



KÄLY-hanke

Yleiskuva Lapin nykytilanteesta kestävien älyratkaisujen osalta

Työpaketti 1: State-of-the-art-asiakirja



LAPIN LIITTO



**Euroopan unionin
osarahoittama**

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto.....	4
2	Tiedonkeruumenetelmät.....	6
2.1	Selvityksen sisältöpainotukset ja rajaus.....	7
3	Älykkäät ja kestävät teollisuusratkaisut Lapissa: Yritysten tarpeet ja kehitysnäkymät – haastattelujen tulokset	8
3.1	Teollisuus yritysten tarpeet ja näkemykset	9
3.2	Pk-yritysten suurimmat esteet teknologian käyttöönotolle.....	12
3.3	Älykkäät ja kestävät maatalousratkaisut Lapissa: Tilojen tarpeet ja digitalisaation tila	14
3.4	Poronhoidon teknologiset tarpeet.....	16
4	Tapahtumat	17
4.1	Kunnossapidon murros – mitä KP25-kongressi opetti ja miten se palvelee KÄLY-hanketta	17
4.2	3D-tulostus – kokemuksia, vaatimuksia ja kehitysnäkymiä.....	19
4.3	Teknologia 23 messut.....	25
4.4	Teknologia 25 messut.....	26
5	Teknologian mahdollisuudet.....	31
5.1	Drone-teknologian hyödyntäminen teollisuudessa ja infrastruktuurivalvonnassa.....	31
5.2	LoRa-teknologia mahdollistaa etämittauksen Lapin olosuhteissa.....	34
5.3	Teknologiset ratkaisut pohjoisissa erityisolosuhteissa: paikannus, automaatio ja turvallisuus.....	38
5.4	Tekoäly ja älyratkaisut osana turvallisuuden kehittymistä	40
5.5	Energialouhintaratkaisujen kaupallinen tarjonta – teknologiat ja käytännön esimerkit.....	43
5.6	Robotiikka arktisella alueella.....	46
6	Älyratkaisuja ja toimijoita Lapissa	53
6.1.1	Kiinteistöautomaatio avulla energiasäästöjä.....	53
6.1.2	Lumetuksen automatisointi	54

6.1.3	Lumen mittaus drone-lidar tekniikalla	55
6.2	Teknologiaosa-alueiden yrityskartoitus Lapin maakunnan näkökulmasta.....	56
7	Lähteet	63

1 JOHDANTO

Tämä on Käly-hankkeessa koottu state-of-art asiakirja, joka liittyy hankkeen työpakettiin 1 eli Kestävien älyratkaisujen kartoitus.

Tähän on koottu Käly-hankkeessa kertynyt aineistoa, kun on selvitetty kestäviä älyratkaisuja eli hankkeen teemaan liittyviä asioita. Hankkeessa kestäväksi älyratkaisuksi määritellään teknologinen kokonaisuus, jossa yhdistyvät elektroniikka, ohjelmointi sekä materiaalitekniset ratkaisut. Älyratkaisuihin voi sisältyä lisäksi tekoälyä, robotiikkaa ja mekaniikkaa, ja ne muodostavat usein laite- ja ohjelmistokomponenttien integroitua järjestelmiä.

Ratkaisun kestävyys perustuu siihen, että sen suunnittelussa ja toteutuksessa huomioidaan erityisesti ympäristö- ja resurssinäkökulmat. Keskeisiä periaatteita ovat kierrätettävien ja mahdollisuuksien mukaan biopohjaisten materiaalien hyödyntäminen, energiatehokkuus sekä paristottomien tai matalaenergisten ratkaisujen edistäminen.

Kokonaisuutena kestävä älyratkaisu yhdistää digitalisaation, kiertotalouden ja vastuullisuuden siten, että teknologian avulla voidaan tuottaa toiminnallista hyötyä samalla kun ympäristövaikutuksia vähennetään ja resurssien käyttöä tehostetaan.

Selvitystyön tavoitteena oli muodostaa käytännönläheinen kokonaiskuva älykkäiden teknologioiden ja kestävien ratkaisujen nykytilasta sekä niiden soveltamisesta. Lähtökohtana oli tunnistaa yritysten konkreettisia tarpeita, kartoittaa alueen toimijoita sekä tunnistaa teknologioita, joilla voidaan parantaa tuottavuutta, turvallisuutta ja tehokkuutta. Selvitys painottui erityisesti Lapin alueen näkökulmaan ja alueelle relevantteihin teknologioihin sekä käyttökohteisiin.

Ensimmäisenä esitellään tiedonkeruumenetelmät ja selvityksen/kartoituksen sisältöpainotukset ja rajaus. Sen jälkeen on koonti erilaisien yrityshaastattelujen ja työpajojen tuloksista. Kolmantena esitellään erilaisista tapahtumista, kuten messut ja seminaarit kertynyt tieto ja viimeisenä erilaisista verkkolähteistä kautta koottu tieto

teknologioiden mahdollisuuksista, muutama esimerkki teknologisesta ratkaisusta sekä toimijoista Lapissa.

2 TIEDONKERUUMENETELMÄT

Hankkeessa hyödynnettiin useita toisiaan täydentäviä tiedonkeruumenetelmiä, jotta muodostettu kokonaiskuva olisi mahdollisimman kattava ja käytännönläheinen. Yritys- ja asiantuntijahaastatteluista tehtiin koonnit, jotta ei pystytä yksilöimään haastateltuja henkilöitä. Lisäksi on koottu aineistoa työpajoista, jotka järjestettiin pääasiassa hankkeessa toteutettujen demojen yhteydessä. Hankkeessa keskityttiin haastattelemaan yrityksiä paikan päällä tai etänä, koska on tunnistettu yleinen haaste saada yrityksiä osallistumaan erilaisiin työpaja työskentelyihin.

Yritys- ja asiantuntijahaastattelut

Yrityksiltä ja asiantuntijoilta kerättiin tietoa haastattelujen avulla. Haastatteluja toteutettiin mm. paikan päällä yritysvierailujen yhteydessä tai etäyhteyksillä, tapahtumissa, kuten seminaareissa ja messuilla sekä hankkeen järjestämissä työpajoissa ja esittelytilaisuuksissa.

Haastatteluissa yrityksiltä kartoitettiin:

- teknologisiin ratkaisuihin liittyviä tarpeita
- kehitystoiveita ja tulevaisuuden näkymiä
- nykyisiä haasteita erityisesti arktisissa toimintaympäristöissä

Näiden pohjalta muodostettiin ymmärrys siitä, millaisille ratkaisuille on todellista kysyntää.

Yritysvierailujen aikana saatiin käytännön näkymä siihen, miten teknologiaa hyödynnetään tällä hetkellä eri toimialoilla. Samalla tunnistettiin kehityskohteita, joissa älyteknologioilla on potentiaalia tuoda lisäarvoa heidän tarpeisiinsa.

Työpajat ja keskustelut demojen toteutuksissa

Hankkeessa toteutettujen demojen yhteydessä järjestettiin työpajoja ja käytiin keskusteluja yritysten kanssa, jotka olivat mukana demoissa. Näiden yhteydessä saatiin demoihin liittyvää tietoa, mutta samalla keskusteltiin myös hankkeen teemoista laajemminkin.

Messut, seminaarit ja kongressit

Hankkeessa osallistuttiin aktiivisesti eri alan tapahtumiin, kuten messuille, kongresseihin ja seminaareihin. Näissä seurattiin uusimpia teknologisia ratkaisuja ja trendejä, tutustuttiin markkinoilla oleviin tuotteisiin ja palveluihin sekä verkostoiduttiin alan toimijoiden kanssa.

Havaintojen perusteella voidaan todeta, että älykkyys on yhä useammin sisäänrakennettuna osana teknisiä ratkaisuja, ja sen rooli kasvaa jatkuvasti eri toimialoilla.

Verkkolähteet ja kirjallinen aineisto

Taustatiedon hankinnassa hyödynnettiin myös verkkolähteitä ja muuta kirjallista materiaalia. Näiden avulla:

- kartoitettiin keskeisiä älyteknologioita (esim. tekoäly, robotiikka, dronit, LoRa ja muut radioteknologiat sekä paikannusteknologiat)
- tunnistettiin teknologioiden sovelluskohteita eri toimialoilla
- täydennettiin kentältä kerättyä tietoa

2.1 Selvityksen sisältöpainotukset ja rajaus

Selvityksessä keskityttiin valikoituihin osa-alueisiin, jotka tunnistettiin erityisen relevantiksi hankkeen tavoitteiden ja kohdealueen näkökulmasta. Valikoidut osa-alueet olivat: dronit, Lora anturi- ja muut paikannusteknologiat, robotiikka, tekoäly, kunnossapito ja 3D-tulostus.

Selvitys ei ole kattava esitys kaikista mahdollisista älyteknologioista tai kestävästä ratkaisuista. Rajaus tehtiin seuraavin perustein:

- hankkeen tavoitteet ja resurssit
- alueellinen relevanssi (Lappi ja arktiset olosuhteet)
- yrityksiltä tunnistetut käytännön tarpeet

Tämän vuoksi tarkastelu kohdistui valikoituihin teknologioihin ja käyttökohteisiin, joilla arvioitiin olevan suurin potentiaali alueen kehittämisen kannalta.

3 ÄLYKKÄÄT JA KESTÄVÄT TEOLLISUUSRATKAISUT LAPISSA: YRITYSTEN TARPEET JA KEHITYSNÄKYMÄT – HAASTATTELUJEN TULOKSET

Lapin alueen teollisuus ja elinkeinot kohtaavat haasteita, jotka asettavat erityisvaatimuksia teknologisille ratkaisuille. Lähteiden ja yritysten esittämien näkemysten perusteella keskiössä ovat pohjoisen äärimmäiset olosuhteet, digitalisaation tuomat mahdollisuudet toimintavarmuuden parantamiseen sekä tarve korvata manuaalisia prosesseja älykkäällä automaatiolla.

Hankkeen aikana kontaktoitiin yhteensä 51 yritystä yrityshaastatteluissa, hankkeen järjestämissä tapahtumissa, demojen yhteydessä työpajoissa. Joista voidaan jaotella 34 kappaletta yrityksiä olevan eri teollisuuden aloilta, kuten metalli-, metsä- ja muoviteollisuus, energian sekä laitteita valmistavasta aloilta. Maatalouden sektorilta kontaktoitiin 17 kpl yrityksiä. Lisäksi on tavattu eri tapahtumien yhteydessä lukuisa joukko yrityksen edustajia monilta eri aloilta.

Aluksi on esitetty teollisuuden alojen yritysten näkemyksiä ja sen jälkeen on kerrottu maatalous alan yrittäjien näkemyksiä ja ajatuksia tarpeista ja kehitysnäkymistä

Toimintavarmuus ja äärimmäiset olosuhteet

Lapin olosuhteet asettavat teknologialle vaatimuksia, joita tavanomaiset standardit eivät aina täytä. Laitteistojen ja tiedonsiirtoyhteyksien on toimittava luotettavasti jopa yli 40 asteen pakkasissa, sillä monen laitteen speksattu raja on juuri -40 °C. Erityisesti energia-autonomisten ratkaisujen toteuttaminen on haastavaa, koska kaamosaika ja lumi rajoittavat aurinkoenergian hyödyntämistä. Tiedonsiirrolta edellytetään korkeaa tietoturvaa ja varmatoimisuutta, mikä saattaa vaatia verkonvaihdon (roaming) hyödyntämistä rajaseuduilla.

3.1 Teollisuus yritysten tarpeet ja näkemykset

Energiantuotannon ja sähköverkon hallinta

Energiantuotannossa ja jakelussa digitalisaation tavoitteena on vikatilanteiden ennakointi ja ylläpidon tehostaminen. Yksi esille nousseista kehityskohteista on lämpövoimaloiden tarkastusprosessien automatisointi. Nykyisin viranomais määräykset edellyttävät päivittäisiä tarkastuskierroksia, jotka suoritetaan ihmisaistein havainnoiden ääntä, näkymää, lämpöä ja hajuja. Tähän voisi soveltua ratkaisuksi anturointia, kuten mikrofoneja, kameroita ja lämpökameroita, jotka korvaisivat manuaalisen työn. Tulevaisuuden visiona on jopa robottien hyödyntäminen mittauksissa ja havainnoinnissa, jolloin tekoäly voisi analysoida kertyvän datan ja ilmoittaa automaattisesti kriittisistä poikkeamista.

Sähkö- ja vesihuollossa on jo käytössä paljon anturointia, mutta suurin tarve kohdistuu työkaluihin, jotka auttavat analysoimaan massiivista datamäärää. Tekoälyratkaisuja, kuten EG Ines -työkäluä, suunnitellaan sähköverkon kulutusjouston arviointiin ja energiankulutuksen optimointiin. Lisäksi vesihuollossa olisi tarvetta älykkäille jäätymisenestojärjestelmille.

Teollisuuden ja testaustoiminnan digitalisaatio

Valmistavassa teollisuudessa ja testauspalveluissa korostuvat kaluston hallinnan ja laadunvarmistuksen tarpeet. Autojen ja renkaiden talvitestauksen kaltaisessa ympäristössä tarvitaan merkistä riippumattomia järjestelmiä, joilla voidaan seurata kunnossapitokaluston käyttötunteja ja energiankulutusta jälkiasenteisesti. Testiratojen kulunhallintaan kaivataan siirrettäviä ja energiatehokkaita puomijärjestelmiä, jotka toimivat ilman kiinteää sähköverkkoa.

Konepaja- ja muoviteollisuudessa nähdään merkittävää potentiaalia seuraavissa kohteissa:

- Tekoäly ja dokumentaatio: Tekoälyä halutaan hyödyntää teknisen dokumentaation hallinnassa ja rakennuskaavojen selkeyttämisessä.
- Konenäkö: Automaattista laaduntarkastusta ja konenäköä suunnitellaan muovituotteiden valmistukseen sekä biomateriaalien tunnistamiseen.

- **Robotiikka:** Hitsaukseen ja pakkausprosesseihin etsitään ratkaisuja coboteista tai teollisuusroboteista tuotannon tehostamiseksi.

Haastatteluissa nousi esiin useita konkreettisia ideoita kokeiluille, joilla voitaisiin parantaa työturvallisuutta ja tehokkuutta. Näitä ovat esimerkiksi sähkölinjojen lumikuorman tunnistaminen äänikameroilla tai värähtelyantureilla, dronejen automaattinen lataus uusiutuvalla energialla sekä räjähdyskaasujen mittaaminen suoraan työkonoiden puomeista kaivoksilla.

Haasteita tekoälyn tietoturvaan liittyen

Haastattelujen perusteella tekoälyn hyödyntämiseen Lapin teollisuudessa liittyy useita tietoturvaan ja luottamuksellisuuteen kytkeytyviä haasteita:

- **Arkaluontoisen tiedon vuotaminen:** Yritykset kokevat haasteeksi sen ymmärtämisen, mitä tietoja tekoälylle voi antaa ilman riskiä siitä, että arkaluontoinen tieto leviää ulkopuolisten saataville. Energia-alan yritys on linjannut, ettei se halua antaa aineistojaan tekoälylle juuri tietoturvasyistä.
- **Huoltovarmuus ja kriittinen infrastruktuuri:** Energia-alan kaltaisilla toimijoilla on keskeinen rooli alueen huoltovarmuuden ylläpitämisessä, mikä asettaa erityisvaatimuksia sekä tiedonsiirtoyhteyksien tietoturvalle että tekoälysovellusten käytölle.
- **Asiakasluottamus ja yksityisyys:** Tekoälyn käyttöön liittyy pelko asiakasluottamuksen vaarantumisesta. Esimerkiksi talvitestausympäristössä asiakkaiden luottamuksellisuus ja yksityisyys ovat toiminnan keskiössä, ja kaikki teknologiset ratkaisut on sovittava tähän tarpeeseen.
- **Osaamisen puute:** Yksi merkittävä haaste on ymmärryksen puute siitä, miten tekoälyjärjestelmät käsittelevät dataa. Yrityksissä nähdäänkin tarvetta koulutukselle, jotta henkilöstö oppii tunnistamaan turvalliset tavat hyödyntää tekoälyä asiantuntijatyössä.
- **Tiedonsiirron turvallisuus:** Koska Lapissa joudutaan toisinaan hyödyntämään ulkomaisia verkkoja (roaming) tiedonsiirron varmistamiseksi, viestintäyhteyksiltä edellytetään erityistä varmatoimisuutta ja tietoturvallisuutta.

Energiatehokkuutta voidaan parantaa älykkäällä kulunhallinnalla

Älykkäällä kulunhallinnalla voidaan parantaa energiatehokkuutta usealla eri tavalla, erityisesti vähentämällä turhaa logistiikkaa ja hyödyntämällä kestäviä energiantuotantomuotoja etäkohteissa.

Haastatteluissa nostettiin esiin seuraavat keskeiset keinot:

- Ajokilometrien ja logistiikan vähentäminen: Kun kulunvalvonta- ja seurantajärjestelmät ovat etäohjattavia ja hallittavissa keskitetysti valvomosta, voidaan välttää tarpeetonta ajamista kohteiden välillä. Esimerkiksi laajalla ja harvaan asutulla alueella pelkkä vikatilanteen tarkastaminen paikan päällä voi tarkoittaa satoja ajokilometrejä päivässä; älykkään etäseurannan avulla voidaan määrittää tarkemmin, milloin ja mihin huoltoa todella tarvitaan.
- Energia-autonomiset ja siirrettävät ratkaisut: Haastavissa olosuhteissa, kuten Lapin testiradoilla, joihin sähköverkon ulottaminen on vaikeaa, energiatehokkuutta lisätään käyttämällä peräkärryalustalle rakennettuja liikuteltavia yksiköitä. Nämä yksiköt sisältävät oman energiantuotantonsa (esim. aurinko tai tuuli), puomin ohjauksen ja tiedonsiirron, mikä poistaa tarpeen rakentaa kiinteää ja energiaa kuluttavaa infrastruktuuria luonnontilaisille alueille.
- Vihreän energian hyödyntäminen: Älykkään kulunhallintakaluston käyttövoima pyritään tuottamaan mahdollisimman ympäristöystävällisesti. Vaikka talviolosuhteet ja kaamos asettavat haasteita, tavoitteena on käyttää vihreää energiantuottoa, joka säilyttää toimintavarmuutensa ilman suuria ylläpito- tai polttoaineresursseja.
- Toiminnan optimointi ja häiriöiden ehkäisy: Älykäs kulunhallinta varmistaa, ettei asiakkailla ole pääsyä alueille, joilla huolto- tai kunnossapitotyöt ovat kesken. Tämä tehostaa työntekoa ja varmistaa, että kunnossapitoon käytetty energia ja resurssit kohdistuvat oikein ilman ulkopuolisista tekijöistä johtuvia keskeytyksiä.

Yhteenvetona älykäs kulunhallinta säästää energiaa ennen kaikkea siirtymällä fyysisestä valvonnasta digitaaliseen etähallintaan ja hyödyntämällä kohdennettuja, paikallisia energiaratkaisuja perinteisen sähköverkon sijaan.

3.2 Pk-yritysten suurimmat esteet teknologian käyttöönotolle

Haastattelujen perusteella Lapin pk-yritysten suurimmat esteet uuden teknologian käyttöönotolle liittyvät resurssipulaan, osaamiseen sekä alueen asettamiin teknisiin erityisvaatimuksiin.

Keskeisimmät esteet ovat:

- Resurssien puute (aika, raha ja henkilöstö): Yritykset nimeävät kustannukset ja ajan tai henkilöstön puutteen merkittävimiksi esteiksi. Investoinneilta edellytetään hyvin selkeitä ja osoitettuja hyötyjä, jotta ne nähtäisiin kannattavina.
- Osaamisen puute ja epävarmuus: Uusien teknologioiden, kuten tekoälyn, kohdalla suurin este on ymmärryksen puute siitä, miten niitä voidaan hyödyntää turvallisesti ja tehokkaasti. Esimerkiksi tekoälyn osalta kaivattaisiin koulutusta, jotta tiedettäisiin, mitä tietoa sille uskaltaa antaa ilman tietoturvariskiä.
- Tekniset rajoitteet ja olosuhteet: Lapin äärimmäiset pakkaset (jopa alle -40 °C) rajaavat monet markkinoilla olevat standardiratkaisut pois, sillä ne eivät välttämättä toimi luotettavasti pohjoisen talvessa. Lisäksi moniin kohteisiin on vaikea viedä käyttöenergiaa tai tiedonsiirtoyhteyksiä, mikä estää esimerkiksi älykkään kulunhallinnan toteuttamista.
- Tietoturva ja luottamus: Erityisesti kriittisellä alalla toimivat yritykset suhtautuvat varauksella esimerkiksi tekoälyyn tietoturvaan, asiakasluottamukseen ja huoltovarmuuteen liittyvien riskien vuoksi. Myös pelko arkaluontoisen tiedon leviämisestä jarruttaa kokeiluja.
- Järjestelmien yhteensopivuus ja elinkaari: Haasteita aiheuttavat ohjelmistojen yhteensopimattomuus (mikä on johtanut jopa pilottien hylkäämiseen) sekä puutteet ohjelmistojen elinkaaren hallinnassa.
- Etäisyys tutkimus- ja oppilaitosmaailmaan: Yritykset kokevat, että oppilaitosten tarjoama apu saattaa jäädä etäiseksi, ja ne kaipaisivat enemmän tukea pienissä, käytännönläheisissä detaljeissa suoraan yrityksen sisällä.

Yhteenvedon voidaan todeta, että teknologian käyttöönotto vaatisi pk-yrityksiltä paitsi taloudellisia panostuksia, myös konkreettista näyttöä toimivuudesta arktisissa oloissa sekä tukea tekniseen osaamiseen ja tietoturvaan.

Tähän on listattu haastatteluissa esille nousseita suunnitelmia ja tarpeita sekä pohdinnassa olevia ratkaisuja:

- EG Ines -tekoälytyökalu: Tämä on tulossa käyttöön kiinteistöjen mittausdatan analysointiin. Sen avulla lasketaan kulutuspotentiaalia ja kartoitetaan sähköverkon kulutusjoustoja. Työkalu auttaa tunnistamaan kulutuspoikkeamia, mikä mahdollistaa kunnossapidon kohdentamisen täsmällisemmin.
- Ennakoiva kunnossapito ja vikojen estäminen: Tekoälyä suunnitellaan hyödynnettäväksi ennustavien kohteiden tuottamiseen kunnossapidolle. Tavoitteena on, että tekoäly analysoisi valtavia datamääriä ja ilmoittaisi ihmiselle tuloksista tai poikkeamista, joiden perusteella voidaan tehdä päätöksiä ja toimenpiteitä.
- Tykkyantureiden datan tulkinta: Sähköverkossa on koekäytössä tykkyantureita, jotka keräävät tietoa asennosta, lämpötilasta ja sijainnista. Tällä hetkellä data on tulkittava käsin, mutta lähteissä todetaan, että tätä työstä työtä voisi jatkossa hoitaa tekoäly, vaikka sopivaa ratkaisua ei ole vielä ollut saatavilla.
- Dronet ja automaatio: Dronien hyödyntämistä halutaan lisätä esimerkiksi vikapaikkojen automaattisessa kuvaamisessa sekä puusto- ja kasvillisuusanalyysissä. Suunnitelmissa on myös dronien autonomisuuden lisääminen ja niiden automaattilataus uusiutuvilla energioilla.
- Asiantuntijatyön tuki: Copilot-tekoäly nähdään mahdollisena työkaluna asiantuntijoiden tekstisisällön tuottamisessa ja viestinnässä, vaikka tietoturvasta ja aineistojen luovuttamisesta ollaankin tarkkoja.
- Muoviteollisuuden laadunvalvonta: Konenäköä suunnitellaan hyödynnettäväksi muovintarkkailun laadunvalvonnassa ja erityisesti rullien laadun seurannassa, johon ei tällä hetkellä löydy valmista kaupallista tuotetta.
- Teollisuuden kunnossapito ja hihnavalvonta: Biotuotelaitoksilla valvontakameroiden kuvaa voitaisiin analysoida tekoälyllä, jotta havaitaan kuljetinhihnojen vauriot, rispaantuminen, hihnan siirtyminen sivuun tai hihnalla oleva poikkeava kuorma.
- Biomateriaalien tunnistus: Biokaasulaitoksilla konenäköä voitaisiin käyttää materiaaliaumojen tunnistamiseen, jolloin järjestelmä erottaisi automaattisesti, onko syötettävä materiaali esimerkiksi risuja, olkia tai muuta vastaavaa biomateriaalia.
- Rakentaminen ja metsätalous: Droneilla otettua kuvamateriaalia hyödynnetään jo nyt rakentamisen laadunvalvonnassa, ja tulevaisuudessa konenäköä voitaisiin soveltaa dronejen avulla tehtäviin puusto- ja kasvillisuusanalyysiin.

3.3 Älykkäät ja kestävät maatalousratkaisut Lapissa: Tilojen tarpeet ja digitalisaation tila

Lapin maatalousyrittäjät hyödyntävät jo nyt monipuolisesti teknologiaa, mutta digitalisaation taso vaihtelee tilakohtaisesti. Hanke on kartoittanut alueen yrittäjien näkemyksiä, joissa korostuvat työn helpottaminen, eläinten hyvinvoinnin seuranta ja tarve kustannustehokkaille investoinneille.

Nykyiset älykkäät ja kestävät ratkaisut

Lapin maataloilla on jo käytössä useita teknologisia sovelluksia, joista merkittävimpiä ovat:

- Robotiikka ja automaatio: Lypsy- ja ruokintarobotit ovat yleisiä. Myös navetoiden ilmanvaihto ja valaistus on monin paikoin automatisoitu.
- Eläinten seuranta: Aktiivisuuspannat ja korvamerkit keräävät dataa eläinten liikkumisesta, levosta ja terveydentilasta, mikä mahdollistaa nopean reagoinnin poikkeamiin.
- Viljelyteknologia: Traktoreissa hyödynnetään GPS-ohjausta ja satelliittitietoja täsmäviljelyyn ja lannoituksen optimointiin.
- Energia: Joillakin tiloilla on omaa sähkön- ja lämmöntuotantoa, kuten aurinkopaneeleita.

Digitalisaation taso ja datan hyödyntäminen

Moni yrittäjä kuvailee digitalisaation olevan ”alkutekijöissään”, vaikka laitteistoa onkin paljon.

- Datan keruu: Dataa kerätään pääasiassa eläinten terveydestä, tuotantomääristä (maito/liha) ja rehun kulutuksesta. Energiankulutusta seurataan usein kuukausitasolla, mutta tarkempi laitekohtainen seuranta on harvinaisempaa.
- Päätöksenteko: Kerättyä dataa hyödynnetään aktiivisesti päivittäisessä työnjohdossa, kuten eläinten terveyden seurannassa ja tulevaisuuden investointien suunnittelussa.
- Digitaaliset työkalut: Sähköinen kirjanpito ja sähköiset viljelypäiväkirjat ovat arkipäivää. Myös WhatsApp-ryhmät ovat muodostuneet kriittisiksi viestintävälineiksi työntekijöiden ja eläinlääkäreiden välillä.

Prosessien haasteet: Kulutus ja hukka

Eniten turhaa työtä ja kustannuksia aiheutuu seuraavista tekijöistä:

- **Energiankulutus:** Lypsyn aikaiset virtapiikit (jäähdytys, valaistus, pumpput) muodostavat merkittävän kulutuserän.
- **Materiaali- ja reuhukka:** Ruokinnassa syntyvän hävikin on arvioitu olevan jopa 7 %.
- **Manuaalinen seuranta:** Suurilla laitumilla eläinten etsiminen ja tarkastaminen vie huomattavasti aikaa.

Tulevaisuuden potentiaali ja älyratkaisut

Yrittäjät näkevät suurinta potentiaalia seuraavilla alueilla:

- **Dronet:** Eläinten etsiminen laitumilta ja ravinnehuollon seuranta (täsmälannoitus) satelliittikuvien tai drone-kuvauksen avulla.
- **Tekoäly:** Viljelysuunnittelun automatisointi ja eläinten sairauksien ennakointi ennen oireiden näkymistä.
- **Integroitu automaatio:** Älykkäät korvamerkit, jotka kytkeytyvät suoraan automaattiseen ruokintajärjestelmään.

Konkreettiset hyödyt ja esteet käyttöönotolle

Ratkaisun kannattavuuden tekee ensisijaisesti työajan säästö ja joustavuus. Myös parantunut tuottavuus (esim. maitotuotoksen kasvu automaation myötä) ja eläinten parempi hyvinvointi ovat keskeisiä hyötyjä.

Suurimmat esteet uusien ratkaisujen käyttöönotolle ovat:

1. **Investointikustannukset:** Laitteiden korkea hinta suhteessa epävarmaan hyötyyn.
2. **Ajan ja osaamisen puute:** Uusien järjestelmien opetteluun ei aina löydy resursseja, vaikka kiinnostusta olisi.
3. **Sukupolvenvaihdos:** Vanhempi polvi saattaa kokea kynnyksen uuteen teknologiaan korkeammaksi, kun taas nuorempi polvi odottaa innolla digitaalisia työkaluja.

Yhteenveto ja pilotointi

Valtaosa haastatelluista yrittäjistä on kiinnostuneita osallistumaan uusien älylaitteiden kokeiluihin ja pilotointiin, mikäli ne eivät lisää heidän työkuormaansa merkittävästi. Tämä osoittaa, että Lapin maataloussektorilla on valmiutta kokeilla innovaatioita, jotka parantavat tilojen elinvoimaa ja kestävyyttä.

3.4 Poronhoidon teknologiset tarpeet

Poronhoidossa keskeisin tarve liittyy eläinten paikantamiseen ja työn helpottamiseen vaikeassa maastossa. Nykyisten tutkapantojen haasteena on paristojen rajallinen kesto, ja alalla on kiinnostusta kestävämmille ratkaisuille, kuten nahan alle sijoitettaville siruille, mikäli niiden lukulaitteet saadaan toimimaan luotettavasti kovissa pakkasissa. Työn fyysisyyttä voitaisiin helpottaa robotiikalla tai automaatiolla porojen keräämisessä, vaikka se nähdäänkin tällä hetkellä vielä haastavana toteuttaa.

4 TAPAHTUMAT

Tähän on koottu keskeisimmät tapahtumat, joihin on osallistuttu ja lisäksi on kerrottu hankkeen järjestämän 3d-tulostus ja -skannaus tapahtumasta. Tässä kerrotaan millaista tietoa siellä oli saatavilla hankkeen valituista teemoista.

4.1 Kunnossapidon murros – mitä KP25-kongressi opetti ja miten se palvelee KÄLY-hanketta

Kunnossapitokongressi 2025 nosti vahvasti esille sen, että kunnossapito on siirtymässä uuteen vaiheeseen, jossa sen merkitys ulottuu paljon perinteistä ylläpitoa laajemmalle. Kunnossapitoa ei enää nähdä pelkästään kustannuseränä tai tukitoimintona, vaan keskeisenä tekijänä teollisuuden kilpailukyvyssä, turvallisuudessa ja tuotannon jatkuvuudessa. Samalla kuitenkin tunnistettiin, että kehityspotentiaalia on edelleen paljon. Suuri osa kunnossapidosta on yhä reaktiivista, vaikka teknologiat mahdollistaisivat ennakoivamman ja tehokkaamman toiminnan.

Kongressin keskeinen viesti oli, että data ja digitalisaatio muuttavat kunnossapidon perustaa. Tiedon kerääminen ei enää riitä, vaan ratkaisevaa on kyky hyödyntää sitä päätöksenteossa ja arjen työssä. Tekoäly, IoT ja analytiikka mahdollistavat vikojen ennakoinnin, kunnossapitotöiden optimoinnin sekä resurssien paremman kohdentamisen. Samalla kuitenkin korostui, että teknologia ei yksin ratkaise mitään. Ilman oikeaa osaamista, toimivia prosesseja ja selkeitä tavoitteita investoinnit eivät tuota odotettua hyötyä.

Osaaminen nousi kongressissa ehkäpä keskeisimmäksi haasteeksi. Perinteinen tekninen osaaminen ei enää riitä, vaan tarvitaan uudenlaisia osaajia, jotka ymmärtävät sekä kunnossapidon käytännön että digitaaliset työkalut ja datan hyödyntämisen. Lisäksi työelämän muutos, osaajien eläköityminen ja hiljaisen tiedon katoaminen haastavat organisaatioita. Koulutuksen ja työelämän yhteistyön merkitys korostuu, jotta osaaminen pysyy kehityksen mukana.

Toinen keskeinen teema oli vihreä siirtymä ja siihen liittyvät investoinnit. Uudet energiaratkaisut ja teolliset prosessit lisäävät järjestelmien monimutkaisuutta ja nostavat vaatimuksia kunnossapidolle. Kunnossapito on yhä useammin osa koko tuotantoprosessin optimointia ja energiatehokkuuden varmistamista. Samalla kuitenkin nousi esiin huoli investointitason riittävydestä ja kunnossapitovelasta, joka voi pitkällä aikavälillä heikentää kilpailukykyä.

Kongressissa korostettiin myös sitä, että vaikka digitalisaatio kehittyi nopeasti, kunnossapidon onnistuminen ratkaistaan edelleen käytännön tekemisessä. Esimerkiksi suuret seisokit ovat monimutkaisia kokonaisuuksia, joissa yhdistyvät suunnittelu, projektinhallinta, turvallisuus ja eri toimijoiden saumaton yhteistyö. Näissä tilanteissa näkyy konkreettisesti, miten tärkeää on yhdistää teknologia, osaaminen ja toimivat käytännöt.

Kaikki nämä havainnot tukevat suoraan KÄLY-hankkeen tavoitteita. Hanke toimii juuri siinä rajapinnassa, jossa kunnossapidon murros tapahtuu. Se edistää datan hyödyntämistä ja tuo esiin konkreettisia tapoja, joilla digitalisaatio voidaan viedä käytäntöön asti. Lisäksi hanke vahvistaa yritysten, oppilaitosten ja asiantuntijoiden välistä yhteistyötä, jota pidettiin ratkaisevana tekijänä koko alan kehityksessä.

KÄLY-hankkeen kannalta keskeistä onkin kyky yhdistää kolme asiaa. Ihmiset, tieto ja tekeminen. Kongressin keskeinen viesti oli, että kunnossapidon tulevaisuus rakentuu juuri näiden varaan. Teknologia mahdollistaa paljon, mutta todellinen hyöty syntyy vasta silloin, kun osaaminen, prosessit ja yhteistyö tukevat sen käyttöä.

Yhteenvetona voidaan todeta, että kunnossapito on siirtymässä vaiheeseen, jossa sen merkitys teollisuudessa kasvaa samalla kun vaatimukset lisääntyvät. KÄLY-hanke vastaa tähän muutokseen kokoamalla ja jäsentämällä ajankohtaista tietoa osallistumalla alan seminaareihin ja tapahtumiin sekä hyödyntämällä asiantuntijahaastatteluja. Hanke ei kehitä suoraan kunnossapidon ratkaisuja, vaan tarkastelee esiin nousevia ilmiöitä erityisesti kestävyys-, tyotehokkuuden ja turvallisuuden näkökulmista.

4.2 3D-tulostus – kokemuksia, vaatimuksia ja kehitysnäkymiä

Lapin arktisessa ympäristössä 3D-tulostuksen vaatimukset eivät liity vain itse tulostimeen, vaan koko ketjuun: materiaalivalinta, tulostusprosessi, jälkikäsittely, laadunvarmistus, käyttölämpötila, kosteus, jäätyminen, UV-säteily, logistiikka ja dokumentointi.

Käyttöympäristön vaatimukset Lapissa

Arktisessa Lapissa 3D-tulostetun osan pitää kestää usein:

- alhaisia lämpötiloja, käytännössä usein -20...-40 °C -luokan olosuhteita talvikäytössä
- lämpötilavaihteluita, esimerkiksi sisätilasta ulos, sulamisesta jäätymiseen ja takaisin
- kosteutta, lunta, jäätä ja jäätymis-sulamissyklejä
- mekaanisia iskuja ja tärinää, esimerkiksi kunnossapidossa, liikkuvissa koneissa, ajoneuvoissa tai energiainfrassa
- UV-säteilyä ja sääaltistusta, erityisesti kevättalvella ja avotuntureilla
- pitkiä etäisyyksiä ja huoltoviiveitä, jolloin osan luotettavuus ja korjattavuus korostuvat.

Materiaalivaatimukset

Polymeerit

Perusmateriaalit, kuten PLA, eivät yleensä ole hyvä valinta arktisiin ulkokohteisiin, koska ne voivat haurastua kylmässä ja kärsiä kosteudesta. Parempia vaihtoehtoja voivat olla esimerkiksi:

- PA12 / nailon, erityisesti jauhepetimenetelmässä tai materiaalisuihkutusmenetelmässä
- PA11, jos vaaditaan sitkeyttä ja iskunkestoa
- TPU, jos tarvitaan joustavuutta, tiivisteitä tai suojakomponentteja

- ASA, jos UV-kesto on tärkeää
- polykarbonaatti- tai erikoiskomposiitit, jos vaaditaan korkeampaa iskunkestoa tai kylmänkestoa
- ultralujat polymeerit: PAEK-muovit ja Polyimidi (PI) – tekniset muovit, äärimmäistä lujuutta ja kemiallista kestoja vaativiin sovelluksiin.

Kylmässä käytössä materiaalin keskeisiä ominaisuuksia ovat iskulujuus matalassa lämpötilassa, haurauslämpötila, kosteuden imeytyminen, UV-kesto, mittapysyvyys ja lämpölaajeneminen. Kylmässä osa voi murtua eri tavalla kuin huoneenlämmössä, joten huoneenlämpötesti ei yksin riitä arktiseen käyttöön. Kylmäolosuhteissa 3D-tulostettujen muoviosien ongelmiksi on tunnistettu muun muassa haurastuminen, kosteuden jäätyminen osan rakenteisiin sekä jäätymis-sulamissykliin aiheuttama halkeilu. (Holt. L 2026; Arslan. Y 2025).

3D-tulostukseen liittyviä asioita käydään läpi esittelemällä hankkeen järjestämän 3d-tulostus ja 3d-skannausseminaarin antia sekä Oulussa järjestetyn seminaarin antia, jossa teemaan liittyviä asioita esiteltiin laajemminkin.

3D-tulostus- ja 3D-skannausseminaari

Hankkeessa järjestettiin 3D-tulostuksen ja skannauksen seminaari, joka tarjosi tiiviin ja käytännönläheisen katsauksen 3D-teknologioiden mahdollisuuksiin erityisesti teollisuuden näkökulmasta. Tilaisuudessa tuotiin esiin konkreettisia esimerkkejä ja käyttökohteita sekä inspiroitiin yrityksiä hyödyntämään teknologiaa omassa toiminnassaan.

Seminaarin keskeisenä teemana oli 3D-tulostuksen ja 3D-skannauksen yhdistäminen osaksi liiketoimintaa, tuotekehitystä ja kunnossapitoa. Puheenvuoroissa käsiteltiin sitä, millaisia mahdollisuuksia 3D-tulostus tarjoaa yrityksille sekä mitä asioita tulee huomioida, kun teknologiaa otetaan käyttöön. Yhtenä keskeisenä sovelluskohteena esiin nousi varaosatuoanto. Seminaarissa tuotiin esiin, kuinka vanhoja tai vaikeasti saatavia osia voidaan rekonstruoida 3D-skannauksen avulla ja valmistaa uudelleen 3D-tulostamalla. Tämä nähtiin erityisen hyödyllisenä kunnossapidossa, jossa nopea reagointi ja varaosien saatavuus ovat keskeisiä tekijöitä. Kuvassa 1 on esimerkkejä 3D-tulosteista.

Teollisuustason 3D-tulostuksessa voidaan sanoa olevan kolme tärkeää tekijää: toimitusvarmuus, toimitusaika ja laatu. Kaikkien näiden on hyvä toteutua, jotta 3D-tulostuksessa on mahdollisuuksia. Teollisuustason tulostuksessa voidaan myös puhua, kun kappalemäärät alkavat olemaan korkeita esim. 3D Form Tech pystyy tuottamaan 8 000 – 10 000 osaa viikossa ja heillä on käytössä niin muovitulostimia kuin metallitulostimia. Lapista ei tunnistettu yrityksiä, jotka tekisivät päätoimisesti 3D-tulosteita suurina määrinä.

Esimerkkinä kerrottiin miten tulostus onnistuu, kun piti saada yli 150 000 kappaletta pieniä alle 20 mm muovituotteita tulostettua tehokkaasti ja kannattavasti. Menetelmässä tulostettiin monta kappaletta yhtäaikaaisesti ikään kuin kolmeulotteisessa matriisissa eli monta vierekkäin ja päällekkäin. Metallitulostuksesta kerrottiin miten titaniumin ja ruostumattoman teräksen yhdistelemällä saatiin nopeasti kehitettyä veden käsittelyyn liittyvä suutin, joka säästää vettä. Tuotetta ei tehdä varastoon vaan tarpeen mukaan.

3D-skannausta oli käytetty laadunvarmistukseen putken taivutussolussa. Robottiin oli integroitu 3d-skanneri, joka mittasi putken. Automaattinen mittausraportti kertoi operaattorille, että onko putki hyväksytty. 3D-skannausta soveltamisesta kunnossapidossa kerrottiin kohteesta, jossa mitattiin säiliön eräänlaista kiinnityspintaa ja sen kuntoa.

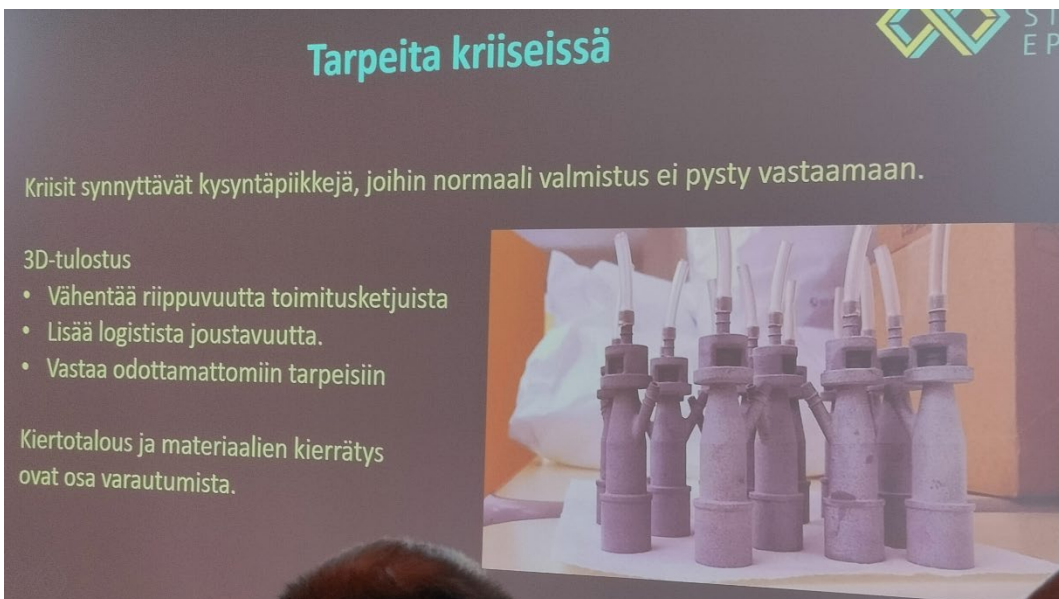
Tässä hankkeessa ei ollut mahdollisuuksia syventyä kovin syväälle 3D-tulostukseen liittyvissä asioissa. Se on ihan kokonaan oma tutkimuskohde ja tähän on vastattu Lapin AMKissa, uudella 3D-tulostukseen keskittyvällä IAmSUs – Innovatiivinen lisäävä valmistus ja kestävä kehitys -hankkeella, joka painottuu erityisesti teknisten muovien lisäävään valmistukseen ja niiden sovelluskohteisiin.

Hankkeessa kehitetään lisäävän valmistuksen osaamis- ja yhteistyöverkostoa Pohjois-Suomen alueelle sekä pilotoidaan teollisia käyttökohteita ultralujilla polymeereillä. Lisäksi hankkeessa tutkitaan ultrapolymeerien käytettävyyttä, mekaanista kestävyyttä sekä soveltuvuutta vaativiin teollisiin käyttökohteisiin. Tavoitteena on näin edistää lisäävän valmistuksen käyttöönottoa, lisätä alueellista osaamista sekä tukea yritysten siirtymää kohti kehittyneempiä valmistusratkaisuja. Lisätietoja hankkeesta: [IAmSuS - Innovatiivinen lisäävä valmistus ja kestävä kehitys - Lapin ammattikorkeakoulu](#)”

Oulun 3D-tulostusseminaari

Maaliskuussa 2025 Oulussa järjestetty 3D-tulostusseminaari kokosi yhteen laajasti alan yrityksiä, asiantuntijoita, tutkijoita ja opiskelijoita tarkastelemaan 3D-tulostuksen nykytilaa ja tulevaisuuden kehityssuuntia. (Business Oulu 2025).

Seminaarin keskiössä oli erityisesti teollisen mittakaavan 3D-tulostus, mukaan lukien muovi- ja metallitulostuksen uusimmat ratkaisut sekä niiden käytännön soveltaminen. Esityksissä korostettiin, että 3D-tulostus on siirtymässä yhä vahvemmin prototypoinnista kohti vartenotettavaa tuotantomenetelmää, joka tukee yritysten liiketoimintaa ja mahdollistaa uusia toimintamalleja (Business Oulu 2025.; Narbrough. M (2025). Kuvassa 2 on esityksessä kerrottuja kriisien synnyttämistä kysyntäpiikeistä.



Kuva 2. Tarpeita kriiseissä

Yhtenä keskeisenä teemana oli 3D-tulostuksen taloudellinen näkökulma. Puheenvuoroissa tarkasteltiin teknologian kustannuksia, käyttöä ja kannattavuutta sekä sitä, millä edellytyksillä yritysten kannattaa ottaa 3D-tulostus osaksi omaa toimintaansa. Samalla tuotiin esiin uusia liiketoimintamahdollisuuksia ja yhteistyömalleja esimerkiksi teollisuuden ja puolustussektorin välillä. (Business Oulu 2025).

Teknologisesta näkökulmasta seminaarissa painottui erityisesti suurten ja monimutkaisten kappaleiden valmistus. Algoritmiavusteisen suunnittelun (kuva 3) todettiin mahdollistavan entistä tehokkaampia ja optimoituja rakenteita, mikä parantaa sekä valmistusprosessin tehokkuutta että lopputuotteiden laatua. (Business Oulu 2025.; Narbrough. M 2025).



Kuva 3. Algoritmiavusteinen suunnittelu

Metallin 3D-tulostus nousi vahvasti esiin yhtenä keskeisenä kehityssuuntana. Esityksissä käsiteltiin muun muassa funktionaalisia rakenteita, materiaalien kestävyyttä sekä uusia valmistusmenetelmiä, kuten valokaaritulostukseen perustuvaa WAAM-teknologiaa. Lisäksi keskustelua käytiin siitä, mitkä ovat teknologian todelliset mahdollisuudet ja missä kohdin siihen liittyy vielä epävarmuuksia tai väärinkäsityksiä. (Business Oulu 2025).

Seminaarissa tarkasteltiin myös robotiikan roolia 3D-tulostuksessa. Robottipohjaisen tulostuksen nähtiin tarjoavan uusia mahdollisuuksia erityisesti suurikokoisten kappaleiden valmistukseen ja tuotannon joustavuuden lisäämiseen, vaikka teknologia onkin vielä osittain kehittyvä ja vaatii lisää tunnettuutta ja osaamista. (Narbrough. M 2025).

Osallistujille tapahtuma tarjosi käytännönläheisen katsauksen 3D-tulostuksen mahdollisuuksiin. Näytteilleasettajien kautta oli mahdollista tutustua erilaisiin tulostusmenetelmiin, materiaaleihin ja palveluihin sekä keskustella suoraan asiantuntijoiden kanssa. (Business Oulu 2025).

Kokonaisuutena seminaarin keskeinen viesti oli, että 3D-tulostus on nopeasti kehittyvä ja yhä merkittävämpi osa modernia teollisuutta. Teknologian hyödyntäminen edellyttää kuitenkin yrityksiltä osaamisen kehittämistä, oikeiden käyttökohteiden tunnistamista sekä ymmärrystä sen taloudellisista vaikutuksista. Seminaari tarjosi arvokasta ajankohtaista tietoa ja käytännön esimerkkejä, joita voidaan hyödyntää myös laajemmin älykkäiden teknologioiden ja digitaalisen tuotannon kehittämisessä.

4.3 Teknologia 23 messut

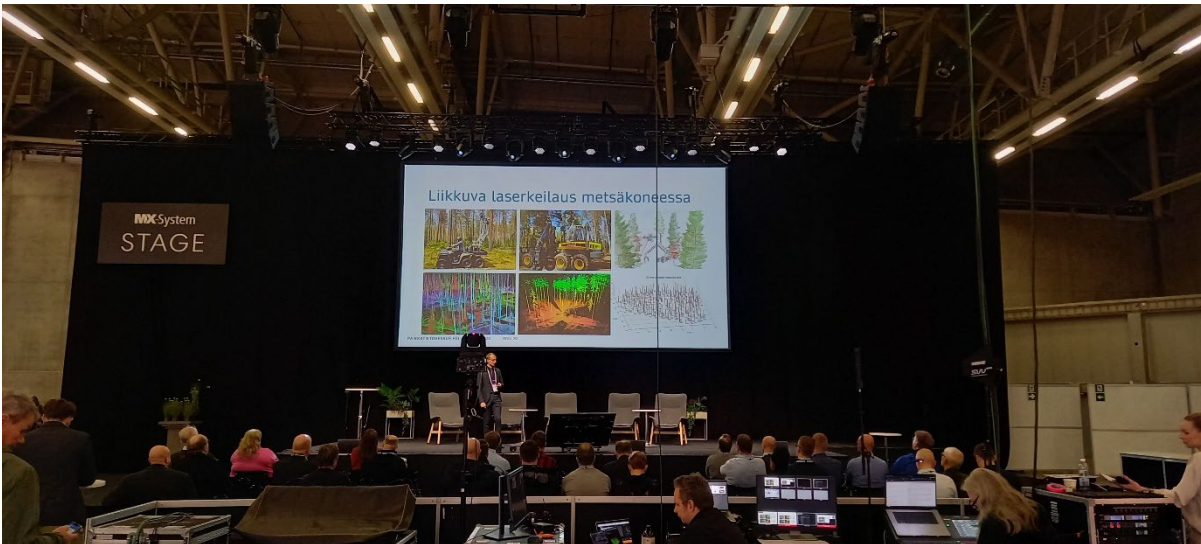
Tässä on keskeisimpiä havaintoja Teknologia 23 messuilta. Messut ovat yksi keskeisimmästä hankkeen teemaan liittyvistä alan messuista.

Teknologia 23 -messuilla Helsingissä keskeisiä teemoja olivat teollisuuden digitalisaatio, tekoälyn hyödyntäminen operatiivisessa toiminnassa, robotiikka ja automaatio, konenäkösovellukset sekä energiatehokkuus. Useat näytteilleasettajat esittelivät ratkaisuja ennakoivaan kunnossapitoon, IoT-anturointiin ja reaaliaikaiseen datankeruuseen, joiden avulla tuotantoprosesseja voidaan optimoida ja häiriöitä ennustaa etukäteen. Lisäksi esillä oli uusia ratkaisuja uusiutuvan energian integrointiin sekä älykkäisiin sähköverkkoihin, mikä korostaa energiajärjestelmien joustavuutta ja resilienssiä muuttuvissa olosuhteissa.

Käly-hankkeen näkökulmasta messujen sisältö tuki suoraan hankkeen tavoitteita, erityisesti tekoälyn, anturoinnin ja data-analytiikan hyödyntämistä kunnossapidon kehittämisessä arktisissa olosuhteissa. Messuilla esitellyt ratkaisut, kuten älykkäät sensorijärjestelmät ja koneoppimiseen perustuvat analytiikkatyökalut, tarjoavat konkreettisia esimerkkejä siitä, miten laitteistojen kuntoa voidaan seurata etänä ja ennakoida vikaantumisia.

Droonit

Teknologiamesseilla oli muun muassa esillä liikkuva laserkeilaus metsäkoneiden ja dronen avulla, jolla voitaisiin yksittäistenkin puiden ominaisuuksia mitata ja seurata (kuva 4).



Kuva 4. Droonit Teknologia 23 messuilla

4.4 Teknologia 25 messut

Teknologia 25 -messut esittelivät teollisuuden ajankohtaisimpia ratkaisuja automaatiosta, robotiikasta ja elektroniikasta tekoälyyn, energiaratkaisuihin ja kvanttitekologiaan. Tapahtuman keskeiset teemat olivat kestävä teollisuus, tekoälyn hyödyntäminen kilpailuedun luomisessa, teknologia turvallisuuden edistäjänä sekä vetytalous ja modernit energiaratkaisut. Laaja seminaariohjelma korosti erityisesti teollisuuden digitalisaatiota, kunnossapidon uusia ratkaisuja sekä dataan ja älykkäisiin järjestelmiin perustuvaa tuotannon kehittämistä.

Messuilla oli runsaasti robotteja eri näytteilleasettajien osastoilla, joissa niitä hyödynnettiin erityisesti erilaisissa demoissa. Tämä kuvastaa hyvin robotiikan nopeaa yleistymistä ja sen leviämistä laajasti eri teollisuuden ja palveluiden käyttökohteisiin. Samalla esillä oli useita pienempiä projektinhallinnan ja kunnossapidon järjestelmätoimittajia, jotka tarjoavat kevyempiä ja ketteriä ratkaisuja markkinoille.

Keskustelujen perusteella pienemmät toimijat kohtaavat kuitenkin haasteita asiakashankinnassa, sillä suuret ja tunnetut järjestelmätoimittajat hallitsevat markkinoita vahvasti. Lisäksi perinteiset toimintatavat, kuten Excel-taulukot ja paperipohjainen seuranta, ovat edelleen yleisessä käytössä, mikä hidastaa uusien digitaalisten ratkaisujen käyttöönottoa. Tämä tekee liiketoiminnan kehittämisestä haastavaa erityisesti uusille ja pienemmille toimijoille, mikä tuli esille myös erään alan toimijan kokemusten kautta.

Humanoidirobotti

Messuilla esiteltiin kiinalaisvalmisteen humanoidirobotti (kuva 5), jonka odotetaan tulevan Euroopan markkinoille arviolta vuosina 2026–2027. Robotin hintaluokka asettuu noin 50 000–100 000 euron välille, mikä viittaa siihen, että se on suunnattu aluksi ammattimaisiin ja rajattuihin käyttökohteisiin. Ensivaiheessa robottia on tarkoitus hyödyntää suljetuissa ympäristöissä, sillä sen turvallisuusratkaisut eivät vielä mahdollista laajaa käyttöä ihmisten läheisyydessä.

Robotti vaatii vielä jatkokehitystä ja hyväksyntöjä erityisesti turvallisuuden osalta, sillä esimerkiksi avoimet nivelet voivat aiheuttaa vaaratilanteita ihmiskontaktissa. Suomessa robotin edustajana toimii Murri, ja messuilla esillä ollut yksilö oli tarkoitettu ensisijaisesti opetukseen ja yleisesittelyyn, eikä vielä varsinaiseen operatiiviseen käyttöön.



Kuva 5. Kiinalaisten humanoidirobotti taustan videolla

Kuvankäsittelyä reaaliaikaisesti ja nopeasti

Kuvassa 6 yksi esimerkki reaaliaikaisesta kuvankäsittelystä, jossa tunnistettiin muotoja ja mitattiin dimensioita nopeasti pyörivästä kohteesta



Kuva 6. Nopeaa kuvankäsittelyä

Drone-telakka

Kuvassa 7 on Rumble Toolsin dronetelakka, josta drone voi operoida itsenäisesti.



Kuva 7. Drone-telakka

Ultra-ääneen perustuva virtausmittaus

Messuilla esiteltiin tarkkaan mittaukseen tarkoitettu ratkaisu, joka soveltuu sekä hitaiden että nopeiden virtausten analysointiin (kuva 8). Järjestelmä kattaa laajan kokoluokan, noin 10 mm:stä jopa noin 650 mm putkikokoihin, ja mittaus toteutetaan vaihtamalla anturipää kulloisenkin käyttökohteen mukaan. Ratkaisun hintataso on noin 20 000 euroa, mikä heijastaa sen suorituskykyä ja soveltuvuutta vaativiin teollisiin mittaussovelluksiin.



Kuva 8. Ultra-ääni virtausmittaus

Päälle puettava skeleton

Messuilla esiteltiin päälle puettava eksoskeleton-ratkaisu, jonka tavoitteena on helpottaa fyysisesti kuormittavia työtehtäviä ja vähentää työtapaturmien riskiä (kuva 9). Laite keventää käyttäjän kuormitusta mallista riippuen noin 1–5 kilogramman verran, ja sen toiminta perustuu mekaanisiin jousiratkaisuihin. Ratkaisusta oli tarjolla useita erilaisia malleja eri käyttötarkoituksiin, esimerkiksi yläraajojen tai selän kuormituksen vähentämiseen. Eksoskeletonien hintataso sijoittuu noin 1 000–3 000 euron välille, mikä tekee niistä potentiaalisen vaihtoehdon monille teollisuuden ja kunnossapidon toimijoille.



Kuva 9. Eksoskeleton

5 TEKNOLOGIAN MAHDOLLISUUDET

Tähän on koottu selvityksen tuloksia, että miten erilaisia hankkeessa valittuja teknologioita voidaan käyttää sovelluskohteissa. Tietolähteinä on käytetty verkkolähteitä ja 3d-tulostus ja robotiikkaan liittyvään aineistoa on kerätty myös haastattelemalla alan asiantuntijoita Lapin AMKissa.

5.1 Drone-teknologian hyödyntäminen teollisuudessa ja infrastruktuurivalvonnassa

Drone-teknologian käyttö on viime vuosina laajentunut nopeasti useille eri toimialoille, ja siitä on muodostumassa keskeinen työkalu erityisesti tarkastukseen, valvontaan ja tiedonkeruuseen. Selvityksen perusteella dronet tarjoavat merkittäviä mahdollisuuksia turvallisuuden parantamiseen, kustannustehokkuuden lisäämiseen ja toimintojen tehostamiseen niin teollisuudessa, energiasektorilla kuin luonnonvarojen hallinnassa (Tapio 2023; Easteam 2023; Consortiq 2023).

Teollisuuden kunnossapidon näkökulmasta droonien keskeinen hyöty liittyy vaikeasti saavutettavien kohteiden tarkastamiseen. Esimerkiksi tuotantolaitoksissa, kuten terästeollisuudessa, droneja voidaan hyödyntää rakenteiden kunnonvalvonnassa ilman, että työntekijöiden tarvitsee altistua vaarallisille työolosuhteille. Opinnäytetöissä esitetyissä ratkaisuihin droonien avulla voidaan toteuttaa visuaalisia tarkastuksia ja dokumentointia tehokkaasti, mikä tukee kunnossapidon suunnittelua ja päätöksentekoa (Kolari 2023; Miettinen 2022).

Laajemmin tarkasteltuna droonien käyttö mahdollistaa siirtymisen reaktiivisesta kunnossapidosta kohti ennakoivampia toimintamalleja. Infrastruktuurin, kuten sähkölinjojen ja putkistojen, tarkastuksessa dronet voivat kerätä jatkuvaa ja tarkkaa dataa kohteiden kunnosta. Tämä mahdollistaa vikojen varhaisen havaitsemisen ja kunnossapitotoimenpiteiden oikea-aikaisen kohdentamisen. Esimerkiksi sähköverkoissa droneja hyödynnetään vikatilanteiden paikantamiseen ja kasvillisuuden

hallintaan, mikä parantaa verkon toimintavarmuutta ja lyhentää korjausaikoja (Järvi-Suomen Energia 2022; DroneDari 2023; Caruna 2023).

Energia-alalla droonien merkitys korostuu erityisesti tuuli- ja aurinkovoimaloiden tarkastuksissa. Tutkimusten mukaan droonien avulla voidaan toteuttaa tarkastuksia nopeammin ja turvallisemmin kuin perinteisillä menetelmillä, kuten helikopterien avulla. Lisäksi droonien tuottama tarkka kuvadata mahdollistaa jopa pienten vaurioiden havaitsemisen, mikä tukee laitosten toimintavarmuutta ja vähentää seisokkien riskiä. Samalla kustannukset pienenevät, koska tarkastukset voidaan toteuttaa kevyemmällä kalustolla ja vähemmällä resursseilla (VTT 2018; Consortiq 2023).

Droonien käyttö ei rajoitu pelkästään teollisuuden kunnossapitoon, vaan niitä hyödynnetään laajasti myös metsä- ja ympäristöseurannassa. Metsäalalla dronet ovat jo vakiintunut työväline muun muassa metsäsuunnittelussa, tuhojen seurannassa ja palovalvonnassa. Ympäristönvalvonnassa drooneja voidaan käyttää esimerkiksi vesistöjen ja maaperän tilan tarkkailuun, mikä tukee kestäväen kehityksen tavoitteita. Datan keruu on kuitenkin vasta ensimmäinen vaihe, ja aineiston analysointi edellyttää käyttäjältä osaamista ja sopivia analytiikkatyökaluja (Tapio 2023; HAMK 2022).

Tekoälyn yhdistäminen drone-teknologiaan avaa uusia mahdollisuuksia tiedon hyödyntämiseen. Esimerkiksi sähköverkkojen tarkastuksessa droonien keräämää kuva- ja mittausdataa voidaan analysoida automaattisesti tekoälyn avulla, jolloin vikojen tunnistaminen nopeutuu ja manuaalisen työn tarve vähenee. Tämä kehitys tukee sekä tehokkuuden parantamista että turvallisuuden lisäämistä, kun riskialttiita tarkastuksia voidaan automatisoida (PKS Sähkönsiirto 2022; Caruna 2023).

Droonien käyttö laajenee myös logistiikkaan ja pelastustoimiin. Kuljetuksissa droonit voivat tarjota nopean ja kustannustehokkaan ratkaisun erityisesti kiireellisissä toimituksissa tai vaikeasti saavutettaville alueille. Lisäksi drooneja voidaan hyödyntää hätätilanteissa esimerkiksi etsintä- ja pelastustehtävissä sekä lääkkeiden kuljetuksessa. Tulevaisuudessa droonekuljetusten merkityksen arvioidaan kasvavan merkittävästi, mikä luo uusia liiketoimintamahdollisuuksia (Kauppalehti 2023; Easteam 2023).

Teknologian kehittyessä myös dronien automaatio lisääntyy. Esimerkkejä tästä ovat automaattiset lataus- ja telakointiratkaisut, joiden avulla dronit voivat toimia lähes täysin autonomisesti. Tällaiset ratkaisut mahdollistavat jatkuvan valvonnan ja tarkastustoiminnan ilman jatkuvaa käyttäjän läsnäoloa, mikä parantaa erityisesti valvonnan jatkuvuutta ja reagoitinopeutta (DJI 2023; Wibotic 2023; Skycharge 2023).

Dronien laajempaa käyttöönottoa rajoittavat kuitenkin edelleen tietyt haasteet. Keskeisimpiä näistä ovat lainsäädäntöön liittyvät rajoitukset, teknologiset rajat (kuten lentoaika ja kantavuus) sekä osaamisvaatimukset. Dronien turvallinen käyttö edellyttää koulutettua henkilöstöä sekä voimassa olevien säädösten noudattamista. Lisäksi datan analysointi ja hyödyntäminen edellyttävät riittävää teknistä osaamista (Traficom 2023).

Lapin alueen näkökulmasta dronien potentiaali on erityisen merkittävä. Alueen pitkät etäisyydet, vaativat olosuhteet ja laaja infrastruktuuri luovat tarpeen tehokkaille ja joustaville valvonta- ja tarkastusratkaisuille. Dronien avulla voidaan parantaa esimerkiksi energiateollisuuden infrastruktuurin valvontaa, metsien seuranta ja hätätilanteiden hallintaa. Samalla teknologia tukee kestävä kehitystä vähentämällä tarvetta raskaammille ja kuormittavammille tarkastusmenetelmille (GTK 2022; Tapio 2023).

Lappiin on rakentumassa myös arktisen droneosaamisen superkeskittymä, jossa yhdistyvät tutkimus, koulutus ja yritysysteistyö. Tavoitteena on kehittää erityisesti pohjoisiin olosuhteisiin soveltuvia ratkaisuja, mikä on tärkeää esimerkiksi energiasektorille, kaivosteollisuuteen ja infrastruktuurin valvontaan. Tämä vahvistaa alueen mahdollisuuksia hyödyntää droneja laajasti ja luo edellytyksiä uusille innovaatioille sekä liiketoiminnalle (Lapin AMK 2026).

Yhteenvetona voidaan todeta, että drone-teknologia tarjoaa laajasti hyödynnettävissä olevia ratkaisuja teollisuuden, energiateollisuuden ja ympäristönhallinnan tarpeisiin. Sen keskeiset hyödyt liittyvät turvallisuuden parantamiseen, kustannusten vähentämiseen ja toiminnan tehostamiseen. Tulevaisuudessa erityisesti tekoälyn ja autonomisten järjestelmien kehitys tulee entisestään vahvistamaan dronien roolia osana älykkäitä ja kestäviä toimintaympäristöjä (PKS Sähkönsiirto 2022; Consortiq 2023).

Hankkeessa on tehty blogi aiheesta: [Dronen käyttö sähkölinjojen kunnonvalvonnassa - Lapin ammattikorkeakoulu](#)

5.2 LoRa-teknologia mahdollistaa etämittauksen Lapin olosuhteissa

Lapissa etäisyydet ovat pitkiä, olosuhteet vaihtelevat nopeasti ja monet mittauskohteet sijaitsevat paikoissa, joihin ei ole helppoa vetää sähkö- tai tietoliikenneyhteyksiä. Tämä näkyy esimerkiksi uusiutuvan energian tuotannossa, luonnonvarojen seurannassa, matkailuympäristöissä ja maaseudun arjen ratkaisuisissa.

Yksi käytännöllinen teknologia tällaisiin tarpeisiin on LoRa. Se on langaton tiedonsiirtotekniikka, joka soveltuu erityisesti tilanteisiin, joissa halutaan siirtää pieniä määriä mittaustietoa pitkien etäisyyksien päästä vähäisellä virrankulutuksella. LoRaWAN puolestaan on LoRa-teknologiaan perustuva verkkomalli, jonka avulla erilaiset anturit ja mittalaitteet voidaan liittää osaksi laajempaa IoT-järjestelmää. LoRaWANia käytetään yleisesti esimerkiksi antureissa, jotka mittaavat lämpötilaa, kosteutta, sijaintia, vedenpintaa tai muita ympäristöön liittyviä tietoja. (The Things Network, TEKTELIC)

Miksi LoRa sopii Lapin tarpeisiin?

LoRa-teknologian keskeinen etu on sen pitkä kantama. Se ei vaadi samanlaista tiheää tukiasemaverkkoa kuin monet lyhyen kantaman langattomat ratkaisut. Tämä on tärkeää Lapissa, jossa mittauspisteet voivat sijaita esimerkiksi tuulivoimapuistossa, metsäalueella, vesistön äärellä, teollisuusalueella tai kaukana kiinteästä verkkoyhteydestä. LoRaWAN on suunniteltu juuri tällaisiin vähävirtaisiin ja laajan alueen IoT-ratkaisuihin. (LoRa Alliance, The Things Network)

Toinen etu on pieni virrankulutus. Anturi voi toimia paristolla tai akulla pitkään, jos sen ei tarvitse lähettää tietoa jatkuvasti. Tämä sopii hyvin esimerkiksi olosuhdeseurantaan, jossa mittaus tehdään tietyin väliajoin. Käytännössä anturi voi mitata esimerkiksi lämpötilaa, kosteutta tai vedenpintaa ja lähettää tiedon järjestelmään muutaman minuutin, tunnin tai

vuorokauden välein. LoRaWAN-laitteita käytetään tyypillisesti juuri tällaisissa sovelluksissa, joissa siirretään pieniä datapaketteja harvakseltaan. (The Things Network, TEKTELIC)

Lapin näkökulmasta tämä tarkoittaa, että mittaustietoa voidaan kerätä ilman jatkuvaa paikan päällä käymistä. Tämä voi vähentää huoltokäyntejä, parantaa ennakointia ja tuoda päätöksentekoon reaaliaikaisempaa tietoa. Hankkeen tavoitteiden kannalta tämä tukee ajatusta siitä, että tekoälyä, anturointia ja data-analytiikkaa voidaan hyödyntää erityisesti arktisissa olosuhteissa toimivien järjestelmien kunnossapidossa ja kehittämisessä.

LoRa-antureita käytännön tarpeisiin

LoRaWAN-verkkoon voidaan liittää monenlaisia antureita. Tärkeää on, että anturi tuottaa sellaista tietoa, jota voidaan hyödyntää käytännön päätöksenteossa. Hankkeen näkökulmasta kiinnostavia käyttökohteita ovat mm. energia, kunnossapito, ympäristön seuranta ja kenttäolosuhteissa tapahtuva mittaaminen.

Lämpötila- ja kosteusanturit

Lämpötila- ja kosteusanturit ovat yksinkertainen mutta hyödyllinen esimerkki LoRaWAN-ratkaisusta. Niitä voidaan käyttää esimerkiksi laitekaapeissa, varastoissa, teknisissä tiloissa, sääsuojissa, tuulivoimaloiden yhteydessä tai kylmissä ulko-olosuhteissa. Anturi voi ilmoittaa, jos lämpötila laskee tai nousee liian paljon tai jos kosteus lisääntyy tavalla, joka voi aiheuttaa laitteille vaurioita. LoRaWAN-antureita käytetään yleisesti lämpötilan ja kosteuden mittaamiseen esimerkiksi rakennuksissa, teollisuudessa, maataloudessa ja ympäristöseurannassa. (TEKTELIC)

Lapissa tällaisilla mittauksilla voi olla erityistä merkitystä, koska pakkasen, kosteus, lumi, jäätyminen ja nopeat lämpötilavaihtelut vaikuttavat laitteiden toimintaan.

Maaperä- ja olosuhteanturit

Maaperäanturit voivat mitata esimerkiksi maan kosteutta, lämpötilaa ja sähkönjohtavuutta. Niitä käytetään erityisesti maataloudessa, kastelun ohjauksessa ja ympäristön seurannassa. Esimerkiksi Milesightin LoRaWAN-maaperäanturi mittaa maaperän kosteutta,

lämpötilaa ja sähkönjohtavuutta, ja valmistajan mukaan sitä voidaan käyttää vaativissa ulko-olosuhteissa sekä älykkään kastelun tukena. (Milesight)

Lapissa tällaisia antureita voitaisiin soveltaa esimerkiksi kasvukauden seurantaan, turve- ja suoalueiden mittauksiin, tie- ja maarakenteiden olosuhdeseurantaan tai tutkimuskohteisiin, joissa halutaan ymmärtää maaperän kosteuden, lämpötilan ja vuodenaikojen vaihtelun vaikutuksia.

Vedenpinnan ja ympäristön seuranta

LoRaWAN soveltuu myös vedenpinnan, säiliöiden täyttöasteen, virtaaman tai vedenlaadun seurantaan. Esimerkiksi Decentlabin LoRaWAN-tuotevalikoimassa on veden, ilman ja maaperän mittaukseen tarkoitettuja antureita, kuten pinnankorkeuden, paineen, sameuden, sähkönjohtavuuden ja sääolosuhteiden mittalaitteita. (Decentlab)

Lapissa veden ja ympäristön seurannalla voi olla merkitystä esimerkiksi hulevesien, jokien, ojien, kaivosympäristöjen, teollisuusalueiden tai matkailukohteiden näkökulmasta. Kun mittauspisteet ovat hajallaan laajalla alueella, langaton ja vähävirtainen ratkaisu voi olla käytännössä huomattavasti helpompi toteuttaa kuin perinteinen kaapeloitu järjestelmä.

Ilmanlaatu- ja CO₂-anturit

LoRaWANia voidaan käyttää myös ilmanlaadun mittaamiseen. Esimerkiksi CO₂-antureilla voidaan seurata ilmanvaihdon toimivuutta, kasvihuoneiden olosuhteita tai varastotilojen turvallisuutta. Milesightin LoRaWAN CO₂ -anturi mittaa hiilidioksidia sekä lämpötilaa, kosteutta ja ilmanpainetta, ja valmistajan mukaan sitä voidaan käyttää esimerkiksi kasvihuoneissa, rakennusten ilmanvaihdon seurannassa ja varastointiympäristöissä. (Milesight)

Lapissa tällaiset ratkaisut voisivat liittyä esimerkiksi matkailun rakennuksiin, etäisiin huoltotiloihin, varastoihin, kasvatusympäristöihin tai teollisuuden tiloihin. Mittausten avulla voidaan havaita poikkeamia aikaisemmin ja kohdistaa huoltotoimet sinne, missä niille on todellinen tarve.

LoRa paikannuksessa

LoRa-teknologiaa voidaan käyttää myös paikannukseen. Yksinkertaisin tapa on yhdistää laitteeseen GPS- tai GNSS-paikannin ja lähettää sijaintitieto LoRaWAN-verkon kautta eteenpäin. Tätä voidaan hyödyntää esimerkiksi työkoneiden, perävaunujen, konttien, mittalaitteiden tai muiden arvokkaiden kohteiden seurannassa. The Things Networkin mukaan LoRaWAN-paikantimia käytetään muun muassa rakentamisessa, logistiikassa, omaisuuden seurannassa ja konttien seurannassa. (The Things Network (2022))

Paikannusta voidaan tehdä myös ilman varsinaista GPS-laitetta hyödyntämällä verkon vastaanottamia signaaleja. Tällöin sijaintia voidaan arvioida esimerkiksi sen perusteella, miten voimakkaana laitteen viesti kuuluu eri tukiasemille tai milloin sama viesti saapuu eri tukiasemille. LoRa Alliance on kuvannut LoRaWAN-paikannuksessa muun muassa RSSI- ja TDOA-menetelmiä. RSSI perustuu signaalin voimakkuuteen ja antaa karkeamman arvion, kun taas TDOA hyödyntää viestin saapumisaikaeroja useilla yhdyskäytävillä. (LoRa Alliance (2020))

Tarkkuus ei yleensä ole samaa tasoa kuin GPS-paikannuksessa, mutta se voi riittää moniin käytännön tarpeisiin. LoRa Alliance on arvioinut TDOA-paikannuksen tarkkuuden olevan olosuhteista riippuen noin 20–200 metriä, kun taas RSSI-pohjainen paikannus on selvästi karkeampi. (LoRa Alliance (2020))

Lapin näkökulmasta paikannuksen arvo voi olla siinä, että tiedetään missä suunnassa tai millä alueella jokin kohde sijaitsee. Aina ei tarvita metrin tarkkuutta. Esimerkiksi huoltokaluston, mittauslaitteiden, varavoimalaitteiden, kenttäasemien tai siirrettävien rakenteiden seurannassa riittää usein tieto siitä, missä kohde on viimeksi havaittu ja onko se liikkunut odottamattomasti.

Hyödyt ja rajoitteet

LoRaWANin etuja ovat pitkä kantama, pieni virrankulutus, kohtuullinen kustannustaso ja soveltuvuus laajoille alueille. LoRa Alliance korostaa LoRaWANin vahvuuksina muun muassa pitkää kantamaa, energiatehokkuutta, tietoturvaa ja mahdollisuutta toteuttaa julkisia, yksityisiä tai hybridiverkkoja. (LoRa Alliance)

Rajoitteena on se, että LoRaWAN ei sovellu suuren tietomäärän jatkuvaan siirtämiseen. Sillä ei kannata siirtää videokuvaa tai hyvin tiheää mittausdataa. Se toimii parhaiten silloin, kun mittaustieto on lyhyttä ja sitä lähetetään harvakseltaan. Tämä on kuitenkin useimmissa kenttämittauksissa riittävää, jos käyttötapaus suunnitellaan oikein. (The Things Network, The Things Network B)

Paikannuksessa on hyvä huomioida, että LoRaWAN soveltuu parhaiten alueelliseen seurantaan ja omaisuuden paikannukseen, ei erittäin tarkkaan reaaliaikaiseen paikannukseen. Jos tarvitaan tarkka sijainti, laitteeseen voidaan yhdistää GNSS-paikannin. Jos taas riittää tieto kohteen likimääräisestä sijainnista, verkkoon perustuva paikannus voi olla riittävä ja energiatehokkaampi vaihtoehto. (LoRa Alliance (2020), The Things Network (2022))

LoRaWAN ei ratkaise kaikkia tiedonsiirron tarpeita, mutta se sopii hyvin niihin tilanteisiin, joissa halutaan seurata pieniä mutta tärkeitä tietoja pitkän matkan päästä. Siksi se on vartenotettava teknologia esimerkiksi energia-alan, kunnossapidon, ympäristöseurannan, maatalouden, matkailun ja teollisuuden kehityskohteissa Lapissa.

5.3 Teknologiset ratkaisut pohjoisissa erityisolosuhteissa: paikannus, automaatio ja turvallisuus

Pohjoisen haastavat olosuhteet, kuten pakkasen, asettavat korkeita vaatimuksia teknologialle. Digitalisaation ytimessä ovat nykyisin yksityiset verkkoratkaisut, tarkka paikannus ja älykäs automaatio, jotka parantavat merkittävästi työturvallisuutta ja toiminnan tehokkuutta niin kaivosalalla kuin poronhoidossakin.

Kaivosalan automaatio ja turvallisuus

Kaivosteollisuudessa digitalisaatio on keskeinen tekijä puhtaamman, turvallisemman ja tuottavamman työympäristön luomisessa. Automaation ja sähköistämisen myötä

onnettomuusriskit pienenevät ja työntekijöiden altistuminen melulle sekä vaarallisille kaasuille vähenee (Sandvik Group 2023).

Paikannus- ja verkkoratkaisut

Maanalaisessa ympäristössä luotettava paikannus on edellytys sekä turvallisuudelle että autonomiselle toiminnalle, sillä perinteinen satelliittipaikannus (GPS/GNSS) ei toimi kallioperän sisällä. Tämän vuoksi kaivoksissa hyödynnetään korvaavia teknologioita, kuten ultralaajakaistaa (UWB) ja SLAM-menetelmää (Simultaneous Localization and Mapping), jossa laitteet navigoivat laserskannauksen ja konenäön avulla. (Premachandra C 2025, Sainio J 2025)

Lapin kaivokset ovat teknologian eturintamassa:

- Kittilän kaivos (Agnico Eagle): Kaivokseen on rakennettu itsenäinen 5G-privaativerkko, joka mahdollistaa kaluston jatkuvan seurannan ja autonomisten laitteiden etäohjauksen yli kilometrin syvyydessä (Agnico Eagle Finland 2021).
- Kemin kaivos (Outokumpu): Käytössä on Sandvik OptiMine® -järjestelmä ja Newtrax-paikannustägit, jotka luovat valvomoon reaaliaikaisen 3D-tilannekuvan koko tunneliverkostosta (Sandvik Mining 2020).
- Kevitsan kaivos (Boliden): Avolouhoksella hyödynnetään langatonta privaativerkkoa ja RTK-GNSS-paikannusta, jolla saavutetaan työkonoiden senttimetriluokan tarkkuus (Nokia 2023).

Automaatio turvallisuuden takeena

Automaatio poistaa tarpeen ihmisten työskentelylle riskialttiissa paikoissa. Esimerkiksi Sandvikin testikaivoksessa Tampereella kehitetään ratkaisuja, joissa autonomiset laitteet suorittavat lataussyklin itsenäisesti ja työntekijät saavat paremman yleiskuvan toiminnoista älykkäiden työkalujen avulla. (Sandvik Group 2023.) Turvallisuutta valvotaan myös törmäyksenestojärjestelmillä (PDS), jotka tunnistavat työntekijöiden varusteisiin sijoitetut sensorit ja voivat tehdä automaattisen hätäpysäytyksen (Sandvik PDS).

Älykäs poronhoito

Poronhoidossa digitalisaatio on tuonut apua erityisesti eläinten hävikin vähentämiseen ja työn tehostamiseen laajilla tunturialueilla. Vuosittain poropopulaatiosta saattaa kadota jopa 10 prosenttia, mikä aiheuttaa merkittäviä elinkeinollisia menetyksiä. (DNA 2020.)

Paikannusteknologiat poronhoidossa

Porojen paikannuksessa hyödynnetään matalan virrankulutuksen verkkoja, jotka takaavat pitkän akunkeston ja hyvän kuuluvuuden:

- NB-IoT-teknologia: Anicaren Rudolf-laite käyttää tätä tekniikkaa ilmoittaakseen poron sijainnin ja terveydentilan poikkeamat suoraan poronhoitajan mobiilisovellukseen. Laite on suunniteltu kestäväksi arktiset olosuhteet ja sen akunkesto on jopa viisi vuotta. (DNA 2020.)
- LoRaWAN-verkko: Digitan ja Ranniotin yhteistyö hyödyntää LoRaWAN-teknologiaa, joka on osoittautunut tehokkaaksi laajojen tunturialueiden kattamisessa, joihin perinteiset matkapuhelinverkot eivät yllä (Digita).
- Satelliittipaikannus: Elisan poropaikannuspalvelu hyödyntää jopa 130 satelliittia ja se on suunniteltu toimimaan Lapin äärimmäisissä, jopa -40 °C pakkasissa (Elisa 2026).

Hyödyt eläinten hyvinvoinnille ja työn tehokkuudelle

Älykkäät paikannuslaitteet parantavat työn tehokkuutta vähentämällä tarpeetonta maastossa liikkumista moottorikelkoilla, mikä säästää aikaa ja polttoainetta. Tärkein hyöty on kuitenkin eläinten hyvinvoinnin seuranta: laitteet havaitsevat liikkeen loppumisen tai poikkeavat käyttäytymismallit, mikä mahdollistaa nopean reagoinnin sairastumisiin tai petovahinkoihin. (DNA 2020; Elisa 2026.)

5.4 Tekoäly ja älyratkaisut osana turvallisuuden kehittymistä

Tekoälyn hyödyntämistä koskeva selvitystyö osoittaa selkeästi, että älykkäät ratkaisut eivät ole enää pelkästään tulevaisuuden mahdollisuus, vaan jo nyt käytössä oleva väline työtehokkuuden parantamiseen ja työturvallisuuden kehittämiseen. Kehitys näkyy erityisen

vahvasti teollisuudessa, mutta sen vaikutukset ulottuvat myös pk-yrityksiin ja laajasti eri toimialoille.

Valmistavassa teollisuudessa tekoälyn keskeinen rooli liittyy tuotantoprosessien optimointiin. Kun dataa kerätään järjestelmällisesti ja analysoidaan älykkäillä menetelmillä, voidaan tunnistaa prosessien pullonkaulat, ennakoida häiriöitä ja parantaa tuotannon suunnittelua. Tällä on suora vaikutus työn sujuvuuteen ja turvallisuuteen: hyvin toimiva prosessi vähentää yllättäviä tilanteita, jotka usein aiheuttavat sekä tuotannon keskeytyksiä että turvallisuusriskejä (Pinja 2023; Oksanen 2022).

Erityisen merkittäväksi nousee tekoälyn kyky tunnistaa poikkeamia reaaliaikaisesti. Laadunvalvonnassa ja kunnossapidossa tämä tarkoittaa sitä, että virheet ja riskit havaitaan aikaisessa vaiheessa, ennen kuin ne eskaloituvat vakaviksi ongelmiksi. Ennakoiva kunnossapito on tästä keskeinen esimerkki. Kun laitteiden kuntoa seurataan jatkuvasti ja analysoidaan älykkäiden mallien avulla, voidaan välttää äkillisiä vikaantumisia, tuotantoseisokkeja ja niihin liittyviä turvallisuusriskejä. Samalla parannetaan resurssitehokkuutta ja vähennetään tarpeetonta korjaustyötä (Hurja 2023; Oksanen 2022; Pinja 2023).

Tekoälyn vaikutus ulottuu myös työn tekemisen tapoihin. Automaatio ja analytiikka vähentävät manuaalisen työn tarvetta erityisesti rutiininomaisissa ja virheherkissä tehtävissä. Tämä ei ainoastaan paranna työn laatua, vaan mahdollistaa henkilöstön keskittymisen vaativampiin ja turvallisuuskriittisempiin tehtäviin. Samalla työkuormitus tasaantuu ja työn hallittavuus paranee, mikä heijastuu positiivisesti työhyvinvointiin (Kankaanranta 2022; Pinja 2023).

Pk-yritysten näkökulmasta kehitys on erityisen merkittävä, sillä tekoälyratkaisut ovat aiempaa saavutettavampia. Erilaiset valmiit alustat, selkeät käyttöönoton mallit sekä koulutus- ja tukimateriaalit madaltavat kynnystä hyödyntää tekoälyä myös pienemmissä organisaatioissa. Tekoälyä voidaan soveltaa tuotannon lisäksi esimerkiksi asiakaspalvelussa, tilauksenkäsittelyssä ja muissa tukiprosesseissa, jolloin koko organisaation tehokkuus paranee (Haaga-Helia 2023; Netum 2023).

Materiaalitekniikan näkökulmasta tekoäly toimii mahdollistavana teknologiana, joka yhdistää mittausdatan, materiaalien käyttäytymisen mallinnuksen ja ennakoivat analyysimenetelmät. Näin voidaan esimerkiksi arvioida materiaalin käyttöikä, tunnistaa vaurioitumisen alkuvaiheita ja seurata rakenteiden turvallisuutta jatkuvasti. Tämä avaa mahdollisuuksia kehittää uusia älykkäitä valvontaratkaisuja erityisesti kriittisiin käyttökohteisiin (Hurja 2023; Oksanen 2022).

Kokonaisuutena tarkasteltuna tekoälyn merkitys rakentuu usean tekijän yhteisvaikutuksesta. Teknologinen kehitys on saavuttanut tason, jossa ratkaisut ovat käytännössä sovellettavissa, mutta todellinen hyöty syntyy vasta, kun ne kytketään organisaation prosesseihin ja osaamiseen. Tämä korostaa käyttöönoton suunnittelun, henkilöstön koulutuksen ja toimintamallien kehittämisen merkitystä (Pinja 2023; Haaga-Helia 2023).

Vuoden 2026 tuore tutkimus tuo konkreettista näyttöä tekoälyn vaikutuksista teollisuuden turvallisuuteen ja tehokkuuteen. Esimerkiksi kansainväliset analyysit osoittavat, että tekoälypohjaiset ratkaisut mahdollistavat tuotantodatan reaaliaikaisen analysoinnin, jolloin poikkeamat, laiteviat ja turvallisuusriskit voidaan havaita ennen niiden toteutumista. Tämän seurauksena voidaan vähentää suunnittelemattomia seisokkeja, parantaa laadunhallintaa ja lisätä tuotannon luotettavuutta. Tutkimusten mukaan ennakoivaan kunnossapitoon perustuvat tekoälyratkaisut voivat vähentää odottamattomia vikaantumisia jopa 30–50 % ja pienentää kunnossapitokustannuksia merkittävästi samalla kun työympäristö muuttuu turvallisemmaksi. Tämä vahvistaa käsitystä siitä, että tekoäly ei ainoastaan tehosta toimintaa, vaan toimii suoraan turvallisuutta parantavana teknologiana teollisuuden käyttöympäristöissä (Patel 2026; ILO 2026)

Yhteenvedona voidaan todeta, että tekoäly tarjoaa selkeitä ja perusteltuja mahdollisuuksia turvallisuuden ja työtehokkuuden kehittämiseen. Selvitystyön perusteella teknologia on riittävän kypsää käytännön sovelluksiin, ja käyttökohteita on tunnistettavissa laajasti eri

toimialoilla. Keskeinen haaste ei ole enää mahdollisuuksien puute, vaan niiden systemaattinen hyödyntäminen osana arjen toimintaa ja kehittämistyötä.

5.5 Energialouhintaratkaisujen kaupallinen tarjonta – teknologiat ja käytännön esimerkit

Energialouhintateknologiat ovat siirtyneet viime vuosina vahvasti tutkimuksesta kaupalliseen käyttöön. Markkinoilla on saatavilla laaja valikoima ratkaisuja, jotka perustuvat ympäristöstä kerättävään energiaan, kuten tuuleen, lämpötilaeroihin, valaistukseen ja mekaaniseen värähtelyyn. Näiden ratkaisujen käyttö painottuu erityisesti kohteisiin, joissa jatkuva verkkovirta ei ole saatavilla tai huoltovapaus on keskeinen vaatimus. Tässä katsauksessa esitetään keskeisiä markkinoilla saatavilla olevia energialouhintatuotteita ja -teknologioita.

Pienet tuulivoimat hajautetuissa energiaratkaisuissa

Pienet tuulivoimat muodostavat kaupallisesti kypsän energialouhintateknologian, ja niitä on saatavilla laajalla tehoalueella muutamasta kymmenestä watista kymmeneen kilowattiin. Pienimpien ratkaisujen joukossa on mikrotuulivoimaloita, joiden tyypillinen teho on 50–500 W. Näitä käytetään yleisesti akkujen lataukseen ja off-grid -järjestelmissä. Esimerkkejä tällaisista tuotteista ovat 50 W kannettavat turbiinit sekä noin 90 W ja 300 W mikrogeneraattorit, joita valmistetaan useiden toimittajien toimesta. (Global Growth Insights 2025)

Seuraavassa kokoluokassa ovat ammattikäyttöön suunnitellut pienvoimat, joiden tehot vaihtelevat noin 300 watista useisiin kilowatteihin. Näitä hyödyntävät esimerkiksi telekommunikaatioasemat, mittausjärjestelmät ja mikroverkot. Tunnettuja valmistajia ovat muun muassa Ryse Energy ja SkyWind, joiden tuotteet on suunniteltu erityisesti off-grid-käyttöön ja hybridiratkaisuihin. Lisäksi markkinoilla on robusteja teollisuustason ratkaisuja,

kuten Superwind ja Kestrel, jotka toimivat vaativissa ympäristöolosuhteissa. (Superwind, Kestrel)

Laajemmin tarkasteltuna small wind -luokassa (alle 100 kW) on saatavilla satoja kaupallisia malleja, jotka palvelevat niin kotitalouksien, maatilojen kuin teollisuuden tarpeita. Tämä osoittaa teknologian vakiintuneen aseman hajautetun energiantuotannon ratkaisuna. (Madhu 2025)

Lämpöenergiaan perustuvat TEG-ratkaisut

Thermoelectric Generator (TEG) -teknologia on saavuttanut vakiintuneen roolin erityisesti teollisuudessa, jossa hyödynnetään hukkalämpöä. Markkinoilla on useita kaupallisia tuotteita, joiden tehot vaihtelevat muutamasta watista useisiin satoihin watteihin.

Teollisuustason ratkaisuista keskeinen esimerkki on Emersonin Perpetua Power Puck, joka muuntaa putkistojen ja prosessilaitteiden lämpötilaeron sähköksi. Laitetta käytetään langattomien mittalaitteiden virransyöttöön, ja se voi toimia jopa vuosikymmeniä ilman huoltoa. Vastaavasti Global Power Technologies tarjoaa TEG-järjestelmiä, joiden tehoalue ulottuu noin 5 watista 500 wattiin, ja joita käytetään laajasti etäkohteissa ja kriittisissä infrastruktuureissa. (Kishore R. 2018, Bharat Kumar N. et. al 2024)

Keskitehoisissa ratkaisuissa on saatavilla valmiita moduulipohjaisia tuotteita, kuten 30–60 W TEG-generaattoreita, joita voidaan asentaa esimerkiksi putkistoihin tai lämpöpintoihin. Lisäksi kuluttajakäyttöön on kehitetty pienempiä järjestelmiä, kuten puuliesiin ja kaasukeittimiin suunniteltuja TEG-laitteita, joiden teho on tyypillisesti 10–100 W. Näitä käytetään esimerkiksi varavoimana tai sähköttömissä kohteissa. (Energy theory 2024)

TEG-teknologian erityispiirre on sen yksinkertainen rakenne ilman liikkuvia osia, mikä mahdollistaa korkean luotettavuuden mutta rajoittaa hyötysuhdetta. (Green Energy insight 2024)

Aurinkosähkö ja sisävalaistukseen perustuvat ratkaisut

Aurinkokennoihin perustuva energialouhinta on laajimmin käytetty teknologia, ja markkinoilla on runsaasti tuotteita eri teholuokissa. Perinteiset aurinkopaneelit kattavat käytännössä kaikki tehotasot pienistä muutaman watin paneeleista suuriin järjestelmiin.

Perinteisen aurinkoteknologian rinnalle on kehittynyt uusia ratkaisuja, jotka on optimoitu sisävalaistukseen. Epishine on esimerkki yrityksestä, joka valmistaa orgaanisiin materiaaleihin perustuvia ohuita ja joustavia aurinkokennoja. Nämä niin sanotut light energy harvesting -moduulit on suunniteltu toimimaan heikossakin valaistuksessa, kuten toimisto- ja myymäläympäristöissä.

Epishinen LEH3-sukupolven moduulit ovat saatavilla useissa kokoluokissa, ja ne mahdollistavat energian keräämisen jopa 20–1000 luksin valaistustasolla. Teknologian etuna on sen kyky korvata paristoja ja mahdollistaa pitkäikäiset, huoltovapaat ratkaisut. (NenPower 2024)

Hybridiratkaisut ja kehityssuunta

Käytännössä yhä useammat kaupalliset energialouhintaratkaisut perustuvat usean energialähteen yhdistämiseen. Esimerkiksi tuuli- ja aurinkoenergian yhdistäminen samaan järjestelmään parantaa energian saatavuutta eri olosuhteissa. Vastaavasti teollisuudessa TEG-järjestelmiä yhdistetään aurinkopaneeleihin ja energian varastointiin.

Hybridijärjestelmät ovat erityisen yleisiä etäkohteissa, kuten teleasemilla ja mittauspisteissä, joissa energiansaannin luotettavuus on kriittistä. Tuuli tuottaa energiaa erityisesti öisin ja talvikaudella, kun taas aurinko täydentää tuotantoa päivän aikana. (Lindsey systems)

Yhteenveto

Markkinoilla on saatavilla laaja valikoima energialouhintaratkaisuja, jotka kattavat useita eri teknologioita ja tehotasoja. Tuulivoima ja aurinkoenergia edustavat kypsiä ja laajasti käytettyjä ratkaisuja, kun taas TEG-teknologia on vakiinnuttanut asemansa erityisesti teollisuuden sovelluksissa.

Kehityssuunta kohti hybridijärjestelmiä korostaa energialähteiden yhdistämisen merkitystä. Yksittäinen energialouhintateknologia harvoin riittää takaamaan jatkuvaa energiantuotantoa, mutta yhdistettynä ne mahdollistavat luotettavat, huoltovapaat ja pitkäikäiset energiaratkaisut vaativissakin käyttöympäristöissä.

5.6 Robotiikka arktisella alueella

Lapin erityispiirteet, kuten pitkät välimatkat, vaativat olosuhteet ja työvoiman saatavuushaasteet luovat vahvan tarpeen robotiikan hyödyntämiselle. Robotiikka voi auttaa tehostamaan tuotantoa, parantamaan työturvallisuutta ja tukemaan toimintaa ympäristöissä, joissa työ on fyysisesti raskasta tai haastavaa.

Haastattelimme Robocoast-hankkeen projektipäällikköä, joka silloin työskenteli Palvelurobotiikan erityisasiantuntijana. Hänen mukaansa Meri-Lapin alueella on vahva teollinen perinne sekä konepajateollisuuden keskittymä, joka itsessään luo tarpeita uusille robotisoiduille ratkaisuille. (Kanto, V. 2026)

ROBOCOAST EDIH -toiminnan tavoitteena on tuoda puolueetonta asiantuntijuutta yritysten tueksi digitalisaation ja robotiikan kehittämisessä. Keskiössä on auttaa yrityksiä tunnistamaan omat kehitystarpeensa, arvioimaan investointien mahdollisuuksia sekä tukemaan teknologioiden käyttöönottoa käytännönläheisesti ja yrityslähtöisesti. Lisää hankkeesta voi lukea [Etusivu - Robocoast EDIH](#).

Nykytila Lapin alueella

Lapin alueella toimii useita yrityksiä, joissa robotiikkaa hyödynnetään osana tuotantoa ja päivittäistä toimintaa. Monissa yrityksissä robotiikka on onnistunut investointi, joka tukee tuotannon tehokkuutta, laatua ja kilpailukykyä. Erityisesti teollisuuden ja konepajatoiminnan parissa robotiikka nähdään jo luonnollisena osana modernia tuotantoa.

Toisaalta alueella on myös yrityksiä, joissa robotiikan käyttöönotto ei ole täysin vastannut alkuperäisiä odotuksia. Robotteja on saatettu hankkia investointipäätöksinä ilman riittävää pitkäjänteistä tukea käyttöön, ohjelmointiin tai jatkokehitykseen. Monille yrityksille robotiikka ei ole omaa ydintoimintaa, vaan osa muuta tuotantoa, jolloin osaamisen ylläpito ja kehittäminen voi jäädä vähäiseksi. Tällöin robotin käyttöaste, ohjelmointi ja tuotannollinen hyöty eivät välttämättä vastaa alkuperäisiä myyntipuheita tai investointilaskelmia.

Lisäksi osa yrityksistä kokee, että robotin toimittamisen jälkeen palvelut, ohjelmointi ja tekninen tuki ovat vahvasti toimittajasidonnaisia ja usein hinnaltaan korkeita. Tämä voi johtaa tilanteeseen, jossa yritys on käytännössä riippuvainen ulkopuolisesta toimijasta tai joutuu selviytymään rajallisella omalla osaamisella.

Robotiikan haasteet Lapin alueella

Yksi suurimmista haasteista on osaamisen ja tukipalveluiden saatavuus alueellisesti. Yritykset kokevat epävarmuutta siitä, saavatko ne riittävästi tukea ja asiantuntemusta investoinnin jälkeen, erityisesti tilanteissa, joissa tuotantoa pitäisi kehittää, ohjelmistoja muuttaa tai ratkaista häiriötilanteita nopeasti.

Lisäksi yritykset kokevat, että robotiikkaratkaisut ovat usein vahvasti myyjäohjautuvia. Yrityksillä ei aina ole riittävästi puolueetonta asiantuntemusta arvioida, millainen robotiikkaratkaisu vastaisi aidosti heidän tarpeitaan. Tämän vuoksi investointipäätöksiin liittyy epävarmuutta siitä, valitaanko teknisesti ja taloudellisesti oikea ratkaisu vai päädytäänkö toimittajan näkökulmasta sopivimpaan vaihtoehtoon.

Pitkät välimatkat ja rajallinen paikallinen asiantuntijaverkosto lisäävät myös kynnystä investoida robotiikkaan erityisesti pk-yrityksissä.

Robotiikan palveluketju Lapin alueella

Robotiikan myyntiä ja toimituksia tehdään myös Lapin alueelle, mutta varsinainen huolto-, ohjelmointi- ja asiantuntijatuki sijaitsee usein maantieteellisesti kaukana Etelä-Suomessa. Tämä koetaan alueella haasteena erityisesti tuotannon jatkuvuuden ja investointien turvallisuuden näkökulmasta.

Etäyhteyksillä toteutettava ohjelmointi ja tekninen tuki helpottavat tilannetta osittain, mutta eivät täysin ratkaise yritysten tarpeita. Jos kaikki robotiikan ylläpito, muutostyöt ja vikatilanteiden ratkaisut ovat ulkopuolisten toimijoiden ja maksullisten palveluiden varassa, voi investoinnin kannattavuus jäädä yrityksen näkökulmasta epävarmaksi.

Tämän vuoksi monet yritykset kokevat tärkeäksi, että alueella olisi enemmän paikallista osaamista robotiikan käyttöönottoon, ohjelmointiin, kunnossapitoon ja tuotannon kehittämiseen liittyen.

Robotiikan kehityskohteet Lapin alueella

Lapin alueelle tarvitaan lisää alueellista robotiikkaosaamista sekä koulutusta, joka tukee yritysten käytännön tarpeita. Yritysten investointihalukkuus kasvaa merkittävästi silloin, kun ne kokevat osaamisen olevan saatavilla läheltä ja henkilöstön ymmärtävän robotiikan perusteita sekä käyttöä osana tuotantoa.

Tärkeänä nähdään myös robotiikan kunnossapidon, ohjelmoinnin ja käyttöönoton osaamisen kehittäminen alueellisesti. Yritykset tarvitsevat mahdollisuuden saada tukea nopeasti ja helposti ilman pitkiä viiveitä tai korkeita matkakustannuksia. Tällä hetkellä tällaisia koulutus- ja tukipalveluita ei ole alueella riittävästi tarjolla.

Lisäksi yritykset kaipaavat puolueetonta asiantuntijatukea robotiikkainvestointien suunnitteluun. Tarvitaan toimijoita, joiden kanssa voidaan avoimesti arvioida yrityksen todellisia tarpeita, tuotannon vaatimuksia ja investoinnin kannattavuutta ilman suoraa myyntitavoitetta. Tässä alueen oppilaitoksilla ja TKI-toiminnalla voisi olla merkittävä rooli esimerkiksi opinnäytetöiden, harjoitustöiden, pilotointien ja kehityshankkeiden kautta.

Kun yritykset saavat luotettavaa ja puolueetonta tukea, syntyy myös enemmän uskallusta investoida robotiikkaan. Samalla voidaan vähentää riskiä siitä, että yrityksille hankitaan ratkaisuja, jotka eivät täysin vastaa niiden todellisia tarpeita.

Robotiikka maataloudessa

Lypsyrobotit

Teknologian kehityksen mukana, ovat myös mautiloilla yleistyneet erilaiset robotiikkaa hyödyntävät ratkaisut. Niitä käytetään niin suurilla kuin pienemmilläkin tiloilla. Yksi yleisimmistä ratkaisuista on maitotiloilla käytössä olevat lypsyrobotit. Kuvassa 10 on esitetty erään valmistajan lypsyrobotti. (Lely 2026)



Kuva 10. Lypsyrobotti Lely Astronaut A5

Lypsyrobotteja on ollut olemassa jo verrattaen kauan, kehityksen mukana niistä on saatu energiatehokkaampia ja lehmille mukavampia käyttää. Tämä on mahdollistanut esimerkiksi sen, että lehmä itse päättää milloin se syö ja käy lypsillä robotissa.

Dronet

Maataloudessa käytetään nykyään laajalti myös drone-tekniikkaa. Käytössä on päätarkoitukseltaan tarkkailu- ja työskentelydronoja. Tarkkailudroneilla kerätään tietoa esimerkiksi pelloilta käyttäen laadukkaita RGB-, multispektri- tai lämpökameroita. Tarkkailudroneilla esimerkiksi mitataan biomassaa, tarkastellaan kasvutiheyttä ja kasviterveyttä tai paikannetaan rikkakasveja. Näin ollen ne auttavat viljelyn suunnittelussa ja optimoinnissa. (Hankkija 2026)

Työskentelydroneja hyödynnetään esimerkiksi osittain kylvössä ja nestemäisten lannoitteiden levityksessä. Työskentelydronet ovat selkeästi painavimpia ja suurempia kuin tarkkailudronet. Dronejen käyttö kautta maatalousalan tulee todennäköisesti yleistymään tulevaisuudessa. Myös KÄLY-hankkeessa hyödynnettiin drone-tekniikkaa. (Hankkija 2026)

Peltorobotit ja harvesterit

Myös pelloilla toimii monipuolisesti erilaisia robotiikkaa tai älyratkaisuja hyödyntäviä laitteita. Ratkaisuja hyödynnetään esimerkiksi kylvöön, rikkaruohojen poistoon, kyntämiseen ja esimerkiksi sadon tarkkailuun.

Moni laite, kuten kuvan 11, rikkaruohojen hävitysrobotti hyödyntää toiminnassaan tekoälyä. Se tunnistaa rikkaruohot hyötykasveista ja hävittää ne käyttäen hiilidioksidilaasereita. Kuvan laite kykenee tuhoamaan 100 000 rikkaruohoa tunnissa.



Kuva 11. Rikkaruohojen hävitysrobotti

Valmistajat tarjoavat paljon erilaisia ratkaisuja autonomiseen kylvöön ja sadonkorjuuseen, näiden avulla on mahdollista säästää kustannuksissa, vähentää hävikkiä ja tehostaa viljelyä. Sadonkorjuun apuna käytetään älykästä ratkaisua, joka tunnistaa konenäön avulla kypsät yksilöt ja poimii ne pois, jättäen raa'at vielä tekeytymään. Tällaiset koneet ovat tehokkaita esimerkiksi tomaattien tai mansikoiden sadonkorjuussa. Kuva 12 esittää

mansikanpoimintarobottin tekemässä työtään. (Käyhkö L. 2023)



Kuva 12. Mansikanpoiminta robotti

Siivousrobotit

Huomattavasti matalamman kynnyksen investointeja ovat markkinoilta löytyvät maatalouskäyttöön tarkoitetut puhdistusrobotit. Ne ovat suunnitellut puhdistamaan kiinteälattiaiset pihatot. Käyttäen tällaista tekniikkaa pihaton lattia tulee puhtaammaksi kuin perinteistä lantaraappaa käytettäessä. Pihaton hygieniataso nousee, paremman puhtauden myötä, tällöin sorkka- tai utaretulehduksia sattuu harvemmin ja lehmät voivat paremmin.

Lapin arktiset olosuhteet, pitkät välimatkat ja työvoiman saatavuushaasteet tekevät robotiikasta alueelle erityisen merkittävän kehityskohteen. Yritykset hyötyvät robotiikasta silloin, kun ratkaisut ovat aidosti tarpeisiin sopivia ja niiden käyttöönottoa sekä ylläpitoa tuetaan pitkäjänteisesti. Samalla on selvää, että osaamisen vahvistaminen, puolueeton asiantuntijatuki ja paikallisten palveluketjujen kehittäminen ovat avainasemassa, jotta investoinnit muuttuvat toimiviksi ja kannattaviksi ratkaisuisiksi. Kun yritykset saavat tukea lähellä, teknologia palvelee paremmin tuotantoa, turvallisuutta ja kilpailukykyä. Näin robotiikka voi toimia Lapissa aidosti strategisena voimavarana sekä teollisuudessa että maataloudessa ja tukea alueen elinvoimaa pitkälle tulevaisuuteen.

6 ÄLYRATKAISUJA JA TOIMIJOITA LAPISSA

Tähän on koottu muutama esimerkki tapaus, joissa on käytetty älykkäitä ratkaisuja ja miten niiden avulla saavutetaan kestävyttä tukevia tuloksia. Sen jälkeen on esitelty muutamia Lapissa toimivia yrityksiä ja sellaisia, joilla on toimintaa täällä, mutta toimipaikka muualla.

6.1.1 Kiinteistöautomaatio avulla energiasäästöjä

Kiinteistöautomaatioratkaisuilla voidaan saavuttaa energiasäästöjä ja siten se liittyy Käly hankkeeseen. Lappilaisena esimerkkinä toimii Lapin uusi keskussairaala, jonne Siemens toimitti sairaalakokonaisuuden kiinteistöautomaatiojärjestelmän.

Järjestelmätoimitus sisältää kuuman sairaalan kiinteistöautomaatiojärjestelmän toteutuksen ulkovalojen ohjauksesta leikkaussalien olosuhdesäätöihin. Kuumalla sairaalalla tarkoitetaan sairaalan tärkeimpiä toimintoja, joihin kuuluvat muun muassa päivystyspoliklinikka, leikkaussalit, teho- ja valvontaosasto, välinehuolto ja sairaala-apteekki.

Toteutus koskee keskussairaalan kriittisiä ja haastavimpia tiloja. Tilojen toimivuus niin henkilökunnan kuin potilaiden näkökulmasta on erittäin tärkeää. Sairaalan olosuhteilla on myös merkittävä rooli potilaan paranemisessa. Ratkaisumme mahdollistaa tuottavuuden, joustavuuden ja energiatehokkuuden kasvattamisen. Nykyaikainen kiinteistönhallintajärjestelmä auttaa luomaan täydelliset olosuhteet vaativaan sairaalaympäristöön. (Siemens)

Samaiseen Lapin keskussairaalaan toimitti ABB myös uuden aluevarmennuslaitoksen. Sairaaloissa on paljon eri aikakausilla rakennettua kiinteistökantaa ja niiden ylläpito ja huolto on tärkeää sekä energiatehokkuuden parantamisen, että myös potilasturvallisuuden kannalta.

Aluevarmennuslaitokseen sijoitettiin kaksi varavoimakonetta 1250 kVA, muuntajat 2 kpl, keskijännitekojeisto, 110 VDC:n apusähkökeskus, SCADA-järjestelmän palvelimet,

varmennetun ja UPS-varmennetun järjestelmän pääkeskukset kiskosiltoineen sekä kaksi 1 MVA UPS-laitetta akustoineen.

ABB:n Decentralized Parallel Architecture (DPATM) UPS-laitteiden hyötysuhde on jopa 97,4%, mikä merkitsee 1 MVA laitteen 15 vuoden käyttöiän aikana yli 35% energian säästöä tavanomaisiin UPS-järjestelmiin verrattuna. Samalla vähennetään CO₂ -päästöjen määrää 641 tonnia tuotteen elinkaaren aikana, mikä vastaa 200 henkilöauton vuosittaisia päästöjä.

Sähköenergian nykyisillä hinnoilla Lapin keskussairaalassa 2 MVA:n UPS-järjestelmällä säästy noin 500 000 € paremman hyötysuhteen ansiosta 15 vuoden käytön aikana.

Huono sähkön laatu vaikuttaa ylläpidon kustannuksiin ja altistaa laitteet erilaisille häiriöille. Sähkön laadulla on vaikutusta myös sähköjärjestelmien hyötysuhteeseen. Sähkön laadun kannalta merkittävimpiä vaatimuksia laitteiden toiminnalle ovat käyttökeskeytysten, ali- sekä ylijännitteen, harmonisten yliaaltojen, jännitteen vaihtelun, jännite epäsymmetrian ja transienttien hallinta. Häiriöt syöttävässä verkossa heikentävät sähkön laatua, joka voi aiheuttaa laitteiston toimintahäiriöiden myötä taloudellista menetystä käyttökohteessa. (ABB)

6.1.2 Lumetuksen automatisointi

Älykkäänä lappilaisena automaattioratkaisuna on myös Levi Ski Resortin lumetuksen automatisointi. Automatisointi säästää energiaa ja optimoi järjestelmän vedenkulutusta (m³) suhteessa lumetettuun pinta-alaan (m²). Tänä päivänä valtaosa tykeistä on automaattisia ja niitä voidaan hallita etänä tietoverkon yli. Keskeinen ero nykypäivänä on siinä, että pystytään välittömästi ja tarkasti reagoimaan tunturissa alati vaihtuviin tuulensuunnan muutoksiin ja muihin olosuhteisiin. Automaattiset lumitykit ovat päällä vain silloin, kun lumentuotanto-olosuhteet ovat hyvät kyseisessä rinteessä.

Automaattisille lumitykeille asetetaan raja-arvot, millaisessa pakkasessa tykki saa luvan käynnistyä ja millaisissa olosuhteissa sen tulee poistua käytössä. Niissä on myös sääsensorit, joiden tuottaman havaintodatan perusteella ne pystyvät optimoimaan mm.

vedenpainetta ja sitä paljonko vettä lasketaan läpi. Tämä parantaa tuotetun lumen laatua ja säästää samalla vettä. (Levi)

6.1.3 Lumen mittaus drone-lidar tekniikalla

Kemijoki Oy:n ja Mitta Oy:n yhteisessä kehitysprojektissa on testattu uusia lumimittausmenetelmiä, erityisesti drone-lidar-tekniikkaa, jonka avulla lumen määrää voidaan mitata aiempaa laajemmilta alueilta (kuva 13).



Kuva 13. Drone-lidar lumenmittaus

Kevään 2024 koemittaukset osoittivat, että drone-lidar toimii käytännössä hyvin, ja yhdistettynä perinteisiin lumimittauksiin se parantaa mittaustiedon tarkkuutta.

Projektissa on kokeiltu myös dronella tehtäviä lämpökameramittauksia, joilla on onnistuttu havaitsemaan esimerkiksi jääreittien sulapaikkoja ja heikon jään alueita.

Hankkeessa kerättyä tietoa hyödynnetään kevättulviin varautumisessa ja tulvien suuruuden arvioinnissa, ja siitä on hyötyä esimerkiksi Ilmatieteen laitokselle, SYKE:lle, Lapin ELY-keskuksen tulvaryhmälle sekä Tulvakeskukselle.

Yhteistyö jatkuu myös tulevaisuudessa, ja seuraavat mittaukset on suunniteltu alkuvuoteen 2026 hyödyntäen perinteisiä mittauksia, drone-mittauksia ja maatutkaa. (Kemijoki 2025)

6.2 Teknologiaosa-alueiden yrityskartoitus Lapin maakunnan näkökulmasta

Lähtökohtana kartoitukselle on ollut hankkeen teema eli kestävät älyratkaisut. Älyratkaisu tarkoittaa kokonaisuutta, jossa yhdistyvät elektroniikka, ohjelmointi ja materiaaliteknologia. Näihin voivat sisältyä robotiikka, tekoäly, LoRa/IoT sekä 3D-tulostus. Tavoitteena ovat kestävät, energiatehokkaat ja arktisiin olosuhteisiin soveltuvat ratkaisut.

Yleinen tilanne Lapin älyratkaisukentässä on vahvasti tutkimus-, kehitys- ja hankevetoinen. Yrityspohjainen tuotekehitys on vielä rajallista. Suurin osa kehityksestä tapahtuu korkeakoulujen ja hankkeiden kautta.

Tämä kartoitus tuo esille muita yrityksiä, joita ei ole mainittu aiemmissa kohdissa tätä selvitystä. Tässä on koottu Lapin maakunnassa toimivia yrityksiä, joiden osaaminen liittyy drone-teknologiaan, LoRa- ja anturiratkaisuihin, paikannustekniikkaan, robotiikkaan ja automaatioon, AI/IoT-ratkaisuihin sekä 3D-tulostukseen tai 3D-aineistojen hyödyntämiseen. Yritykset on jaoteltu kahteen ryhmään: ensiksi yrityksiin, joiden kotipaikka tai päätoimipaikka sijaitsee Lapissa, ja toiseksi yrityksiin, joiden kotipaikka on muualla Suomessa, mutta joiden toiminnasta on löydettävissä yhteys Lapin alueeseen.

Lista ei ole välttämättä kattava, vaan siihen on pyritty nostamaan edellä mainituilla teknologiaosalueilla toimivia yrityksiä, joista on saatavilla julkisesti tietoa. Kartoituksessa on hyödynnetty yritystietolähteitä, kuten Fonectaa/Finderiä ja Taloustutkaa, yritysten omia verkkosivuja sekä muita julkisia dokumentteja ja uutisia, joissa yritykset mainitaan kyseisillä teknologia-alueilla toimiviksi.

2.1 Lapissa kotipaikkaiset tai päätoimipaikkaa pitävät yritykset

Lapissa on tunnistettavissa useita yrityksiä, joiden osaaminen liittyy suoraan tai välillisesti tarkasteltuihin teknologiakoreihin. Erityisen vahvoja osaamisalueita ovat droneihin liittyvä mittaus- ja aineistotuotanto, teollinen automaatio, kaivos- ja materiaalinkäsittelyratkaisut sekä ohjelmistokehitys.

Ranniot Oy on Rovaniemellä toimiva yritys, jonka toimialana on IT-konsultointi/IT-palvelut ja ohjelmistojen suunnittelu ja valmistus. Yrityksen omilla sivuilla Ranniot kuvataan paikannusjärjestelmäksi eläimille, kalustolle ja henkilöille. Palvelu on "Suomen Lapissa kehitetty ja poroilla pilotoitu". Digitan aineistossa Ranniot mainitaan digitaalisia kartta- ja paikannusratkaisuja tarjoavana yrityksenä, joka on kehittänyt porojen paikantamiseen ratkaisuja yhteistyössä Digitan LoRaWAN-teknologian kanssa.

Geovisor Oy on Rovaniemellä toimiva yritys, joka liittyy erityisesti drone-, paikkatieto-, mittaus- ja kaivosdatan hyödyntämiseen. Yritys on mukana Lapin Arctic Drone Operation Center -verkostossa, jonka tavoitteena on rakentaa Lappiin arktisen droneosaamisen keskittymä. Fonectan/Finderin mukaan Geovisor toimii Rovaniemellä ja sen palvelut liittyvät kaivostoiminnan ja georakentamisen päätöksenteon tukemiseen.

Nparts Oy on Rovaniemellä toimiva kone- ja prosessisuunnitteluun liittyvä yritys. Yritys on mukana Arctic Drone Operation Center -verkostossa, mikä osoittaa sen kytkeytyvän Lapin drone- ja robotiikkaosaamisen kehittämiseen. Yrityksen omilla sivuilla kuvataan palvelut ideasta valmiiksi tuotteeksi: tarvittaessa 3D-skannaus, suunnittelu, prototyypit ja valmistus 3D-tulostamalla.

NewPaakkola Oy on Tervolassa toimiva teollinen yritys, jonka osaaminen liittyy erityisesti kaivos- ja perusteollisuuden materiaalinkäsittelyyn. Yrityksen omien verkkosivujen mukaan NewPaakkola tarjoaa kuljetinratkaisuja, sivukiven käsittelyn ratkaisuja, kuivaläjitysratkaisuja sekä elinkaaripalveluja. Näiden tietojen perusteella NewPaakkola kuuluu automaation ja teollisen materiaalinkäsittelyn teknologiakoriin.

Polar-Automaatio (Caverion tytäryhtiö) on Keminmaassa toimiva yritys. Polar-Automaatio hallitsee teollisuusautomaation koko elinkaaren suunnittelusta toteutukseen: huollon, kunnossapidon, sähköasennukset, etätuen ja sähkö- ja automaatiolaitteiden varaosaylläpidon sekä toimintakyvyn varmistamiseen liittyvät palvelut.

ArticControl Oy on Äkäslompolossa toimiva yhden koodarin automaatiokonsultointiyritys. Kokemusta on B&R automaatio-ohjelmoinnista, projektien johtamisesta ja kouluttamisesta. Erityisosaamisalueita ovat turva-automaatio, liikkeenohjaus ja liikkuvan kaluston automaatio.

Kota Kollektiivi Oy, joka tunnetaan myös nimellä Kota Collective, on Rovaniemellä toimiva visuaaliseen tarinankerrontaan erikoistunut yritys. Yritys on mukana Arctic Drone Operation Center -verkostossa, mikä liittyy sen Lapin drone-ekosysteemiin. Yrityksen omien verkkosivujen mukaan se tuottaa brändi-, valokuva- ja filmisisältöjä markkinointiin ja viestintään. Sen osaaminen liittyy dronejen tuottaman visuaalisen aineiston, digitaalisen sisällön ja mahdollisesti 3D-ympäristöissä hyödynnettävän kuvamateriaalin tuotantoon.

Arctic Connect Oy on Rovaniemellä toimiva ICT- ja ohjelmistoyritys, jonka palvelut liittyvät etäkommunikaatioon, AV-ratkaisuihin ja ohjelmistokehitykseen. Yrityksen omien verkkosivujen mukaan Arctic Connect toteuttaa etäneuvottelu- ja kokousratkaisuja, AV-ratkaisuja sekä ohjelmointeja, ja sen ohjelmistokehitys tuottaa etäkommunikaatioon räätälöityjä ja yleisiin tarpeisiin soveltuvia ratkaisuja. Finderin yritystiedot vahvistavat yrityksen toimipaikan Rovaniemellä ja kuvaavat sen tarjoavan etäneuvotteluratkaisuja, AV-ratkaisuja ja ohjelmistokehitystä. Näiden perusteella yritys soveltuu ohjelmistojen sekä AI/IoT-ratkaisujen mahdolliseksi toteuttaja- ja integraatiokumppaniksi.

AI-KnxX Oy on Rovaniemellä sijaitseva yritys, jonka päätoimialana on ohjelmistojen suunnittelu ja valmistus. Yritys keskittyy innovatiivisiin tekoälyratkaisuihin, joiden avulla se auttaa asiakkaitaan optimoimaan liiketoimintaprosessejaan, parantamaan asiakaskokemuksia ja kehittämään älykkäitä sovelluksia eri toimialoilla. AI-KnxX Oy:n tiimi koostuu asiantuntevista ohjelmistokehittäjistä, data-analyytikoista ja tekoälyasiantuntijoista,

jotka työskentelevät tiiviissä yhteistyössä asiakkaidensa kanssa räätälöityjen ratkaisujen löytämiseksi.

2.2 Muualla Suomessa kotipaikkaiset yritykset, joilla on toiminnallinen yhteys Lappiin

Lapin alueella toimii myös yrityksiä, joiden kotipaikka sijaitsee muualla Suomessa, mutta joiden palvelut, verkostoyhteydet tai käyttötapaukset liittyvät selvästi Lappiin. Näiden yritysten merkitys korostuu erityisesti drone-, LoRa-, IoT- ja paikannusratkaisuissa, joissa valtakunnalliset palveluntarjoajat ja erikoistuneet teknologiaosaajat voivat toimia Lapissa ilman paikallista kotipaikkaa.

Dronekeskus Oy on Hämeenlinnassa kotipaikkaa pitävä yritys, joka on mukana Lapin Arctic Drone Operation Center -verkostossa. ADOC-verkostoon kuulumisen osoittaa sen toiminnallisen yhteyden Lapin drone- ja robotikkaosaamisen kehittämiseen. Tämän vuoksi yritys on perusteltua sisällyttää Lapissa toimiviin drone-ekosysteemin yrityksiin, vaikka sen kotipaikka ei ole Lapissa.

Radai Oy on Oulussa toimiva yritys, joka tarjoaa ympäristö- ja geofysikaalisia mittauspalveluja UAV-laitteilla eli miehittämättömillä ilma-aluksilla. Finderin mukaan Radai tarjoaa UAV-pohjaisia ympäristö- ja geofysikaalisia mittauspalveluja, ja yrityksen omilla verkkosivuilla palveluihin kuuluvat drone-pohjaiset magneettiset ja sähkömagneettiset mittaukset. Radai on myös mainittu Arctic Drone Operation Center -verkoston toimijana.

Digita Oy on valtakunnallinen toimija, jonka LoRaWAN-verkko soveltuu erityisesti vähävirtaiseen ja pitkän kantaman IoT-tiedonsiirtoon. Digitan omien tietojen mukaan LoRaWAN-ratkaisut soveltuvat pienten datamäärien lähettämiseen ja vastaanottamiseen, ja Digita tarjoaa LoRa-yhteensopivaa IoT-verkkoa koko Suomen alueella. Lapin näkökulmasta Digitan toiminnasta on konkreettinen esimerkki porojen paikannuksessa, jossa LoRaWAN-teknologiaa ja IoT-verkkoa on hyödynnetty porojen reaaliaikaiseen seurantaan.

IoTNet Finland Oy on kotimainen IoT-operaattori, joka rakentaa Suomeen LoRa-tekniikkaan perustuvaa langatonta IoT-verkkoa. Yrityksen omien tietojen mukaan verkkoa rakennetaan aluekohtaisesti kaupunki- ja energiayhtiöiden tarpeisiin, ja sen avulla voidaan kytkeä erilaisia etäluettavia antureita verkkoon. Vaikka tässä kartoituksessa ei löytynyt erillistä Lapin toimipaikkaa, yrityksen ratkaisut ovat relevantteja Lapin energian, infran, teollisuuden ja pitkien etäisyyksien sensoriverkkotarpeisiin. [taloustutka.fi]

Kaltio Technologies Oy on Oulussa toimiva IoT-ratkaisuihin erikoistunut yritys. Julkisten yrityslistauksien mukaan Kaltio Technologies kehittää IoT-ratkaisuja erityisesti haastaviin sijainteihin, joissa ei ole verkkovirtaa tai WiFi-yhteyttä, ja ratkaisut perustuvat usein vähävirtaisiin, akkupohjaisiin sensoreihin. Tämä tekee yrityksestä relevantin Lapin toimintaympäristöön, jossa kohteet voivat sijaita laajoilla, harvaan asutuilla ja vaikeasti saavutettavilla alueilla.

2.3 Teknologiakoreittainen yhteenveto

Drone-tekniikan osalta Lapin yritysmaailmassa korostuvat erityisesti Geovisor Oy, Nparts Oy ja Kota Kollektiivi Oy. Näillä yrityksillä on yhteys Arctic Drone Operation Center -verkostoon, joka kokoaa Lappiin arktisen droneosaamisen toimijoita. Lisäksi Dronekeskus Oy ja Radai Oy ovat tärkeitä Lapissa toimivia, mutta muualla kotipaikkaa pitäviä yrityksiä. Dronekeskus kytkeytyy Lappiin ADOC-verkoston kautta, ja Radai tuo mukaan UAV-pohjaisen geofysikaalisen mittausosaamisen.

LoRa- ja anturiratkaisuissa Lapista ei löytynyt tässä selvityksessä vahvaa näyttöä paikallisesta LoRaWAN-operaattorista tai erityisesti LoRa-laitteisiin erikoistuneesta yrityksestä. Sen sijaan Lapin kannalta keskeisiä toimijoita ovat valtakunnalliset ja alueellisesti skaalautuvat palveluntarjoajat, kuten Digita Oy, IoTNet Finland Oy ja Kaltio Technologies Oy. Digitaalisen LoRaWAN-verkko ja porojen paikannukseen liittyvä esimerkki osoittavat, että tekniikkaa voidaan hyödyntää Lapin laajoilla alueilla konkreettisissa käyttötapauksissa.

Paikannustekniikan ja tracking-ratkaisujen näkökulmasta Geovisor Oy, Ranniot Oy ja Digita Oy ovat keskeisiä esimerkkejä. Geovisorin toiminta liittyy paikkatietoon, kaivosdataan ja mittausaineistoihin, kun taas Digitan LoRaWAN-ratkaisut mahdollistavat omaisuuden ja eläinten paikannusta laajoilla alueilla. Radai Oy täydentää tätä kokonaisuutta dronepohjaisella geofysikaalisella mittausdatalla, jota voidaan hyödyntää kartoituksessa ja alueellisen tilannekuvan muodostamisessa.

Robottiikan ja automaation osalta vahvimmat Lapissa kotipaikkaiset yritykset ovat NewPaakkola Oy ja Nparts Oy. NewPaakkola tarjoaa kaivosteollisuuden materiaalinkäsittelyn ratkaisuja, joissa yhdistyvät mekaaninen suunnittelu, teollinen automaatio ja elinkaaripalvelut. Nparts puolestaan tuo mukaan kone- ja prosessisuunnittelun sekä ADOC-verkoston kautta kytkennän arktiseen drone- ja robotiikkakehittämiseen.

AI/IoT-ratkaisuissa Lapin yrityksistä esiin nousevat erityisesti Arctic Connect Oy ja AI-KnxX Oy. Arctic Connectilla on selkeästi todennettua ohjelmistokehitys- ja ICT-integraatio-osaamista, mikä tekee siitä relevantin AI/IoT-ratkaisujen mahdolliseksi toteuttajaksi. AI-KnxX Oy tuo ohjelmisto ja tekoälyosaamista.

3D-tulostuksen ja 3D-aineistojen osalta Lapin yritys kenttä näyttäytyy tässä selvityksessä vielä hajanaisena. Varsinaisia Lapissa kotipaikkaisia teollisen 3D-tulostuksen yrityksiä ei julkisista lähteistä löytynyt vahvasti todennettuna. Nparts Oy liittyy kuitenkin 3D-koriin teknisen suunnittelun, kone- ja prosessisuunnittelun, 3D-tulostuksen sekä mahdollisen prototypoinnin kautta. Kota Collective puolestaan liittyy 3D-aineistojen ja visuaalisen materiaalin tuotantoon välillisesti erityisesti drone- ja kuvantamisaineistojen näkökulmasta. Muualla Suomessa toimivia teollisen 3D-tulostuksen yrityksiä ovat esimerkiksi Materflow, 3D Formtech, Maker3D ja 3DTech.

Johtopäätös

Lapin teknologiayritys kenttä painottuu vahvasti soveltavaan teknologiaosaamiseen. Droneihin, paikkatietoon, teolliseen automaatioon, kaivos- ja materiaalinkäsittelyratkaisuihin

sekä ICT- ja ohjelmistopalveluihin liittyvä osaaminen on tunnistettavissa useiden yritysten kautta. Erityisesti Arctic Drone Operation Center -verkosto kokoaa yhteen toimijoita, joiden osaaminen liittyy arktisissa olosuhteissa käytettäviin drone-, robotiikka- ja mittausratkaisuihin.

Lapin omat yritykset muodostavat tärkeän paikallisen osaamispohjan, mutta monissa teknologiakoreissa, kuten LoRaWAN-verkoissa, IoT-anturoinnissa ja erikoistuneessa drone-mittauksessa, Lapin kannalta keskeiset yritykset ovat kotipaikaltaan muualla Suomessa. Tämä tarkoittaa, että Lapin teknologiaekosysteemi rakentuu sekä paikallisista yrityksistä että valtakunnallisista tai alueellisesti toimivista teknologiaosaajista. Tämä on tärkeä huomio erityisesti projekteissa, joissa tavoitteena on kehittää arktisiin olosuhteisiin soveltuvia kunnossapidon, mittauksen, paikannuksen ja automaation ratkaisuja.

7 LÄHTEET

ABB. ABB mukana Lapin sairaalan aluevarmennuksen toimituksessa. Viitattu 29.5.2024.
<https://new.abb.com/news/fi/detail/107168/abb-mukana-lapin-sairaalan-aluevarmennuslaitoksen-toimituksessa>

Agnico Eagle Finland 2021. Telia rakentaa Kittilän kaivokselle oman 5G-verkon. Viitattu 13.5.2026. <https://www.digita.fi/ajankohtaista/telia-rakentaa-kittilan-kultakaivokselle-oman-5g-verkon/>

Arslan, Y. 2025. Effects of ultra-cold temperature on thermoplastic (ASA, PLA) parts produced by 3D FDM printing technology. Sadhana Volume 50, article 250. Viitattu 20.5.2026 <https://link.springer.com/article/10.1007/s12046-024-02685-3>.

Automaattinen lypsykone | Lely Astronaut A5 Next. Viitattu 26.5.2026
<https://www.lely.com/fi/ratkaisut/lypsy/astronaut-a5/>.

Bharat Kumar N. et. al 2024. Solar Energy Harvesting Methods for Sustainable Development. Selected Proceedings of the 1st International Conference on Advanced Materials for Sustainable Innovation; IC-AMSI 2024.

Business Oulu 2025. 3D-tulostus Oulu 25.3.2025. Viitattu 20.5.2026
<https://www.businessoulu.com/fi/3d-tulostus-oulu-25-3-2025.html>.

Caruna 2023. Dronejen hyödyntäminen sähköverkon tarkastuksessa. Viitattu 22.5.2026
<https://www.caruna.fi>.

Consortiq 2023. Dronejen käyttö vihreässä energiassa. Viitattu 22.5.2026
<https://consortiq.com>.

Decentlab. LoRaWAN-anturit veden, ilman ja maaperän mittaukseen. Viitattu 29.5.2026,
<https://www.decentlab.com/products>

Digita. Ranniot ja Digita: Teknologia tukemassa poronhoitoa. Viitattu 13.5.2026
<https://www.digita.fi/palvelut-yrityksille/digitan-iot-palvelut/artikkelit/ranniot-ja-digitateknologia-tukemassa-poronhoitoa/>

DJI 2023. DJI Dock – automaattinen dronehangaariratkaisu. Viitattu 22.5.2026
<https://enterprise.dji.com>.

DNA 2020. Oulussa porotaloutta kehitetään NB-IoT-tekniikan siivittämänä. Viitattu 13.5.2026
<https://www.dna.fi/yrityksille/blogi/-/blogs/oulussa-porotaloutta-kehitetaan-nb-iot-tekniikan-siivittamana>.

DroneDari / Innoite Oy 2023. Sähkö- ja kaasulinjojen tarkastus droneilla. Viitattu 27.5.2026
<https://www.innoite.fi>.

Dronet maataloudessa: ominaisuudet ja käyttökohteet | Viljelyratkaisut | hankkija.fi.
Viitattu 1.6.2026 <https://www.hankkija.fi/Maatalous/viljelyratkaisut/dronet-maataloudessa/>.

Easteam Oy 2023. Dronet tulevaisuuden sovelluksissa. Viitattu 27.5.2026
<https://www.easteam.fi>.

Elisa 2026. Porojen paikannuspalvelu. Viitattu 13.5.2026 <https://yrityksille.elisa.fi/porojen-paikannuspalvelu>.

Energy theory 2024. 5 Methods of Solar Energy Harvesting. Viitattu 6.5.2026.
<https://energytheory.com/5-methods-of-solar-energy-harvesting/>

Global Growth Insights 2025. What Are the Top 12 Small Wind Turbines Companies in 2025? Viitattu 6.5.2026
<https://www.globalgrowthinsights.com/blog/small-wind-turbines-companies-945>

Green Energy insight 2024. Methods of Harvesting Solar Energy. Viitattu 6.5.2026
<https://greenenergyinsight.com/methods-of-harvesting-solar-energy/>

GTK 2022. LeKaT-hankkeen loppuraportti – dronejen käyttö kaivosvalvonnassa. Viitattu 22.5.2026
<https://www.gtk.fi/wp-content/uploads/2022/11/LeKaT-loppuraportti-24102022-1.pdf>.

HaagaHelia 2023. Tehoa tekoälystä pk-yrityksille! Haaga-Helia ammattikorkeakoulu. Viitattu 22.5.2026
<https://www.haaga-helia.fi/fi/tehoa-tekoalysta-pk-yrityksille>.

HAMK 2022. Dronet liikennetutkimuksessa. Viitattu 27.5.2026 <https://unlimited.hamk.fi>.

Hankkija 2026. Dronet maataloudessa: ominaisuudet ja käyttökohteet. Viitattu 27.5.2026

https://www.hankkija.fi/alykas-maatila/viljelyratkaisut/ia-dronet-maataloudessa-ominaisuudet-kayttokohteet-2052664/?srsltid=AfmBOooL2gu6rdZzDnwdFTpYSh_pqtVWpDhOzON-4KrvszVRV73Yp2Uw

Holt, L. 2026. Design tips for 3D printing materials in cold weather. JawsTec. Viitattu 20.5.2026 <https://www.jawstec.com/design-tips-for-3d-printing-materials-in-cold-weather/>.

Hurja 2023. Tekoälyn mahdollisuudet teollisuudelle – tehoa, tarkkuutta ja säästöjä. Hurja Solutions Oy. Viitattu 22.5.2026 <https://hurja.fi/blogi/tekoalyn-mahdollisuudet-teollisuudelle-tehoa-tarkkuutta-ja-saastoja/>

International Labour Organization (ILO) 2026. AI in manufacturing: Challenges and opportunities for promoting decent work, productivity and a just transition. Viitattu 23.5.2026 https://www.ilo.org/sites/default/files/2026-03/TMDWAI-2026-EN_.pdf.

Joyance Tech 2023. Autonominen maatalousdrone. Viitattu 22.5.2026 <https://joyance.tech>.

Järvi-Suomen Energia 2022. Dronejen käyttö sähköverkon kunnossapidossa. Viitattu 5.5.2025 <https://www.jseoy.fi>.

Kankaanranta, P. 2022. Tekoälyn hyödyntäminen valmistavassa teollisuudessa. Kandidaatintyö, Tampereen yliopisto.

Kanto, V. 2026. Lapin Ammattikorkeakoulu Oy. Robocoast asiantuntijan haastattelu. 24.5.2026.

Kauppalehti 2023. Drone-kuljetuksista tulossa iso bisnes. Viitattu 22.5.2026 <https://www.kauppalehti.fi>.

Kemijoki 2025. Mitta Oy:n ja Kemijoki Oy:n lumimittauksen kehitysprojekti jatkuu – tulokset tukevat kevättulviin varautumista ja tulvien suuruuden arviointia. Viitattu 25.4.2025 <https://www.kemijoki.fi/artikkelit/mitta-oy-n-ja-kemijoki-oy-n-lumimittauksen-kehitysprojekti-jatkuu-tulokset-tukevat-kevattulviin-varautumista-ja-tulvien-suuruuden-arviointia/>

Kestrel. Wind turbines. Viitattu 22.5.2026. <https://www.kestrelwind.co.za/wind-turbines>

Kishore R. et. al 2018. Wind Energy Harvesting: Micro-to-Small Scale Turbines. De Gruyter Textbook

Kolari, M. 2023. Dronejen hyödyntäminen teollisuuden kunnonvalvonnassa (SSAB). Opinnäytetyö. Viitattu 22.5.2026 <https://www.theseus.fi>.

Käyhkö L. 2023. Robottiikka mansikan sadonkorjuussa. Opinnäytetyö. Viitattu 27.5.2026 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/790752/Opinnaytetyo_Kayhko_Lauri.pdf?sequence=2

Lapin ammattikorkeakoulu 2026. Lappiin rakentuu arktisen droneosaamisen superkeskittymä. Viitattu 27.5.2026 <https://lapinamk.fi/lappiin-rakentuu-arktisen-droneosaamisen-superkeskittyma/>.

Lely 2026. Astronaut A5 Next. Viitattu 27.5.2026 <https://www.lely.com/fi/campaigns/astronaut/>

Levi. Lumetuksen automatisointi säästää vettä ja energiaa. Viitattu 29.5.2024 // <https://www.levi.fi/uutiset-ja-tarinat/miten-lumetuksen-automatisointi-saastaa-vetta-ja-energiaa>

Lindsey systems. The TLM Conductor Monitor. Viitattu 6.5.2026 <https://lindsey-usa.com/sensors/transmission-line-monitor/>

LoRa Alliance 2020. LoRaWAN-paikannuksen menetelmät. Viitattu 29.5.2026, https://lora-alliance.org/wp-content/uploads/2020/11/geolocation_whitepaper.pdf

LoRa Alliance. LoRaWAN-teknologian yleiskuvaus. Viitattu 29.5.2026 <https://lora-alliance.org/> .

Madhu 2025. The Future of Wind Energy Harvesting. Viitattu 6.5.2026 <https://webstoriesshares.com/wind-energy-harvesting/>

Miettinen, H. 2022. Dronejen hyödyntäminen energia-alalla. Opinnäytetyö. Viitattu 22.5.2026 <https://www.theseus.fi>.

Milesight. Maaperä- ja CO₂-anturit. Viitattu 29.5.2026, <https://www.milesight.com/iot/product/lorawan-sensor/em500-smtc>

Narbrough, M. 2025. Blogi: Showcasing the Potential of 3D Printing at 3D-Tulostus Oulu. REDU. Viitattu 20.5.2026 <https://www.redu.fi>.

NenPower 2024. How to harvest solar energy. Viitattu 6.5.2026. <https://nenpower.com/blog/how-to-harvest-solar-energy/>

Netum 2023. Tilausten käsittely automaattiseksi tekoälyratkaisulla. Viitattu 22.5.2026
<https://www.netum.fi/uutishuone/blogi/tilaustenkasittely-automattiseksi-tekoalyratkaisulla/>

Nokia 2023. Boliden Kevitsa A connected digital mine, case study. Viitattu 13.5.2026
<https://www.nokia.com/asset/212311/>

Oksanen, O. 2022. Tekoälyn sovellukset valmistavassa teollisuudessa. Opinnäytetyö.

Patel, P. 2026. AI in Manufacturing 2026: Solutions, Benefits, Challenges & Implementation Strategy. Viitattu 22.5.2026 <https://dzone.com/articles/ai-in-manufacturing-2026-solutions-benefits-challe>.

Pinja 2023. Älykkään tuotannon voima: tekoälyn mahdollisuudet teollisessa ympäristössä. Viitattu 22.5.2026 Pinja Group. [Älykkään tuotannon voima: tekoälyn mahdollisuudet teollisessa ympäristössä](#)

PKS Sähkönsiirto 2022. Dronet ja tekoäly sähköverkon tarkastuksessa. Viitattu 22.5.2026
<https://www.pkssahkonsiirto.fi>.

Premachandra C 2025. All-UWB SLAM Using UWB Radar and UWB AOA. IEE Robotics and Automation Letters. <https://arxiv.org/pdf/2507.15474>

Sainio J 2025. Sähköistetyn rusnauskoneen autonomisen liikkumisen testaus kaivosolosuhteissa. Diplomityö.
<https://oulurepo.oulu.fi/bitstream/handle/10024/59958/nbnfioulu-202512177478.pdf?sequence=1>

Sandvik Group 2023. Digitaalinen menee syvälle. Viitattu 6.5.2026.
<https://www.home.sandvik.fi/tarinat/artikkelit/2023/09/digitaalinen-menee-syvälle/>

Sandvik Mining 2020. Sandvik OptiMine® -järjestelmä Outokummun Kemin kaivokselle. Viitattu 13.5.2026 <https://www.mining.sandvik/en/news-and-media/news-archive/2020/02/sandvik-optimine-selected-by-outokumpu-to-drive-digitalization-forward-at-kemi-mine/>

Sandvik PDS. Newtrax esteiden tunnistusjärjestelmä (PDS). Viitattu 13.5.2026.
<https://www.mining.sandvik.fi/digitaaliset-ratkaisut/turvallisuus-ja-ymparisto/proximity->

[detection-and-collision-](#)

[avoidance/l%C3%A4heisyydenhavaitsemisj%C3%A4rjestelm%C3%A4-pds/](#)

Siemens. Kiinteistönohjausteknologian ratkaisuja Lapin keskussairaalaan. Viitattu 29.5.2024. [https://press.siemens.com/fi/fi/lehdistotiedote/siemensin-](https://press.siemens.com/fi/fi/lehdistotiedote/siemensin-kiinteistoonohjausteknologian-ratkaisuja-uuteen-lapin-keskussairaalaan)

[kiinteistoonohjausteknologian-ratkaisuja-uuteen-lapin-keskussairaalaan](#)

Skycharge 2023. Drone Charging Pad BOLO S1. Viitattu 22.5.2026 <https://skycharge.de>.

Superwind. SW 353 wind turbine. Viitattu 22.5.2026.

<https://www.superwind.com/en/applications/industry/sw-353>

Tapio 2023. Drone on moderni metsäammattilaisen työväline. Viitattu 5.5.2026

<https://tapio.fi>.

TEKTELIC. LoRaWAN-antureiden tyypit ja käyttökohteet. Viitattu 29.5.2026,

<https://tektelic.com/expertise/guide-to-lorawan-sensors/>

The Things Network B. EU863–870 MHz -alueparametrit. Viitattu 29.5.2026,

<https://www.thethingsnetwork.org/docs/lorawan/regional-parameters/eu868/>

The Things Network. LoRa- ja LoRaWAN-teknologian perusteet. Viitattu

29.5.2026, <https://www.thethingsnetwork.org/docs/lorawan/what-is-lorawan/>

The Things Network 2022. LoRaWAN-paikantimet. Viitattu 29.5.2026,

<https://www.thethingsnetwork.org/article/4-most-popular-lorawan-trackers-on-the-market>

Traficom 2023. Dronejen lennättäminen Suomessa. Viitattu 5.5.2026

<https://www.traficom.fi>.

Uusiteknologia 2023. Uudet miehittämättömät ilma-alusratkaisut. Viitattu 22.5.2026

<https://www.uusiteknologia.fi>.

Wibotic 2023. Autonominen dronejen latausjärjestelmä. Viitattu 7.5.2026

<https://www.wibotic.com>.

VTT 2018. Dronet tuuliturbiinien tarkastuksessa. Viitattu 7.4.2026 <https://www.vtt.fi>.