöräkuormaaja ja perävaunullinen traktori.

OuluZonen rastien vetäjät olivat joko yritysten edustajia, oppilaitosten opettajia tai muuta henkilöuntaa. Opiskelijat tutustuivat maarakennustyömaan lisäksi työmaanpäällikön, valvojan, turvallisuuspäällikön ja automaatio-operaattorin tehtäviin sekä dronella tehtävään valvontaan. Samanaikaisesti he tarkastelivat ympäristön työturvallisuutta täyttämällä ryhmittäin MVR (Maa- ja vesirakentamisen turvallisuuden arviointi) – mittauslomaketta.



*Speedwayradan maanleikkaustyö*

Linnanmaalla oli rastit tilaajalle, työpäällikölle, suunnittelijalle, työturvallisuuspäällikölle ja dronekuvaukselle. Sisätiloissa vuorovaikutteisuus rastian vetäjän ja opiskelijoiden kesken koettiin maasto-olosuhteita helpommaksi. Ideana oli, että etäyhteyden avulla päästään seuraamaan OuluZonen työmaan etenemistä ja tapahtumia Linnanmaalta ajantasaisesti.

- **Torstaina työn tilaaja keskeytti työmaan ja pyysi työmaakatselmuksen järjestämistä saatuaan puolustusvoimien edustajalta tiedon kaivalueella sijaitsevasta puolustusvoimille kuuluvasta kaapelista.**

Kuten jokaisella työmaalla, myös OuluZonessa sattui kaivutyön yhteydessä yllätyksiä, joihin suunnitelmissa ei tiedetty varautua. Keskiviikkona leikkaustyön yhteydessä paljastui turvekerros, jota ei ollut havaittu pohjatutkimuksilla. Torstaina työn tilaaja keskeytti työmaan ja pyysi työmaakatselmuksen järjestämistä saatuaan puolustusvoimien edustajalta tiedon kaivalueella sijaitsevasta puolustusvoimille kuuluvasta kaapelista. Tilanteeseen oli ennalta laadittu käsikirjoitus ja oli tarkoitus, että jokainen opiskelijaryhmä toimii viimeisellä rastiilla olevan roolinsa mukaisesti. Katselmuksia saatiin tehtyä ja osapuolet pääsivät yhteisymmärrykseen tarvittavista toimenpiteistä, jotta työmaata päästäisiin jatkamaan.

## Lopuksi palautetta

OuluZoneviikon päätteksi opiskelijat keskustelivat omista ryhmissään ja antoivat omat palautteensa työryhmälle, joissa toivoivat mm. ennako- tai rasteitehtäviä. Osa opiskelijoista koki työmaan olevan aika vaatimaton maarakennushanke ja katselmuksen olleen aika sekava. Opiskelijat palauttivat myös MVR-lomakkeensa. Opintojakson osalta heille jäi vielä työstettäväksi oppimisraportit, jossa he myös voivat antaa palautetta ja kehittämissideita.

Joka vuosi OuluZoneviikko on toteutettu hiukan erilaisena edellisvuoteen verrattuna. Nytkin saadun palautteen pohjalta tulemmekin tekemään ensi vuoden ohjelmaan muutoksia. Katselmuksen käsikirjoitukseen on otettu vaikutteita todellisten työmaiden kokemuksista, jotka saattavat välillä olla aika värikkäitä. Opiskelijoilla ei vielä näitä kokemuksia ole kovin paljoa, joten seuraavalla kerralla opiskelijat kannattaa perehdyttää tilanteeseen ja rooleihin ennakolta.

Speedwayradan leikkaus- ja pengerrystyömaa on tosiaan aika pieni maarakennustyömaa ja siellä on havaittavissa mm. turvallisuuspuutteita. Asiaan on mahdollista saada parannus, sillä Risto Lappalainen Väylä-virastosta, joka toimi OuluZoneviikon työturvallisuusasiantuntijana, lupasi järjestää ensi syksynä opiskelijaryhmälle vierailun jollekin Oulun seudun isolle väylätyömaalle. Ehkäpä sitten työmaavierailun jälkeen opiskelijat voivat mennä opeineen OuluZoneen ja laittaa työmaan kuntoon.

Tällaisen oppimisviikon järjestelyissä on monenlaisia tehtäviä, eikä se onnistuisi ilman monialaisia erikoisosaajia ja innostusta. Erytiskitokset kaikille yritysten edustajille, jotka uhrasivat aikaansa opiskelijoittemme hyväksi. Kiitokset myös projektissa mukana olleille Oulun yliopiston ja OSAO:n henkilöille sekä OAMK:n opettajakollegoille. Ensi syksynä palaamme taas OuluZoneen.

## Askeleen lähempänä RALA-sertifikaattia

*Toimintajärjestelmä on osa rakennusalan organisaatioiden laatukulttuuria. Se on työkalu, jonka avulla voidaan parantaa rakentamisen laatua ja seurata laadun toteutumista sekä kehittää yrityksen toimintaa. Joonas Mettovaaran opinnäytetyössä kehitettiin yrityksen toimintajärjestelmä vastaamaan RALA-sertifikaattia.*

Rave Rakennus Oy on Ylivieskaan vuonna 2002 perustettu rakennusliike. Rakennusliike on laajentanut toimintaansa Ouluun vuonna 2018. Rave Rakennus Oy:n toimintajärjestelmän uusiminen tuli ajankohtaiseksi, kun yritys päätti hakea RALA-sertifikaattia. Toimintajärjestelmä uusittiin vastaamaan sertifikaatin arviointiperusteita. RALA-sertifikaatti on rakennuslalle tarkoitettu toiminta- ja laadunhallintajärjestelmän arviointimenettely, joka parantaa kilpailukykyä ja toiminnan laatua, jonka arvioi kolmas osapuoli.

Yritykseltä puuttui rakennushankkeen aloitusvaiheen dokumentti, jossa olisi selitetty työvaiheet, joita hankkeen alussa tulee tehtäväksi. Dokumentin tavoitteena oli helpottaa rakennushankkeessa toimivien työnjohtajien tarvitseman tiedon löytämistä. Aloitusvaiheen dokumentin avuksi suunniteltiin tehtävälisteraus, johon työmaan toimihenkilöt kirjaavat henkilöiden vastuut ja aikataulut, sekä linkittävät tiedostot, joita rakennushankkeessa tarvitaan.

- **RALA-sertifikaatti on rakennuslalle tarkoitettu toiminta- ja laadunhallintajärjestelmän arviointimenettely, joka parantaa kilpailukykyä ja toiminnan laatua.**

### Työvaiheiden läpikäyminen

Toimintajärjestelmän uusiminen aloitettiin vertaamalla vanhaa järjestelmää RALA-sertifikaatin arviointiperusteisiin. Yrityksen toimintajärjestelmään kuuluvat dokumentit ja asiakirjat käytiin lävitse ja valittiin, mitkä dokumentit ja asiakirjat olivat sertifikaatin vaatimalla tasolla, mitkä täytyi muokata ja mitä puuttui. Näin saatiin raamit uudelle toimintajärjestelmälle. Selvityksen jälkeen aloitettiin asiakirjojen ja dokumenttien muokkaus sekä uudistaminen. Uuden toimintajärjestelmän rakenne on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Toimintajärjestelmän asiakirjat

Turvallisuusasiakirja
Kustannushallinnan tarkastaminen
Litterointiohje
Mittalaitteiden kalibrointipöytäkirja
Purkutyösuunnitelma
Kalustosuunnitelma
Työmaan aloituspalaveri
Työvaiheen aloituspalaveri
Aliurakan aloituspalaveri
Kosteudenhallinta suunnitelma
Elementtirakenteiden asennusuunnitelma
Betonointipöytäkirja
Työmaa-alue kyltti
Laatusuunnitelma
Ympäristösuunnitelma
Laadunvarmistusmatriisi työvaiheittain
Laadunvarmistusmatriisi työvaiheittain
Turvallisuussuunnitelma
Putoamissuojauksusuunnitelma
Pölynhallintasuunnitelma
Työmaaopas
Toimintasuunnitelma
Potentialisten ongelmien analyysi
Viranomaisten tarkastukset
TR-mittari
Perehdytyslomake
Kuivakalvon mittauspöytäkirja
Tulitöiden valvontasuunnitelma
Tulityölupataulukko
Itselleluovutus asiakirja
Muuttotarkastuslomake
Asukasreklamaatiolomake

Dokumentiin kerättiin tietoa rakennushankkeen aloituksessa olevista työvaiheista. Aloitusvaiheen dokumentin tekeminen aloitettiin selittämällä rakennushankkeen kulku lyhyesti. Ilmoitus- ja lupamenettelyssä käytiin läpi rakennus- ja purkamislupaa koskevat määräykset, vastaavan työnjohtajan, KVV- ja IV-työnjohtajan ja turvallisuuskoordinaattorin vastuut sekä rakennushankkeessa tehtävät ilmoitukset. Seuraavaksi kerättiin tiedot rakennusvalvontaviranomaisen toimista rakennushankkeessa. Rakennusvalvontaviranomainen on

mukana hankkeen alusta loppuun, alkaen aloituskokouksesta ja päättyen loppukatselmukseen. Tuotantoa valmisteleviin toimenpiteisiin kirjattiin kaikki osa-alueet, jotka vaikuttavat rakennushankkeen aloitukseen. Näitä ovat työsuojelu, tuotannon suunnittelu, aikataulut, hankinta ja talous.

Toimintajärjestelmän uudistamisen myötä huomattiin siihen kuuluvien asiakirjojen ja dokumenttien etsimisen olevan hankalaa yrityksen verkkokansiossa. Tätä helpottamaan luotiin yritykselle tehtävälisteraus, johon linkitettiin kaikki tarpeelliset tiedostot ja samalla tehtiin niille oma uusi verkkokansio. Tehtävälisterausta pystytään samalla hyödyntämään rakennushankkeen alkaessa ja sen avulla voidaan jakaa vastuu työnjohdon kesken.

## Helpotusta työntekoon

Toimintajärjestelmän uusimisen myötä huomattiin, että toimintajärjestelmän jatkuva kehittäminen ja auditointi on tarpeellista ja sillä pystytään parantamaan rakentamisen laatua.



*Rave Rakennuksen työmaa Tervahovin Mylly Oulussa.*

Työntekijät olivat kaivanneet dokumenttia rakennushankkeen aloitukseen, koska se helpottaisi tiedon etsimistä ja näin myös nopeuttaisi työntekemistä. Yrityksen verkkokansiossa asiakirjojen ja dokumenttien etsiminen oli työntekijöiden mielestä

hankalaa, koska asiakirjat olivat kaikki eri kansioissa ja monen klikkauksen päässä. Yritykselle luotiin tehtävälisterauksen myötä uusi kansio, josta kaikki tarvittavat löytyy.

## Hyvän rakentamisen tukena

Opinnäytetyön tuloksena syntyi yritykselle selkeä ja yhtenäinen toimintamalli, jota voidaan hyödyntää kaikissa eri kokoisissa rakennushankkeissa. Toimintamallia on mahdollisuus muokata tarvittaessa ja se on myös suotavaa, jos siinä huomataan ongelmakohtia.

Rakennushankkeessa voi olla useita työnjohtajia, jolloin työnjohtajien työnjako ei ole välttämättä täysin selkeä. Tehtävälisterauksen tavoitteena on selkeyttää työnjakoa. Tämän myötä työnjohdon työ helpottuu ja työntekijät tietävät työnjohtajien roolit ja vastuut rakennushankkeessa.

Aloitusvaiheen dokumentti auttaa työnjohtajien työtä ja helpottaa työntekemistä työvaiheessa, jossa on paljon tehtävää ja mahdollisesti myös kiire. Aloitusvaiheen dokumentin ja tehtävälisterauksen avulla pystytään vähentämään virheitä aloitusvaiheessa. Tämä parantaa yrityksen laatukulttuuria ja hyvää rakentamista.

Aloitusvaiheen dokumenttia voidaan hyödyntää myös mallina muissa työvaiheissa. Työvaihedokumentteja tulisi jatkossa tehdä lisää rakennus- ja lopetusvaiheesta, jotta yrityksen laatukulttuuri parani entisestään.

Toimintajärjestelmän uusiminen mahdollistaa yritykselle RALA-sertifikaatin hakemisen. Opinnäytetyön aikana yrityksen sertifikaatin hakuprosessi käynnistyi ja se sai RALA-pätevyyden. Tällä hetkellä yritys odottaa RALA-sertifikaatin tuloksia.

## Lähteet

Laatua turvallisuudesta tinkimättä. 2020. Rave Rakennus Oy. Saatavissa: <https://raverakennus.fi/fi/laatua-turvallisuudesta-tinkimatta>

Mettovaara, J. 2020. Toimintajärjestelmän uusiminen vastamaan RALA sertifikaattia. Opinnäytetyö. Oulun ammattikorkeakoulu

RALA-sertifiointimenettely. 2020. RALA Rakentamisen laatu. Saatavissa: <https://rala.fi/tuotteet/sertifiointi/rala-sertifiointimenettely/>

## Oamkin rakentamistekniikan uudet opiskelijat aloittivat opintonsa työturvallisuuskorttikoulutuksella

*Kaikille Oulun ammattikorkeakoulun rakentamistekniikan uusille opiskelijoille järjestetään heti kouluun tullessa työturvallisuuskorttikoulutus. Se on yhden työpäivän kestävä koulutus, jossa opetetaan perusasiat rakennustyömaan työturvallisuudesta. Läpäistyään kurssin tentin opiskelija saa työturvallisuuskortin. Kortista on hyötyä, kun opiskelijat hakevat keväällä kesätyö- ja harjoittelupaikkaa, sillä rakennusalan yrityksissä sekä rakennustyömailla työturvallisuuskortti on minimivaatimus, jota ilman työpaikalle ei ole asiaa. Kortti on voimassa 5 vuotta. Oulun ammattikorkeakoulussa työturvallisuuskorttikoulutus maksaa opiskelijalle vain 15 €.*

Vuonna 2002 alkanut työturvallisuuskorttikoulutus ja sen myötä annettu työturvallisuuskortti on vaatimus monella alalla. Joka vuosi yli 100 000 henkilöä suorittaa työturvallisuuskortin Suomessa. Työturvallisuuskortti on alun perin suurten yritysten, kuten paperi- ja terästehtaiden sekä rakennusliikkeiden yhdessä vakuutusalan kanssa kehittämä työturvallisuuden peruskoulutus. Koulutuksella annetaan perustieto työturvallisuudesta yhteisellä työpaikalla. Koulutus on samansisältöinen koko Suomessa ja se kestää yhden työpäivän. Korttijärjestelmää sekä korttiresisteriä kortin haltijoista pitää yllä työturvallisuuskeskus.

Työturvallisuuskortin lisäksi rakennusalalla tarvitaan muitakin turvallisuuskoulutuksia. Ns. työelämäkortteja voi työntekijä tarvita useita. Tieturvakorttia tarvitaan tie- ja katutyömailla työskenneltäessä ja rataturvakorttia ratatyömailla. Näiden lisäksi tilaaja voi vaatia ensiapukoulutusta rakennustyöhön osallistuvilta. On myös paljon eri työpätevyyksiä erikoistoihin, kuten mm. panostaja, sukeltaja sekä ajoneuvonosturinkuljettaja. Lisäksi tarvitaan tulityökortti, kun tehdään työtä, jonka tekemisessä syntyy kipinöitä tai jossa käytetään liekkiä tai muuta lämpöä ja joka aiheuttaa palovaaraa.

### Tulevaisuudessa tapaturmaton rakennustyömaa

Rakennusalan työturvallisuus on kehittynyt Suomessa positiiviseen suuntaan viimeisen 20 vuoden aikana. Yhtenä syynä tähän voidaan pitää korttikoulutusta. Suuret rakennusyritykset ovatkin ottaneet työturvallisuuden tärkeäksi kehityskohteeksi, sillä on huomattu, että tapaturmattomuus tuo hyvän yrityskuvan lisäksi myös taloudellisia säästöjä. Myös taloudellisiin seikkoihin kiinnitetään koulutuksessa huomiota. Tärkeä viesti koulutuksessa onkin, että tapaturmat

aiheuttavat turhia kustannuksia ja tapaturmien ehkäiseminen lisää tuottavuutta.



*Työtapaturmista suurin osa johtuu kaatumisista ja putoamisista [4]*

Työturvallisuutta kuvataan tapaturmataajuudella. Tapaturmataajuus tarkoittaa sattuneiden tapaturmien ja tehtyjen työtuntien suhdetta. Suhde lasketaan miljoonaa työtuntia kohden. Taajuutta käytetään eri toimialojen välisessä vertailussa, mutta esim. rakentamisessa rakennusyritysten vertailussa. Yhdeksi tapaturmaksi lasketaan sellainen työssä sattunut tapaturma, jossa on vähintään yksi työkyvyttömyyspäivä. Rakentamisen tapaturmataajuus on laskenut tasaisesti viimeisten vuosien aikana. Esimerkiksi vuonna 2005 tapaturmien yleisyyttä kuvaava tapaturmataajuusluku oli koko alalla yli 80 ja vuonna 2019 se oli 29. Parhaiden rakennusyritysten tapaturmataajuudet ovat vakiintuneet alle 10:een. [1]

### Rakennusalalla sattuu eniten työtapaturmia

Suurin osa työturvallisuuskortin ensimmäistä kertaa suorittavista on oppilaitoksissa opiskelevia nuoria, jotka tarvitsevat korttia tulevaisuudessa kesätyöpaikassa ja työharjoittelussa. Näin asia on myös Oamkin rakentamistekniikan osastolla, missä koulutus annetaan kaikille ensimmäisen



vuoden opiskelijoille. Rakennusosaston koulutuspaketti on suunnattu sekä insinööri-, rakennusmestari- että rakennusarkkitehtipokkailijoille, joten kurssi opetetaan rakennusalan lisämateriaalilla. Kurssit järjestetään elokuussa ns. intensiiviviikolla ennen varsinaisen opetuksen alkua.

Työturvallisuuskoulutus on tärkeää myös siksi, että rakennusala on korkeimman riskin teollisuuden ala Suomessa. Alalla sattuu eniten työtaturmia. Työturvallisuuskoulutuksen taustalla ovat luonnollisesti myös työturvallisuuslaki sekä asetukset. Työturvallisuuskorttikoulutuksessa käsitellään työturvallisuuden perusasioita sekä alakohtaisia asioita. Päivän aikana opiskelija oppii tuntemaan rakennustyömaan vaarat ja kuormitustekijät sekä niiden vaikutukset. Lisäksi hän harjaantuu tunnistamaan vaarat ja oppii löytämään keinot, miten ne voidaan joko poistaa kokonaan tai ainakin pienentää niiden vaikutusta.

Koulutuksella pyritään myös vaikuttamaan nuorten aikuisten asenteisiin suhtautumisessa työturvallisuuteen. Positiivinen asenne työturvallisuutta kohtaan yritetään viestittää opiskelijoille, joista osa on todella nuoria ja seuraavana kesänä ensimmäistä kertaa työelämään lähdössä juuri rakennustyömaalle. Turvallisuus onkin eräs tärkeä osa opetusta rakennusosastolla, sillä juuri nämä nuoret jatkavat kehitystä työturvallisuudessa kohti tapaturmatonta rakennustyömaata.

## Suurin osa poissaoloista johtuu kompastumisista sekä kaatumisista

Kurssipäivän aikana keskustellaan myös rakennustyömailla sattuneista työtaturmista. Rakennusosalalla jopa 3 000 työtaturmaa vuodessa aiheutuu, kun joku kaatuu tai kompastuu. Näiden ehkäisemiseksi on olemassa yksinkertaiset keinot: pidetään työmaa järjestyksessä ja siistinä. Erään suuren rakennus liikkeen johtohenkilö toteaaakin rakennuslehden artikkelissa, että ”pahvilaatikot ja portaat ovat iso riski meidän työmailla”. [3]

Koulutuspäivän aikana tarkastellaan rakentamistyössä tapahtuneiden tapaturmien suhtautumista muihin toimialoihin sekä mitetään, mistä tapaturmat johtuvat. Lisäksi pohditaan, mitä rakennustyömaalla voidaan tehdä tapaturmien ennaltaehkäisemiseksi. Helpoin keino vähentää kompastumisia, liukastumisia sekä putoamisia on vaaran paikkojen merkitseminen työmaalla sekä

oikeiden suojavälineiden käyttö ja niiden käytön valvonta.

## Digitalisaatio näkyy myös korttikoulutuksissa

Opiskelijat, jotka lähtevät kesätöihin infrapuolelle, tarvitsevat myös Tieturva 1 -kortin, sillä tiellä ja kadulla työskentely luokitellaan vaaralliseksi työksi. Tieturva 1 -koulutuksesta vastaa Väylävirasto, ja tieturvakoulutus on muuttunut kokonaan verkkokoulutukseksi 1.1.2020. Koulutus on lisäksi ilmainen.

Koronainfluenssan aiheuttamien rajoitusten vuoksi myös työturvallisuuskorttikoulutusta on alettu Suomessa pitämään webinaareina eli verkkototeutuksina. Tulevaisuus näyttää, muuttuko työturvakorttikoulutus myös kokonaan verkkokoulutukseksi. Tänä syksynä Oamkin rakentamistekniikan osaston intensiiviviikolla koulutettiin lähiopetuksena 5 luokallista uusia opiskelijoita, joista toivotaan tulevaisuuden turvallisen rakennustyön osajia sekä kehittäjiä.

### Tapaturmataajuus, rakennusliikkeet

Yhtiö/konserni	2019	2018	2017	2016
Rakennuspalvelu J. Martti & Co	0,0	24,0	12	
Ralf Ajalin	1,0	2,0		
JM	2,5	6,3	4,8	5,7
Asfalttikallio	3,3	22,2	16,3	
Terramare	4,9	12,5	11,3	7,8
Destia	5,6	5,8	10,5	5,9
Skanska	6,0	8,2	6,8	6,4
Restok	6,7	9,8		
Delete Demolition	7,0	16,0		
LTU Group	7,0	23,0	18	25
NCC	7,5	11,0		
E.M. Pekkinen	7,6	18,5	35,7	37,9
Kreate	9,1	16,4	12,5	16,2
NRC Group Finland	9,5	8,1	5,1	
YIT	10,5	9,7	13	11
Consti	11,0	19,0	20,8	22
ATL-Rakennushuolto	12,5	12,0		
Lujatalo konserni	13,3	24,2	18,5	16,4
Fira	13,6	15,2	12,5	17,7
Peab	14,0	13,0	19	26
Varte konserni	15,1			
Rakennusliike Lapti -konserni	15,2	14,6	35,2	21,2
SRV	16,8	16,7	5,6	14,6
Hartela	17,0	17,1	25,6	17,1
Rakennustyöt Ville Kauppi	18,8	21,3		
Pohjola Rakennus	18,9	11,9	12,2	13
NyCon	20,0			
Lapin Teollisuusrakennus	21,1	12,7	47,5	
GRK konserni	21,6	12,7		
Kuntec	22,5	13,7	18,7	11,3
Rakennusliike Sorvoja	24,0	33,0		
Pylon	24,9	17,4		
Hausia	26,4	11,9	23,3	11,2
Pohjonen	26,4	32,6	24,9	18,7
Evälahti konserni	27,6	22,3	26,5	70,6
Lehto	29,0	43,0	28	24,8
Savon Kuljetus	30,0	38,0	74	45
Inlook	32,0	40,0	45	29
Temotek Group	34,2	45,3	51,8	43,9
Wasa Dredging	34,3			
Arkta	36,0	24,0	12	
Kaukomaalaus	40,0	48,0	36	29
Rakennustoimisto K. Tervo	47,0	95,0	63	52,3
Maarakennus T. Haavisto	48,0	49,0		
U-H Rakennus	66,2	19,6	48,6	44,1

1. Sika. Rakennusliikkeen turvallisuusraportti

Rakennusliikkeiden tapaturmataajuus/miljoona työtuntia [2]

## Lähteet:

[1] Seppo Mölsä, 30.4.2020. Suomi on turvallisin maa rakentajalle, Rakennuslehti nro 16/2020.

[2] Rakennusteollisuus. Työturvallisuus rakennusalalla, perustietoa. Rakennusalan työtaturmat ovat viime vuosina vähentyneet, vaikka tehtyjen työtuntien määrä on noussut. Hakupäivä 22.8.2020. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Tyoturvallisuus/Tyoturvallisuus-rakennusalalla-perustietoa/>

[3] Taru Taipale, 30.4.2020. Pahvilaatikot ja portaat ovat iso riski työmaalla, Rakennuslehti nro 16/2020.

[4] Rudus turvapuisto

**OAMK**  
OULUN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opiskele ammattilaiseksi Oamkissa

### Avoim AMK

#### Highway-opinnot

Opiskelupaikka Oamkista jo toisen asteen opintojen aikana

### AMK-tutkinnot

#### YAMK-tutkinnot

Autoala

Hitsausala

Lean-johtaminen

Robottiikka

Rakennusprojektin tehokas johtaminen

Talotekniikka

Water and Environmental Management

**#luotataitseesi**

**oamk.fi**



# Oulun yliopiston ja Oulun ammattikorkeakoulun hybridilaboratorion älykäs 400 V:n sähköverkko ja datan hyödyntäminen

*Sulakkeet soveltuvat erityisen hyvin sähköverkon suojaukseen ominaisuuksiensa ansiosta. Sulakkeet rajoittavat muun muassa oikosulkuvirtaa, ja sähköverkon selektiivisyys on helppo toteuttaa. Katkaisijat soveltuvat erinomaisesti älykkääseen sähköverkkoon niistä saatavan datan takia. Linnanmaan hybridilaboratorion sähköverkko on toteutettu pääosin katkaisijoilla ja jokaisesta keskuksen lähdestä saadaan tietoa kerättyä talteen jatkokäsittelyä varten.*

Sähköala elää muutoksen kourissa. Esimerkiksi omakotitaloista, suurista liikehuoneistoista, julkisista rakennuksista, teollisuudesta ja sähkönsiirto verkoista tulee entistä enemmän älykkäämpiä kokonaisuuksia. Yksittäisistä sähkölaitteista tulee yhä älykkäämpiä, ja niiden dataa voidaan hyödyntää esimerkiksi eri järjestelmien ohjauksissa. Erilaiset suunnitteluohjelmistot sisältävät nykyään hyvin paljon dataa, jota voidaan hyödyntää muun muassa eri suunnittelualojen tiedon vaihdossa.

Muutos ei koske yksistään sähköalaa, vaan tietoverkot, infra ja koko energia-ala elävät jatkuvassa muutoksessa. Kaikissa järjestelmissä ja kokonaisuuksissa on hyvin paljon tietoa eli dataa, jota ei vielä oikein osata hyödyntää riittävän tehokkaasti. Ongelmaksi voi koitua se, ettei ole riittävää osaamista datan purkamiseen.

**Sähkösuunnittelijan kuten muidenkin suunnittelijoiden tulee osata keskustella ja vaihtaa tietoa tehokkaasti ja järkevästi.**

## Yhdistetty oikosulkusuojauksen katkaisukyky

Puhuttaessa yhdistetystä oikosulkusuojauksesta (combined short-circuit protection) tai yhdistetystä oikosulkusuojauksen katkaisukykyä (combined short-circuit capability), jossa on sarjassa kaksi oikosulkusuojaa, SFS 6000 -standardin kohdan 434.5.1 mukaan pienempi katkaisukyky sallitaan, jos suojalaitteen syöttöpuolella on riittävän katkaisukyvyyn omaava toinen suojalaite. Tällaisessa tapauksessa molempien suojalaitteiden ominaisuudet on sovittava yhteen niin, ettei suojalaitteiden läpi kulkeva energia ylitä arvoa, jonka kuormituspuolen suojalaite ja suojattavat johtimet vahingoittumatta kestävät. Yksityiskohtaisia tietoja suojalaitteiden valinnassa huomioon otettavista seikoista saa kunkin laitteen valmistajalta. (1, s. 9; 2, s. 12.)

## Varasuojaus

Varasuojaus ei standardin SFS6000 mukaan kata yhdistettyä oikosulkusuojauksia. Joissain muissa

julkaisuissa back-up-protection tarkoittaa kaikkia suojaustapoja, joissa yleensä syötön puolella oleva suojalaite toimii yhdessä kuormituksen puoleisen suojalaitteen kanssa estäen kuormituksen puoleisen suojalaitteen liian suuren rasituksen. (1, s. 8.)

Sulakkeen tai katkaisijoiden virranrajoitus tulee ottaa huomioon muun muassa sähkökeskuksia suunniteltaessa. Helpointa tämä on toteuttaa olemalla yhteydessä laitevalmistajaan, jolta saa tietoa muun muassa laitteiden katkaisukykyistä ja virranrajoituksista. Lisäksi laitevalmistajilla on ilmaisia ja maksullisia sähköverkon laskentaohjelmia, joilla voidaan laskea muun muassa sähköverkon suojausasettelut.

## Sulakesuojaus

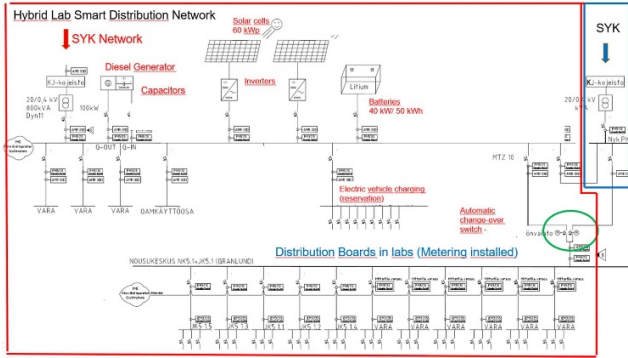
Kiinteistöt, joiden liityntätehon nimellisvirta on alle 630 A, voidaan toteuttaa yksinkertaisesti käyttäen esimerkiksi kytkinvarokkeita. Sähköverkon selektiivisyys on näin helppo toteuttaa ja suunnitella. Lisäksi sulakkeilla on erinomainen virranrajoituskky, eikä sitä aina osata huomioida sähkösuunnittelussa. Ongelmaksi saattaa muodostua sulakkeiden koot, joiden vaihteluväli isoimmilla virroilla on noin 100 A, ja näin kaapelien koko kapasiteettia ei kokonaan voida aina hyödyntää. (3.)

## Katkaisijoilla toteutettu sähköverkko

Tyypillisesti isoilla, alle 630 A:n virroilla käytetään kompaktikatkaisijoita ja tätä isommilla virroilla ilmaikatkaisijoita. Katkaisijoihin on tapauskohtaisesti mahdollista valita erilaisia suojareleitä, joilla tehdään tyypillisesti kaapelien suojausasettelut. Katkaisijoista ja niiden suojareleistä on yhä enemmän saatavilla hyvin paljon tietoa sähköverkon eri parametreista kuten jännite, virta, tehot ja tehokerroin. Lisäksi katkaisijoihin on mahdollista liittää erillismittareita, joista saadaan vielä enemmän tietoa sähköverkosta. Esimerkiksi yliaaltojen osuutta on monesti vaikea selvittää suunnitteluvaiheessa. Mikäli sähköverkosta halutaan enemmän ja tarkempia tietoja, edellyttää se yleensä kalliiden analysointilaitteiden asentamista keskukseseen.

## Hybridilaboratorion sähköverkko

Uusi Oulun yliopiston ja Oulun ammattikorkeakoulun yhteisen hybridilaboratoriotilan sähköverkko (kuva 1) koostuu nousukeskuksesta, joka syöttää hybridilaboratoriotilan ryhmäkeskuksia. Syötön nousukeskus saa nykyisestä Linnanmaan yhdestä pääkeskuksesta. Nousukeskuksesta on Schneider Electricin ns. automaattinen syötönvaihtokaisija, joka mahdollistaa syötön esimerkiksi varavoimalähteestä. Ajatuksena on, että hybridilaboratoriotila voi toimia omana saarekkeenaan.



Kuva 1. Linnanmaan hybridilaboratoriotilan sähköverkon periaatekaavio

Nousukeskus tulee liittymään EaaSLab-hankkeen sähkökeskukseen vuoden 2021 aikana. Hanketta toteutetaan tällä hetkellä yhdessä Oulun ammattikorkeakoulun, Oulun yliopiston ja Oulun Energian Urakoinnin kanssa. Keskusta ja siihen liitetyt laitteita on tarkoitus hyödyntää mahdollisimman paljon ammattikorkeakoulun ja yliopiston opetuksessa.

Hankkeessa toteutettava keskus saa syötön omalta muuntajalta, ja varavoimalähteenä toimii Eatonin varavoimakone superkondensaattoreilla. Superkondensaattoreiden tarkoitus on huolehtia pienistä sähkökatkoksista, ja varavoimakone käynnistyy tarvittaessa verkkoon. Keskukseen liittyy lisäksi aurinkopaneeleita, sähkövarastoja ja sähköautojen latauspisteitä. Lisäksi keskukseen on mahdollista liittää muun muassa jokin pieni-muotoinen CHP-laitteisto. Jatkossa on tarkoitus rakentaa verkosta digitaalinen kaksonen ja laatia uudet digitaaliset oppimisympäristöt.

## Keskuksista älykkäitä

Sähköverkon ja erityisesti sähkökeskusten suunnittelussa haluttiin huomioida se, että ne soveltuisivat mahdollisimman hyvin opetuskäyttöön. Keskuksissa on läpinäkyvät pleksit, jolloin sähkökeskusten kansia ei tarvitse avata, ja näin huomioidaan opiskelijoiden työturvallisuus.

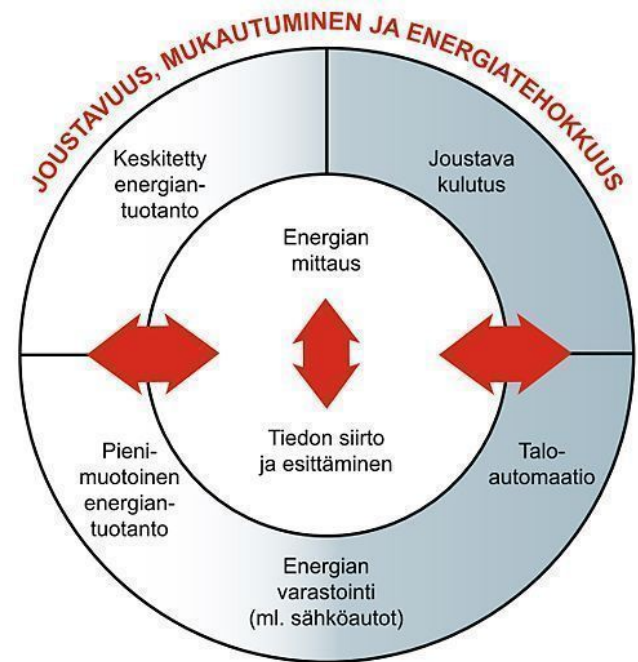
Keskuksen kaikki lähdöt ovat pääsääntöisesti toteutettu Schneider Electricin kompaktikatkaisijoilla tai johdonsuojakatkaisijoilla. Muutamassa

keskuksessa on käytössä perinteiset tulppasulakkeet. Ajatuksena oli, että sähköverkon suunnittelussa osataan huomioida valmistajien ohjeita ja sähköverkko voidaan todentaa, että se on suunniteltu oikein.

Kompaktikatkaisijoiden suojeleilta ja erillismittareista kerätään dataa Schneider Electricin PME-järjestelmään. Johdonsuojakatkaisijoissa ja tulppasulakkeissa on hyödynnetty Schneider Electricin langattomia mittausantureita. Lisäksi yhdessä keskuksessa on Schneider Electricin Acti 9 Smartlink Modbus -paneeli, jolla voidaan keskittää ohjaus ja energiamittaukset yhdellä valmiiksi kytkettävällä tietoliikennemoduulilla. Keskuksista saatavaa dataa voidaan jakaa esimerkiksi erilaisiin pilvipalveluihin. (4.)

## Älykäs sähköverkko

Hybridilaboratoriossa on tällä hetkellä hieman keskeneräinen älykäs sähköverkko. Älykäs sähköverkko toimii joustavasti ja kaksisuuntaisesti, jolloin energia virtaa hajautetun tuotannon myötä molempiin suuntiin (kuva 2). Myös tiedonsiirto asiakkaan ja verkkoyhtiön välillä on kaksisuuntaista (5).



Kuva 2. Älykkään sähköverkon periaatekuva (5)

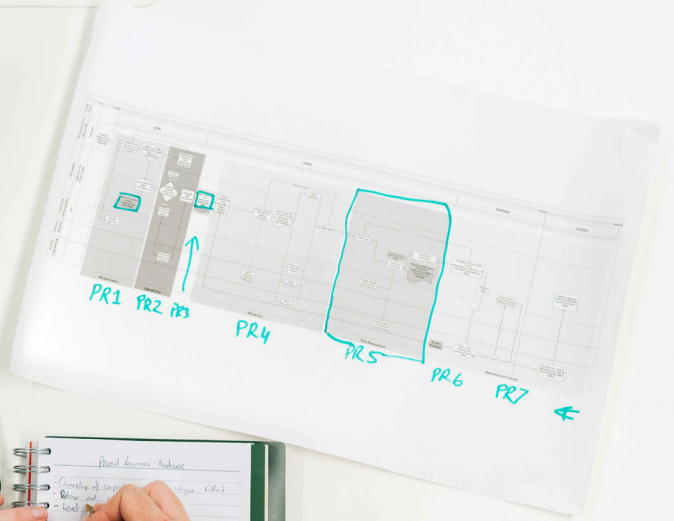
Hajautetun sähköntuotannon varastointi erilaisiin akustoihin muissa kuin verkosta erillään olevissa kohteissa on harvoin kannattavaa. Akustoja voidaan käyttää säätöelementteinä siirto- tai jakeluverkossa. Kun sähköautojen määrä kasvaa, kiinteistöjen kulutuksesta jäänyttä ylimääräistä energiaa voidaan mahdollisesti varastoida sähköautoihin, joiden akustot voivat toimia hajautettuna sähkövarastona ja tasapainottaa verkon kuormitusta (5).

Hybridilaboratorion sähköverkko tulee olemaan älykäs ja ajanmukainen sähköverkko, mikä edellyttää erityisesti sähkö- ja automaatio-osaamista unohtamatta tietoturvaa. Dokumentoinnin merkitys korostuu, koska verkon häiriötilanteessa vika pitää saada mahdollisimman nopeasti paikallistettua ja verkko pitää palauttaa sen normaaliin käyttötilanteeseen.

Opetuskäytössä sähköverkon tilaa voidaan seurata reaaliajassa ja verkon eri tilanteita voidaan simuloida eri simulointiohjelmilla sekä tehdä erilaisia kytkentätilanteita. Sähköverkon tehotasapaino ja kysyntäjousto ovat ajankohtaisia asioita, joita voidaan hyödyntää opetuksessa. Lisäksi sähköverkon asetteluarvot voidaan laskea esimerkiksi Schneider Electricin Ecodial Advance Calculation -ohjelmalla ja verrata niitä olemassa oleviin arvoihin.

## Lähteet

1. SFS 6000-5-53:2017. Pienjännitesähköasennukset. Osa 5–53: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Erottaminen, kytkentä ja ohjaus. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Hakupäivä 11.11.2020. <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/SFS/ID2/6/537524.html.stx>. Vaatii lisenssin.
2. SFS 6000-4-43:2017. Pienjännitesähköasennukset. Osa 4–43: Suojausmenetelmät. Ylivirtasuojaus. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Hakupäivä 11.11.2020. <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/SFS/ID2/6/537521.html.stx>. Vaatii lisenssin.
3. ABB. Kahvasulakkeet, 2...1600 A. gG ja aM -tyypit. Pienjännitekojeet. Esite OF1FI 11-09. Hakupäivä 11.11.2020. <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=1SCC317002C1801&LanguageCode=fi&DocumentParId=&Action=Launch>.
4. Schneider Electric 2020. EcoStruxure™ Power Monitoring Expert 8.2. Hakupäivä 11.11.2020. <https://www.se.com/fi/fi/product-range-presentation/62919-ecostruxure%E2%84%A2-power-monitoring-expert-8.2/>.
5. Motiva 2020. Älykkäät sähköverkot. Hakupäivä 11.11.2020. [https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/aurinkosahko/aurinkosahkojarjestelmat/alykkaat\\_sahko-verkot](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko/aurinkosahkojarjestelmat/alykkaat_sahko-verkot).



## Putkistokomponenttien mitoitus standardin ASME B31.1 "Power Piping" mukaan

*Kansainvälisiä standardeja tarvitaan teknillisillä toimialoilla ja niiden tuntemus on osa perusammattitaitoa. Tuotteen elinkaaren eri vaiheissa vaaditaan standardien soveltamista esimerkiksi turvallisuusvaatimusten täyttämiseksi. Irina Plekh teki opinnäytetyössään putkikomponenttien mitoittamiseen ASME B31.1 "Power Piping" -suunnittelustandardiin perustuvan Excel-laskentasovelluksen.*

ASME-standardeja käytetään laajasti ympäri maailmaa. ASME (eng. American Society of Mechanical Engineers) on vuonna 1880 perustettu standardisointijärjestö, ja sen laatimia standardeja käytetään yli 140 maassa.

Opinnäytetyössä käsitelty putkistosuunnittelu-standardi ASME B31.1 "Power Piping" (ASME 2018) koskee putkistokokonaisuuksia, joita on mm. voimalaitoksissa, teollisuuden tuotanto-laitoksissa, maalämpö-, kaukolämpö- ja kauko-jäähdytysjärjestelmissä.

Standardissa on esitetty perusteelliset suunniteluohjeet mm. putkiston osien pienimmän vaaditun seinämäpaksuuden laskemiseen. Komponentin materiaalin lujuusominaisuuksien, suunnittelulämpötilan ja -paineen avulla määritetään seinämän paksuuden minimiarvo.

ASME B31.1 standardin säädökset koskevat putkistoja, jotka kuuluvat "boiler external piping" ja "nonboiler external piping" -putkistoryhmiin. Artikkelin lopussa olevassa kuvassa on esitetty kaavio standardin soveltamisesta vesiputki-kattiloille.

### Putkiston suunnitteluprojekti

Putkiston suunnitteluprojektiin kuuluu yhtenä vaiheena komponenttien lujuuden arviointi. Jokaiselle putkiosalle on määritettävä riittävä seinämäpaksuus siten, että komponentti kestää kaikki sen käytön aikana esiintyvät kuormitukset. Putkistosuunnitteluun liittyvät standardien mukaiset laskentatulokset esitetään viranomaisille tarkastettavaksi ja hyväksyttäväksi.

Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Oukotek Oy, jonka yksi toimiala on putkistosuunnittelu. Yritys

tarvitsi ASME B31.1 -standardin mukaisen Excel-laskentasovelluksen, jota voitaisiin käyttää putkistojen lujuuslaskennassa.

### Excel-laskuri

Työn alkuvaiheessa laskuriin kuuluvat putkistokomponentit ja materiaalit määriteltiin tilaajan toiveiden mukaan. Sen jälkeen kaikki laskuissa tarvittavat taulukkoarvot koottiin laskuritedostoon ja suunniteltiin taulukkojen rakenne ja ulkoasu. Laaditun sovelluksen avulla on mahdollista määrittää pienin vaadittu seinämäpaksuus suorille putkille ja putkikäyrille, päätykappaleille sekä putkistojen haaroitusosille. Kuvassa yksi laskurin laskentasiivu.

ASME B31.1 "Power Piping"	
Pressure design of Straight Pipes and Bends	
Pipe: 168,3mm x4,55mm , A106B	
Material	A106B
Component	Seamless Pipe and Tube
Structure	Ferritic
Material groupe (Table 102.4.7-1)	Carbon Steel
Maximum allowable desing temperature	$T_{max} = 800$ F
Calculation temperature	$T_c = 350$ C
Design pressure	$P_{des} = 13$ MPa (g)
Hydrostatic pressure	$P_h = 0$ MPa (g)
Calculation pressure	$P = 13$ MPa (g)
Maximum material allowable stress	$S_E = 115,42$ Mpa
Outside diameter	$D_o = 168,3$ mm
Ordered wall thickness	$t_{ord} = 4,55$ mm
Inside diameter with ordered wall thickness	$d_{in} = D_o - 2t_{ord} = 159,2$ mm
Product type (for mill tolerance)	Seamless
Mill tolerance, %	12,5 %
Mill tolerance, mm	$A_{manuf} = 0,57$ mm
Corrosion/erosion	$A_{cor} = 1,00$ mm
Threading (thread depth)	$h = 0,00$ mm
Grooving	$A_g = 0,00$ mm
Mechanical strength allowance	$A_{mch} = 0,00$ mm
Additional thickness	$A = \sum A_i = 1,00$ mm
(Material groupe to choose)	Ferritic steels
	$y = 0,4$
(Material groupe to choose)	Carbon Steel
Weld strength reduction factor	$W = 1$
Result: Straight pipe	$t_m = 10,07$ mm
Minimum required wall thickness	$t_m + A_{manuf} = 10,64$ mm
	$(t_m + A_{manuf}) / t_{ord} = 234$ %
	Not permitted!
Minimum wall thickness w/o allowances	$t_m - A = 9,07$ mm
Actual wall thickness w/o allowances	$t_{ord} - A - A_{manuf} = 2,98$ mm
Result: Bend	
Bend radius	$R = 200$ mm
	$l_{intradius} = 1,363$
	$l_{extradius} = 0,852$
Minimum wall thickness w/o allowances	$(t_m - A)_{intradius} = 12,173$ mm
	$(t_m - A)_{extradius} = 7,776$ mm
Minimum wall thickness with allowances	$t_{m, intradius} = 13,2$ mm
	$t_{m, extradius} = 8,8$ mm

Laskennan lähtöarvot, kuten komponentin materiaali, laskentapaine ja -lämpötila, käytön aikana tapahtuva korroosiosta johtuva seinämän ohenema, syötetään laskuriin projektidokumentaatiosuunnitelman perusteella. Laskentatuloksena saatu arvo on pienin vaadittu materiaali-paksuus. Komponentteja

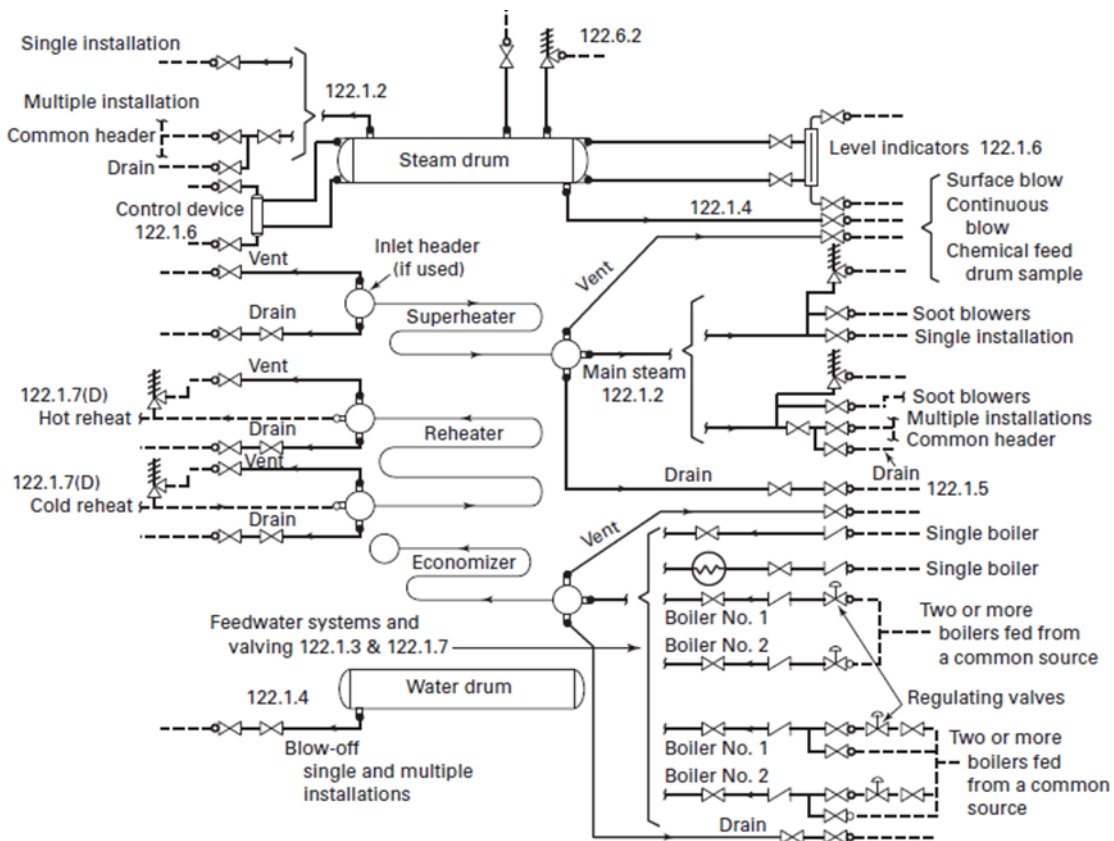


tilattaessa on valittava seuraava suurempi seinämän paksuuden arvo putkikoko-standardin ASME B36.10M taulukoista.

Työssä laadittua Excel-sovellusta voidaan käyttää laskentatyökaluna paineenalaisten putkikomponenttien mitoituksessa. Laskuri koostuu yhdestä Excel-tiedostosta, ja sitä on helppo jakaa ja tallentaa projektidokumentaatioon. Sen rakenne ja ulkoasu on suunniteltu vastaamaan työn tilaajan vaatimuksia. Laskentataulukoissa on esitetty ASME B31.1 "Power Piping" -standardin mukaiset merkinnät ja kaavojen numerot, jotta tulokset olisi helpompi tarkastaa. Laskuria voidaan myös laajentaa kattamaan muitakin putkistomateriaaleja.

## Lähteet

ASME B31, Code for Pressure Piping. Section B31.1, Power Piping. 2018. New York, The American Society of Mechanical Engineers.



### Administrative Jurisdiction and Technical Responsibility

- Boiler Proper — The ASME Boiler and Pressure Vessel Code (ASME BPVC) has total administrative jurisdiction and technical responsibility. Refer to ASME BPVC Section I Preamble.
- Boiler External Piping and Joint (BEP) — The ASME BPVC has total administrative jurisdiction (mandatory certification by stamping the Certification Mark with the appropriate Designator, ASME Data Forms, and Authorized Inspection) of BEP. The ASME Section Committee B31.1 has been assigned technical responsibility. Refer to ASME BPVC Section I Preamble and ASME B31.1 Scope, para. 100.1.2(A). Applicable ASME B31.1 Editions and Addenda are referenced in ASME BPVC Section I, PG-58.3.
- - - - - Nonboiler External Piping and Joint (NBEP) — The ASME Code Committee for Pressure Piping, B31, has total administrative jurisdiction and technical responsibility.

## Ydinteknisten painelaitteiden hitsausliitosten vaatimukset

*Hanhikiven ydinvoimalaitoshankkeen kaikissa vaiheissa on noudatettava Suomen ydinturvallisuusvaatimuksia. Margus Liik on opinnäytetyössään analysoinut ja vertaillut ydinteknisten painelaitteiden hitsausliitoksiin kohdistuvia suomalaisia ja venäläisiä vaatimuksia. Työssä hahmotettiin modernin venäläisen ydinvoimalaitoksen vastaavuutta länsimaisiin hitsausteknillisiin normeihin.*

Suomen ja laajemmin katsottuna Euroopan hitsaavassa teollisuudessa on totuttu toimimaan pääosin kansainvälisten ja eurooppalaisten standardien puitteissa. Vaikka mukaan mahtuu myös ASME-säännöstöä noudattavia valmistajia, valtaosalle suomalaisesta painelaittevalmistuksen parissa työskentelevästä hitsaus- ja tarkastushenkilöstöstä yhdenmukaistettujen EN-standardien noudattaminen on vahvojen EU-säädösten ansiosta itsestäänselvyys. Hitsausalan standardisointi Euroopassa on hyvällä tolalla, mistä kiitos muun muassa standardisomisjärjestöjen työhön panostaville suomalaisille asiantuntijoille. EN-standardit ovat varsin kattavia, enimmäkseen käytännönläheisiä ja verrattain selkeitä. Vaikka standardit eivät esitä kaikkia asioita yksiselitteisesti ja yksityiskohtaisesti, on kokemusta niiden tulkitsemisesta ja soveltamisesta käytäntöön.

Kuvainnollisesti Euroopassa on siis yhteinen hitsausalan kieli, jonka avulla kommunikoidaan ja ymmärretään toisiaan varsin hyvin, vaikka teollisuuskulttuurien eroavaisuuksien ansiosta monia vaihteluita esiintyykin. Olkoon ASME siinä vertauskuvassa oma kielensä, mutta sitäkin on opittu ymmärtämään.

### Luvanhaltijalla on kokonaisvastuu ydinvoimalaitoksen turvallisuudesta

### Ydinteknillisten painelaitteiden valmistukselle on omat säännöt

Uusi kiinnostava maailma avautuu, kun alkaa rakentaa Suomeen ydinvoimalaitosta. Näin on varsinkin silloin, jos kyseessä on ensimmäinen venäläisten suunnittelema ja rakentama laitostyyppi, jonka pitää osoitetusti täyttää kaikki nykyaikaiset länsimaiset turvallisuusstandardit. Täsmennettäköön, että ”länsimaiset turvallisuusstandardit” on abstrakti termi, sillä ydinlaitoksen painelaitteille sovellettavaa, konkreettisia standardeja noudattamaan velvoittavaa kansainvälistä säädöstä ei ole.

Kuitenkin suomalaiset ydinturvallisuusohjeet (YVL-ohjeet) viittaavat ASME- ja ISO-standardeihin perusvaatimuksina monessa asiayhteydessä. Vaikka EU:n painelaitedirektiiviä ei sovelleta ydinlaitoksen painelaitteille, on sen henki YVL-ohjeissa vahvasti läsnä.

YVL-ohjeiden vaatimusten täytyminen ei ole osoitus tietyn standardiperheen noudattamisesta vaan siitä, että ydinenergiailain mukainen turvallisuustaso toteutuu. Toisaalta on helppo oivaltaa, että sovellettavien standardien ja menettelyjen perusteleminen voi olla sitä vaativampaa, mitä etäisempiä ne ovat YVL-ohjeissa viitattuihin. Venäläinen ydinsäännöstö on meille varsin kaukainen – aikaisempaa lingvististä vertauskuvaa käyttäen kyseessä on kokonaan eri kieli. Venäläisiä standardeja ei ole syytä ylimystifoida, päteväthän hitsaukseen ja testaukseen vaikuttavat luonnonlait perimiltään jopa Venäjälläkin. Venäläisen säännösten ja standardien kehittymispolun erityispiirteet ovat kuitenkin hyvin havaittavissa. Vaikka monet kansainväliset standardit ovat löytäneet tiensä Venäjän hitsaavaan teollisuuteen kansallisina standardeina (GOST ISO), pitkiin perinteisiin nojaava ydinalan säännöstö ei niihin viittaa.



Kuva 1. Reaktoripainesäiliön valmistusta (World Nuclear Association 2020)

riippumattomilla perusteluilla. Vasta tämän jälkeen alkaa varsinainen tulikoe – vaatimusten soveltaminen käytäntöön.

## **Kokonaisuuden hahmottaminen on haastava mutta oleellista**

Jotta suomalaisten turvallisuusvaatimusten täyttymisestä olisi mahdollista tehdä johtopäätöksiä, säännöstöjä, standardeja ja käytäntöjä on perusteellisesti analysoitava. Sen lisäksi, että vaatimukset on määriteltävä, on oikeasti luotava käsitys sovellettavan säännösten logiikasta kokonaisuutena. Tässä eri maiden ydinalan säännöstit ja standardit eroavat toisistaan merkittävästi. Vaatimusten vertailussa oleellista on muun muassa, mitkä vaatimukset ylipäättään ovat vertailukelpoisia ja missä määrin vaatimusten käsittely irrallisina kokonaisuudesta on perusteltua, sillä suunnittelu, toteutus ja laadunvarmistus liittyvät tiiviisti toisiinsa. Vaikeinta on selvittää, mikä on kunkin yksittäisen tekijän turvallisuusmerkitys.

Usein vaatimusten täyttymisen arvioimista ei voida perustaa suoraan määrälliseen analyysiin. Syy siihen on se, että lähestymistavat eroavat toisistaan lähtökohtaisesti eivätkä kaikki vaatimukset ole suoraan vertailukelpoisia. Lisäksi monien tekijöiden turvallisuusvaikutusta on miltei mahdotonta arvioida kiistattomasti. Joitakin johtopäätöksiä voidaan kuitenkin tehdä melko pienellä vaivalla. Esimerkiksi ei ole edes aiheellista keskustella siitä, etteikö YVL-ohjeiden asettamia valvonta- ja riippumattomuusvaatimuksia olisi noudatettava sellaisenaan. Muilta osin on eurooppalaisten käytäntöjen mukaisen hitsauslaatuja järjestelmän soveltaminen venäläisillä valmistajilla hyvin mielenkiintoinen pohdiskeluaihe, koska monella heistä on vain vähän tai ei lainkaan kokemusta kansainvälisten standardien soveltamisesta.

## **Käytettävät menettelyt vaativat hyväksynnän**

Kokemus ja koetellut menettelyt ovat merkittäviä tekijöitä ydinturvallisuuden kannalta. Suomeen rakennettavan ydinvoimalaitoksen pääkomponentit eivät ole sopivia kohteita, joiden valmistuksessa voitaisiin kokeilla ja harjoitella jotakin uutta. Näin ollen joudutaan tarkkaan pohtimaan myös sitä, milloin olemassa olevien menettelyjen muuttaminen on tarpeellista ja perusteltua tai milloin se saattaa todellisuudessa kätkeä riskin. Tätä ei kuitenkaan tule ymmärtää yleispäteväenä oikeutuksena venäläisten käytäntöjen noudattamiselle sellaisenaan suomalaisessa projektissa vaan käytettävät menettelyt on hyväksyttävä asiantuntevilla ja

Sen, missä määrin olemassa olevia menettelyjä voidaan soveltaa ja miltä osin niitä on päivitettävä, arvioi luvanhaltija. Arviointi perustuu sekä laitostoimittajan esittämiin ehdotuksiin ja niiden perusteluihin, että luvanhaltijan itse suorittamiin analyysiin. Lopullisen päätöksen siitä tekee Suomen ydinturvallisuusviranomaisen. Uuden ydinvoimalaitoksen rakentaminen Eurooppaan on ehdottomasti vaativa ja poikkeuksellinen projekti laitostoimittajalle ja venäläisille painelaitteiden valmistajille, mutta projekti vaatii paljon myös suomalaiselta luvanhaltijalta – kuuluuhan luvanhaltijalle kokonaisvastuu laitoksen turvallisuudesta.

## **Hitsausalan YAMK-tutkinto apuna ydinteknisten laitteiden vaatimusvertailussa**

Opinnäytetyö on tehty osaksi hitsausalan ylempää ammattikorkeakoulututkintoa (YAMK). Hitsausalan YAMK-tutkintoon tähtäävä koulutusohjelma käynnistyi Oulun ammattikorkeakoulussa vuoden 2020 alussa. Hitsausalan YAMK-tutkinto rakentuu osaamisperustaisuudelle, jossa opiskelija voi laajentaa nykyistä osaamistaan omaa urakehitystään tukevalla opiskelusuunnitelmalla.

Artikkelin kirjoittaja Oulun ammattikorkeakoulun konetekniikan insinööriopiskelija (YAMK) Margus Liik on analysoinut ydinteknisten painelaitteiden hitsausliitosten suunnitteluun, valmistukseen ja kunnossapitoon kohdistuvia vaatimuksia syyskuussa 2020 julkaistussa opinnäytetyössään Fulfilment of Finnish Safety Regulations in Design, Execution and Condition Monitoring of Welded Joints in Nuclear Pressure Equipment of VVER-1200 Reactor. Toinen artikkelin kirjoittaja Oulun ammattikorkeakoulun projektipäällikkö Vesa Rahkolin oli työn ohjaaja.

### **Lähteet**

Liik, Margus 2020. Fulfilment of Finnish Safety Regulations in Design, Execution and Condition Monitoring of Welded Joints in Nuclear Pressure Equipment of VVER-1200 Reactor. Oulun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Hakupäivä 3.11.2020.  
<https://www.theseus.fi/handle/10024/345746>

Oulun ammattikorkeakoulu 2020. Hitsausala, YAMK. Hakupäivä 3.11.2020.  
<https://www.oamk.fi/fi/koulutus/ylemmat-ammattikorkeakoulututkinnot/hitsausala>

## Autoverovapaan matkailuauton rakentaminen

*Matkailuajoneuvot ovat olleet suosittuja Suomessa jo 1950-luvun alusta lähtien. Suomessa matkailuautoja on rakennettu itse jo 1950-luvulta lähtien vanhojen linja-autojen ja kuorma-autojen alustalle. Suomen pitkät etäisyydet ovat luoneet hyvän ympäristön matkailuajoneuvojen käyttöön. Matkailuajoneuvoja käytetäänkin Suomessa niin kesämökin korvikkeena kuin rakennustyömaan taukotilanakin. Matkailuautoja on tarjolla monen kokoisia ja mallisia niin peruspakettiauton kokoluokasta linja-autoon. Suomessa yleisesti itserakennetut matkailuautot tehdään joko linja-auton tai suuren pakettiauton alustalle.*

### Suunnittelu

Suunniteltaessa auton rakentamista on mietittävä sen käyttötarkoitusta. Tuleeko auto ympärivuotiseen käyttöön, kuinka monen hengen käyttöön auto soveltuu, millainen budjetti rakentamiseen on käytössä, millainen ajokortti kyseisen ajoneuvon kuljettamiseen vaaditaan ja onko kyseinen ajoneuvo soveltuva muutostöihin niin lainsäädännöllisesti kuin teknisestikin. Kun tiedetään matkailuauton käyttötarkoitus, voidaan apua suunnitteluun katsoa esimerkiksi tehdasvalmisteisten ajoneuvojen pohjaratkaisuista.

- **Matkailuautoa rakentaessa materiaalit ja varusteet kannattaa valita huolellisesti hyvän lopputuloksen varmistamiseksi**

### Matkailuauton sisämitat

Kun suunnitellaan matkailuauton rakentamista, on huomioitava ajoneuvolaissa ja autoverolaissa olevat matkailuauton vaatimukset. Kun mietitään ajoneuvoa, josta matkailuauto rakennetaan, on ensimmäisenä vaatimuksena, että auton sisätilan mittojen puolesta on mahdollista toteuttaa autoverovapaa matkailuauto. Autoverolaissa säädetään, että sisämittojen tulee olla asuintilassa pituussuuntaan nähden vähintään 0,4 m leveältä ja 1,30 m pitkältä matkalta 1,85 m korkea. Lisäksi omamassan on oltava yli 2 500 kg. Mittavaatimusten vuoksi pienemmän kokoluokan pakettiautot eivät kelpaa muutostyöhön autoverovapaaksi matkailuautoksi.

### Matkailuauton varusteet

Sisätilojen mittavaatimusten lisäksi matkailuautossa tulee olla vähintään kaksi istuinta ja pöytä, makuupaikat vähintään kahdelle hengelle, riittävästi säilytystilaa ja keittomahdollisuus. Lisäksi autoverovapaan matkailuauton edellytyksiä ovat kylmäsäilytystila elintarvikkeille ja asuintilan lämmityslaitteisto. Matkustamon istuimien ei tarvitse olla hyväksytyjä käytettäväksi ajonaikana, mutta se on merkittävä selvästi istuimiin. Pöydän tulee olla riittävän suuri ja sen on sovelluttava esimerkiksi ruokailuun. Makuupaikkojen vähimmäismitat ovat 1,8 m x 0,6 m henkilöä kohden ja vuoteen yläpuolella on oltava vähintään 0,5 m korkea vapaa tila patjasta mitattuna kolmasosassa vuoteen pituussuunnasta. Riittäväksi säilytystilaksi katsotaan, että tilaa on löydyttävä päivittäin käytettävien tavaroiden, kuten vaatteiden ja elintarvikkeiden säilytykseen. Keittomahdollisuudeksi hyväksytään myös esimerkiksi kiinteästi asennettu mikroaaltouuni. Verovapaassa matkailuautossa kylmäsäilytystila tulee olla kiinteästi asennettu. Verovapaassa matkailuautossa vaadittava asuintilan lämmitin tulee olla kiinteästi asennettu ja toimia esimerkiksi kaasulla. Lämmittimeksi ei siis riitä ajoneuvon oma, pelkästään ajaessa toimiva lämmitin.



## Rakentaminen

Matkailuautoa rakentaessa materiaalit ja varusteet kannattaa valita huolellisesti hyvän lopputuloksen varmistamiseksi. Maantiellä ajettaessa ajoneuvo altistuu monenlaisille värinöille ja iskuille, joten varusteiden ja kalusteiden kiinnittäminen tukevasti on tärkeää niin turvallisuuden kuin mukavuudenkin vuoksi. Lisäksi kun varusteet kiinnitetään tukevasti, ajoneuvon melutaso pienenee, sillä turhia ääniä kalusteiden resonoinnista ja liikkumisesta ei synny. Auton lämmöneristys on erityisen tärkeä, jos sitä käytetään ympärivuotisesti. Tarjolla on matkailuautoihin suunniteltua eristevillaa ja bitumimattoja, jotka hiljentävät ajoneuvon sisämelua ja parantavat lämmöneristyskykyä. Näin autosta saadaan hiljainen ja lämmin, erilaisista sääolosuhteista huolimatta. Kaasulaitteistoa ja sähköjärjestelmiä asennettaessa on käytettävä erityistä huolellisuutta, ettei niistä aiheudu vaaraa käyttäjälle. Kaasulaitteiston ja sähkölaitteiston tulee olla E-hyväksytyjä ja niiden tiiveys ja turvallisuus on tarkastettava. Sähkölaitteiston asennusten turvallisuus tulee tarkastaa ja kaasulaitteistolle tulee suorittaa tiiveyskoe tarkastusluvan omaavien toimijoiden toimesta.

## Muutoksastus

Ajoneuvon käyttötarkoituksen muututtua esimerkiksi N1-luokan pakettiautosta M1-luokan matkailuautoksi tulee ajoneuvo muutoksastaa. Muutoksastuksessa ajoneuvon muutokset hyväksytään ja merkitään rekisteritietoihin. Muutoksastuksesta huolehtiminen on omistajan vastuulla. Jos esimerkiksi tienvarsitarkastuksessa havaitaan, että muutoksastus on laiminlyöty, voi poliisi määrätä omistajalle sakkotuomion ja ajoneuvon ajokieltoon poistamalla rekisterikilvet.

## Pohdinta

Kun mietitään tehdasvalmisteisen matkailuauton ostamista tai auton itse rakentamista, on otettava huomioon omat resurssinsa ja mahdollisuudet rakennustyön onnistumiseen. Tehdasvalmisteiset matkailuautot ovat huomattavasti kalliimpia

verrattuna esimerkiksi saman kokoluokan paketti-autoon. Itse tehtäessä verrattuna valmiiseen matkailuautoon voi saavuttaa huomattavaa rahallista säästöä, mutta työn osuudelle on vaikea laskea hintaa. Jos aikaa ja resursseja itse matkailuauton rakentamiseen löytyy, on projekti mielenkiintoinen ja ajoneuvosta tulee yksilöllinen.



*Opinnäytetyössä valmistettu verovapaa matkailuauto Peugeot Boxer*

## Lähteet

L 3.4.1981/267. Tieliikennelaki. 2018. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1981/19810267>

Trafin ohje matkailuauton luokitteluun liittyviin kysymyksiin. 2016. Saatavissa: [https://arkisto.trafi.fi/file-bank/a/1467194589/dcdd82e4389cef3061ce8663952b7465/21985-Matkailuauto-ohje\\_2016.pdf](https://arkisto.trafi.fi/file-bank/a/1467194589/dcdd82e4389cef3061ce8663952b7465/21985-Matkailuauto-ohje_2016.pdf)

VNA 19.12.2002/1244. Valtioneuvoston asetus ajoneuvojen hyväksynnästä. 2018. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20021244#L4>

## Katsastustoiminnan suunnittelu korjaamolle

*Oamkin konetekniikan osaston auto- ja työkonetekniikan suuntautumisvaihtoehdon opiskelijoista suuri osa työllistyy autoalan jälkimarkkinoinnin pariin, ja yksi suurimmista työllistäjistä Pohjois-Suomessa on ajoneuvojen katsastustoiminta. Tämän takia auto- ja työkonetekniikan opetussuunnitelmalla on haluttu erityisesti tukea alueen elinkeinoelämää ja opiskelijoiden sijoittumista työelämään.*

Auto- ja työkonetekniikan opiskelija Samuli Leskelä suoritti lukuvuoden 2019 aikana ajoneuvokatsastajan alalietulokoulutuksen Oamkissa työskennellen opintojen ohessa Autokorjaamo Nikusella ajoneuvoasentajana. Samuli halusi soveltaa käytäntöön katsastajakoulutuksessa saatua osaamistaan ja selvittää uudenlaisen liiketoiminnan liittämistä monimerkkikorjaamon palveluihin.

Autokorjaamo Nikusen tilaamassa opinnäytetyössä kartoitettiin lain asettamat vaatimukset kevyiden ajoneuvojen määräaikaisten ja valvontakatsastuksia suorittavalle yritykselle. Autokorjaamo Nikunen on Oulussa toimiva monimerkkikorjaamo ja osa Bosch Car Service -ketjua. Työn tavoitteena oli selvittää kohdeyrityksen edellytykset aloittaa katsastustoiminta korjaamon tiloissa.

Katsastuslain muutoksella vuonna 2014 haluttiin hillitä katsastuksen jatkuvaa hinnannousua. Laki mahdollisti korjaamoyritysten aloittaa katsastustoiminta. Laista poistettiin katsastustoiminnan täydellinen riippumattomuus muusta ajoneuvoalan toiminnasta, ja laki loi mahdollisuuden lisätä katsastustoiminta esimerkiksi korjaamon palveluihin. Heinäkuussa 2014 voimaan astunut laki erotteli myös kevyen ja raskaan kaluston katsastusluvut toisistaan. Katsastusyritys pystyy keskittymään pelkästään kevyiden ajoneuvojen katsastuksiin, ja näin ollen yritykseltä ei vaadita enää raskaalle kalustolle tarkoitettuja tiloja ja laitteita, kun katsastetaan vain kevyitä ajoneuvoja.

### Katsastustoiminnan lakimuutos

Korjaamoyrityksen halua aloittaa katsastustoiminta lisäsi myös vuonna 2018 tullut lakimuutos, joka poisti kevyiltä ajoneuvoilta tiukkaan rajatun katsastusajankohdan. Muutoksen jälkeen ajoneuvo on voitu katsastaa vapaasti valittavana ajankohtana. Tämä helpottaa esimerkiksi huollon ja määräaikaisten katsastusten yhdistämistä. Suuri osa henkilöautoista huolletaan vähintään kerran vuodessa, joten tähän huoltotoimenpiteen yhteyteen on mahdollista sisällyttää myös katsastus.

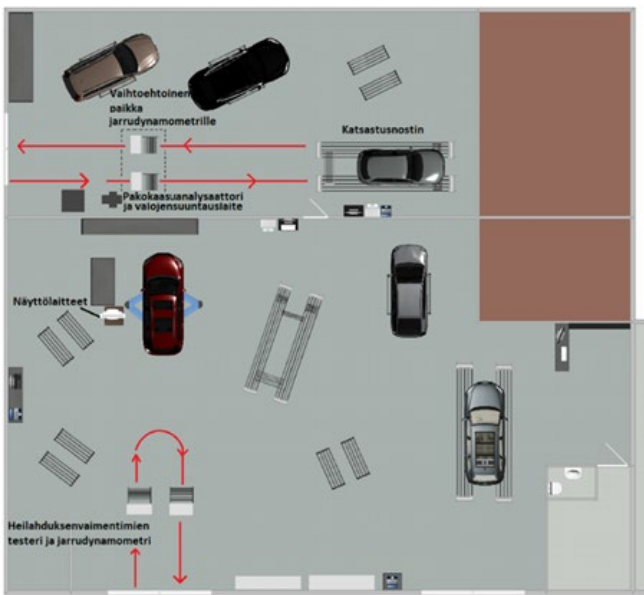
Sama laki kuitenkin harvensi uusien ajoneuvojen katsastusvälejä. Ensimmäinen määräaikaisten katsastus on nykyään suoritettava viimeistään neljän vuoden kuluttua ajoneuvon käyttöönottopäivästä, jonka jälkeen se on katsastettava kahden vuoden välein aina kymmeneen ikävuoteen saakka. Yli kymmenen vuotta vanhat ajoneuvot tulee katsastaa vuosittain. Toukokuussa 2020 pidennettiin yli 40 vuotta vanhojen yksityiskäytössä olevien ajoneuvojen katsastusvälejä kahteen vuoteen. Myös museoajoneuvojen katsastusvälejä yhtenäistettiin. Riippumatta käyttöönottovuodesta museoajoneuvot tulee katsastaa neljän vuoden välein.

Katsastustoiminta on luvanvaraista, ja toimintaa säätelee monet lait ja viranomaisten määräykset ja ohjeet. Yrityksen on ennen katsastusluvun saamista todistettava Liikenne- ja viestintävirastolle, että kaikki vaatimukset täyttyvät. Vaatimukset kohdistuvat katsastusluvun hakijaan, katsastuksesta vastaavaan, katsastajiin ja heidän koulutukseensa ja tiloihin ja laitteisiin. Vuonna 2014 voimaantulleen lain myötä katsastusyritykseltä täytyy löytyä myös standardin ISO 9001:2008 mukainen sertifioitu laadunhallintajärjestelmä. Standardin mukaisella laadunhallintajärjestelmällä yritys osoittaa tuottavansa palveluita, jotka ovat viranomaisten vaatimusten mukaisia ja lisäävät asiakastyytyväisyyttä.

Vaikka katsastustoiminnan täydellinen riippumattomuus purettiin vuonna 2014 voimaantulleella lailla, on katsastustoimenpide eroteltava muusta korjaus- ja huoltotoimenpiteistä ajallisesti ja muutoinkin selkeästi. Ajoneuvon korjaaminen kesken katsastuksen on kiellettyä. Katsastaja ei saa osallistua sellaisen ajoneuvon katsastukseen, jota hän on huoltanut tai korjannut edellisen 12 kuukauden aikana tai edellisen määräaikaisten katsastuksen jälkeen. Yrityksen, jolla on muuta ajoneuvoihin liittyvää toimintaa, on pidettävä henkilötasolle ulottuvia tallenteita tehdyistä töistä.

## Kaksi vaihtoehtoista ratkaisua

Autokorjaamo Nikunen on pitkänlinjan korjaamoyritys, joten osa katsastuksessa käytettävistä laitteistosta löytyy yrityksestä jo valmiina. Työssä karotettiin näiden laitteiden soveltuvuus katsastustoimintaan ja selvitettiin laitteet, jotka tulisi vielä hankkia. Selvisi, että hankittavien laitteiden kustannukset eivät nousisi järin suuriksi. Korjaamolle suunniteltiin kaksi vaihtoehtoista katsastuslinjastoja, jossa ensimmäisen suunnitelman pääprioriteetti oli mahdollisimman helppo toteutus ja näin ollen edullinen hinta. Tässä ratkaisussa käytetään ajoneuvonostinta, joka on normaalisti korjaamon muussa käytössä, joten katsastukset tulisi suorittaa lähinnä ajanvarauksilla päällekkäisyyksien välttämiseksi.



*Opinnäytetyön toinen vaihtoehto katsastuslinjaston toteuttamisesta korjaamon yhteyteen.*

Vaihtoehtoinen katsastuslinjasto suunniteltiin mahdollisimman tehokkaaksi. Suunnitelmassa on katsastuskäyttöön tarkoitettu ajoneuvonostin. Myös lattiaan upotettaville heilahdusvaimentimien testerille ja jarrudynamometrille esitettiin vaihtoehtoinen paikka tehokkuuden parantamiseksi. Ajoneuvonostimen hankinta katsastusvarusteineen ja laitteiston siirrosta aiheutuvat lattia-työt nostaisivat katsastustoiminnan aloituskustannuksia huomattavasti. Katsastuslinjastoille suunniteltiin myös pääpiirteiset tarkastusjärjestykset.



*Opinnäytetyön ensimmäinen vaihtoehto katsastuslinjaston toteuttamisesta korjaamon yhteyteen.*

## Lopputulokset

Työn tuloksena saatiin tiedot lain ja viranomaisten asettamista vaatimuksista katsastustoimintaa kohtaan etenkin korjaamoyrityksen kannalta. Kävi selväksi, että korjaamon tiloissa on mahdollista aloittaa katsastustoiminta suhteellisen vähällä laiteinvestoinneilla. Suurimmat kustannukset yritykselle syntyisivät kuitenkin työvoiman palkkaamisesta, sillä yrityksessä ei työskentele henkilöä, joka täyttäisi katsastuksesta vastaavan henkilön vaatimukset.

Harva korjaamoyritys on aloittanut katsastustoiminnan, vaikka se lain puitteissa onkin mahdollista. Yksi todennäköinen syy tähän on kova kilpailu katsastusalalla. Harventuneet katsastusvälit hiljentävät jo olemassa olevia katsastustoimipisteitä. Katsastuksen kysynnän laskun ja koronaviruksen aiheuttaman epävarman taloustilanteen takia yritys ei vielä alkanut todellisiin toimenpiteisiin katsastustoiminnan aloittamisessa.

## Lähteet

Laki ajoneuvojen katsastustoiminnasta. 2014. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/smur/2013/20130957>

Leskelä, S. Katsastustoiminnan lisääminen monimerkkikorjaamon palveluihin. Opinnäytetyö. Oulun ammattikorkeakoulu. 2020. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2020060316730>

## Opetusvideot ajoneuvokatsastajakoulutuksen tukena Oulun ammattikorkeakoulussa

*Oulun ammattikorkeakoulun ajoneuvokatsastajakoulutuksessa on huomattu tarve opetusvideoiden lisäämiselle. Opetusvideoista on todettu olevan hyötyä monelle eri tavalla oppivalle ihmiselle. Yleisesti tunnetun VARK-oppimistyylin mukaan ihmiset voidaan jakaa karkeasti neljään erilaiseen oppimistyyppiin, jotka ovat visuaalinen, auditiivinen, kinesteettinen ja kirjoittava sekä lukeva oppiminen. Kyseisen oppimistyyliteorian on kehittänyt uusiseelantilainen*

*Neil Fleming 1980-luvulla. Esimerkiksi auditiivisella oppijalla jäävät puhutut ja kuullut asiat mieleen. He oppivat kuuntelemalla sekä puhumalla ja he pitävätkin keskusteluista, asioiden selittämisestä ja palautteen saamisesta puhuttuna. Kyseiseen oppimistyyliin kuuluu myös multimodaalinen oppiminen, joka tarkoittaa sitä, että ihminen voi oppia näiden oppimistyylien yhdistelmällä, esimerkiksi visuaalisella ja auditiivisellä tavalla. Multimodaaliselle oppijalle sopivat siis hyvin esimerkiksi opetusvideot. Oulun ammattikorkeakoulun ajoneuvokatsastajakoulutuksessa on viime aikoina lisätty opetusvideoiden käyttöä ja uusia opetusvideoita ajoneuvokatsastajakoulutukseen on tehty runsaasti.*

### Katsastustoiminnassa tarvittavista ohjelmista opetusvideoita

Opetusvideoista on erityistä hyötyä, kun opeteltavia asioita ei päästä kokeilemaan ja tekemään käytännössä. Esimerkiksi ajoneuvoliikenteen tietojärjestelmän (ATJ) kirjautumiseen ja käyttöön tarvitaan käyttäjätunnukset, jotka voivat saada vain Traficomien valtuuttamat henkilöt. ATJ-järjestelmä on ajoneuvokatsastajien käytössä oleva järjestelmä, josta ajoneuvokatsastajat näkevät katsastuksessa tarvittavia tietoja. Siksi onkin hyvä näyttää järjestelmän käyttämisen perusteita opetusvideoilla. Toinen ohjelma, jota ajoneuvokatsastajien on syytä osata käyttää työssään, on raskaan kaluston jarrumittauksissa ja -sovituksissa käytetty Dymatic-jarrusovitusohjelma. Jarrumittaukset ovat raskaan kaluston määräaikaikatsastuksissa pakollisia, joten raskaan kaluston ajoneuvokatsastajan tulisi osata käyttää tätäkin ohjelmaa. Dymatic-jarrusovitusohjelmalla voidaan laskea muun muassa teoreettisia jarruvoimia ja hidastuvuuksia.

Opetusvideoita on tehty myös muista aiheista kuin tarvittavien järjestelmien ja ohjelmien käytöstä. Ajoneuvojen määräaikaikatsastuksessa on eri osa-alueita, joissa ajoneuvosta tarkastellaan tiettyjä osa-alueeseen kuuluvia asioita. Yksi näistä osa-alueista on ajoneuvojen määräaikaikatsastuksen osa-alue E: Koeajo ja näkyvyys. Aiheesta on tehty opetusvideo, jossa suoritetaan esimerkkitarkastukset ajoneuvojen määräaikaikatsastuksen osa-alueeseen E: Koeajo ja näkyvyys liittyvistä tarkastuskohteista. Osa-alueessa tarkastellaan muun muassa ajoneuvon äänimerkinantolaitteen ja hallintalaitteiden toimintaa, tuulilasin ja muiden

ikkunoiden kuntoa, tuulilasin laitteiden kuntoa ja korin sisustaa. Tarkastuskohteet arvioidaan, ja jos kohde ei ole hyväksyttävä, siitä voidaan vian vakaavuuden mukaan joko antaa korjauskehoitus, hylätä katsastus tai antaa jopa ajokielto. Betonin valmistusaineet



Kuva 1 Kuvakaappaus opetusvideolta, jossa käsitellään määräaikaikatsastuksen osa-alueetta E: Koeajo ja näkyvyys

### Verkko-oppimisympäristöjä hyödynnetään nykyaikaisesti

Oulun ammattikorkeakoulun ajoneuvokatsastajakoulutuksessa käytetään verkko-oppimisympäristöä, mikä on hyväksi havaittu nykyaikainen tapa oppia ja opettaa. Verkko-oppimisympäristön etuja ovat muun muassa opiskelu ajasta, paikasta ja laitteesta riippumatta, tietojen helppo päivitettävyys, sähköisen oppimateriaalin lisääminen ja kommunikointi opettajan ja muiden oppilaiden kanssa. Etenkin tietojen helppo päivitettävyys on erittäin tärkeä asia ajoneuvokatsastajien koulutuksessa. Laitteet ja asetukset ja määräykset muuttuvat jatkuvasti, eikä



edes uusimmat lakikirjat ole aina ajan tasalla. Myös sähköiset tentit ovat käteviä, sillä niissä säästää paperia ja tentin voi tarkistaa reaaliajassa. Kaikki opetusvideot, jotka on viime aikoina tehty Oulun ammattikorkeakoulun ajoneuvokatsastajakoulutuksen käyttöön, on lisätty verkko-oppimisympäristöön, josta niitä voidaan katsoa milloin ja missä vaan.

### Lyhyt ja ytimekäs opetusvideo jää mieleen

Opetusvideoiden tulisi olla lyhyitä ja selkeitä, jolloin ne olisivat mahdollisimman hyödyllisiä. Liian pitkiä videoita katsoessa opiskelijan keskittyminen voi herpaantua ja opetusvideo menettää tehonsa. Kuitenkin lyhyeen videoon on haasteellista mahduttaa kaikki tarvittava tieto. On siis järkevää tehdä useita lyhyitä videoita. Kaikkia opetusvideoita ei kannata katsoa peräkkäin, sillä yksitellen katsottuna videoiden antama tieto jää paremmin muistiin. Opetusvideoiden ja verkko-oppimisympäristön käyttämisestä on huomattavasti hyötyä sekä opettajille että opiskelijoille. Opetusvideoiden tekeminen on työstä, mutta saavutettavat hyödyt ovat sen arvoisia. Vanhan sanonnan voi siis päivittää nykyään: Yksi kuva kertoo enemmän kuin tuhat sanaa, yksi opetusvideo kertoo enemmän kuin tuhat kuvaa.

Kuva 2. Oulun ammattikorkeakoulun ajoneuvokatsastajakoulutuksessa verkko-oppimisympäristönä käytetään Moodlea.

### Lähteet

Wathén, T. 2020. Videoiden hyödyntäminen ajoneuvokatsastajien oppimisympäristössä. Oulun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-202003213729>

## Sellutehtaan 1D-haihduttimen pesu käytön aikana

*Tämä artikkeli käsittelee Lasse Revon opinnäytetyötä, jossa tarkasteltiin haihduttimen pesua käytön aikana. Työssä tarkasteltiin Stora Enso Oulu Oy:n haihduttamon 1D-haihduttimen pesua ja siinä ilmeneviä ongelmia.*

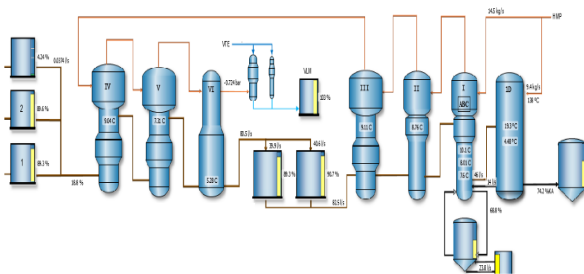
Haihduttamon käytettävyys on hyvin riippuvainen haihduttimien likaantumisen estämisestä, puhtaana pysymisen hallinnasta sekä mahdollisimman nopeasta ja tehokkaasta pesujärjestelystä. Haihduttamolla tuotetaan sellutehtaan soodakattilalla poltettava polttoliipeä, joka on tärkeä osa tehdään kemikaalikiertoa ja energiantuotantoa.

Haihduttimen peseminen on tärkeää, sillä likaantuessaan ne voivat alentaa haihduttamon kapasiteettia ja heikentää sen energiatehokkuutta. Pesua varten on hyvä olla olemassa suunnitelma, jonka mukaan haihdutinta pestään sekä on hyvä tietää, mitä asioita pesun aikana on otettava huomioon. Sellutehtailla on yleisesti ollut ongelmana haihdutusta ajatellen, että haihduttamon on oletettu toimivan kuitulinjan ja soodakattilan välillä riippumatta siitä, millaisia lipeitä ja jätenesteitä sinne ajetaan. (1.)

- **Haihduttimen peseminen on tärkeää, sillä likaantuessaan ne voivat alentaa haihduttamon kapasiteettia ja heikentää sen energiatehokkuutta.**

### Haihduttimen likaantuminen

Haihduttamon ensisijainen tehtävä on haihduttaa mustaliipeästä mahdollisimman paljon vettä pois, ja haihduttamon kapasiteettia tarkastellaankin haihdutetun veden määrällä. Liipeän laadulla voidaan vaikuttaa haihdutuksen toimintojen parantamiseen, kuten sarjan likaantumiseen, suovan erottamiseen ja haihduttimien pesutarpeeseen sekä pesujen tehokkuuteen.



Oulun sellutehtaan haihduttamo

Yleisimpiä prosessiongelmia haihduttamoilla ovat vaahtoaminen, kapasiteetin aleneminen, lauhteiden puhtaus ja haihduttimien likaantuminen. Koska haihduttamolla haihdutetaan epäpuhtaita liuoksia, ei lämpöpintojen likaantumiselta voi välttyä. Erilaisten pesujärjestelmien avulla likaantuneet laitteet voidaan normaalin käytön aikana hoitaa pesemällä lipeäsäiliöiden kapasiteettien antamien aikarajojen puitteissa. (2.)

Lämpöpinnoille kiinnittyvät likaavat ja tukkeutuvia aiheuttavat epäpuhtaudet voidaan jakaa pääasiassa kolmeen ryhmään.

organiset yhdisteet (esim. suopa)

burkeiitti ( $2\text{Na}_2\text{SO}_4 \times \text{Na}_2\text{CO}_3$ )

muut epäorgaaniset yhdisteet (erityisesti kalsium).

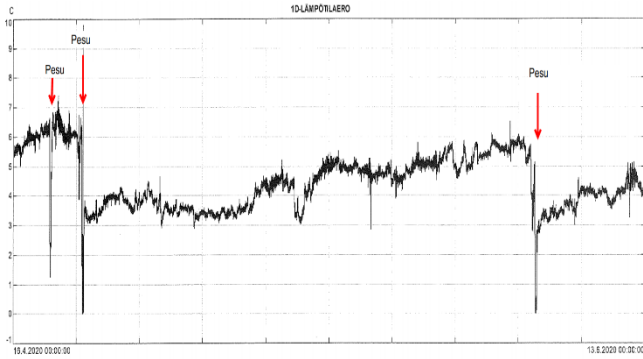
Liipeän kuitupitoisuus voi myös olla osasyllinen pintojen likaantumiseen, ja onkin tärkeää, että pesemöltä tuleva lipeä olisi mahdollisimman kuituvaapa, eikä kuitusuotimia ohitettaisi edes häiriötilanteissa. Useasti likaantumisen on kyse kuitenkin useamman likakomponentin yhdistelmästä. Usein likaantumisongelman ratkaiseminen ei ole enää mahdollista pelkästään haihduttamolla, vaan tarvitaan koko kemikaalikierron hallintaa.

Burkeiitti saostuu jokaisessa haihduttamossa, ja sillä on kriittinen alue, jossa sen likaava vaikutus on suurimmillaan. Kun kriittinen alue on ohitettu, vähenee kiteytyminen lämpöpinnoille. Saostuminen on hallittavissa pesuilla sekä erilaisilla liipeän ominaisuuksiin vaikuttavilla tekijöillä, kuten suolan noudolla, kidelipeän kierrätyksellä ja sivuvirtojen kohdistuksella. Suolan noudolla tarkoituksena on tuoda kiteitä vahvammustaliipeän sekaan sekä nostaa liipeän kuiva-ainetta. Uudet muodostuvat kiteet kiinnittyvät jo olemassa oleviin kiteisiin eivätkä haihduttimien lämpöpinnoille ja näin ollen vähentävät yksiköiden pesutarvetta. (3.)

Haihduttimia pestään joko tietyin väliajoin tai silloin, kun lämpöpinnot ovat likaantuneet. Pesuja voidaan suorittaa suunnitteleamalla haihduttimelle pesusekvenssi tai haihdutin voidaan pestä manuaalisesti ohjauspaneelilta.

## 1D-haihduttimen pesu

Opinnäytetyössä tarkastellaan 1D-haihduttimen pesua käytön aikana, pesun onnistumista ja sitä, mitä pesua suorittaessa on otettava huomioon. Haihdutin on lamellilittyypinen laskevan kalvon haihdutin, joka on haihdutussarjan lipeäkierron viimeinen yksikkö. Haihduttimen pesu suoritetaan manuaalisesti ohjauspaneelilta aina tarvittaessa, eikä sille ole olemassa pesusekvenssiä.



1D:n lämpötilaeron kuvaaja

1D-haihduttimen likaantumista seurataan mustaliipeän ja lauhtuvan höyryn välisellä lämpötilaerolla, joka noustessaan kertoo lämpöpintojen likaantumisesta. Pesuja haihduttimelle suoritetaan vaihtelevasti aina tarpeen mukaan riippuen tuotantotilanteesta ja lämpöpintojen likaantumisesta. Pesun onnistunut suorittaminen ajon aikana vie aikaa, joten on huolehdittava, että pesun ennättää suorittaa lipeäsäiliöiden kapasiteettien antamissa rajoissa. Pesua varten haihduttamo onkin ajettava pesun edellyttämälle mallille, jotta polttoliipeä riittää koko pesun ajaksi.

Ennen pesua haihduttimen lipeän kuiva-aine ja yksikön lipeäpinta kannattaa laskea alemmaksi, sillä se on kokemuksen mukaan parantanut yksikön pinnanmittauksen toimivuutta ja nopeuttanut pesun aloittamista. Haihdutinta pestään pääasiassa sekundäärilauhteella, mutta pesusekvenssin puuttuessa yksikköä pestään usein eri tavoilla, joten pesutulos on ajoittain vaihdellut. Haihdutinta pestäessä yksikköön on hyvä ottaa useampi vesitäyttö ja pesuvedet on hyvä vaihtaa esimerkiksi kaksi tai kolme kertaa. Pesussa on myös useita asioita, joita kannattaa seurata tarkasti, kuten esimerkiksi kiertopumppujen kuormat, yksikön pinta sekä linjojen huuhtelu.

1D-haihduttimen pesussa käytön aikana on ilmennyt useita ongelmia, jotka vaikeuttavat

pesusekvenssin suunnittelua. Monet ongelmista eivät suoraan vaikuta itse haihduttimen pesuun, mutta saattavat aiheuttaa häiriöitä muissa prosessiosissa. Yleisimpiä pesussa ilmenneitä ongelmia ovat yksikön pinnanmittauksen toimimattomuus, sekundäärilauhteiden likaantuminen, polttoliipeän riittämättömyys ja hajukaasukattilan sammuminen.

Pinnanmittaus on osoittautunut erityisen ongelmalliseksi, sillä se ei ota huomioon nesteen tiheyttä ja saattaa useasti näyttää yksikön olevan tyhjä, vaikka näin ei kuitenkaan ole. Pinnanmittauksen ongelmat vaikeuttavat haihduttimen ajamista ja tekevät pesusekvenssin suunnittelusta jo itsessään erittäin haastavaa. Pinnanmittaus olisi ehdottomasti saatava ottamaan huomioon nesteen tiheys yksikössä, jotta sen ajaminen olisi mahdollisimman turvallista. Pesun aikana sekundäärilauhteet usein likaantuvat, mutta se ei yleensä aiheuta pidempiaikaisia ongelmia, ellei kyseessä ole laiterikko.

Polttoliipeän riittävyyden kanssa on usein ollut haasteita, sillä polttoliipeäsäiliö on päässyt liian tyhjäksi. Säiliön pinnanmittaus ei näytä lipeän määrää luotettavasti ja lipeän saatavuuden kanssa on tullut ongelmia pinnanmittauksen näyttäessä 25 %:n pintaa. 1D:n pesua varten tulisikin saada käyttöön 1D-haihduttimen ohitus, jotta pesun aikana saataisiin tehtyä muilla haihduttimilla soodakattilalle kelpavaa polttoliipeää. Pesun aikana haihduttamon hajukaasujärjestelmässä saattaa tapahtua paineenheilahduksia, mikäli hajukaasujärjestelmän painetta ei tarkkailla. Paineenheilahdukset saattavat aiheuttaa hajukaasukattilan sammumisen, joka voi huonoimmassa tapauksessa aiheuttaa ylimääräisiä ympäristöpäästöjä ja ylimääräistä työtä.

Ongelmista huolimatta 1D-haihduttimen pesu onnistuu käytön aikana, mutta vaatii operaattorilta tarkkaavaisuutta. Pesun kehittäminen pesusekvenssillä toteutettavaksi vaatisi muutoksia, kuten 1D-haihduttimen ohituksen sekä pinnanmittauksen muutokset huomioimaan nesteen tiheys yksikössä.

## Lähteet

1. David T. Clay, Ph.D. Evaporation fouling.
2. KnowPulp 2020 Sellutekniikan ja automation oppimisympäristö. Sulfaattisellun valmistus.
3. Björk, Maria – Wadsborn, Rickard – PCC Minimised scaling in black liquor evaporation.

## Biopolymeeri Dustbinder soratien pintakelirikon estämisessä

*Sorateiden kunto on keväisin ja syksyisin heikko, ja tiet vaativat kunnostusta. Tomi Kemppainen etsi opinnäytetyösään ratkaisuja pintakelirikko-ongelmiin Ruvaslahdentiellä, Polvijärvellä kesän 2019 ja kevään 2020 aikana. Testattavana oli Dustbinder-biopolymeeri, jonka avulla pyrittiin parantamaan soratien kantavuutta ja kiinteyttämään tienpintaa.*

Suomessa kelirikko on jokavuotinen ongelma, varsinkin sorateilla. Routiminen ja kantavuusongelmat vaativat teiden jatkuvaa kunnossapitoa. Perinteisten menetelmien rinnalle kelirikko-ongelmien estämiseen on tarve löytää myös uusia innovatiivisia menetelmiä, jotka antaisivat sorateille pitkäaikaiskestävyyttä.

Destia Oy:n hoitourakka-alueeseen kuuluvalla Ruvaslahdentiellä Polvijärvellä toteutettiin kesällä 2019 - keväällä 2020 koerakentamishanke, jossa tutkittiin eri kunnostusmenetelmien vaikutusta soratien pintakelirikko-ongelmien estämisessä. Koealue oli yhteensä 2,5 kilometriä pitkä ja siinä oli 5 erilaista keosuutta. Perinteisten menetelmien rinnalla tutkittiin Mfibrils Oy:n tuottaman biopolymeeri Dustbinderin vaikutusta soratien rakennekerroksien ominaisuuksiin.

Ennen tarkempaa parannussuunnittelua maa-ainesten perusominaisuudet tutkittiin Oulun ammattikorkeakoulun rakennuslaboratoriossa. Samassa yhteydessä tutkittiin Dustbinderin erisuuruisten seossuhteiden vaikutusta maa-ainesten perusominaisuuksiin. Koerakenteet suunniteltiin laboratoriotulosten perusteella.

- **Biopolymeeri Dustbinder toimii soratiellä pölynsidonta-aineena ja lisää soratien kantavuutta.**

### Dustbinder

Biopolymeeri Dustbinder on sellupohjainen kuitumassa, joka toimii pölynsidonta-aineena ja tien pintarakennekerrosta lujittavana tekijänä. Dustbinder sisältää kuitujakeita, joiden pintoihin saadaan suuri sidonta pinta-ala, joka puolestaan sisältää vetysidoksia muodostavia hydroksyyliyhmiä. Hydroksyyliyhmiä sitovat tehokkaasti puukuituja ja pölynsidonnassa kiviaineksen silikaattiryhmiä. Kiviaineksen hienoaines muodostaa Dustbinderin kanssa vetysidoksiin isompia partikkeleja, jotka eivät enää pölyä hienoaineksen tapaan.

### Käytetyt tutkimusmenetelmät

Laboratoriossa tutkittiin Dustbinderillä käsiteltyjen ja käsittelemättömän maa-aineksen rakeisuudet, vesi- ja humuspitoisuudet sekä puristuslujuudet. Rakentamiskohteessa tehtiin kantavuusmittauksia kannettavalla Loadman-pudotuspainolaitteella sekä KUAB FWD 50 -pudotuspainolaitteella niin Dustbinderillä käsitellyillä kuin käsittelemättömillä koealueilla.



*Traktorin perässä oleva laite jyrää, sekoittaa, tasoittaa ja tiivistää tienpinnan.*

Kantavuusmittauslaitteista monipuolisin on pudotuspainolaite, joka antaa pintakantavuuden lisäksi myös tietoa tien rakennekerrosten ja pohjamaan laadusta. Menetelmässä mitataan tien pinnan taipuma eri etäisyyksillä kuormituskohdasta. Taipuman lisäksi se kertoo tien rakennekerrosten ja pohjamaan laadusta eri syvyyksillä. Taipumista voidaan laskea rakenteen yläosan kuntoa kuvaava tunnusluku SCI (surface curvature index) ja pohjamaan laatua kuvaava tunnusluku BCI (base curvature index). Tien päällysteen ja kantavan kerroksen laatu on sitä parempi, mitä pienempiä SCI-arvoja mitataan. SCI-arvo on kuormituskohdan taipuman ja 200

mm:n päässä kuormituskohdasta mitatun taipuman erotus.



*Kantavuusmittauksissa käytetty Kuab FWD-50 –pudotuspainolaite.*

## Tutkimustulokset

Laboratoriokokeissa Dustbinderin ei havaittu vaikuttavan maa-aineksen rakeisuuteen vesipitoisuuteen tai humuspitoisuuteen. Dustbinderillä käsiteltyjen koekappaleiden 28 vuorokauden puristuslujuudet olivat yli kaksinkertaisia alkuperäisiin puristuslujuuksiin verrattuina.

Visuaalisen tarkastelun perusteella Dustbinderillä käsitelty tienpinta oli tiivis ja kova. Keväällä 2020 koeosuudella ei myöskään havaittu pintakelirikkoa missään vaiheessa. Myöhemmin kesällä tien pölyäminen oli myös hyvin vähäistä. Kantavuusmittauksissa mitattiin kaikilla koeosuuksilla yli kaksinkertaisia kantavuusarvoja soratiellä yleisesti vaadittavaan 80 MPa:n kantavuuteen verrattuna.

Dustbinderin rakenteen kantavuutta ja yläosan jäykkyyttä parantava vaikutus tuli parhaiten esille pudotuspainolaitemittausten yhteydessä. Tämä näkyi Dustbinderillä käsiteltyjen koalueiden huomattavasti pienempinä SCI-taipuma-arvoina verrattuna käsittelemättömien alueiden SCI-arvoihin. Dustbinderillä käsitellyillä koalueilla SCI-taipuma-arvojen keskiarvo oli 263  $\mu\text{m}$  ja vertailualueilla 368  $\mu\text{m}$ .

## Johtopäätökset

Tutkimustulosten perusteella Dustbinderin havaittiin parantavan soratien kantavuutta ja kiinteyttävän tienpintaa. Myös soratien pölyäminen väheni huomattavasti. Tutkimusvuosina sorateiden kelirikko-ongelmat olivat keskimääräistä vähäisempiä. Tästä syystä Dustbinderin vaikutus pintakelirikon estämisessä jäi vielä lopullisesti varmistamatta. Koerakenteiden seuranta tullaan tästä syystä edelleen jatkamaan Dustbinderin pitkäaikaisvaikutusten varmistamiseksi.

## Lähteet

Kemppainen, Tomi 2020. Biopolymeeri Dustbinderin soratien pintakelirikon estämisessä. Insinööriyö. Oulun ammattikorkeakoulu, RET-osasto, Rakennus- ja yhdyskuntateknikan tutkintoohjelma. Saatavissa: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/345740/Kemppainen\\_Tomi.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/345740/Kemppainen_Tomi.pdf?sequence=2&isAllowed=y). Hakupäivä 24.11.2020.

Sorateiden hoito ja kunnostus. 2017. Helsinki: Tielaitos. Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/sorateiden\\_hoito\\_ja\\_kunnostus.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/thohje/pdf/sorateiden_hoito_ja_kunnostus.pdf). Hakupäivä 13.1.2020.

Sorateiden kunnossapito. 2014. Liikenneviraston ohjeita 1/2014. Helsinki: Liikennevirasto. Saatavissa: [https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo\\_2014-01\\_sorateiden\\_kunnossapito\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2014-01_sorateiden_kunnossapito_web.pdf). Hakupäivä 6.11.2019.

Spoof Harri – Petäjä Sami 2000. Pudotuspainolaitemittaus: PPL-mittaus. VTT Yhdyskuntateknikka. Tien Pohja- Ja Päällysrakenteet tutkimusohjelma. Saatavissa: <https://www.tieh.fi/tppt/pdf/1-pplmittaus.pdf>. Hakupäivä 6.8.2020.

## ”Biokaasumeijeri” – vaihtoehto maatilakohtaiselle jalostamiselle

*Pohjois-Pohjanmaalla sijaitsevan maitotilan nykyiselle biokaasun hyödyntämiselle haettiin vaihtoehtoisia toimintatapoja. Vaihtoehtoina olivat tilatason eri ratkaisut ja keskitetty jalostus.*

Tutkimuksessa selvitettiin, mikä on maatilan näkökulmasta kannattavin vaihtoehto talteen otettavan biokaasun hyödyntämiselle. Samalla kun arvioitiin vaihtoehtoisien toimintatapojen kannattavuutta, arvioitiin myös keskitetyn biokaasun jalostuslaitoksen ”biokaasumeijerin” kustannuksia ja toimintanedellytyksiä.

Tapaustutkimuksen kohteena ollut maitotila on kokuokaltaan keskimääräistä suurempi. Lypsäviä lehmiä noin 140 ja muita nautoja noin 210. Vuosittain syntyvän lietteen määrä oli noin 6000 m<sup>3</sup>.

Tilan biokaasutuotanto tapahtuu reaktorissa. Reaktorista tullut biokaasu jäädytetään lämmönvaihtimessa ja kondensoitunut vesi erotetaan kaasusta. Sitten kaasu ajetaan aktiivihillisuodattimen läpi, joka suodattaa kaasusta lopun rikkivedyn ja siloksaanit. Tämän jälkeen kaasu ohjataan CHP-yksikköön eli polttomoottoriin, joka pyörittää maksimikapasiteetiltaan 50 kWh:n generaattoria.

### - Nykyisin biokaasu hyödynnetään CHP-yksiköllä sähköksi ja lämmöksi

Varajärjestelmänä tilalla on biokaasukäyttöinen lämmityskattila, jolla kaasu voidaan muuttaa lämmöksi CHP-yksikön toimintahäiriön sattuessa. Yksikköä, joka tuottaa sekä sähköä että lämpöä, kutsutaan CHP-yksiköksi. CHP on lyhenne sanoista Combined Heat and Power eli yhdistetty sähkön ja lämmön tuotanto.

### Erlaisia vaihtoehtoja

Vertailu eri vaihtoehtojen välillä perustui eri jalostusvaihtoehtojen väliseen tuottoon. Vaihtoehtoisina malleina tarkasteltiin raakakaasun, vähäisesti puhdistetun kaasun sekä standardin ISO 15403 mukaisen biokaasun tuottamista ja myymistä markkinoille. Lisäksi arvioitiin keskitetyn biokaasun jalostuslaitoksen ”biokaasumeijerin” kannattavuutta suhteessa tilakoon jalostusyksiköihin.

Kannattavuuden tarkastelussa vertailukohtaksi otettiin kohdetilan biokaasun hyödyntämisestä saadun sähkö- ja lämpöenergian taloudellinen arvo. Sähköenergian arvo määritettiin suoraan sähköyhtiön laskutushinnasta. Lämpöenergian

arvo laskettiin säästyneen hakkeen arvona, jolla tila aikaisemmin tuotti tarvitsemansa lämpöenergian.

Raakakaasun ja vähäisesti puhdistetun (kostuden poisto ja aktiivihillisuodatus) kaasun osalta suurin haaste kannattavuuden kannalta muodostui markkinoiden puutteesta. Vaikka kaasun hinta voitaisiinkin määrittää energiasisällön perusteella, ei kyseisille kaasuille ole olemassa toimivaa markkinaa. Tästä syystä keskittyminen niiden tuottamiseen ei tällä hetkellä ole konkreettinen vaihtoehto.

### - Moottoribiokaasun tuottaminen on kannattavinta, jos se pystytään myymään suoraan tilalta

ISO 15403 -standardin mukaisen kaasun, ns. moottoribiokaasun, tuottaminen oli laskelmien mukaan nykyistä vaihtoehtoa hieman kannattavampaa, jos kaikki standardin mukainen biokaasu pystyttäisiin myymään suoraan tilalla sijaitsevan tankkausaseman kautta käyttäjille. Tämä vaihtoehto on haasteellinen, koska tila ei sijaitse merkittävien liikenneväylien tai asutuskeskusten välittömässä läheisyydessä.

### Biokaasumeijeri vaihtoehtona

Viisi- jopa kymmenkertaista jalostuskapasiteettia edustavan keskitetyn jalostusyksikön ”biokaasumeijerin” pääoma- ja käyttökustannukset jäivät alhaisemmiksi, kun niitä verrattiin tilatason jalostusyksiköiden kustannuksiin. Tutkimuksessa tehtyjen laskelmien mukaan keskitetty jalostusyksikkö tarjoaa kustannustehokkaamman jalostusprosessin.

Käytännön ongelmaksi muodostuukin biokaasun riittävän saatavuuden turvaaminen isoon jalostusyksikköön. Löytyykö meillä biokaasun tuotannosta kiinnostuneiden mautilojen ja muiden yritysten välille yhtenevä näkemys, joka synnyttäisi tällaisen vain kaasun jalostamiseen ja markkinointiin keskitetyn toimijan? Toisena merkittävänä tekijänä keskitetyssä biokaasun jalostuksessa on kaasun siirtämiseen käytettävä teknologia ja siirtokustannus. Lyhyet siirtomatkat voidaan toteuttaa kiinteällä putkiyhteydellä, mutta pidemmät, jo noin 20 kilometrin

siirtomatkat ovat edullisempia maantiekuljetuksina. Yksi keskeisistä kysymyksistä keskitetyn yksikön kannattavuuden kannalta onkin kaasun siirtämisen kustannus. Keskitetyn jalostuslaitoksen sijoittamisen osalta kannattaa huomioida, missä kaasua käyttävät asiakkaat saavat hyödykkeen sujuvasti käyttöönsä. Jos laitos sijaitsee kiinteän putkiyhteyden päässä valtatiestä ja isosta taajamasta, voidaan jalostettu kaasu toimittaa käyttöön kohtuullisin siirtokustannuksin.

- **Laitoksen sijoittamisessa kannattaa huomioida, mistä kaasua käyttävät asiakkaat saavat hyödykkeen sujuvasti käyttöönsä**

### **Volyymin nostamisella saadaan kustannustehokkuutta**

Vertailtaessa erilaisia jalostusmenetelmiä, ei eri menetelmien välillä ollut huomattavia kustannuseroja. Sen sijaan merkittävää oli käsiteltävän kaasun volyymi. Kun biokaasun tuotantomäärä kasvaa 100 Nm<sup>3</sup>:sta tunnissa 500 Nm<sup>3</sup>:iin tunnissa, alenevat tuotantokustannukset tuotettua biokaasukuutiota kohden 22 – 35%.

- **Kun tuotantomäärää kasvatetaan, kustannukset tuotettua kuutiota kohden laskevat jopa 35%**

Taulukossa on esitetty maatilán näkökulmasta tarkasteltuna volyymin vaikutuksia biokaasun jalostuskustannukseen. Keskimmäisen vaihtoehdon osalta laskelma ei ole realistinen, koska ei ole perusteltua investoida jalostuskapasiteettiin, jota ei pysty hyödyntämään. Maatilamittakaavaan suunnitellun jalostusyksikön kustannukset verrattuna keskitetyn yksikön jalostuskustannuksiin on merkittävästi suuremmat. Keskitetyn yksikön osalta on huomioitava, että laskelmassa ei ole huomioitu raakakaasun siirtokustannusta kaasuntuotannosta jalostusyksikköön.

*Taulukko 1. Kustannusvertailu biokaasun jalostuskustannuksista maatilalla tai keskitetyssä yksikössä toteutettuna.*

<b>Biokaasun jalostamisen kustannus eri yksiköissä ja volyymitasoissa</b>	Maatila kokoluokan yksikkö	Keskitetty yksikkö maatila-volyymi	Keskitetty yksikkö koko volyyymi
Tuotettavan biokaasun määrä Nm <sup>3</sup>	171 800	171 800	830 000
Metaanin osuus %	95	95	95
Investointikustannus €	300 000	600 000	600 000
Pitoaika vuosia	20	20	20
Laskentakorko %	5	5	5
Investointikustannus / vuosi	23 759 €	47 517 €	47 517 €
Käyttökustannukset / vuosi	15 000 €	8 160 €	41 500 €
<b>Kustannus yhteensä</b>	<b>38 759 €</b>	<b>55 677 €</b>	<b>89 017 €</b>
Kustannukset / Nm <sup>3</sup> biokaasua	0,14 €	0,28 €	0,06 €
Investointikustannus			
Käyttökustannukset	0,09 €	0,05 €	0,05 €
<b>Kustannus yhteensä</b>	<b>0,23 €</b>	<b>0,32 €</b>	<b>0,11 €</b>

### **Lähteet:**

Biogas to Biomethane Technology Review 2012. Vienna university of technology. Austria. Hakupäivä 30.9.2020. [https://www.membran.at/downloads/2012\\_BioRegions\\_BiogasUpgradingTechnologyReview\\_ENGLISH.pdf](https://www.membran.at/downloads/2012_BioRegions_BiogasUpgradingTechnologyReview_ENGLISH.pdf)

Kaparaju, P. & Rintala, J 2013. Generation of heat and power from biogas for stationary applications: boilers, gas engines and turbines, combined heat and power (CHP) plants and fuel cells. Wellinger, A., Murphy J. & Baxter D (toim.). The biogas handbook. Cambridge, UK, Woodhead Publishing Limited: 404-426.

Roth, L., Johansson, N. & Benjaminsson J. 2009. Mer biogas! Realisering av jordbruksrelaterad biogas. Grontmij, 2009. Hakupäivä 30.9.2020. <http://gasefuels.se/documents/3/mer-biogas-realisering-av-jordbruksrelaterad-biogas.pdf>

Tsupari, E., Hurskainen M. & Bajamundi, C. 2018. Mahdollisia CO<sub>2</sub>:n lähteitä Keski-Suomessa ja Suomessa. Artikkelin kokoelmassa Kärki, J., Hurskainen, M., Mäkikouri, S., Melin, K., Tsupari, E., Bajamundi, C., Vehmas, T., Thomasson, T., Suomalainen, M., Lehtonen, J. & Alakangas, E. Uutta kestävää liiketoimintaa bioperäisestä hiilidioksidista - Kooste projektin päätöksistä. Keski-Suomen liitto. Hakupäivä 23.3.2020. <https://projectsites.vtt.fi/sites/BioCO2/www.vtt.fi/sites/BioCO2/PublishingImages/tiedotteet/BioCO2%20kooste.pdf>

## Oamkin yhdyskuntatekniikan opinnäytetyöt apuna infran rakentamisessa

Oamkin työelämälähtöiset, ulkopuolisille tilaajille toteutettavat opinnäytetyöt tarjoavat tuoretta tietoa ja hyödyttävät tilaajaa konkreettisesti. Opinnäytetöiden kautta opiskelijoille avautuu suora väylä työelämään ja työllistymiseen. Samalla oppilaitoksen henkilökunta saa ylläpidettyä arvokkaita yhteistyöverkostojaan opinnäytetöiden tilaajien ja muiden yhteistyökumppanien välillä. Oamkin Rakennus-, energia- ja talotekniikan osastolla tehdään vuosittain toista sataa opinnäytetyötä, joista noin viidesosa käsittelee infrarakentamiseen ja ympäristöön liittyviä teemoja. Pääosa opinnäytetöistä toteutetaan oppilaitoksen ulkopuolisten tilaajien toimeksiannoista

Opinnäytetöissään insinööri-, mestari- ja rakennusarkkitehtiopiskelijat paneutuvat aitoihin työelämän kysymyksiin ja opinnäytetyön tekijä saa usein nähdä työnsä tuloksia rakennetussa infrassa. Yhden esimerkin toimivasta yhteistyöstä tilaajan, opinnäytetyön tekijän ja oppilaitoksen välisestä yhteistyöstä tarjoaa yhdyskuntatekniikan insinööri (AMK) **Anna Rautakosken** opinnäytetyö *Hulluojan hulevesialtaan kunnostussuunnitelma*, jossa laadittiin yleissuunnitelma Oulunsalon Hulluojan hulevesialtaan ja sen ympäristön kunnostamiseen.

### Opinnäytetyön tavoitteena parempi hulevesien hallinta, kunnossapito ja esteettisyys

Rautakosken tavoitteena oli tehdä opinnäytetyö, jossa keskityttiin Hulluojan alueen hulevesien hallinnan ja käsittelyn haasteisiin sekä alueen kunnossapitotoimien tehostamiseen esteettisyyttä unohtamatta. Opinnäytetyön tuli siten tarjota ratkaisumalleja hulevesialtaan kunnostustyön suunnitteluun ja toteutukseen sekä kunnossapitoon edistäen samalla hulevesialtaan ja sen ympäristön kauneusarvoja. Opinnäytetyön tilaajana toimi Oulun kaupungin yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut. Tilaajaorganisaation ja oppilaitoksen lisäksi opinnäytetyöprosessin ohjaukseen osallistuivat asiantuntijat Oulun Vedeltä ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskukselta.

**Rautakosken opinnäytetyössään laadittu yleissuunnitelma etenee myöhemmin rakennussuunnitteluun ja sen jälkeen kunnostuksen toteutukseen. Kunnostustöiden valmistuttua opinnäytetyössä tehty työ konkretisoituu silminnähäväksi.**



*Opinnäytetyön monitieteisyys motivoi Anna Rautakoskea*

Hulevesiä voidaan hallita monin tavoin. Näistä ensisijaisena keinona olisi käsitellä hulevedet jo niiden syntypaikoilla luontoon imeyttämällä. Tiheään rakennetuissa ja tiiviissä ympäristöissä, millainen Hulluojan hulevesiallasta ympäröivä valuma-aluekin on, alueiden kuivatusta on ollut pakko toteuttaa hulevesiviemäröinnillä. Tällaisissa tilanteissa syntyy tarve käsitellä hulevedet keskitetysti esimerkiksi hulevesialtaan avulla. Hulevesialtaan tavoitteena on käsitellä hulevettä laskeuttamalla hulevedessä olevaa kiintoainesta huleveden virtaamaa hidastamalla, sitoa hulevedessä olevia ravinteita altaan kasvillisuuteen sekä tasata alueen hulevesitulvahuippuja. Hyvin toimiva hulevesiallas ja sen ympäristö tarvitsevat säännöllistä kunnossapitoa. Hulevesialtaaseen laskeutuvaa kiintoainesta on poistettava ja altaan reunoja sekä uomia niitettävä. Huolellisen suunnittelun ja toteutuksen avulla voidaan kunnossapitotoimia kuitenkin tehostaa ja



siten säästää kustannuksissa vaarantamatta altaan puhdistustehoa.



*Hulluojan hulevesialtaan virtaama on nykytilassa heikkoa ja altaassa on voimakasta leväkasvua.*

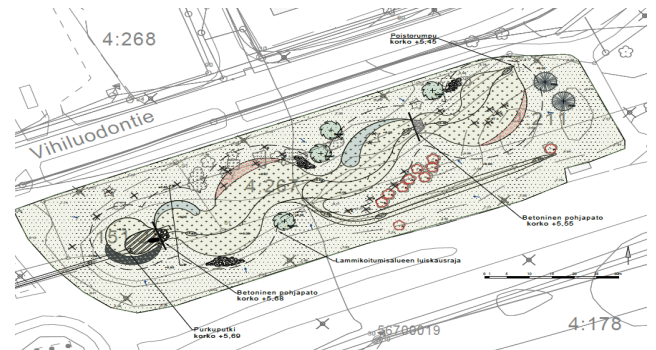
Hulluojan hulevesiallas sijaitsee näkyvällä paikalla Oulunsalon keskustan alueella Lentokentäntien varressa. Lentokentäntie toimii Ouluun tulevien lentomatrustajien pääväylänä kohti kaupunkia, minkä vuoksi sen näkymät antavat matkustajille ensimmäiset mielikuvat Oulun kaupungista. Keskeisestä sijainnista johtuen hulevesiallasta ympäröivän, puistoksi kaavoitetun alueen tulee olla viihtyisä. Lisäksi Oulunsalon keskustan alueen kehittämissuunnitelmat kattavat myös Hulluojan hulevesialtaan alueen, minkä vuoksi altaan suunnittelu- ja kunnostustyö ovat erityisen ajankohtaisia.

## Hulluojan hulevesialtaan ja ympäristön kunnostustarpeet

Opinnäytetyössä havaittiin, että Hulluojan hulevesialtaassa on selkeitä kunnostustarpeita, sillä nykyisellään hulevesialtaan toimivuus on heikko. Altaassa olevan pysyvän vesipinnan viipymä on pitkä ja altaassa on virtaamaa pelkästään tulvatilanteissa, minkä vuoksi hulevesialtaassa on kesäisin voimakasta leväkasvua. Kiintoaineksen poisto on vaikeaa, sillä allas on jyrkkäreunainen ja pohjastaan luonnonkiviheitokepintainen. Lisäksi hulevesialtaasta lähtevä laskuoja on osittain umpeenkasvanut ja jyrkkäreunainen, mikä vaikuttaa altaan virtausolosuhteisiin.

Opinnäytetyössä laaditussa yleissuunnitelmassa hulevesiallas muutettiin pitkänomaiseksi, pohjapatojen avulla toteutetuksi alivesiuomaiseksi altaaksi, jossa veden viipymäaika on nykyistä pienempi. Hulevesialtaaseen suunniteltiin enemmän lammikoitumistilaa voimakkaiden sateiden ja sulannan aikaisille suuremmille vesimäärille sekä tulvatilanteissa toteutuvalla pohjapatojen ylivirtaamalle. Hulevesialtaan reunat suunniteltiin nykyistä

loivempaan kulmaan, jotta altaaseen laskeutuvan kiintoaineksen poisto ja reunaluiskien hoito ovat toteutettavissa yksinkertaisemmin ja nopeammin menetelmin. Altaaseen ja sen ympäristöön suunniteltiin enemmän kasvillisuutta, mikä osaltaan sitoo huleveden ravinteita ja tehostaa kiintoaineksen laskeutumista. Puistoalueen ilmettä muutettiin ympäristöönsä sopivammaksi ja viihtyisämmäksi.



*Hulluojan hulevesialtaan yleissuunnitelmassa käytettävissä oleva pinta-ala hyödynnettiin tehokkaasti.*

Hulluojan hulevesialtaan kunnostuksen yleissuunnitelma oli opinnäytetyöaiheena monitieteinen. Hulevesialtaan mitoitus ja suunnittelu pohjautuivat Anna Rautakosken insinööriopintoihin, hulevesialtaan ympäristön suunnittelussa Rautakoski sai puolestaan haastaa aiemmin hankkimaansa hortonomin ammattitaitoa. Opinnäytetyön monitieteellisyys toimikin yhtenä Rautakoskea motivoivana tekijänä yhdessä opinnäytetyössä työn tilaajalle tuotetun hyödyn ja uuden oppimisen ilon lisäksi.

Rautakosken opinnäytetyössään laatima yleissuunnitelma etenee myöhemmin rakennussuunnitteluun ja sen jälkeen kunnostuksen toteutukseen. Kunnostustöiden valmistuttua opinnäytetyössä tehty työ konkretisoituu silmännähtäväksi. Aika näyttää, pääseekö nykyisin VRJ Pohjois-Suomi Oy:ssä infratyönjohtajana työskentelevä Rautakoski toteuttamaan suunnitelmaansa myös käytännössä. Tämä ratkeaa siinä vaiheessa, kun Hulluojan hulevesialtaan kunnostuksen toteuttava urakoitsija on valittu.

## Lähteet

Rautakoski, A. Hulluojan hulevesialtaan kunnostussuunnitelma. Opinnäytetyö. Oulun ammattikorkeakoulu. 2020. Saatavissa:

<http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2020060115975>

Oamkin opinnäytetyö-työohje. "Ennen 1.8.2020 aloitettuihin opinnäytetöihin". Saatavissa:

<http://www.oamk.fi/opinto-opas/opintojen-sialto/opinnaytetyo>

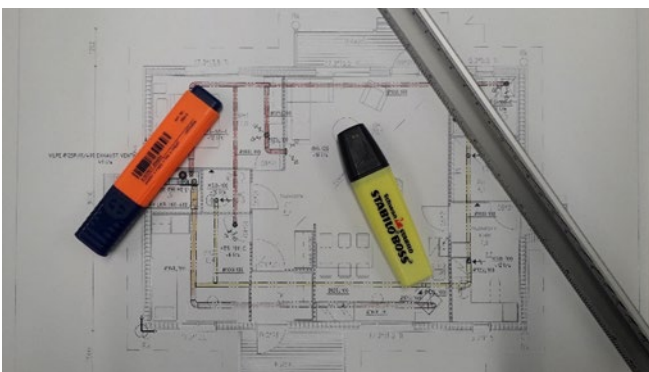
## Oppia työelämän helmoissa

*Niin työelämän edustajat kuin opiskelijatkin ovat toivoneet talotekniikan tutkinto-ohjelmaan urakointiopintoja vaihtoehtoiseksi kokonaisuudeksi suunnittelun rinnalle. Keväällä 2020 tutkinto-ohjelmassa tarjottiin mahdollisuutta valita kolmannen vuoden keväälle talotekniikan urakointiin painottuneita opintoja 30 opintopisteen verran.*

Urakoinnissa on paljon projektinhoidollisia kulkia ja työtapoja, joita on hankala koulun penkillä opettaa. Näin ollen urakointiopinnot olivat luonteva suunnitella toteutettavaksi työelämän aidossa oppimisympäristössä. Tällä myös tuodaan opintoihin lisää työelämälähtöisyyttä ja mahdollisuuksia yrittäjäyhteistyöhön.

Urakoinnin opiskelua yrityksissä oli kokeiltu joitakin vuosia aiemmin, mutta tuolloin karikkona oli työelämän houkuttelevuus: opiskelijoiden opinnot jäivät, kun palkallinen työ urakoinnissa vei mennessään. Nyt työssäoppiminen päätettiin toteuttaa palkattomasti, millä korostettiin, että opiskelijat ovat yrityksissä oppimassa eivät töissä.

Opinnot jaettiin kolmeen 10 opintopisteen kokonaisuuteen: urakkatarjous, urakan toteutus ja laadunvarmistus. Jokaisen kokonaisuuden oppimistavoitteet kuvattiin ja oppimista ohjaamaan suunniteltiin tehtäväpaketit. Niiden pohjalta opiskelijat hankkivat itselleen työssäoppimispaikat. Tehtävien sisältöä mietittäessä haasteena oli työmaiden pitkäkestoisuus: yhtä työmaata ei voida viedä puolesta vuodesta tarjousvaiheesta toteutuksen kautta laadunvarmistukseen.



Tarjousvalmisteluja (Kuva: Tomi Jäävirta)

Ennen oppimisjakson aloittamista yritysten edustajille jär-jestettiin yhteinen tilaisuus, jolla haluttiin varmistaa, että opettajat, yritys ja opiskelijat pelaaivat samaan maaliin. Yritysten myönteinen asennoituminen loi uskoa kokonaisuuden onnistumiseen. Yritykset suhtautuivat suopeasti myös ajatukseen, että tarvittaessa opiskelija voisi hakea oppia jonkin toisen yrityksen työmaalta.

**- ”Hyvä ja aiheellinen suuntautumisvaihtoehto”**

### Työssäoppimista ja koulunkäyntiä

Tammikuussa 2020 noin puolet 3. vuoden opiskelijoista siirtyi yrityksiin työssäoppimisjaksolle. Koulun opetustarjonta keskitettiin alkukevääseen ja siinä käsiteltiin mm. työturvallisuutta, johtamista ja elinkaarilaskentaa.



Insinööriopiskelija työn touhussa (Kuva: Jeremias Karhumaa)

Alun perin suunnitellun yhden viikoittaisen lähiopiskelupäivän sijaan keskityttiin osaamisen osoittamiseen joka toinen viikko toteutuneissa seminaareissa. Seminaareja aloitettiin maaliskuun puolen välin tienoilla. Seminaareissa esiteltiin opittuja asioita tarjouksesta, urakan toteutuksesta ja laadunvalvonnasta, joista kustakin saattoi olla esityksiä sama-na päivänä. Eri aiheet samana päivänä toivat mukaan vaihtelevuutta ja pitivät yllä mielenkiintoa. Seminaareissa opiskelijat saivat näkökulmia muidenkin yritysten toiminnasta.

## **- ”Harjoittelupaikka oli erittäin mielekäs ja opin valtavasti.”**

Koronan ja sitä seuranneiden rajoitusten vuoksi loppukevään seminaarit toteutettiin verkossa. Opiskelijat olivat tyytyväisiä järjestelyyn, koska näin he saattoivat osallistua seminaareihin työpaikoiltaan. Esitysten määrä ja pituudet vaihtelivat, joten verkkototeutuksessa mahdollistettiin myös tehokas ajan käyttö.

## **Tuloksena oppimista aidossa ympäristössä ja ajallaan valmistumista**

Mitä kokonaisuudesta sitten jäi käteen ja kannattaako samaa jatkaa? Opiskelijat pitivät mahdollisuudesta työskennellä yrityksessä jakson palkattomuudesta huolimatta. Myönteinen ilmiö oli myös se, että urakointiprojektiin osallistuneista usea on aloittanut opinnäytetyönsä jo 3. opiskeluvuoden loppulla tai heti 4. vuoden alussa. Syynä lienee se, että opiskelijat toimivat puoli vuotta yrityksissä ja käytännössä kaikki myös työllistyivät kesäksi näihin yrityksiin. Opinnäytetyöaiheen hankkiminen onnistui näin luontevasti. Toivottavasti tämä kantaa valmistumiseen saakka ja vieläpä määräajassa. Ainakin tällä hetkellä tilanne näyttää lupaavalta.

## **- ”Jakso on mennyt erittäin hyvin ja näkisin että sekä yritys että harjoittelija ovat hyötäneet yhteistyöstä”**

Urakointiprojektia on toki syytä tarkastella edelleen ja parannuksia kokemuksen ja uuden opitun perusteella hyvä tehdä. Kokonaisuutta voi kuitenkin pitää onnistuneena ja jatkamisen arvoisena, ja tästä on hyvä ponnistaa eteenpäin. Työn opinnollistaminen ja työssä oppiminen ammattikorkeakouluopinnoissa on yksi mahdollisuus, jota olisi hyvä hyödyntää enemmän.

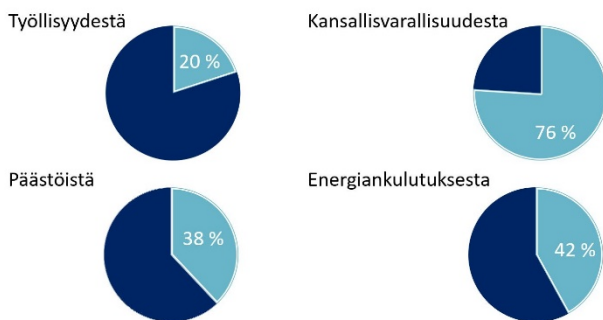
## Yhteiskunta ohjaa rakentamista

*Kirjoitus liittyy rakentamistekniikan, rakennusarkkitehdin ja työnjohdon koulutusohjelmien Talonrakennuksen perusteet – opintojakson opetukseen..*

Asumme pääosin rakennetussa ympäristössä, ja sen vuoksi se koskettaa meitä kaikkia. Rakennetulle ympäristölle asetamme runsaasti vaatimuksia kuten: turvallisuus, terveellisyys, toiminnallisuus, taloudellisuus, viihtyisyys ja kestävä kehitys mukaisuus (ekologinen, taloudellinen ja sosiaalinen). Rakennettuun ympäristöön kuuluu infrarakenteet kuten väylät ja verkostot sekä talorakenteet.

Rakennusala on merkittävä työllistäjä ja siihen liittyy myös suuria taloudellisia intressejä sekä eduntavoittelua mm. parhaista rakennuspaikoista ja rakentamiseen liittyvistä tehtävistä. Rakennetun ympäristön osuus Suomen kansallisvarallisuudesta on yli 75% ja työllisyydestä yli 20%. (Rakennusteollisuus)

### Rakennetun ympäristön osuus

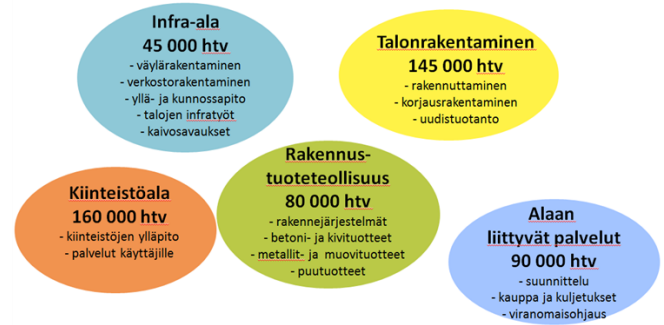


(Rakennusteollisuus)

Rakennustuotannon arvo vuonna 2018 oli yhteensä 35mrd€, ja rakennusala työllistää yhteensä reilut 500 000 henkilötyövuotta. (Rakennusteollisuus)

Rakennettu ympäristö on myös kulttuurin ilmentymä, jossa manifestoituu yhteiskunnan arvoja ja ihanteita, ja siihen sisältyy erilaisia merkityksiä. Matkoilla käydessä onkin mielenkiintoista tutustua paikalliseen rakennuskantaan, jonka monet rakennukset ja rakenteet toimivat myös nähtävyyksinä ja johdatuksina harjoitettuun elämänmuotoon. Rakennettu ympäristö on yhteiskunnan elinvoimaisuuden ja kilpailukyvyn perusta, jota myös monet toiminnot edellyttävät.

### Rakennusalan työllisyys



Lähde: Tilastokeskus ja VTT  
Rakennusteollisuus

23.4.2019

(Rakennusteollisuus)

Koska rakentamisen vaikutukset ovat laajat ja merkittävät mm. rakentamisen määrän, laadun ja taloudellisten seuraamusten vuoksi, lienee selvää, että sitä myös ohjataan yhteiskunnan taholta voimakkaasti.

### Lait ja asetukset

Ylimpänä ohjausmenetelminä toimivat lait ja asetukset. Suomessa lait säätää eduskunta. Asetuksia voivat säätää eri ministeriöt, valtioneuvoston kanslia ja presidentti. (Perustuslaki)

Rakennusala säätelevä laki on nimeltään **Maankäyttö- ja rakennuslaki (MRL)**. Valtaosa lain sisällöstä koskee kuntien velvollisuuksia ja viranomaisten tehtäviä. Luvusta 17 lähtien on rakentamista koskevia määritelmiä ja rakentamisen yleisiä edellytyksiä koskevia säännöksiä. Esimerkiksi §120 käsittelee rakennushankkeeseen ryhtyvän ja hankkeen osapuolten velvollisuuksia, §115:ssä määritellään keskeinen rakennusoikeudellinen käsite - kerrosala. (MRL)

Keskeisimmät rakennusala säätelevät asetukset on koottu ympäristöministeriön ylläpitämään **rakentamismääräyskokoelmaan (RakMk)**, joka löytyy osoitteesta [www.ym.fi/rakentamismääräykset](http://www.ym.fi/rakentamismääräykset).

## Kaavoitus

Maankäyttö- ja rakennuslaissa ja sitä täydentävässä asetuksessa (MRA) säädetään kaavoituksen järjestämisestä. Kaavoitus on vuosikymmeniksi tulevaisuuteen tähtäävää toimintaa. Suomalaisessa kaavajärjestelmässä korkeimpana ovat **valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet**, joista päättää valtioneuvosto. Varsinainen maankäytön kaavoitus suoritetaan kunnissa, ja sitä ohjaa, edistää ja valvoo valtion taholta Elinkeino- ja ympäristökeskukset (ELY). Kaavoitusta edeltää mittavat selvitykset mm. kunnan luonnonolosuhteista, yhdyskunta-, elinkeino- ja väestörakenteesta kehitysarvioiteineen sekä maanomistus- suhteista. Kaavoihin liittyy kartan lisäksi kaavaselostus, jossa kaavan lähtökohdat ja perusteet selvitetään. Kaavakartoissa käytetään virallisia merkintöjä. Kaavoitusprosessiin liittyy myös vuorovai- kustusvelvoite osallisten kuulemis- ja osallistumis- menettelyineen. (MRL)

Kaavamuotoja ovat maakuntakaava, yleiskaava ja asemakaava. Merialueiden suunnitelmista vastaavat ne maakuntaliitot, joiden alueisiin kuuluu alue- vesiä. (MRL)



(Turunen Timo)

**Maakuntakaava** on usean kunnan alueella tapahtuvaa yleispiirteistä maankäytön suunnittelua, ja josta päättää muodostettu maakuntaliitto. (Ympäristöministeriö)

**Yleiskaava** on kunnan alueella tapahtuvaa yleispiirteistä maankäytön suunnittelua, josta päättää kunnanvaltuusto. (Ympäristöministeriö)

**Asemakaava** on yksityiskohtainen maankäytön suunnitelma, josta päättää kunnanvaltuusto. Asemakaavassa maa-alueet jaetaan käyttötarkoituksen mukaisesti alueisiin, kortteleihin ja tontteihin. Tontti muodostaa myös kiinteistön eli maanomistusyksikön. Asemakaavassa muodostetuille kortteleille ja tonteille määritellään rakennusoikeus, rakennusala, yleensä myös kerroskorkeus ja muuta rakentamista rajoittavaa - kaavoittajan harkinnan mukaan.

Kaavoituksen avulla kunta hallinnoi maankäyttöä monopoli-asemassa. Kaavoitus on yleensä merkittävä osa kuntataloutta ja harjoitettua elinvoimaisuuspolitiikkaa.

## Maapolitiikka

Maapolitiikka käsittää kunnan maanhankintaan ja kaavojen toteuttamiseen liittyvät toimenpiteet, joilla luodaan edellytykset yhdyskuntien kehittämiselle (MRL, 5a§)

Koska maa-alueen tulee olla rakennushankkeen ryhtyvän hallinnassa, kunta voi määrittellä kelle, milloin ja millä ehdoilla kaavoitettua maata luovutetaan. Näin kunta voi säätää esimerkiksi maan hintaa ja saatavuutta eri tarkoituksiin omien intressiensä mukaisesti.

## Rakennusjärjestys

MRL 14§ mukaan kunnassa tulee olla rakennusjärjestys, jossa säädetään paikallisista olosuhteista johtuvia rakentamisen kulttuuri- ja luonnonarvoja huomioonottavia määräyksiä. Määräykset voivat koskea esim. rakennuksen kokoa ja sijoittumista, rakentamistapaa, istutuksia, aitoja yms. Rakennusjärjestyksessä voidaan ottaa huomioon kunnan erityispiirteet esim. luonnonolosuhteiden kannalta. Rakennusjärjestys ei kuitenkaan voi olla määräävämpi kuin lait ja asetukset.

## Rakennuslupa ja rakennusvalvonta

Kunnan sisällä rakennusvalvonnan tehtävistä huolehtii kunnan määräämä lautakunta tai muu monijäseninen toimielin (ei kuitenkaan kunnanhallitus). Rakentamisen neuvontaa ja valvontaa varten kunnassa tulee olla rakennustarkastaja. Rakennustarkastajan apuna voi toimia mm. tarkastusarkkitehteja ja -insinöörejä. (MRL21§)

Rakennusluvan hakijana on **rakennushankkeen ryhtyvä**, joka myös vastaa hankkeen toteutuksesta. Lupahakemuksen liitteeksi rakennusvalvontaan toimitetaan hankkeen pääpiirustukset, todistus rakennuspaikan hallintaoikeudesta, naapurien kuulemislomake, hankkeen tilastointilomakkeet sekä muut rakennusvalvonnan edellyttämät selvitykset kuten esim. selvitys perustamis- ja pohjaolosuhteista, energiaselvitys ja selvitys purkujätteistä ja ympäristövaikutusten arviointi. Monissa kunnissa on siirrytty sähköiseen asiointiin. (MRL)

Rakennuslupa myönnetään, mikäli suunnitelma on kaavan mukainen ja täyttää säädösten vaatimukset. Pienissä kohteissa luvan voi myöntää rakennustarkastaja ja suuremmissa yleensä rakennus- tai tekninen lautakunta. Rakennusvalvonta voi lupakäsittelynsä tueksi pyytää lausuntoja muilta

viranomaisilta, esim. palo- tai terveystarkastajalta. Monissa kunnissa noudatetaan myös ennakkotarkastusmenettelyjä, ja ennen luvan hakemista edellytetään esim. käyttösuunnitelman hyväksymistä tai erillisen työryhmän tekemää kaupunkikuvan arviointia.

Lupapäätös on useimmiten ehdollinen ja se sisältää rakennusaikaisia tarkastuksia ennen käyttöönotto- ja lopputarkastusta.

## Lähteet

MRL; Maankäyttö- ja rakennuslaki, (<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>)

Rakennusteollisuus;<https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Talous-tilastot-ja-suhdanteet/>

Suomen perustuslaki; 3§ ja 80§ (<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990731>)

Turunen Timo; Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden soveltaminen kaavoituksessa, MRL-opas9.su; Ympäristöministeriö Alueidenkäytön osasto 2003

Yleiskaavan sisältö ja esitystavat, 14; HKI 2006

Ympäristöministeriö; (<https://ym.fi/maankayton-suunnittelu>)

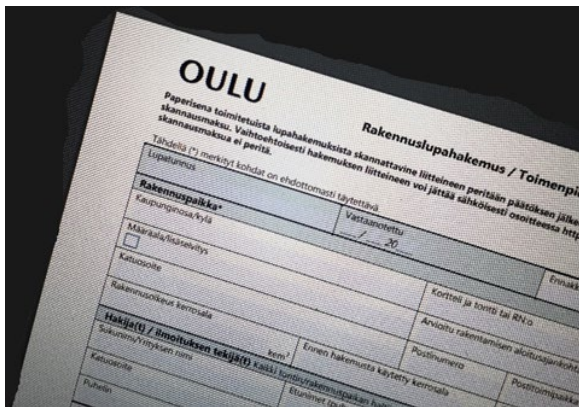


## Pientalojen rakennuslupakäytänteet Pohjoismaissa

*Katri Ojala vertaili opinnäytetyössään omakotitalojen rakennuslupakäytänteitä Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa. Lupaprosessin vaiheet näissä maissa ovat hyvin samankaltaiset. Valvontavastuun jaon osalta käytänteet poikkeavat. Suomessa viranomaisvalvonnalla ja sen suorittamilla tarkastuksilla on merkittävä osuus, Ruotsissa ja Norjassa valvonta ja vastuu on siirretty kaupallisille, riippumattomille valvontavastaaville. Ojalan opinnäytetyö tehtiin ICNB-hankkeessa (<https://www.icnb.eu/>), jossa yhtenä osatehtävänä selvitettiin myös rakennusalan yritysten mahdollisuuksia toimia yli rajojen – mm. rakennuslupakäytänteitä ja -menettelyjä selvitellen.*

### Lupakäytänteet yleispiirteiltään samankaltaiset.

Yhteneväisesti kaikissa näissä maissa rakennuslupaa haetaan kunnasta, johon rakennetaan. Lupahakemukset voi toimittaa ja suositellaankin toimittavan sähköisenä, mutta lupaa voi hakea edelleen myös paperisena. Vaikka sähköiseen lupamenettelyyn ollaan vahvasti menossa ei yhtenäistä sähköistä lupajärjestelmää Norjaa lukuun ottamatta ei maissa ole. Norjassa uusi, keskitetty järjestelmä, Fellestjenester BYGG toimittaa digitaalisena laaditut hakemukset kuntiin yhtenäisessä muodossa riippumatta siitä, mistä sovellusjärjestelmässä ne on alun pitäen laadittu. Näin sähköisen asioinnin järjestelmä ei ole kuntasidonnainen vaan jokaisella järjestelmällä voi hakea rakennuslupaa kaikkialle Norjaan. BYGG pyrkii myös tarkastamaan, että kaikki lakisääteiset velvoitteet hakemuksessa täyttyvät.



*Sähköinen lupakäsittely etenee, paperikopiot ovat pian mennyttä aikaa. Pisimmällä kehityksessä näyttäisi olevan Norja.*

Myös yhteneväisesti ennen rakennuslupan hakeamista toivotaan viranomaisten tarjoaman ennako-neuvonnan hyödyntämistä, jotta suunnitelmien sisältö paremmin vastaisi rakennuslupan myöntämisen edellytyksiä. Hakemisprosessi nopeutuu, kun kaavoitus, palomääräykset, kaupunkikuvalliset

seikat on asianmukaisesti huomioitu ja esitetty suunnitelmissa ja asianmukaisesti huomioitu ja esitetty suunnitelmissa.

### Rakennusluvan hakijana rakentaja, pääsuunnittelija tai vastuullinen hakija

Rakennusluvan hakijan henkilössä on eroja. Suomessa ja Ruotsissa rakennushankkeeseen ryhtyvä voi itse hakea rakennuslupaa. Suomessa suositellaan, että hakijana olisi hankkeeseen ryhtyvän valtuuttamana hankkeen pääsuunnittelija. Pääsuunnittelijan tulee joka tapauksessa olla nimetty rakennuslupahakemuksessa ja hänen tulee vastata suunnittelun kokonaisuudesta, olipa hän hakija tai ei. Pääsuunnittelijan mukana olo jo ennakoneuvontavaiheessa sujuvoittaa projektia ja suunnitelma saadaan nopeammin lupavaiheeseen.

Suomessa lainsäädäntö edellyttää, että pääsuunnittelijan lisäksi myös työn toteutuksesta vastaavan työnjohtajan tulee olla nimetty lupaa haettaessa. Näillä kahdella rakennusluvassa nimetyllä toimijalla ketjutetaan vastuu hankkeen suunnittelusta ja toteutukseen. Näiden kelpoisuus ao. tehtävään on ehto rakennusvalvonnan viranhaltijan myöntämälle rakennusluvalle. Tämä kelpoisuus todennetaan yleensä eri organisaatioiden ylläpitämien rekisterien perusteella. Ruotsissa pääsuunnittelijamaista suunnittelun kokonaisuudesta vastuullista ei edellytetä. Rakennuslupahakemukseen tulee nimetä rakentamisen toteutuksen valvontavastaava (kontrollansvarig).

Norjassa omakotitalon rakennuslupaa rakennushankkeeseen ryhtyvän puolesta voi hakea vain vastuullinen hakija. Vastuullisen hakijan tulee olla tällaiseen tehtävään akreditoituneen yrityksen sertifioitu insinööri tai arkkitehti. Vastuullinen hakija ja rakennussuunnittelija ovat yleensä on sama henkilö. Vastuullinen hakija on mukana koko rakennushankkeen ajan ja hakee rakentamisen



valmistuttua rakennuksen valmiustodistusta kunnalta. Valmiustodistus kutakuinkin vastaa Suomessa loppukatselmusta, jossa rakennustyön hyväksynnän ja rakennuksen käyttöönoton edellytyksenä on rakennustyön aikaisten rakennusluvassa määriteltyjen katselmusten ja omavalvonta-tehtävien suoritus ja näiden dokumentointi tarkastusasiakirjassa.

## Rakennustyön toteutuksen valvonta

Keskeisin ero koskee valvonnan suoritusta rakentamisen aikana. Norjassa akreditoituneiden toimijoiden tulee siis olla mukana paitsi suunnittelussa myös rakentamisessa eli koko prosessin läpiviennin ajan ja sama henkilö siis johtaa paitsi suunnittelua myös toteutusta. Vastuulliset toimijat raportoivat työstään ja allekirjoituksellaan vahvistavat toimineensa lakien ja määräyksen mukaisesti. Tekniset tarkastukset suorittaa ulkopuolinen, muihin vastuullisiin toimijoihin nähden riippumaton tarkastaja. Viranomaiset eivät suorita mitään valvontaa tai tarkastuksia eikä kunta erikseen määrittele rakennusluvassa rakentamisen aikana suoritettavia tarkastuksia ja katselmuksia niin kuin Suomessa ja Ruotsissa.

Ruotsissa rakennustyön valvontavastaavalla tulee pätevyystään olla akkreditoituneen sertifiointiorganisaation myöntämä henkilökohtainen sertifikaatti. Valvontavastaavan tehtävänä on jo rakentamisen alussa laatia hankkeen valvontasuunnitelma yhdessä rakennuttajan kanssa ja hyväksyttävä se viranomaisella sekä huolehtia valvontasuunnitelman noudattamisesta rakentamisen aikana. Valvontavastaava suorittaa kunnan määräämät katselmuksot ja dokumentoi ne. Valvontasuunnitelma vastaa ajatuksellisesti Suomen tarkastusasiakirjaan dokumentoitavaa katselmusmenettelyä eli viranomaisten määrittelemiä, pääosin viranomaistenkin suorittamia tarkastuksia.

Suomessa rakennustöiden valvonta ja pääosa työn aikana tehtävistä tarkastuksista on viranomaisten tehtävänä. Rakennushankkeen jo nimehtyn vastaavan työnjohtajan on huolehdittava, että kaikki tarvittavat viranomaiskatselmuksot pyydetään ajoissa ja muut tarkastukset ja toimenpiteet tehdään asianmukaisissa työvaiheissa tarkastusasiakirjaan kirjaten ja työsuoritteiden tulokset dokumentoiden.

## Norja pisimmällä digitalisaatiossa ja erikuntien käytänteiden yhtenäistämässä

Norja näyttäisi olevan pisimmällä lupakäsittelyn digitalisaatiossa, kun ainakin osa tarkastuksesta näyttäisi suoritettavan BYGG-järjestelmän sisällä. Vaikuttaa myös siltä, että tämän valtakunnallisen yhtenäisen ennakkotarkastussovelluksen ansiosta määräysten tulkinnalliset eroavuudet voisivat olla ainakin joiltakin osin hoidossa. Edelleen kuitenkin suuri osa valmistelusta on ihmisten käsissä ja ainakin paikallisten määräysten, kaavoituksen, palotulkintojen osalle voi jäädä tulkinnan mahdollisuuksia. Samoja digitalisaation pyrkimyksiä on kyllä meneillään niin Suomessa kuin Ruotsissakin.

Mielenkiintoisin piirre ja selkeä ero maiden välillä kuitenkin on se, että Norja on selkeästi, lähes tulokoon kokonaan eriyttänyt rakennussuunnitelmien tarkastamisen ja rakennustyön valvonnan kunnallisesta toimesta. Vain luvan myöntäminen kuuluu edelleen kunnan tehtäviin. Kaikki muu toiminta on viety yksityisten sertifioidujen toimijoiden hoidettavaksi. Ratkaisun taustoja ei opinnäytetyössä selvitetty eikä myöskään siitä tulleita kokemuksia. Varmasti vastaava ratkaisu olisi tutkimisen arvoinen toiminnan tehostamisen mahdollisuus kuntien talouspaineissa.

## Lähteet

A 10.9.1999/895. Maankäyttö- ja rakennusasetus. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990895#L12P73>. Hakupäivä 16.12.2019.

Boverket. Guide för bygglov och byggprocessen. Saatavissa: <https://www.boverket.se/sv/om-boverket/guider/guide-for-bygglov-och-byggprocessen/>. Hakupäivä 19.11.2019.

Pärkkä, Anna 2019. Yksityinen rakennuttaja Norjassa. Sähköpostihaastattelut 20.6.2019, 16.11.2019, 27.11.2019.

Seppänen, Elina 2019. Byggnadsinspektör, Haparanda Stad. Puhelinhaastattelu/Katri Ojala 27.11.2019.

Åtte steg fra idé til ferdig søknad. Direktoratet for byggkvalitet. Saatavissa: <https://dibk.no/verktoy-og-veivisere/atte-steg-fra-ide-til-ferdig-soknad/>. Hakupäivä 10.6.2019.

## Oppilaitostyömaan laadunhallinnan pilotti

*Artikkelissa kerrotaan Oulun rakentamisen malli – hankkeesta toteutettavasta kehitystyöstä. Työssä on mukana oppilaitoksia ja valtakunnallisia yrityksiä*

Rak3a -Oulun rakentamisen malli -hankkeessa kehitetään ammatillisen oppilaitoksen (OSAO) ja korkeakoulujen (Oamk ja Oulun yliopisto) yhteinen rakennusalan toimintamalli. Malli rakennetaan osaamisen kehittämisen ja työelämän osaamistarpeiden pohjalta nousevien teemojen avulla. Hankkeella halutaan tehostaa tutkintojen suorittamista tuomalla lisää konkreettisia ja monipuolisia työelämätilanteita ja -ympäristöjä opiskelun eri vaiheisiin ja siirtymiä tukemaan. Hankkeessa pyritään myös myötävaikuttamaan naisten hakeutumiseen alalle.

Rakentamista on pidetty konservatiivisena teollisuuden alana, joka kehittyy hitaasti. Muutospaineet ovat kuitenkin lisääntyneet ja yleisesti on käyty keskustelua alan tuottavuuskehityksestä sekä laatuun liittyvistä ongelmista. (2.)

Rakentamisessa on otettu käyttöön uusia toimintamalleja, kuten alliansseja, ja toiminnan muuttuessa tarvitaan myös uusia työkaluja tuotannon hallintaan. Erilaiset digitaaliset sovellukset työmailla yleistyvät. Rakennustyömailla toimivat yritykset kohtaavat toiminnassaan digitalisaatioon liittyviä haasteita, joista yhtenä voidaan mainita henkilöstön valmius käyttää tuotannon sovelluksia. Laadun varmistaminen edellyttää laatuvaatimusten selvittämistä ja niiden kertomista työntekijöille ja urakoitsijoille (3, s. 57.). Tämä edellyttää avointa viestintää ja kommunikaation kehittämistä osapuolten välillä.

### **Congrid-ohjelmiston käyttö pilotissa**

Oulun rakentamisen malli -hankkeen (Rak3a-hanke) yhtenä osa-alueena on tutkia ja kehittää uusia opetuksen käytänteitä. Tähän kuuluu myös rakennusalan tuotannon digitalisten sovellusten käyttöönoton pilotointi. Laadunhallintaa hankkeessa kehitetään yhteistyössä hankkeeseen osallistuvien oppilaitosten opetushenkilöstön ja opiskelijoiden kesken. Käytännön pilotti aiheesta toteutetaan OSAO:n oppilaitostyömaalla ja siinä hyödynnetään alustana Congrid-ohjelmistoa. (1.)

Congrid on ohjelmisto, joka tarjoaa digitaalisen alustan työmaan laadun ja turvallisuuden hallintaan. Ohjelmiston avulla työmaan laatu- ja turvallisuusasiat voidaan dokumentoida ja näin saada myös osaksi rakentamisen lopputuotteen tuotetietoa (as

built). Congrid tarjoaa mahdollisuuden avoimeen tiedonvälitykseen reaaliaikaisesti, koska esimerkiksi suunnitteludokumentit ja havainnot valokuviineen ovat aina käytettävissä sovelluksessa. Lisäksi havainnot voidaan kohdentaa työmaalla toimivien osapuolten vastuuhenkilöille. Erilaisilla käyttäjäprofileilla voidaan hallita rakennushankkeen niin sisäisiä kuin ulkoisiakin sidosryhmiä. Congrid-ohjelmisto on rakennusteollisuudessa yleisesti käytössä etenkin suuremmilla rakennusliikkeillä, ja käyttö on laajentumassa myös pienempiin yrityksiin.

Ohjelmiston käytöstä Rak3a-hankkeessa on sovittu sovellustoimittajan kanssa jo hankkeen alussa, ja yritys tekee oppilaitosyhteistyötä myös muualla Suomessa. Rak3a-hankkeen pilotissa tavoitteena on kokeilla Congridia OSAO:n oppilaitostyömaiden tuotanto- ja opetustilanteissa. Pilotissa kokeillaan laadunhallinnan opetusta rakennusmestari (AMK) ryhmälle ohjelmiston ja oppilaitostyömaan avulla uudessa oppimisympäristössä. Opetukseen osallistuva henkilöstö tutustuu nykyaikaisen digitaalisen työkalun käyttöön työmaalla.

### **Työelämäyhteistyö**

Yhteistyö on käynnistynyt ohjelmistotoimittajan kanssa hankkeen alussa syksyllä 2020, jolloin aloitettiin ohjelmiston pilotointi työmaan kunnossapitotarkastuksissa. Tämä pilotti jatkuu syksyn ja kevään aikana oppilaitostyömaalla. Koronan tuomien haasteiden vuoksi keväälle 2020 kaavailut yritysvierailut jouduttiin siirtämään.

Syksyn 2020 aikana hankkeeseen osallistuva opetushenkilöstö (OSAO, Oamk ja OY) tekee yhteistyötä Peab Oy:n kanssa Oulun alueella. Yhteistyössä toteutetaan työmaavierailu, jossa tutustutaan pääurakoitsijana toimivan rakennusyrityksen käytänteisiin turvallisuuden ja erityisesti laadun hallinnassa. Yrityksellä on käytössään työmaalla Congrid-ohjelmisto ja tarkoitus on hakea kokemuksia käytöstä oikeasta tuotantoympäristöstä.

Tässä rakennushankkeessa sisäiset sidosryhmät, päätoteuttaja, rakennuttaja ja aliurakoitsijat toimivat samalla alustalla, jossa laadunhallinnan tiedonvälitys sekä dokumentointi hoidetaan.

Yritysyhteistyön kautta saatava tieto hyödynnetään oman pilotin suunnittelussa ja toteutuksessa.



*Työpäällikkö Anssi Wallenius ja vastaava työnjohtaja Joni Pukki (Peab Oy) kertovat vesikattotöiden laadunhallinnasta Linnanmaan paloaseman työmaalla. Kuuntelemassa Arto Reiman ja Henri Jounila (Oulun Yliopisto) sekä Matti Toppi (OAMK).*

## Laadunhallinta oppilaitostyömaalla

Pilotoinnin kohteena olevalla oppilaitostyömaalla laaditaan TTS eli työvaiheen turvallisuus- ja laatusuunnitelma, jossa on mukana myös muita tuotannon suunnittelun elementtejä. Kohteessa ei laadita laadunvarmistusmatriisia, mutta osa siihen kuuluvista asioista on huomioitu turvallisuus- ja laatusuunnitelmassa.

Laadunvarmistusta työmaalla toteutetaan mallitöin sekä erilaisin tarkastuksin ja mittauksin. Työmaalla on käytössä myös tarkastuslistoja, joiden käyttöä dokumentoidaan manuaalisesti.

## Pilotin tavoitteena harjoitella digitaalista laadunhallinnan työkalua

Laadunhallinnan pilotti on jo käynnistetty aloittamalla suunnittelu ja tiedonhaku. Varsinainen toteutus opetuskäytössä oppilaitosympäristössä tapahtuu kevään 2021 aikana.

Alustavassa suunnitelmassa laadunhallinnan kehittämiseksi tehdään laatusuunnitelma ja laaditaan laadunvarmistusmatriisi valituista työvaiheista OSAOn oppilaitostyömaalle oppilastyönä. Työhön osallistuvat eri oppilaitosten opiskelijat. Tuotetut dokumentit siirretään käytössä olevalle alustalle, jolloin ne ovat saavutettavissa ja työmaan käytävissä.

Eri oppilaitosten opiskelijat tekevät työmaalla myös laadunvarmistustoimet mobiililaitteella sovellusta hyödyntäen. Tehdyt havainnot dokumentoidaan ja kohdistetaan työmaan toimijoille vastuualuittain. Havaittuja poikkeamia ja puutelistoja on mahdollista seurata reaaliaikaisesti.

Eri oppilaitosten opiskelijat ja opettajat kokeilevat käytännössä digitaalista työkalua oppilaitostyömaan tuotannossa ja saavat käyttökokemuksen yhdestä ohjelmistosta. Pilottiin osallistujilla on jatkossa valmius käyttää digitaalisia työkaluja ja kynnys aloittaa toiminta uudelleen toisessa rakennushakkeessa madaltuu. Samalla oppilaitostyömaan toimihenkilöt saavat mahdollisuuden käyttää nykyaikaisista tuotannonhallinnan työkalua.

## Lähteet

- 1.OSAO. Saatavissa: <https://www.osao.fi/hankkeet/rak3a-ou-lun-rakentamisen-malli/>. Hakupäivä 9.9.20
- 2.Lohilahti, Oona 2017. Rakennusalalla työn tuottavuus ei ole kasvanut 40 vuodessa – onko allianssista tai leanista apua? Rakennuslehti 4.9.2017. Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/2017/09/rakennusalalla-tyon-tuottavuus-ei-ole-kasvanut-40-vuodessa-onko-allianssista-tai-leanista-apua/>. Hakupäivä 11.9.20
- 3.Junnonen, Juha-Matti 2010. Talonrakennushankkeen tuotannonhallinta. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy



**Euroopan unioni**  
Euroopan sosiaalirahasto

**Vipuvoimaa**  
**EU:lta**  
2014–2020



## Rukan hiihtokeskus laajenee päästöttömästi

*Rukan hiihtokeskus on aloittanut laajentumisen Itä-Rukan alueelle. Ensimmäiset rakennukset uudella alueella on jo otettu käyttöön, mutta lisää on tulossa. Uuden lomakylän ns. kävelykylän imagona on ekologisuus, jossa pääpaino on puurakentamisella ja päästöttömyydellä. Jaakko Vänntilä selvitti opinnäytetyössään päästöttömän kaukolämmön lisä-tuotannon ratkaisumahdollisuuksia. Opinnäytetyö tehtiin Kuusamon energia- ja vesiosuuskunnalle.*

- **Rukan alue laajenee ja tavoitteena on edelleen päästötön energiaratkaisu. Soveltuisiko käyttövesihuippujen kattamiseen kaukolämpöakku tai maalämpöjärjestelmä.**

Metsähallituksen teettämän toteutettavuusselvityksen mukaan lisääntynyt matkailu Kuusamon alueella on keskittynyt Rukan hiihtokeskukseen. Tämä mahdollistaa jopa 100 miljoonan euron investoinnit Itä-Rukan infrastruktuurin rakentamiseen ja sen yhdistämiseen Länsi-Rukaan muun muassa rinteiden ja vuonna 2018 valmistuneen gondolihsin avulla (1).

Rukan alueen kaukolämmöntuotanto perustuu tällä hetkellä lähes täysin puupohjaisiin polttoaineisiin eli on päästötöntä. Kun Itä-Rukan alue laajenee, on pelkona, että nykyinen päästötön tuotantokapasiteetti ei enää riitä koko alueella ja kaikkina ajankohtina. Tässä työssä tarkasteltiin kaukolämmön tuotanto- ja siirtokapasiteetin riittävyyttä tulevina vuosina. Tarkastelujakso ulottui aina 15 vuoden päähän. Näin kauas ei voida tehdä tarkkoja laskelmia, mutta työssä tarkasteltiin useita eri skenaarioita tulevalle kasvulle ja tarpeelle.

Rukan alueen kehittämisen edistämiseksi on tehty erilaisia suunnitelmia. Kuvassa 1 on esitetty esimerkki Itä-Rukan alueelle suunnitellusta älykkään ja puurakenteisen loma-asuntoalueen konseptista (2).

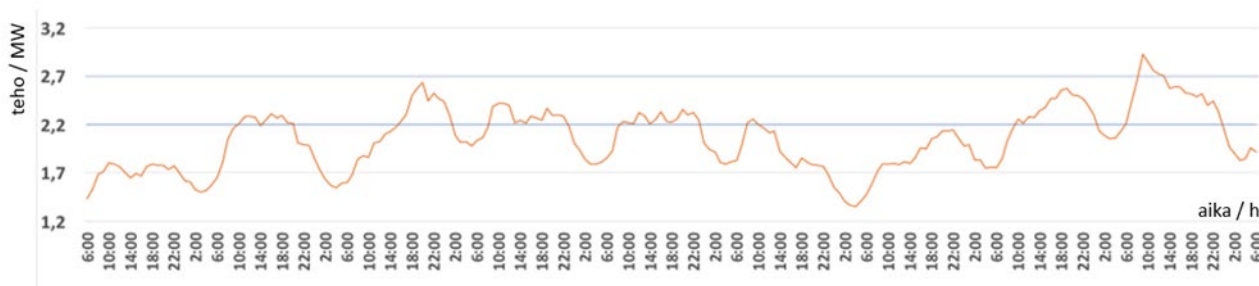


Kuva 1. Itä-Rukan hankealueen rakennuksia (2)

Itä-Rukan alueelle on mahdollista rakentaa yhteensä 30 000 kerrosneliömetriä uusia rakennuksia. Näistä suunnitelmien mukaan yhden huoneiston mökkejä on 20 ja paritaloja 17 kappaletta. Lisäksi 4 ja 6 asunnon luhtitaloja on suunnitelmassa yhteensä 13 kappaletta. Alueelle on kaavoitettu myös kaksi hotelliä sekä yksi palvelurakennus. Kun nämä suunnitelmat toteutuvat, tarvitaan Rukan alueella lisää tuotantokapasiteettia noin 2 MW. Tällä hetkellä Rukan alueen huipputehon tarve on noin 3,5 MW, joten kasvu tulee olemaan merkittävää.

Itä-Rukan lämmitys tuotetaan Rukan biolämpökeskuksessa, joten tarvittavat kaukolämpöputket on rakennettu tunturin yli. Työssä tarkasteltiin tämän uuden kaukolämpöjohdon riittävyyttä tulevaisuudessa. Se todettiin riittäväksi, joten työssä voitiin keskittyä haastavamman osan eli tuotantokapasiteetin riittävyyteen. Biolämpökeskuksen kapasiteetti on noin 4,6 MW, joten se riittää hyvin vielä tällä hetkellä ja lähitulevaisuudessa koko alueen tarpeisiin, mutta kun Itä-Ruka valmistuu, huipputehon tarve tulee olemaan noin 5,5 - 6 MW. Tämän kattamiseksi täytyy löytää uusia ratkaisuja päästöttömän lämpöenergian tuottamiseksi.

Tällä hetkellä alueella on varalämpökeskuksina kevyellä polttoöljyllä toimivia lämpökeskuksia. Tulevaisuudessakin alueen huippuhetkien lämmöntuotanto voitaisiin hyvin hoitaa näillä laitoksilla, mutta silloin hiilidioksidipäästöjen määrä nousee ja fossiilisen polttoaineen käyttö lisääntyy. Se ei ole toivottavaa, joten asialle on tehtävä jotakin. Kaukolämmityksellä tuotetaan rakennusten lämmitykseen, ilmanvaihtoon ja lämpimän käyttöveden lämmittämiseen tarvittava energia. Ongelmallisista näistä on lämpimän käyttöveden tuotanto, jonka hetkelliset vaihtelut ovat suuria.



Kuva 2. Rukan alueen tehontarve hiihtolomaviikolla.

Kuvassa 2 on esitetty Rukan alueen kaukolämmön tehontarve erään hiihtolomaviikon aikana. Kuvasta nähdään hyvin, miten kaukolämmön tehontarve kasvaa aina aamuisin ja sitten uudelleen iltpäivällä kello 16 jälkeen. Syynä on lisääntyvä lämpimän käyttöveden tarve niin aamutoimien aikana kuin vielä suuremmassa määrin iltpäivällä ulkoiluaktiviteettien jälkeen saunottaessa ja suihkussa käytäessä. Yöaikana tehontarve pienenee ja on jopa alle puolet illan huipusta. Lämmityksen tarve on melko vakaata. Kuvasta nähdään pientä yöaikaista tehon kasvua viikon edetessä. Tämä johtuu siitä, että yöaikainen ulkolämpötila laski tuona aikana reilut kymmenen astetta. Lämpimän käyttöveden tehon vaihtelu on tuotannon suunnittelun kannalta hankalaa, mutta toisaalta se tarjoaa myös mahdollisuuksia löytää ratkaisuja.

Koska kuvassa 2 näkyvät käyttövesihuiput ovat suhteellisen lyhytaikaisia ne voidaan kattaa isosta lämpökakusta saatavalla energialla. Akku ehditään ladata uudelleen aina tehohuippujen välisenä aikana eli öisin ja usein myös päiväaikaan, kun asukkaat ovat ulkoilemassa. Opinnäytetyössä tehtiin laskelmat siitä, kun Itä-Ruka on valmis. Näiden perusteella todettiin, että noin 100 m<sup>3</sup>:n lämpöakku riittäisi hyvin Rukan alueelle huippujen leikkaamiseen. Tämä olisi vain viidesosa Kuusamoon jo rakenteilla olevan akun tilavuudesta. Akusta ehditään saada hyvin kokemuksia ennen sen tuloa Rukalla tarpeelliseksi. Itä-Rukan valmistuttua voitaisiin tulla toimeen jopa pienemällä lämpökakulla kuin nyt esitetty.

Toinen vaihtoehto voisi olla maalämpöjärjestelmän rakentaminen biolämpökeskuksen rinnalle huipputehojen tuottamiseksi. Maalämpöpumpulta vaaditaan mahdollisesti yli 1 MW:n teho. Laskelmien perusteella energiaa tarvitaan vuoden

aikana kuitenkin hyvin vähän käyttövesihuippujen kattamiseen, ehkä vain noin 100 MWh eli noin viiden omakotitalon lämmöntarpeen verran.

Tämä johtuu siitä että huiput ovat melko lyhyitä ja niiden vaatima teho ylittää biolämpökeskuksen kapasiteetin vain hiihtokeskuksen sesonkiaikoina. Tarvittavaa energiamäärää varten tulee kohtuuttoman kalliiksi rakentaa isoa ja monimutkaista laitosta, ellei sille löydy muuta lämmöntarvetta kuten kesäaikainen lämmöntuotanto. Maalämpö olisi kuitenkin päästötöntä, mikäli siihen hankittaisiin päästötöntä sähköä, ja sopisi myös kesäajan lämmöntuotantoon.

Sekä biolämpökeskuksella kaukolämpöakkuun tuotettu energia että maalämpöpumppu täydentäisivät luontevasti Rukan alueen päästötöntä energiantuotantoa ja soveltuisivat uuden kävelykylän imagoon. Ratkaisulla ei onneksi ole vielä kiire, sillä ongelma muuttuu akuutiksi vasta alueen laajentuessa. Lisäksi muun muassa taloudellinen kannattavuus vaatii vielä huolellista tarkastelua. Ratkaisua helpottamaan voi tulla yksi uusi näkökulma: bioöljy. Sen ongelma on vielä tällä hetkellä huono saatavuus ja epäselvä markkinatilanne. Lopullinen päätös riippuu myös eri energiamuotojen hintakehityksestä: miten muuttuvat puupolttoaineen ja sähkön hinnat ja onko ja mihin hintaan bioöljyä jatkossa saatavissa.

## Lähteet

Vänttilä Jaakko, Itä-Rukan kaukolämpöalueen tehontarpeen määrittäminen, Opinnäytetyö, OAMK, 2020

One with the nature. 2018. Naturpolis. Saatavissa [https://www.naturpolis.fi/files/6315/2448/8480/2018-03-27-One-with-the-Nature-Ruka\\_Valley.pdf](https://www.naturpolis.fi/files/6315/2448/8480/2018-03-27-One-with-the-Nature-Ruka_Valley.pdf). Hakupäivä 10.3.2020

## Ympäristöystävällisiä kylmäteknikan osaajia

*Hiilidioksidin käyttöä kylmälaiteissa kehitetään, koska hiilidioksidin ilmastoa lämmittävä vaikutus on huomattavan paljon pienempi nykyään yleisesti käytössä oleviin kylmäaineisiin verrattuna (1, s. 46). Oulun ammattikorkeakoulussa kylmäteknikan opetusta kehitetään huomioimaan ympäristövaikutukset ja vastaamaan alan tarpeisiin.*

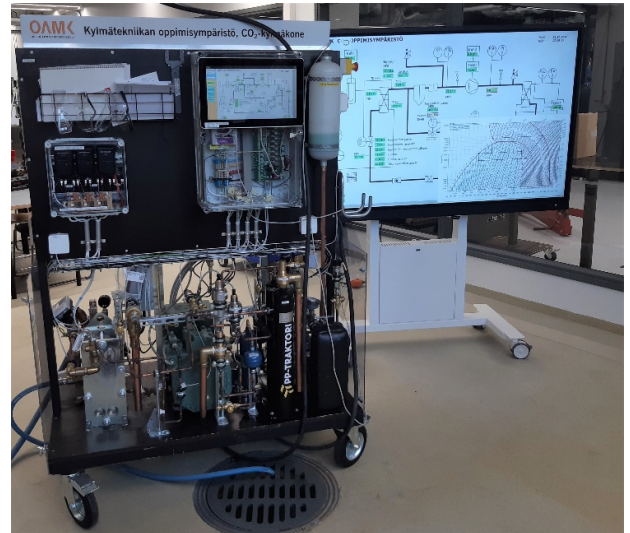
Oulun ammattikorkeakoulun LVI-laboratorioon rakennettiin hiilidioksidia kylmäaineena käyttävä kylmälaite. Laitteen suunnittelu ja rakentaminen toteutettiin yhteistyössä kylmäalan yritysten kanssa. Yhteistyökumppaneina projektissa olivat Oy Combi Cool Ab, Aermec Suomi Oy ja Oy Danfoss Ab. Nyt kehitetty laite on ainakin Suomen mittakaavassa ainoa laatuaan ja tarjoaa Oulun ammattikorkeakoulun (Oamk) opiskelijoille etulyöntiaseman tulevaisuuden työmarkkinoilla.

Kylmälaiteissa käytettävät kylmäaineet ovat perinteisesti voimakkaita kasvihuonekaasuja. Otsonikerrosta tuhoavat kylmäaineet ovat olleet kiellettyjä jo vuosia, ja otsonikerroksen elpymisestä onkin saatu jo havaintoja. Nykyään huolenaiheena on kasvihuoneilmiö ja siitä johtuva ilmaston lämpeneminen, jonka hillitsemiseksi kylmäaineita on alettu kehittää ympäristöystävällisemmiksi. Euroopan unioni on asettanut kiintiöt, jotka rajoittavat haitallisimpien kylmäaineiden asettamista markkinoille. Näiden kylmäaineiden saanti loppuu kokonaan vuonna 2030. (2, liite V).

- **Hiilidioksidi on yksi vaihtoehto korvaavien kylmäaineiden listalla, ja sen käyttö on lisääntymässä voimakkaasti esimerkiksi kauppojen kylmälaiteissa.**

Hiilidioksidia on käytetty kylmäaineena jo 1800-luvulla, mutta se jäi muiden kylmäaineiden varjoon huonompien kylmäteknisten ominaisuuksiensa vuoksi. Ilmaston lämpenemisen rajoittamisen seurauksena hiilidioksidi on kuitenkin keksitty uudelleen. Ilmastoa vähemmän kuormittavia kylmäaineita on toki muitakin, ja niitä kehitetään kovalla vauhdilla lisää. Tällä hetkellä kehitetyistä korvaavista kylmäaineista suuri osa on kuitenkin joko myrkyllisiä tai palavia, minkä vuoksi hiilidioksidi erottuu joukosta edukseen. Se on luokituksestaan palamaton ja hieman myrkyllinen. Käytännössä hiilidioksidi on ihmiselle vaarallinen vain hyvin suurina pitoisuuksina. Hiilidioksidin ominaisuudet mahdollistavat sen kustannustehokkaan käytön vain isoissa laitoksissa. Sen vuoksi pieniä,

opetuskäyttöön sopivia laitteita ei ainakaan vielä ole tehdasvalmisteisena saatavilla.



*Transkriittisen Bybass-kylmäkoneen oppimisympäristö*

Alan vauhdikkaasta kehittämisestä kertoo myös Oamkin kehittämän laitteen kehitysvaiheet. Laitteen suunnittelu aloitettiin vuonna 2017, jolloin laitteistoon oli saatavilla vain kolme pääkomponenttia. Vuosien varrella tehdyt suunnitelmat ovat muuttuneet useasti alan kehittymisen ja uuden tiedon vuoksi. Nytkin joitain laitteiston osia on jouduttu tekemään itse, koska tämän kokoluokan koneistoon niitä ei ole saatavilla. Hiilidioksidijärjestelmän korkeat käyttöpainet asettavat vaatimuksia komponenttien rakenteelle. Korkeimmillaan järjestelmässä käytetään yli 90 baarin painetta ja sen suurin varoventtiili aukeaa vasta 120 baarin paineessa.

Hiilidioksidilla toimivia kylmälaiteita käytetään nykyisin teollisuuden kylmätuotannossa sekä kauppojen kylmälaiteissa. Ison koon, kalliin hinnan sekä suuren käyttöasteensa vuoksi järjestelmät soveltuvat opetuskäyttöön huonosti. Oamkin opetuslaite on rakennettu yksinkertaiseksi, jotta monimutkaisen prosessin ymmärtäminen olisi mahdollisimman helppoa. Opiskelijat pystyvät myös

normaaleiden mitoitusolosuhteiden havainnollistamisen lisäksi ajamaan laitteistoa erilaisilla säädöillä. Laitteen pienen koon vuoksi säätöjen vaikutukset prosessiin ovat huomattavissa nopeasti.

Kaupan kylmässä hiilidioksidikylmälaitteiden energiatehokkuutta parannetaan hyödyntämällä kaasunjäähdyttimen lämpöenergiaa lämmitykseen. Transkriittisen hiilidioksidiprosessin kaasunjäähdyttimestä saatavan lämpöenergian lämpötilataso on korkea, joten lämpöenergiaa on helppo hyödyntää myös korkean lämpötilatason lämmitysjärjestelmissä.

Hiilidioksidin käyttöä tavallisen kuluttajan käyttämissä kylmälaitteissa ei ole näköpiirissä kehityksen tässä vaiheessa. Hiilidioksidin vaatimat korkeat käyttöpaineet tekevät järjestelmän komponenteista niin kalliita, ettei niiden käyttö

kuluttajalaitteissa ole mahdollista. Kuten kuitenkin tiedämme, kehitys kehittyy, joten pidetään katse avarana, ja kenties jääpalakoneissamme virtaa joskus ihmisille ja ilmastolle vaaratonta kylmäainetta

## Lähteet

1. SFS-EN 378-1:2016 + A1:2020:en. Refrigerating systems and heat pumps. Safety and environmental requirements. Part 1: Basic requirements, definitions, classification and selection criteria. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Hakupäivä 25.11.2020. <https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/3/939889.html.stx>. Vaatii lisenssin.

2. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) N:o 517/2014. EUR-Lex. Hakupäivä 25.11.2020. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32014R0517>.

## Betonitekniiikan osaaminen tärkeätä.

*Betonia käytetään lähes kaikessa rakentamisessa. Se on maailman eniten käytetty rakennusmateriaali. Pelkästään Suomessa betonia tuotetaan 5 miljoonaa m<sup>3</sup>/v ja koko maailmassa peräti 13 miljardia m<sup>3</sup>/v. On tärkeätä käyttää juuri oikeanlaista betonia eri käyttökohteissa. Siksi betonitekniiikan tuntemus on välttämätöntä rakennusinsinööreille tai -mestareille.*

### Eri käyttötarkoituksiin tarvitaan erilaisia betoneja

Käyttökohteita rakentamisessa betonille on lukuisia. Eri käyttökohteissa rakenteet joutuvat kestämaan erilaisia olosuhteita. Pääosin betonin rasittavat mekaaniset, kemialliset tai fyysiset tekijät, tulipalo kestäessään tarpeeksi kauan vaurioittaa betonia. Tämän vuoksi onkin valittava tyypiltään sopiva betoni käyttötarkoituksen mukaan. Betonilta voidaan vaatia kosteuden vaihtelun, jäätyneen maantiesuolan, mekaanisen kulutuksen, meriveden ja maaperän sekä ilmakanerien sietämistä. Eri betonit voivat olla koostumukseltaan hyvin erilaisia.

Talonrakentamiskohteissa betonista voidaan valaa perustukset, kantavat runkorakenteet kuten pilarit, palkit seinät ja lattialaatat. Ei-kantavat rakenteita voivat olla seinät, maanvaraislaatat ja lattioiden tasausvalut. Runkorakenteista n. 45 % valmistetaan betonista ja julkisivuista n. 15 %.

Infrarakentamisessa betonia käytetään mm. patojen, tunnelien, putkilinjoiden, siltojen, ratapölkkyjen, satamarakenteiden, melusteiden, vedenkäsittelylaitosten, vesitorien ja sillojen sekä energialaitosten toteuttamiseen. Betonia käytetään myös paaluperustuksiin ja maaperän vahvistamiseen injektioilla.

Betonirakenteet tehdään usein elementtirakenteisina mutta myös työmaalla paikallavalurakenteina. Ruiskubetonointia käytetään sekä julkisivujen että tunnelirakenteiden pinnoittamisessa. Eräs uusimmista sovellutuksista on täysin robotoitu betonivalu, puhutaan myös rakenteiden betonoinista printtaamalla.

Normaali betoni on aina tiivistettävä valumuottiin. Enenevässä määrin on ruvettu käyttämään itsestivistävää betonia, joka on niin notkeata, että se nimensä mukaisesti tiivistyy itsestään muottiin. Itsestivistävä betoni on hinnaltaan noin 50 % kalliimpaa kuin normaali betoni. Sen käyttö kuitenkin vähentää työvoimakustannuksia joidenkin työvaiheiden pois jäämisen vuoksi.

### Betonin valmistusaineet

Yksinkertaisimmillaan betoni valmistetaan sekoittamalla sementtiä (sideaine), runkoainesta (kiviaines) ja vettä. Juomakelpoinen vesi soveltuu erittäin hyvin betonin valmistukseen. Sekoitus tehdään käytännössä aina koneellisesti. Valmistukseen käytetään lisäksi muitakin seosaineita kuten lentotuhkaa, jauhattua masuunikuonaa ja silikaa. Masuunikuonaa muodostuu terästeollisuuden sivutuotteena. Lentotuhkaa syntyy mm. kivihiilen poltossa. Näillä seosaineilla on hydraulisia ominaisuuksia, ne reagoivat alkalisisessä ympäristössä sementin tavoin kovettaen betonin. Alkalisointi saadaan aikaan usein sementillä. Seosaineet sekoitetaan sementti-tehtaalla valmiiksi sementtiin, tai betonin valmistaja lisää niitä betoniin sekoitusvaiheessa. Hienoksi jauhattu kalkkikivijauhe tiivistää betonia.

Betonin ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa lisäainein. Näihin kuuluvat notkistimet, huokostimet, kiihdyttimet ja hidastimet. Lisäaineilla vaikutetaan betonin työstettävyyteen, lujuudenkehittymiseen ja säilyvyysominaisuuksiin.

Betoniin voidaan lisätä myös kuituja, joiden tarkoitus on lisätä erityisesti betonin vetolujuutta ja vähentää näin betonin halkeilua. Normaalisti betonirakenteen vetorasituksen kesto varmistetaan raudoituksin. Kaikki betonin ja betonirakenteiden valmistuksessa käytettävien materiaalien tulee olla CE-merkittyjä.

### Betonin ominaisuudet ja niihin vaikuttaminen – rasiustekijöiden huomioon ottaminen

Yksi betonin tärkeimmistä ominaisuuksista on puristuskestävyys. Monet muut betonin ominaisuudet ovat riippuvaisia nimenomaan puristuslujuudesta. Tavallisesti betonirakenteilta vaaditaan puristuslujuuden lisäksi vetolujuutta. Betonin vetolujuus on kuitenkin likimain vain 1/10 puristuslujuudesta. Betonirakenteisiin onkin tarpeen lisätä raudoitusta, jotta ne kestäisivät kuormituksen aiheuttamia vetorasituksia. Tästä tyypillisenä esimerkkinä ovat taivutusrasitettujen teräsbetonipalkkien (usein alareunan) betoniin asennettavat vetoterästanget. Perussääntö on, että mitä suurempaa lujuutta betonilta vaaditaan, sitä enemmän käytetään sementtiä ja vähemmän vettä. Betonin valmistuksessa ilmoitetaankin usein suure vesi-sementti -suhde.

Monet betonirakenteet altistuvat pakkasrasitukselle, jolla tarkoitetaan vuoroin jäätyvän ja sulavat veden aiheuttamaa betoniin kohdistuvaa rapauttavaa rasitusta. Tyypillisiä jäätymsulamisrasitettuja rakenteita ovat betoniset julkisivut ja sokkelien näkyvät osat, jotka altistuvat sadevedelle. Veteen liuenneena saattaa esiintyä lisäksi suolaa, jota käytetään maanteiden liukkauden estossa. Tällä tavoin rasitettuja rakenteita ovat tyypillisesti maantiesiltojen betonirakenteet. Mahdollisten vaurioiden ehkäisemiseksi betoniin lisätään valmistusvaiheessa huokostinta, joka synnyttää betoniin muutaman kymmenesosan millimetrin kokoisia nk. suojuukosia. Jäätyvä vesi betonissa pääsee laajenemaan suojuukosiin, mikä vähentää jäätymisestä aiheutuvia betonin sisäisiä rasituksia. Lisäksi betonin valmistuksessa käytettävää vesi-sementti -suhdetta pienennetään, jolloin betonista tulee lujempaa ja tiiviimpää. Samalla betoniin muodostuu vähemmän kapillaarihuokosia, mikä estää veden tunkeutumista betoniin. Käyttöolosuhteet huomioon ottaen rakenteen betonilta vaaditaan tiettyä standardien mukaista vähimmäislujuusluokkaa.

Betoni sitoo kemiallisesti ilmasta hiilidioksidia, mikä vahingoittaa hiljalleen rakennetta. Vaurio etenee betonirakenteen pinnasta alkaen hitaasti rakenteen sisäosia kohti. Kemiallisen reaktion vaikutuksesta betoni karbonatoituu. Tällöin betonirakenteen pinnan emäksisyys alenee ja raudotteita suojaava vaikutus betonissa pienenee. Mikäli näin käy, betonirakenteen raudotteet altistuvat korroosiolle. Korroosiotuotteet ottavat suuremman tilavuuden kuin betoni, jolloin syntyy sisäinen paine, joka ajan oloon lohkaisee raudotteita suojaavan betonikerroksen pois. Tällöin raudotteiden ruostuminen nopeutuu, mikä heikentää rakenteen kestävyttä ja



toisaalta värjää betonirakenteen pinnan rumaksi. Betoniteräksiä suojaava suojabetonikerros voidaan valaa paksummaksi, jolloin raudoitteet ovat paremmin suojassa ja betonirakenteen käyttöikä pitenee. Toisaalta betonin lujuusluokan nostaminen parantaa betonirakenteen käyttöikää. Karbonatisoitumisen aiheuttamia ongelmia voidaan ehkäistä myös käyttämällä ruostumattomia raudoitusteräksiä.

Monet betonirakenteet, kuten rakennusten perustukset, sillat ja merirakenteet altistuvat sulfaattirasitukselle. Samoin puunjalostus- ja kemianteollisuuden rakenteet kohdata kemiallista rasitusta. Suomessa merenrannikkoseutujen maaperä sisältää suhteellisesti eniten sulfaatteja, myös merivesi sisältää sulfaatteja. Sulfaattien kemiallisesti hapantava vaikutus rapauttaa betonia, joka on puolestaan vahvasti emäksinen materiaali. Sulfaattirasituksen vaikutusta torjutaan käyttämällä betonin valmistuksessa sulfaatinkestävää SR-typin sementtiä. Sen vedentarve on normaalia sementtiä pienempi, joten betoni voidaan valmistaa pientä vesi-sementti -suhdetta käyttäen. Tällöin betonista tulee tiivistä ja se kutistuu erityisen vähän, mikä parantaa betonin säilyvyyttä.

Jotkin betonin valmistuksessa käytettävistä kiviaineksista voivat reagoida kemiallisesti alkalisessa ympäristössä, jollainen muodostuu betoniin sementin vaikutuksesta. Alkali-kiviainesreaktio rapauttaa betonia ja aiheuttaa rakenteen vaurioitumisen. Betonin valmistuksessa käytettävät kiviainekset onkin tutkittava ennen betonin valmistusta, jotta ikäviltä vaurioilta vältyttäisiin. Useimmiten suomalaiset kiviainekset soveltuvat betonin valmistukseen varsin hyvin. Esiintyy myös kiviaineksiä, jotka eivät sovellu betonin raaka-aineksi.

Kiviainesten tai veden mukana betoniin voi tulla orgaanista ainesta, kuten humusta. Sitä ei saa olla haitallisen suurina määriä. Humus hidastaa tai jopa estää betonin kovettumisen. Siksi betonin valmistusaineet on testattava ja valittava huolella.

Betonin valamisen jälkeen sen kovettuessa betoni kutistuu, mikä on seurattava sekä betonin kuivumisesta että kovettumisreaktioista. Kutistumista ei voida välttää, mutta sen aiheuttamia haitallisia vaikutuksia betoniin voidaan minimoida. Valettu betonirakenne on valun jälkeen ns. jälkihoidettava. Se on pidettävä riittävän kosteana, jotta kovettumisen aikaan saava ja vettä vaativa kemiallinen hydrataatio-reaktio voi tapahtua. Betonirakenne peitetään muovikalvolla tai sitä kastellaan. Lattiavalun betonipinnalle levitettävien jälkihoitoainekset käyttö on varsin tavallinen ratkaisu. Mikäli mahdollista, valumuotit voidaan jättää paikalleen estämään veden nopeaa haihtumista. Kutistuminen aiheuttaa betoniin halkeilua, jota pyritään rajoittamaan jälkihoitoainepiteillä ja toisaalta betonirakenteen raudoituksilla ja kuitujen lisäämisellä.

Betonirakenteen kuormitukseen liittyy ajasta ja kuormituksesta riippuva ilmiö, viruma. Puristusrasituksesta betonista poistuu hiljalleen sen huokosissa olevaa vettä, minkä seurauksena betonirakenne muuttuu muotoaan. Esimerkiksi taivutettu betonipalkki taipuu vähitellen enemmän kuin mitä mekaaninen kuormitus lyhytaikaisesti aiheuttaa. Toisena esimerkkinä esijännitettyjen ontelolaattojen taipuma lisääntyy

aluksi ylöspäin jännevoiman vaikutuksesta, kunnes taipuma rupeaakin laattaa kuormitettaessa kehittymään alaspäin, suunta siis muuttuu. Sekä kutistuman että viruman vaikutukset tulee ottaa huomioon jo betonirakenteiden suunnitteluvaiheessa, sillä ilmiöiden aiheuttamat muodonmuutokset tapahtuvat osaksi erittäin hitaasti useiden vuosikymmenten kuluessa.

Massiivisella betonirakenteella on erittäin hyvä äänenvaimennuskyky verrattuna muihin rakennusmateriaaleihin. Siksi betonia käytetään rakennusten välipohjarakenteissa ja osastoivissa seinissä. Asuinrakennuksissa on ääneneristyskyvyn lisäksi oltava riittävä palonkesto, johon tarkoitukseen betoni rakennusmateriaalina on erinomainen. Rakenteiden tulee siis sietää tulipaloo määrätyn ajan, jotta pelastus- ja sammutustoimenpiteet voidaan suorittaa.

## Betoni on vaativa rakennusmateriaali

Betoni on monipuolinen ja paljon käytetty rakennusmateriaali. Sen valmistukseen ja käyttöön liittyy kuitenkin epävarmuustekijöitä. Betonirakentajien täytyy hallita tämä kokonaisuus niin hyvin, että rakennustuotanto betonin osalta pysyy laadukkaana. Käytettävissä on hyvin riittävät menetelmät, joita käyttämällä betonin laatua voidaan seurata ja pitää hallitusti hyvänä. Tarvitaan osaavat toimijat tekemään nämä tehtävät asiantuntevasti.

Tulevaisuuden haasteina on betonin tuotantoon ja käyttöön liittyvät suurehkojen hiilidioksidipäästöjen pienentäminen. Suomalainen sementti- ja betoniteollisuus on yleisesti ottaen suhteellisen vähäpäästöinen, kun verrataan eri maiden päästölukuja. On syytä toisaalta muistaa, että betoni myös sitoo hiilidioksidia. Sementtiä korvaavia aineita on käytössä jo nykyiselläänkin, mutta teollisuuden sivuvirroista on kehitteillä lisää uusia side- tai seosaineita. Tarkoituksena on edelleen pienentää energian kulutusta, vähentää hiilidioksidin syntymistä ja kehittää uusiokäyttömahdollisuuksia jätteenä pidetyille tuotteille. Tulevaisuuden haasteena on onnistua tutkimuksessa ja käytännön toimissa.

## Finnish Food Companies Look to International Markets for Growth – Demand for Export Expertise is on the Rise

*Finnish food and beverage companies are increasingly interested in exploring international markets to enable growth despite relatively saturated domestic markets. Providing higher education in the field of food exports is required to meet the expertise demands of the companies entering international markets or expanding their export operations.*

The food and beverage sector is a major employer in Finland with approximately 38,000 person years in close to 1,800 companies. In addition, there are around 1,000 companies specialising in local food production. Including the indirect employment effect, the food chain employs a total of around 340,000 persons. Thus, every eight job in Finland is provided by the food chain. (Hyrylä 2019.)

In international markets, Finnish food and beverage production is recognised by e.g. arctic and clean raw materials, high quality, safety, and reliability (Vuorela 2017). Despite the demand, only about 15% of the country's food production is currently being exported (Vartia 2018). With saturated domestic food and beverage markets, seeking growth in international markets is, however, essential. Nationally, the goal is to double the value of food exports to EUR 3 billion by 2025 and increase the share of SMEs operating in international markets from 16% to 25% (Food from Finland n.d.).

More efficient use of existing export opportunities requires increasing the export capacity of companies. This includes building up know-how, a challenge tackled by the *Expert at Food Export 2017–2019* project and the *Boosting Food Export Competence 2019–2021* project, both co-financed by the Ministry of Agriculture and Forestry of Finland and implemented by South-Eastern Finland University of Applied Sciences (UAS), Haaga-Helia UAS, Oulu UAS, Karelia UAS (only the former) and Lapland UAS (only the latter).

### Development needs of companies translate into educational needs and gaps

In the *Expert at Food Export 2017–2019* project, a 30 ECTS credit education programme was built in close collaboration with companies and other organisations operating in the food and beverage sector. Two pilot groups underwent the education with 42 students starting the programme and 31 students successfully finishing it. In addition, some participants studied through the provided study modules, but were not able complete the required assignments.

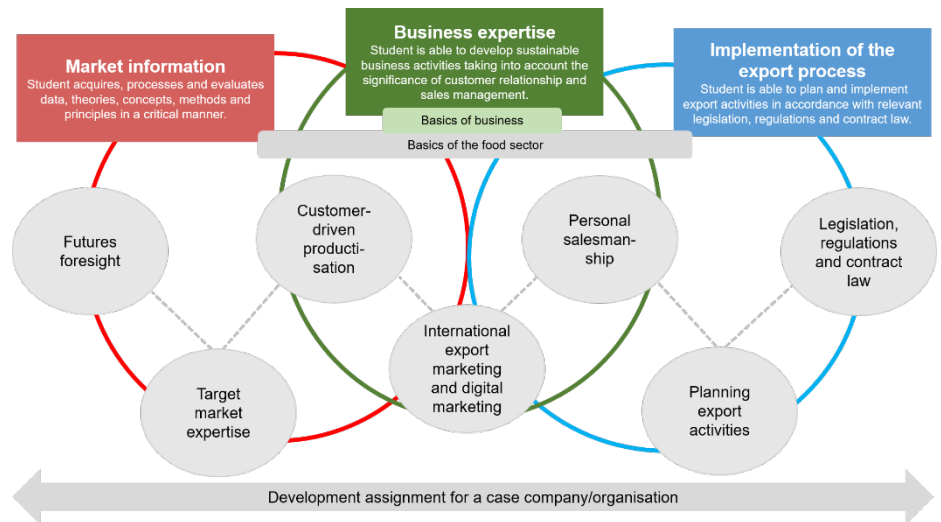
In total, 1.48 applicants per available student place applied for the programme. The approved applicants were entrepreneurs or employees of either food and beverage companies (n=30) or RDI, education and advisory organisations (n=12). All of them had a suitable higher education degree or solid experience in the industry.

Besides providing 25 ECTS credit study modules including contact education by a wide range of experts and various learning tasks, the students were expected to complete a 5 ECTS credit development assignment for a case company or other organisation. The assignments focused on e.g. productisation, participation in trade fairs, and entering or operating in different export markets. Some students explored opportunities to establish their own company. In total, two new companies were established in addition to which two students found employment in participating companies. As a whole, the objectives of the development assignment provided further understanding of the prevailing educational need and gaps.

Objectives of companies operating in export markets (n=10):	Objectives of companies planning for export activities (n=12):
<ul style="list-style-type: none"><li>To increase export sales to present customers</li><li>To expand export activities from closer markets to either elsewhere in Europe or Asia</li><li>To develop an operations model to involve international customers in product development</li><li>To strengthen the company's position as (the leading) global manufacturer for a specific product sector</li><li>To expand present export customer base</li><li>To expand present export product portfolio</li><li>To increase staff's understanding and commitment regarding internationalisation and export</li><li>To investigate the (economic) sustainability of investing in a new production line and providing a packaging service for (also) client companies</li><li>To develop a service model based on the Business Partner Model</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>To form an understanding of information requirements to plan for export activities</li><li>To explore export opportunities and determine whether or not exporting is a viable and sustainable option for the company</li><li>To outline the overall food export process</li><li>To formulate a plan for food export activities</li><li>To prepare an export guide that assists in exploring export opportunities and formulating detailed export plans</li><li>To investigate options to transform small-scale, labour-intensive production and business activities into large-scale international production and business activities</li></ul>
Target markets of interest:	
<ul style="list-style-type: none"><li>Nordic countries</li><li>Germany</li><li>Other EU countries</li><li>Russia</li><li>China</li><li>Asian countries, such as South Korea, Japan and Thailand</li><li>In addition, companies were interested in the impacts of Brexit on food export to the UK.</li></ul>	

*Development objectives of case companies (n=22) in the Expert at Food Export education programme 2018–2019 (Römer-Paakkanen & Järvelä 2019).*

The content and learning objectives of the Boosting Food Export Competence education programme 2019–2021 (adapted from Lahti 2019):



## Forty new food export experts by May of 2021

Student experiences and extensive evaluation activities of the *Expert at Food Export education programme 2017–2019* were utilised to build the ongoing *Boosting Food Export Competence education programme 2019–2021*. The first pilot group has already finished the programme, while the second group will finish by May of 2021. The goal is to educate forty new export experts.

The main target group of the education comprises current and recently graduated higher education students, while not excluding other persons with suitable educational backgrounds and experience. In total, 3.85 applicants per student place applied for the programme. Due to the COVID-19 outbreak, the 13 contact teaching days were adjusted to be implemented online. This may have contributed to the rise in applicant numbers from 2.80 applicants per student place for the first pilot to 4.90 applicants per student place for the second pilot.

## The education brings about new opportunities for students

The 30 ECTS credit *Boosting Food Export Competence education programme 2019–2021* includes six study modules: (1) *Futures foresight* and *Basics of the food industry*; (2) *Basics of business* and *Planning export activities*; (3) *Personal salesmanship*; (4) *Customer-driven productisation* and *Target market expertise*; (5) *International export marketing and digital marketing*; and (6) *Contract law* and *Logistics*. A wide range of Finnish and international experts from both companies and expert organisations provide the educational contents and a variety of related learning tasks worth a total of 24 ECTS credits. Another three ECTS credits base upon a versatile video library aimed at expanding the students' understanding in e.g. different target

markets and Immaterial Property Rights (IPRs). The last three ECTS credits are completed as elective studies.

- **A total of 1.48 applicants per available student place applied for the *Expert at Food Export education programme 2017–2019*. For the *Boosting Food Export Competence education programme 2019–2021*, the corresponding figures were 2.80 for the first pilot and 4.90 for the second pilot.**

As with the previous education programme, the students are required to complete a development assignment for a case company or other organisation. The purpose of the case study is to ensure that the graduates are able to apply the acquired knowledge and tools in practice. In addition, they get a chance to form new networks that have proven to result in new employments and even new businesses.

## References

- Food from Finland (n.d.). Innovatiivisia, terveellisiä sekä turvallisia elintarvikkeita ja juomia kansainvälisille markkinoille [Innovative, healthy and safe foods and beverages to international markets]. Available at: <https://www.businessfinland.fi/suomalaisille-asiakkaille/palvelut/ohjelmat/food-from-finland/> [Accessed 10 Nov 2020].
- Hynylä, L. (2019). 365 days of food – Sector report on the food industry. Publications of the Ministry of Economic Affairs and Employment 2019:61. Available at: <http://um.fi/URN:ISBN:978-952-327-473-0>.
- Lahti, M. (2019). Elintarvikevienti uramahdollisuutena – viestintää Elintarvikevientiin Osaaja -koulutuksesta ja ideointia koulutuksen kehittämiseksi [Food export as a career opportunity – Dissemination about the Export at Food Export education and ideas for developing the education]. Unpublished presentation materials.
- Römer-Paakkanen, T. & Järvelä, M.-L. (2019). Elintarvikevientiin osaajia yrityksiin [Food export expertise to companies]. Kehittyvä Elintarvike 6/2019, pp. 32–33.
- Vartia, J. (2019). Elintarvikevienti virkkoa kasvuun [Food exports are recovering towards growth]. Available at: <https://www.etf.fi/ajankohtaista/artikkelit/2018/elintarvikevienti-virkkoa-kasvuun.html> [Accessed 9 Nov 2020].
- Vuorela, M. (2017). Pohjois-Pohjanmaan elintarviketalouden strategia 2017–2025 [Food Strategy of the Oulu Region 2017–2025]. Publications of the Oulu Region A:58. Available at: <https://pohjois-pohjanmaa.fi/wp-content/uploads/2020/09/A58.pdf>.

Text and graphs: **Marja-Liisa Järvelä** and **Titta Järveläinen**, Oulu University of Applied Sciences/School of Engineering and Natural Resources; **Harri Määttä**, **Marja Nissinen** and **Henry Hinkula**, Oulu University of Applied Sciences/School of Information Technology; **Sanna Salomaa**, Council of Oulu Region  
Pictures: **Raija Suomela**, **Hanna Laurell** and **Antti Hirvonen**, Oulu University of Applied Sciences/School of Engineering and Natural Resources; **The Regional Union of Agricultural Producers and Forest Owners of Northern Finland**

## New technologies for traceable and safe food value chains

*Digitalisation and automation play a key role in boosting performance and growth of food and beverage value chains. Traceability and food safety are two areas in which technologies are needed to provide both efficiency and effectiveness. In the Oulu Region, Finland, utilising the full potential of ICT and engineering is strongly underway.*

The Oulu Region's diverse food and beverage value chains from primary production to processing, preserving and manufacturing, professional kitchens, and wholesale and retail operations form a significant business sector. The region is Finland's largest supplier of milk and beef with grass-based forage as the main feed for the cattle. In addition, the region has the largest area of organic farmland in the country. (Vuorela 2017.)

The municipalities of Tyrnävä and Liminka form one of only five High Grade Regions in Europe, an EU-granted status referring to a high-quality seed potato production area where no plant pests harmful to potatoes occur (Valo & Sipilä 2020). Besides farming, a vast variety of raw materials are obtained from forests (e.g. berries and mushrooms), as well as lakes and the Bay of Bothnia (freshwater and sea fish). Reindeer husbandry is practiced in the northern parts of the region. (Vuorela 2017.)



*Grass-based dairy and beef production along with high-quality seed potato production form a cornerstone for the Oulu Region's food value chains.*

### **There is a demand for digitalisation and automation solutions to foster growth**

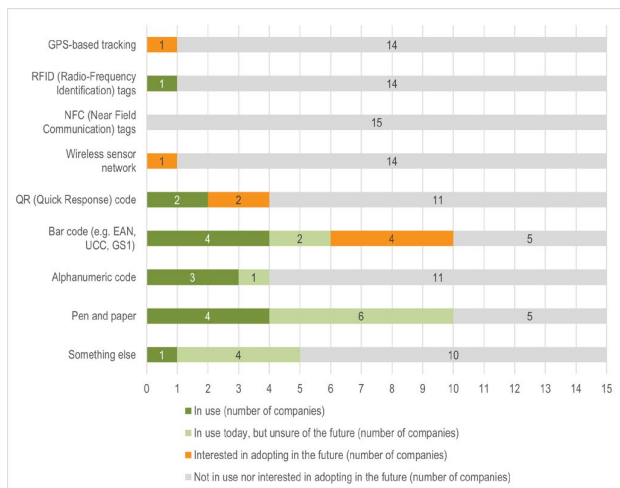
The Oulu Region's food and beverage processing, preserving and manufacturing industry has more than 200 companies, of which about 50% employ less than five people (Vuorela 2017). Despite the predominance of small companies, previous studies show that a significant number of them are actively looking for digitalisation and automation solutions to support both production and managerial

processes (Korhonen et. al. 2019). The areas of interest include traceability and food safety verification, both being in the focus of the [FoodWay](#) project promoting traceable and safe food and beverage value chains in the Oulu Region in cooperation with regional, national and EU-level actors and net-works (ERDF, Council of Oulu Region).

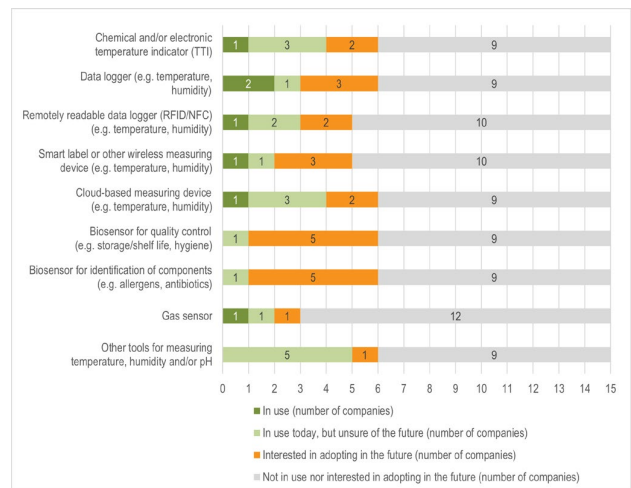
In the FoodWay project, a survey of the current state and development needs of food and beverage companies in the field of traceability and food safety verification was conducted in October-November 2020. An online questionnaire was sent to 50 companies operating in the Oulu Region, and a total of 32% of them responded to the questionnaire (n=16). Seven of them were micro enterprises, four were small enterprises, another four were medium-sized enterprises, and one was a large enterprise (according to definitions by Statistics Finland n.d.). As the large enterprise's respondent reported to be unable to fully answer the questionnaire, their reply was excluded. The other 15 companies reported to process and preserve or manufacture fruits and vegetables (n=4), dairy products (n=3), fish, crustaceans and molluscs (n=3), grain mill and starch products (n=1), beer (n=1), and other food products (n=3).

### **Pen and paper are commonly used to trace and track foods**

Operators of the food and beverage sector are required by legislation to trace, track and account for all food ingredient and product batches coming into and going out of their facilities (Finnish Food Authority n.d.). As many as 67% of the companies taking part in the FoodWay survey reported to use pen and paper to comply with traceability requirements (n=10). For four companies pen and paper were the sole tracing and tracking tool. When asked about the potential of different technologies for the future, five companies were not able to answer the question fully (n=2) or at all (n=3). The others selected mainly more traditional technologies or even pen and paper.



Technologies in use or potentially to be adapted in the future to trace and track ingredient and product batches.



Technologies in use or potentially to be adapted in the future to measure food safety-related indicators.

## Temperature and humidity are the main indicators measured to control food safety

Food quality and safety are in the focus of several significant regional, national and EU-level strategies and policies. Of the companies taking part in the FoodWay survey, 73% reported to require further procedures and/or technologies to ensure and verify quality and safety of food ingredient and product batches (n=11). For five of them, this was the case throughout their production lines from raw material sourcing to distribution. Others reported to need new solutions for raw material sourcing (n=4), production processes (n=4), raw material storing (n=2), product storing (n=1), and/or product distribution (n=1). Four companies were unable to assess their related development needs.

Different technologies were reported to be used mainly to measure temperature, humidity and/or pH. Only one company reported to use biosensors for identification of components (antibiotics) and quality. Gas sensors were used in two companies.

## Towards stronger cross-sectoral and international cooperation

Based on the results of the FoodWay survey, it seems evident that the Oulu Region's food and beverage companies need further information about the available and potential future technologies suitable for different stages of traceability activities and food safety verification, as well as different needs of various production lines, business models and company sizes. In addition, it may be stated that the full potential of the region's strong ICT and engineering expertise and RDI facilities is yet to be capitalised on in the industry.

Besides technologies providing for traceability and food safety verification, the role of Enterprise

Resource Planning systems was often emphasised in the responses. Thus, attention should also be paid to interoperability between technologies and software systems. This applies to operations both within a company and throughout a supply chain.

In order to improve food and beverage companies' performance and boost their growth by means of digitalisation and automation, a cross-sectoral [matchmaking event](#) for food chain operators and ICT/technology providers will be organised online on 20 January 2021. International companies looking for Finnish suppliers or customers are warmly welcomed to participate. Furthermore, the Oulu Region's RDI actors are actively looking for opportunities to broaden their present RDI project portfolio related to advancing digitalisation and automation in the agri-food value chains. Further information and contact details can be found [here](#).

## References

- Finnish Food Authority (n.d.). Jäljitettävyys [Traceability]. Available at: <https://www.ruokavirasto.fi/yritykset/elintarvikeala/elintarvikealan-yhteiset-vaatimukset/omavalvonta/jaljitettavyyt/> [Accessed 4 Nov 2020].
- Korhonen, K., Järvelä, M.-L., Matila, K., Välimaa, A.-L., Muilu, T., Hiltunen, I., Posio, K., Sivula, I., Tuikka, S., Pönkkö, S. & Tervonen, T.-M. (2019). Current State and Development Needs of the Food Sector in Northern Ostrobothnia, Finland – Final Report of the ELYKE Project. Natural Resources and bioeconomy studies, 52/2019. Natural Resources Institute Finland Luke. Available at: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-801-2>.
- Statistics Finland (n.d.). Concepts. Available at: [http://www.stat.fi/meta/kas/index\\_en.html](http://www.stat.fi/meta/kas/index_en.html) [Accessed 4 Nov 2020].
- Valo, T. & Sipilä, A. (2020). High quality seed potato production area. Available at: <https://www.luke.fi/ruokafakta/en/field->



Tekniikan ja luonnonvara-alan yksikkö  
2020