

SISENDANALÜÜS

PÕLLUMAJANDUSE DIGITALISEERIMISEST

METK/AKIS DIGIPAKETTI

1 SISSEJUHATUS

Põllumajanduse kontekstis hõlmab digitaliseerimine digitehnoloogiate arendamist, kasutuselevõttu ja pidevat täiustamist kogu põllumajandus- ja toidusektoris. Selle protsessi kohta kasutatakse erinevaid mõisteid, näiteks 'digitaalne põllumajandus' (*'Digital Agriculture'*) või 'tark põllumajandus' (*'Smart Farming'*). Need mõisted hõlmavad laia valikut tehnoloogiaid ja praktikaid alates täppispõllumajanduse tehnoloogiatest ja automaatikast kuni arenenud otsustustoe süsteemideni (*'Decision Support Systems'*).

Põllumajanduse digitaliseerimise keskne tunnus on võime koguda ja töödelda suurel hulgal andmeid. Need andmed, mida kogutakse näiteks mullaanduritest, kaugeire süsteemidest, taimi seiravatest droonidest ning ilmajaamade võrkudest, saab analüüsida ja visualiseerida, et toetada otsuste tegemist mitmel tasandil. Nii varustab digitaliseerimine põllumehi uute vahenditega oma tegevuste jälgimiseks ja juhtimiseks ning pakub võimalust muuta teadmiste loomine, jagamine ja rakendamine kogu sektoris tõhusmaks ja mõjusamaks.

Põllumajanduse digitaliseerimine ei piirdu üksikute tööriistade kasutuselevõtuga. See eeldab kultuurilisi ja käitumuslikke muutusi kõigi põllumajandustootmise ahela osapoolte seas, alates põllumeestest ja nõustajatest kuni logistikaahelate ja toidutööstusteni.

Põllumajanduse digitaliseerimine võiks pakkuda põllumajandus- ja toidusektorile laia valikut majanduslikke, keskkonnavalaseid ja sotsiaalseid eeliseid.

Majanduslikust vaatenurgast võivad digitaalsed lahendused suurendada tulu ja vähendada kulusid tänu tõhusamatele tööprotsessidele. Näiteks võimaldavad tehnoloogiad masinate täpsemat juhtimist ning taimede haiguste varasemat avastamist. Otsustustoe süsteemid annavad põllumeestele väärtuslikku teavet tööde planeerimiseks, kulude analüüsimiseks, ressursside kasutuse jälgimiseks ja kasumlikkuse hindamiseks. Andmete parem kogumine, kättesaadavus ja analüüs võivad lihtsustada reeglite ja toetustingimuste täitmist. Võimalik on parendada mullatoitainete kasutusefektiivsust, täpsemalt prognoosida saagi kvaliteeti ja kasvatada väärtusahela läbipaistvust. Potentsiaalselt võib digitaliseerimine toetada ka loomade heaolu ja kujundada tarbijate seas positiivset mainet.

Keskkonna seisukohalt aitab digitaliseerimine vähendada jäätmeid, veekasutust ja energiatarbimist. Automatiseeritud masinad võimaldavad täpsemat väetiste ja taimekaitsevahendite kasutamist, vähendades survet keskkonnale ja suurendades ressursitõhusust. Pikas plaanis võib see aidata põllumeestel saavutada keskkonnanäesid ja eristuda turul keskkonnasõbralike praktikatega.

Sotsiaalsest aspektist võib digitaalsete tehnoloogiate kasutuselevõtt luua uusi tehnoloogiate rakendamiseks vajalikke töökohti näiteks andmeanalüütikas. Pikemas perspektiivis võib digitaliseerimine kaasa aidata maaelu majanduste moderniseerimisele ning oskusliku tööjõu arengule.

1. da Silveira F, Lermen FH, Amaral FG. An overview of agriculture 4.0 development: systematic review of descriptions, technologies, barriers, advantages, and disadvantages. *Comput Electron Agric.* 2021;189:106405. doi:10.1016/j.compag.2021.106405.
2. European Commission, Directorate-General for Agriculture and Rural Development. Study Report: AI-Enabled Decision Making Support Tools (AI DMST) for Agriculture. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2025. doi:10.2762/440998.
3. Fielke S, Taylor B, Jakku E. Digitalisation of agricultural knowledge and advice networks: a state-of-the-art review. *Agric Syst.* 2020;180:102763. doi:10.1016/j.agsy.2019.102763.
4. Finger R. Digital innovations for sustainable and resilient agricultural systems. *Eur Rev Agric Econ.* 2023. doi:10.1093/erae/jbad021
5. Javaid M, Haleem A, Singh RP, Suman R. Enhancing smart farming through the applications of Agriculture 4.0 technologies. *Int J Intell Netw.* 2021;2:1-22. doi:10.1016/j.ijin.2021.05.001.

2 ÜLEVAADE AKISE ARENGUVISIOONIS SEATUD

DIGITEHNOLOOGIATEGA SEOTUD EESMÄRKIDEST JA ROLLIJAOTUSEST

AKISE fookusteemad:

Põllu ja lauda tasandil peab AKIS pakkuma **nõustamisteenust täppistehnoloogiate kasutamise ja seadistamise alal**. Oluline on ettevõtjaid toetada kogutud andmete kasulikuks informatsiooniks muutmisel, eelkõige loomade terviseparameetrite analüüsimisel (nt. karjaterviseprogrammide rakendamisel) ja taimekasvatuses väetiste ja taimekaitsevahendite kasutuse optimeerimisel.

Andmevahetuse võimekus (andmetele ligipääs, rist- ja taaskasutus ning andmekvaliteet) peab paranema, et kasvaks tooraine ja toodete kvaliteedi jälgitavus, loodaks uusi kvaliteedikavasid ning paraneks tööstussümbioos (ühe protsessi jääk on teise protsessi lähteaine). Selleks peab AKIS toetama osapoolte vahelist võrgustumist, pakkuma tuge uute ärimudelite leidmisel ning hindama juba kogutavate andmete kasutuspotentsiaali.

AKIS peab toetama tõhusate keskkonnasekkumiste väljatöötamist ja nende mõju hindamist, sh. oluliste mõõdikute ja vastavate andmeallikate tuvastamist. Sellega seoses peab AKIS kiirendama **keskkonnaparametrite kohta andmeid koguvate digilahenduste arendamist ja rakendamist**, nt. väetamissoovituste ja põllu- ja taluvärvapõhiste toitainete bilansi kalkulaatorid ning muldade kasutussobivust hindavad tööriistad.

AKISE arendusvajadused:

Praegustele ja tulevastele koolitajatele pakutakse enesearendamise võimalusi (näiteks oskus haarata kuulajaid, teadmised uutest tehnoloogiatest) eesmärgistatud koolitusprogrammi alusel. Vastutaja: **AKISE kompetentsikeskus** ja teadus- ja arendusasutused, esindusorganisatsioonid, maamajanduskoolid

Erinevate nõuandemethodite (individuaal-, grupinõuanne, töö- ja arutelugrupid, esitlustegevused jm) kasutamine on nõuandesüsteemis eelplaneeritud ja rakendatud vastavalt klientide vajadustele. Vastutaja: **Nõustajad ja nõuandeteenistus**

AKISE innovatsiooniteenistus suunab nõustajaid innovatsiooniprojektides osalema (algatajana, nõuandjana, tulemuste levitajana). Vastutaja: **AKISE innovatsiooniteenistus**

Korraldatakse nõustajatele suunatud digi- ja keskkonnavalaste lahenduste alaseid teadmussirdegevusi. Vastutaja: **Teadus- ja arendusasutused, esindusorganisatsioonid**

Toimib korrapärane infovahetus start-up kogukonna, tehnoloogiaarendajate ning teiste AKISE osapoolte vahel, et kirjeldada tehnoloogilise innovatsiooni vajadusi ning võimalusi põllu- ja maamajandussektoris ja AKISE põhiteenuste rolli arendustegevuseks vajaliku toetuse pakkumisel. Vastutaja: **Innovatsiooniteenistus**, põllu- ja maamajandusettevõtjad, teadus- ja arendusasutused, esindusorganisatsioonid, maamajanduskoolid, tehnoloogia- ja teenusettevõtted

AKISE innovatsiooniteenistus prioriseerib digitaalsetele tehnoloogiatele keskendunud projekte. Vastutaja: **Innovatsiooniteenistus**

Välja on arendatud ettevõtete poolt kogutavate andmete haldamise taristu (sh andmekorje põllumajandustootmisest). Vastutaja: **Kompetentsikeskus, PRIA**

Toimib nn. 'innovatsioonivõimekate isikute' võrgustik – korraldatakse kohtumisi teadmiste ja kogemuste jagamiseks ning projektide tulemuste ja kavandite tutvustamiseks. Vastutaja: **Innovatsiooniteenistus**, põllu- ja maamajandusettevõtjad, teadus- ja arendusasutused, esindusorganisatsioonid, maamajanduskoolid, tehnoloogia- ja teenusettevõtted

Toimib innovatsiooninõustajate teenus, kes viivad kokku teadlased, ettevõtjad, nõustajad, jt osapooled koos infoga potentsiaalsete taotlusvoorude kohta. Vastutaja: **Innovatsiooniteenistus**, põllu- ja maamajandusettevõtjad, esindusorganisatsioonid, tehnoloogia- ja teenusettevõtted

Toimib innovatsiooniprojektide kasvutugi kui kootsing projekti eluajal ja temaatilise võrgustiku hoidmisel pärast projekti lõppu. Vastutaja: **Innovatsiooniteenistus**, esindusorganisatsioonid, tehnoloogia- ja teenusettevõtted

Ettevõtjad kasutavad AKIS osakuid teadusekspertiisiks, nõustamisteenuseks, koolitusel osalemiseks ja arendusosakuid projektiidee eeltestimiseks vms väikesemahuliseks tegevuseks. Vastutaja: **Innovatsiooniteenistus**, põllu- ja maamajandusettevõtjad, esindusorganisatsioonid, tehnoloogia- ja teenusettevõtted

3 ÜLEVAADE DIGITEHNOLOOGIATE KASUTUSEST JA ARENGUSUUNDADEST PÕLLUMAJANDUSES (*STATE OF THE ART*)

3.1 TEHNOLOOGIATE POTENTSIAAL

Finger (2023) põhjal tutvustatakse siin digitaalsete tehnoloogiate potentsiaalset mõju põllumajandusele viies klassis:

- georefereerimine ja positsioneerimistehnoloogiad (*gerefereencing and location technologies*);
- diagnostikavahendid (*diagnostic tools*);
- rakendustööriistad (*applicative tools*);
- automatiseeritud ja autonoomsed protsessid, masinad ja põllumajandustootmissüsteemid (*automatised and autonomous processes, machinery and farming systems*);
- võrgustikud, informatsioon ja suhtlus (*networks, information and communication*).

Georefereerimine ja positsioneerimistehnoloogiatest on enim levinud globaalne satelliitnavigatsioonisüsteem (GNSS) ja geoinfosüsteemid (GIS), mis on juba praegu paljude digitaalsete lahenduste põhielemendid, mida kasutatakse laialdaselt näiteks põllumasinate automaatjuhisüsteemides. Tehnoloogiad võimaldavad senisest täpsemini sihitud tööoperatsioone näiteks väetiste ja taimekaitsevahendite kasutamisel ning võimaldavad seeläbi vähendada sisendite kulu ja keskkonnamõju. Lisaks on võimalik väga täpselt dokumenteerida kogu tootmisprotsessi väikeste pindalaühikute kaupa. Neid tehnoloogiaid kasutatakse ka loomakasvatustes näiteks loomade asukoha määramiseks ja liikumiste jälgimiseks.

Diagnostikavahendite kasutamine kätkeb endas sensorite kasutuselevõttu alustades käsiseadmetest, masinatele andurite paigaldamiseni kuni kaugeiretehnoologiateni, näiteks droonid ja satelliidipiltide põhised lahendused. Sensorite abil on võimalik koguda andmeid üksiku taimelehe, põllu ja kogu piirkonna tasandil. Kogutavad andmed hõlmavad infot taimestiku seisundi, põllukultuuride biomassi, lämmastiku sisalduse, mulla niiskuse, umbrohtude esinemise jm kohta. Loomakasvatustes on sensorite abil võimalik jälgida loomade tervist, heaolu ja tootmisnäitajaid reaajajas. Sensoritel põhinevaid tööriistu saab kasutada ka tootmise tulemuste mõõtmiseks. Näiteks lubavad kombainidele paigaldatud andurid määrata saagi kogust ja kvaliteeti koristushetkel.

Eelnevast kahest klassist kogutud andmete väärindamiseks kasutatakse **rakendustööriistad**, mis võimaldavad kogutud teabe põhjal juhtimisotsuseid kohandada. Näiteks on võimalik kombineerida sensorite kogutud andmeid taimestiku tervise kohta varasemal seirel põhineva saagipotentsiaali hinnanguga, et määrata taimekaitsevahendite ja väetiste kasutust põllul. Loomakasvatustes on võimalik kohandada söödaratsioone ja ravisekkumisi üksikute loomade tasandil ning reageerida probleemidele enne nende süvenemist. Täppispõllumajanduses põhineb sisendite kasutamine sageli uutel tehnoloogiatel, mis nõuavad kulukaid investeeringuid – näiteks väetisekülvikud, külvikud ja taimekaitsepritsid, mis võimaldavad sisendite kasutust muutuva normi alusel (*variable rate application*). Sellesse klassi saab paigutada ka suurandmete tehnoloogiad ning pilvepõhise ja suure jõudlusega andmetöötluse, mis võimaldavad kasutada keerukamaid ja enam andmeid kasutavaid rakendustööriistu. Lisaks muutub tehisaru üha olulisemaks, lubades siduda erinevate andurite ja andmeallikate sisendid nutika otsustustoe pakkumiseks.

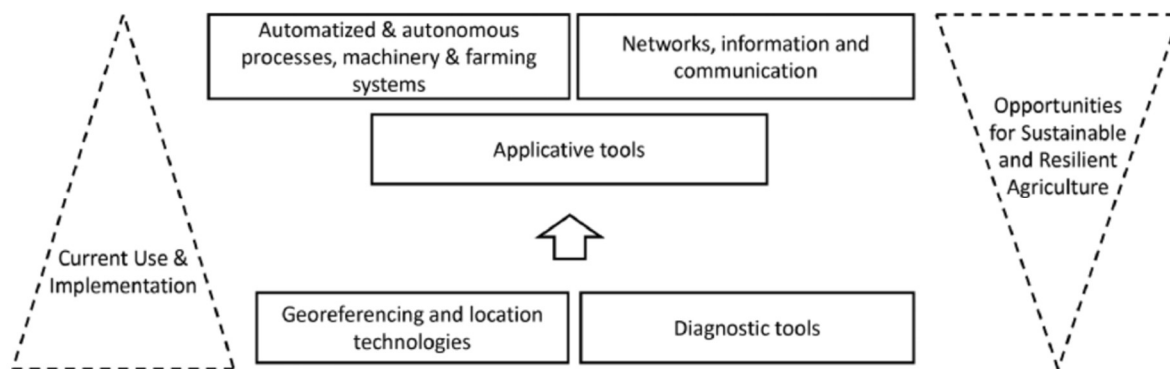
Automatiseeritud ja autonoomsed protsessid, masinad ja tootmissüsteemid tähendab täielikult automatiseeritud söötmissüsteeme, sisendite kasutamist ning umbrohtude tuvastamist ja tõrjet. Selleks rakendatakse roboteid ja teisi autonoomselt töötavaid seadmeid. Eeldatakse, et sellel tehnoloogia klassil on tulevikus suur tähtsus kõigi põllul, lautades ja kasvuhoonetes tehtavate tööde juures, ilma et inimesed oleksid otseselt kaasatud. Uuringud näitavad, et tehniliselt on taimekasvatuses täieliku autonoomia rakendamine juba praegu võimalik. Loomakasvatuses kasutatakse autonoomseid tehnoloogiaid nii piimatootmises, kui ka sea- ja linnukasvatuses.

Põllumajanduse digitaliseerimine muudab sektori osapoolte vaheliste **võrgustike toimimist, suhtlust ja informatsiooni** liikumist. Kui varasem digitehnoloogia areng keskendus eraldiseisvatele kasutusjuhtudele üksikute põllumajandusettevõtete tasandil (nt konkreetsete protsesside automatiseerimine), siis nüüd pööratakse üha enam tähelepanu laiemalt ühendatud nutipõllumajandusele, nt. väärtusahela tasandil. Paljud uued lahendused põhinevad uutel võrgutehnoloogiatel, mis võimaldavad kulutõhusaid reaajas ühendusi paljude diagnostikavahendite ja rakendustööriistade vahel ning toetavad automatiseeritud ja autonoomseid süsteeme. Seeläbi on sensorid ja masinad üha enam omavahel seotud, näiteks esinevad asjade interneti, andmeanalüütika ja andmete jagamise lahendused. Samuti võimaldavad uued tehnoloogiad üha enam andmete töötlemist ja analüüsi teha võimsates serverites, mitte üksikutel masinatel või põllumajandusettevõtetes kohapeal. See võib vähendada kulusid ja suurendada uute digitaalsete tehnoloogiate ja seadmete vastupidavust kuna kohapeal (iga masina või lauda juures) ei ole vaja suurt töötlemisvõimsust. Ühendatuse kasv suurendab põllumajandustootmise läbipaistvust, näiteks võimaldades reaajas salvestada kõik tootmisetapid alates külvamisest kuni lõpptooteni poeletil. See trend mõjutab ka põllumajanduse teadmussüsteeme, avaliku sektori sekkumist, toiduväärtusahelaid ning ettevõtete juhtimist ja rahvusvahelist kaubandust. Praegu on süsteemid, mis hõlmavad nii sisendite tootjaid ja müüjaid, põllumajandusettevõtjaid, toidutöötlejaid, tarbijaid ja poliitikakujundajaid endiselt alles algusjärgus.

1. Finger R. Digital innovations for sustainable and resilient agricultural systems. Eur Rev Agric Econ. 2023. doi:10.1093/erae/jbad021

3.2 TEHNOLOOGIATE KASUTUSULATUS

Eelnevas alampeatükis kasutatud Finger (2023) artiklis on tehnoloogiate kasutusulatus illustreerimiseks kasutatud skaalat, mis kirjeldab erinevate tehnoloogiaklasside potentsiaalset mõju põllumajandustootmise jätkusuutlikkusele ja kerksusele suhtes tehnoloogiate praeguse kasutusulatusega (Joonis 1.).



JOONIS 1. DIGITAALSETE TEHNOLOOGIATE KASUTUS JA POTENTSAALNE MÕJU PÕLLUMAJANDUSE JÄTKUSUUTLIKKUSELE JA KERKSUSELE (FINGER (2023))

Põllumajanduses kasutatakse enim geograafilisel infol ja sensoritel põhinevaid tehnoloogiaid. Oluliselt harvem rakendatakse keerukaid lahendusi, mis ühendavad mitut tehnoloogiaklassi, kuigi just neil on potentsiaalselt suurim mõju nii põllumajandusele kui ka ühiskonnale laiemalt.

Keerukamate tehnoloogiate kasutuselevõtt eeldab suuremaid investeeringuid nii teadmistesse kui ka seadmetesse, mis tähendab suuremat riski nii era- kui avaliku sektori osapoolte jaoks. Lisaks on suurema mõjuga tehnoloogiate juurutamine keerukam ja aeganõudvam, kuna nende rakendamine hõlmab sageli mitut tootmisprotsessi ning erinevaid väärtusahela osapooli.

Paljud keerukamatesse tehnoloogiaklassidesse kuuluvad lahendused on alles prototüübi faasis. Kõige kaugemale arendatud on autonoomsed robotid, asjade interneti lahendused ja masinõpe. Suurandmete kasutamine, uued sensorivõrgustikud ning nendel põhinevad küberfüüsikalised süsteemid ja digitaalsed kaksikud on aga alles arengu alguses. Ükski nimetatud tehnoloogiast ei ole veel lõplikult küps. Lisaks tehnoloogiaarendusele on vaja edendada ka turgu – näiteks põllumajanduses kasutatavate tehisintellekti lahenduste turg on alles kujunemisjärgus.

Tehnoloogiate rakendamises esineb ka piirkondlikke erinevusi, mis on osaliselt seotud põllumajandussektori struktuuriga. Praegu saavad digitaliseerimisest enim kasu tavapõllumajandustootjad, kes kasvatavad põllu- või kõrge väärtusega kultuure. Nišitootjatel ja ekstensiivsetel põllumajandusettevõtetel ei ole aga võimalik teha samaväärseid investeeringuid – seda nii piiratud ressursside kui ka pakutavate tehnoloogiate sobimatuse tõttu.

1. Daniel L, Groeger L, Hölzle K. Unpacking smart farming innovation: a systematic literature review on technological change in agriculture. *J Eng Technol Manag.* 2025;77:101898. doi:10.1016/j.jengtecman.2025.101898
2. European Commission, Directorate-General for Agriculture and Rural Development. Study Report: AI-Enabled Decision Making Support Tools (AI DMST) for Agriculture. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2025. doi:10.2762/440998.
3. Finger R. Digital innovations for sustainable and resilient agricultural systems. *Eur Rev Agric Econ.* 2023. doi:10.1093/erae/jbad021
4. MacPherson J, Rosman A, Helming K, Burkhard B. A participatory impact assessment of digital agriculture: A Bayesian network-based case study in Germany. *Agric Syst.* 2025;224:104222. doi:10.1016/j.agsy.2024.104222.

3.3 PEAMISED TURUOSALISED

Agrokeemiatööstuse ettevõtted (nt Bayer, BASF, Syngenta jt) on sektori suurimad andmete valdajad ning mängivad kesket rolli andmete kättesaadavuse ja täppispõllumajanduse standardite kujundamisel. Globaalset agrokeemia turgu kontrollib vaid väike hulk suurettevõtteid, koondades andmed ja tehnoloogilise mõju väheste võtmetegijate kätte. Nende positsioon väärtusahelas võimaldab neil uusi rakendusi ja lahendusi integreerida juba laialdaselt kasutatavatesse nõustamisteenustesse ja digiplatvormidesse. Vaatamata tugevale innovatsioonivõimele on nende ettevõtete avatus ning valmisolek andmeid jagada sageli piiratud, mistõttu pakutavad tehnoloogilised lahendused on killustunud ega ühildu hõlpsasti teiste süsteemidega.

Võrguühendusega seadmete, sensorivõrkude ja pardaarvutite pakkujatena toimivad **masinatootjad** võtmelülina füüsilise keskkonna (põllu ja lauda) ja digisüsteemide vahel. Nende kontroll masinatelt kogutavate andmete üle annab neile põllumajanduse digitaliseerimise ökosüsteemis tugeva positsiooni. Nad on olnud teerajajad paljudes olulistes tehnoloogilistes uuendustes, alates muutuva normiga pritsidest ja külvikutest kuni autonoomsete süsteemideni. Samas on nende poolt pakutavate lahenduste integreerimine kolmandate osapoolte süsteemidega sageli keeruline suletud standardite ja sellest tuleneva piiratud ühilduvuse tõttu.

Kaubandus- ja tööstusettevõtted (agribusiness corporations) tegutsevad kogu põllumajanduse tarneahela ulatuses ning kasutavad uusi digitehnoloogiaid logistika, kvaliteedikontrolli ja jälgitavuse parandamiseks. Lisaks tehnoloogiate rakendamisele pakuvad nad ka tehnoloogiapõhiseid teenuseid. Nende sageli domineeriv turupositsioon tähendab aga, et andmete jagamine on tihti piiratud, kasutatakse suletud standardeid ning põllumajandusettevõtteid, kes nende lahendusi kasutavad, võivad sattuda liigsesse sõltuvusse ühest toote või teenuse pakkujast (*vendor lock-in*).

Idufirmad võivad arendada erinevaid põllumajandustehnoloogiaid, näiteks anduritel põhinevat mulla- ja ilmastikuseiret, täppisviljeluse tööriistu ja roboteid, aga ka platvorme, mis ühendavad põllumajandustootjaid, tarbijaid ja turge. Riski- ja erakapitali kaasamine suunab neid tegutsema globaalseid trende ja investorite prioriteete silmas pidades, mis tähendab keskendumist skaleeritavatele lahendustele, mida saab pakuda võimalikult paljudel turgudel. Paljud idufirmad esitavad küll suurejoonelisi visioone, kuid nende ambitsioone piiravad sageli investorite nõudmised kiire tootluse järele. Ettevõtete narratiiv tugineb tihti lihtsustatud tehnoloogiakesksetele lahendustele, mis alahindavad toidusüsteemide ja keskkonnamõjude keerukust. Lubatud lahendused osutuvad sageli pigem järkjärgulisteks täiustusteks ning mõnel juhul oleks sama tulemus saavutatav ka ilma kõrgtehnoloogiliste sekkumisteta.

1. European Commission, Directorate-General for Agriculture and Rural Development. Study Report: AI-Enabled Decision Making Support Tools (AI DMST) for Agriculture. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2025. doi:10.2762/440998.
2. Klerkx L, Rose DC. Are AgriFoodTech start-ups the new drivers of food systems transformation? Global Food Security. 2024;41:100695. doi:10.1016/j.gfs.2023.100695.

3.4 TURG

Turuülevaade tugineb Euroopa Komisjoni värsketele raportile tehisarul põhinevate põllumajanduse otsustustoe süsteemide kohta. Raporti järeldused on kohaldatavad ka laiemalt teistele andmepõhiste põllumajandustehnoloogiate turgudele.

Globaalsel tasandil on andmepõhiste põllumajandustehnoloogiate turud väga erineva iseloomuga. Euroopa Liit soodustab rangelt reguleeritud tingimustes väikeste ja keskmise suurusega ettevõtete innovatsiooni, mis varase tehnoloogiafaasi puhul on viinud turu killustumiseni. Hiina areneb kiiresti tänu riigi poolt juhitud pilootprojektidele, samas kui USA-s iseloomustab turgu vähene regulatsioon ja kasumipõhine lähenemine. Küpsemate tehnoloogiate puhul (kaks alumist kasti joonisel 1) on turujõud koondunud suurte ettevõtete kätte, kes kontrollivad valdavalt osa sensoritelt kogutud andmetest, samal ajal kui väiksemad ja varase faasi ettevõtted seisavad silmitsi piiratud andmeallikate, keeruka nõuetele vastavuse ning ebakindla tasuvusega. Kogemus näitab, et kõige aeglasemalt võetakse kasutusele tehnoloogiaid, mille toimimise loogika on kasutajatele ebaselge (nn 'black box AI') või mille integreerimine olemasolevatesse töövoogudesse on keeruline.

ELis veavad varase tehnoloogiafaasi turgude arengut peamiselt idufirmad, teaduskoostöövõrgustikud ning avaliku ja erasektori partnerlused, mida toetavad märkimisväärsed avaliku sektori investeeringud, eeskätt *Horizon Europe* ja *Digital Europe Programme* kaudu. ELi regulatsioonid suunavad ärimudeleid üha enam tehnoloogilise ühilduvuse, kõrgetasemelise andmekaitse ja -turvalisuse ning majandusliku, sotsiaalse ja keskkonnamärgatavuse poole. Seetõttu kasvatab reeglite rakendamine arenduskulusid ja pikeneb toodete turule jõudmise aeg, mõjutades eriti väiksemaid tehnoloogiaarendajaid. Ühisturu toimimist pidurdab regulatsioonide ebaühtlane rakendamine liikmesriikides, mille taga on reeglite erinevad tõlgendused ja kohalikud andmeajagamise praktikad. Seetõttu on paljud andmepõhised tooted ja teenused endiselt piloot- või varajases kasutuselevõtu faasis ning turu tegelikku mahtu ja küpsust on keeruline täpselt hinnata.

1. European Commission, Directorate-General for Agriculture and Rural Development. Study Report: AI-Enabled Decision Making Support Tools (AI DMST) for Agriculture. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2025. doi:10.2762/440998.

3.5 VÄLJAKUTSED JA RISKID

Investeeringuvajadus. Keerukamad tehnoloogiad on kallid, mistõttu on need kättesaadavad eelkõige suurematele põllumajandusettevõtetele. Kuigi georeferentseerimis- ja diagnostikavahendid on nüüdseks sageli põllumajandusmasinate standardvarustuses, on keerukamate rakendustööriistade ja autonoomsete süsteemide kasutuselevõtt endiselt piiratud. Investeeringu mahtu piirab sageli ebasoodne kulu-tulu suhe – näiteks võib muutuva normiga sisendite kasutamine vähendada lämmastikväetiste vajadust ligikaudu 10%, mis tähendab vaid 10–20 euro suurust säästu hektari kohta aastas.

Tehnoloogiate keerukus ja vähene kasutusmugavus. See on takistuseks nii eraldiseisvate lahenduste kasutamisel kui ka olukordades, kus ettevõttes juba kasutusel olev süsteem ei ühildu uute lahendustega. Sellistes tingimustes muutub uute tehnoloogiate integreerimine olemasolevatesse töövoogudesse keerukaks, eriti kui tööriistad nõuavad aeganõudvat seadistamist, käsitsi andmete

sisestamist või mitme omavahel mitteühilduva süsteemi samaaegset kasutamist. Esineb ka olukordi, kus tehnoloogilise lahenduse antud soovitusel või otsused ei ole kasutajale arusaadavad ning ei ole selge, milliste tegurite ja argumentide koostööl on nende soovitusel või otsusteni jõutud. Selline läbipaistmatuse ja arusaamatuse kombinatsioon vähendab kasutajate usaldust tehnoloogia vastu.

Tehnoloogia töökindlus. Ettevõtjad on ettevaatlikud toodete ja teenuste suhtes, mille toimivus ja usaldusväärsus ei ole reaalsetes töötingimustes tõestatud. Võrdlus- ja kvaliteedistandardite puudumine raskendab tööriistade tegeliku väärtuse hindamist ning sageli eelistatakse vanemaid ja lihtsamaid tehnoloogiaid nende tõestatud vastupidavuse ja lihtsa hooldatavuse tõttu.

Puudulik infrastruktuur. Aeglane või ebastabiilne internetiühendus piirab reaalaja- ja pilvepõhiste teenuste kasutamist. Samuti võib toetava seadusandluse puudumine pidurdada uuenduste kasutuselevõttu, näiteks droonipõhise taimekaitsevahendite pritsimise rakendamist.

Keskkonnamõju. Kuigi digitaalsed uuendused lubavad tõhususe kasvu ja kestlikkuse paranemist, on esile toodud ka nende võimalikud negatiivsed keskkonnamõjud. Laialdane digitaliseerimine võib suurendada energiatarbimist ja süsiniku jalajälge, tekitades küsimuse, kas pikaajalised keskkonnamõjud kaaluvad võimalikud puudused üles.

Andmeturvalisus ja andmesuveräänsus (data sovereignty). Ettevõtjad ei soovi andmeid jagada ilma selgete garantiideta nende privaatsuse, omandi ja kontrolli kohta.

Oskuste puudus ja ligipääs infole. Paljudel ettevõtjatel puudub vajalik digitaalne pädevus, et keerukaid tehnoloogiaid tõhusalt kasutada või iseseisvalt nende potentsiaalset head ülevaadet saada (vt. ka ptk. 3).

Tehnoloogiaarendajate väljakutsed. Ligipääs andmetele on üks peamisi takistusi – sageli puuduvad kvaliteetsed ja puhtad põllumajandusandmestikud, mis on hädavajalikud näiteks tehisintellekti mudelite koolitamiseks ja täiustamiseks. Probleemi süvendavad piiratud arvutusvõimsus ning lühiajalised rahastusperioodid, olgu need avalikust sektorist või investoritelt, mis aeglustavad üleminekut prototüüpidelt skaleeritavate toodeteni. Levinud on nn „viimase miili“ probleem, kus tehniliselt keerukas lahendus ei jõua skaleeritava ja praktilise kasutuseeni. Täiendavaks takistuseks on nõrgad stiimulid andmete jagamiseks, kuna intellektuaalomandi kaitse ja konkurentsivõime vähendavad ettevõtete valmisolekut koostööks. **Standardite, andmevormingute ja organisatsiooniliste toimimisloogikate killustatus** eri piirkondades ja sektorites raskendab lahenduste skaleerimist ning suurendab integratsioonikulusid. *Suletud standardid*, mida kontrollivad peamiselt masinatootjad ja agrookeemiatööstuse suurfirmad, piiravad tehnoloogiate ühilduvust, samas kui *liigne sõltuvus ühest tootest või teenusest (vendor lock-in)* seob põllumajandusettevõtteid konkreetsete teenusepakkujatega, sest tööriista vahetamine nõuaks sageli masinate väljavahetamist või kogu andmekeskonna ümberseadistamist.

Süsteemsed riskid. Põllumajandustehnoloogia sektoris esineb sageli liialdatud ootusi, kus tehnoloogiat esitletakse lahendusena süsteemsetele probleemidele, mis on tihti sotsiaalse, keskkondliku iseloomuga või lihtsalt laiemat laadi ning mille puhul tehnoloogiline sekkumine suudab tegelikke põhjuseid leevendada vaid vähesel määral või üldse mitte. Nii tekivad suured lubadused ilma piisava tõendusmaterjalita. Sellised narratiivid võivad suunata ressursse kitsastele tehnoloogilistele radadele, mis tugevdavad juba niigi võimsate turuosaliste positsiooni. Sektoris võib süveneda ka

digilõhe: väiksemad ettevõtted, keda piiravad kõrged kulud, piiratud ligipääs andmetele ja vähene digitaalne pädevus, võivad digitaliseerimise kiirenemisel jääda veelgi rohkem kõrvale, mis omakorda vähendab põllukultuuride ja tootmissüsteemide mitmekesisust ning kiirendab struktuurseid muutusi. Täiendavaks probleemiks on **mõjude hindamise keerukus**, puudub selge arusaam, kes digitaliseerimisest tegelikult võidab, kuidas see põllumajandust ümber kujundab ja millised on keskkonnamõjud. Lõpuks võib **väheneda ka põllumajandustootjate autonoomsus**: kui kriitilised juhtimisotsused on seotud tarkvara või platvormi arendajaga, väheneb põllumajandusettevõtjate kontroll oma tootmise üle ja suureneb sõltuvus välistest teenusepakkujatest.

1. da Silveira F, Lermen FH, Amaral FG. An overview of agriculture 4.0 development: systematic review of descriptions, technologies, barriers, advantages, and disadvantages. Comput Electron Agric. 2021;189:106405. doi:10.1016/j.compag.2021.106405.
2. Daniel L, Groeger L, Hölzle K. Unpacking smart farming innovation: a systematic literature review on technological change in agriculture. J Eng Technol Manag. 2025;77:101898. doi:10.1016/j.jengtecman.2025.101898.
3. European Commission, Directorate-General for Agriculture and Rural Development. Study Report: AI-Enabled Decision Making Support Tools (AI DMST) for Agriculture. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2025. doi:10.2762/440998.
4. Finger R. Digital innovations for sustainable and resilient agricultural systems. Eur Rev Agric Econ. 2023. doi:10.1093/erae/jbad021.
5. MacPherson J, Rosman A, Helming K, Burkhard B. A participatory impact assessment of digital agriculture: A Bayesian network-based case study in Germany. Agric Syst. 2025;224:104222. doi:10.1016/j.agry.2024.104222.
6. Rose DC, Barkemeyer A, de Boon A, Price C, Roche D. The old, the new, or the old made new? Everyday counter-narratives of the so-called fourth agricultural revolution. Agric Human Values. 2023;40(2):423-439. doi:10.1007/s10460-022-10374-7.
7. Rose DC, van der Burg S, Klerkx L, et al. What are the priority research questions for digital agriculture? Land Use Policy. 2021;104:105391. doi:10.1016/j.landusepol.2020.105391.

3.6 VÕIMALUSED VÄLJAKUTSETE LAHENDAMISEKS

Võimalused soodsama ja skaleeritava tehnoloogia arenguks. Digitaalsete tehnoloogiate laialdasemat kasutuselevõttu saab soodustada, kui tööriistad on modulaarse ülesehitusega, millele saab vastavalt põllumajandusettevõtte vajadustele lisada uusi funktsionaalsusi ilma kogu lahendust välja vahetamata. Digilahenduste majanduslik tasuvus paraneb, kui need täidavad mitut eesmärki, näiteks digitaalsed andurid ja platvormid, mis ühtaegu toetavad erinevaid põllumajanduslikke otsuseid, parandavad sisendite kasutamise tõhusust ning lihtsustavad aruandlust tarneahela partneritele ja riigile. Suur potentsiaal peitub ka mobiilirakendustes, mis ei ole seotud kallite põllumajandusmasinatega. Lisaks on vaja rohkem avaliku sektori toel ellu viidud, küpseid tehnoloogiaid kasutavaid ja suure nähtavusega projekte (*flagship projects*), mis aitavad tõestada tehnoloogiate efektiivsust ja usaldusväärsust.

Põllumajandustootjate oskuste ja teadmiste arendamine. Ettevõtjatel on vaja paremat juurdepääsu tehnoloogia-alastele teadmistele, praktilisele väljaõppele ning võimalustele tutvuda uute lahendustega reaalses põllumajanduskeskkonnas. Parem andmekirjaoskus aitaks tootjatel mõista,

kuidas andmeid koguda, hallata, tõlgendada ja kasutada teadlikumate otsuste tegemiseks. Teadmusvõrgustikud, näidistalud ja digitehnoloogiatele keskenduvad nõustamisteenused aitavad ületada lõhet arendajate ja lõppkasutajate vahel, tagades, et tootjad suudavad tehnoloogiat tõhusalt rakendada ja oma vajadustele kohendada.

Huvirühmade kaasamine ja strateegiline vaade. Põllumajanduse digitaliseerimise tulevikusuundi tuleks kujundada kaasavalt, tagades, et otsuste tegemisel on esindatud erinevate huvirühmade seisukohad. Eriti oluline on see siis, kui otsustatakse, milliseid põllumajanduse arengusuundi toetada. Vaja on välja töötada uued strateegiad olemasolevate barjääride ületamiseks, arvestades kohalikke olusid ja vajadusi.

Andmetaristu, andmete kvaliteet ja kättesaadavus. Tugev avalik andmetaristu on hädavajalik, et tagada andmete kvaliteet, õiguslik selgus ja pikaajaline kättesaadavus, eriti väiksematele tehnoloogiaarendajatele, kellel puuduvad oma andmekogud. Olulised andmeallikad on näiteks põldudelt ja loomakasvatusest kogutud sensorandmed, majandus- ja tootmisandmed, kaugseirepildid, ilma- ja kliimamudelid, turu- ja logistikaandmed ning eksperditeadmised.

Avalike meetmete tugi. Väiksemad tehnoloogiaarendajad vajavad tuge, mis vähendaks nõuetele vastavuse kulusid ja turulepääsu takistusi. Oluline on tagada taskukohane juurdepääs õigusnõustamisteenustele ja andmehalduse toele, et lahendada vastutuse ja privaatsusega seotud küsimusi. Avaandmete ja standardite arengut soodustavad sekkumised toetavad innovatsioonikeskkonda. Lisaks tuleks toetada andmeruumide, näiteks Euroopa ühise põllumajandusandmeruumi (CEADS), loomist ja kasutuselevõttu, et suurendada koostööd, ühilduvust ja usaldust huvirühmade vahel.¹

1. Finger R. Digital innovations for sustainable and resilient agricultural systems. Eur Rev Agric Econ. 2023. doi:10.1093/erae/jbad021.
2. Rose DC, Barkemeyer A, de Boon A, Price C, Roche D. The old, the new, or the old made new? Everyday counter-narratives of the so-called fourth agricultural revolution. Agric Human Values. 2023;40(2):423-439. doi:10.1007/s10460-022-10374-7.
3. European Commission, Directorate-General for Agriculture and Rural Development. Study Report: AI-Enabled Decision Making Support Tools (AI DMST) for Agriculture. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2025. doi:10.2762/440998.

¹ Vt. ka: <https://agridataspace-csa.eu/>

4 ÜLEVAADE PEAMISTEST TEADMISTE JA OSKUSTEGA SEOTUD KITSASKOHTADEST PÕLLUMAJANDUSETTEVÕTETE TASANDIL DIGITALISEERIMISE KONTEKSTIS

4.1 TEADMISTE JA OSKUSTEGA SEOTUD KITSASKOHAH

Kokkuvõtlik tabel peamistest kitsaskohtadest:

Teemavaldkond	Kirjeldus	Viited
Põllumajandusettevõtjate oskused ja teadmised	Piiratud andmeanalüüsi võimekus, vähesed digioskused ja tehnilised teadmised; keerukus toorandmete töötlemisel ja tõlgendamisel; vajadus eksperdiabi järele andmete kasutamisel; probleemid info kättesaadavusega; liiga pikad koolitused ja spetsiifiliste koolituste nappus.	Daum, 2025; Finger et al., 2023; Ingram et al., 2022
Ligipääs koolitustele ja nõustamisteenusele	Tehnoloogiapõhiste koolituste ja nõustamisteenuste vähenemine kättesaadavus või sobimatus; koolitused liiga üldised või teoreetilised; vajaduspõhise tehnilise toe puudumine; killustatus ja koordineerimatuse probleem avaliku ja erasektori vahel.	Abbasi et al., 2022; da Silveira et al., 2021; Daum, 2025
Traditsiooniliste oskuste vähenemine	Automatiseerimine võib vähendada kogemuspõhiseid oskusi (nt loomade tervise jälgimine); samas kasutatakse otsustustoe rakendusi sageli õppimise tööriistadena ja strateegilise otsustamise täiendamiseks, mitte asendamiseks.	Daum, 2025
Riskid AKIS-ile	Avalike ja sõltumatute nõustamisteenuste rolli vähenemine; eraettevõtete domineerimine nõustamises võib suunata nõuannet oma toodete kasuks; nõuandesüsteemi keerukus ja mitmekihilisus mõjutab strateegiliste eesmärkide seadmist ning AKIS-i monitooringut.	Daum, 2025; Fielke et al., 2020
Teadmiste jagamise võrgustikud	Põllumehelt-põllumehel ja nõustajate vaheline kogemuste vahetus soodustab oskuste arengut ja usalduse kujunemist; digitaalsed platvormid võimaldavad ühiselt lahendada tehnilisi probleeme ja kohendada tööriistu kohalikele tingimustele; ilma toeta võivad võrgustikud jääda väikeseks ja kättesaamatuks.	Fielke et al., 2020
Usaldus digitaalsete lahenduste ja nõuande vastu	Ebakindlus andmete kontrolli ja kasutuse üle vähendab usaldust tehnoloogiate ja pakujate vastu; tajutud kallutatus eraettevõtete nõustamises; läbipaistvuse puudumine 'musta kasti' süsteemides pärsib investeeringu- ja õppimisvalmidust.	Ingram et al., 2022; Fielke, 2019
Süsteemsed probleemid	Piiratud investeerimisvõime ja teadmiste puudus võivad jätta ettevõtted kõrvale väärtusahelatest; oskustööjõu puudus (mis ühendaksid tehnilised ja põllumajanduslikud teadmised); ebapiisav koostöö tootjate ja teadlaste vahel.	Abbasi et al., 2022; da Silveira et al., 2021

TABEL 1. TEADMISTE JA OSKUSTEGA SEOTUD KITSASKOHAH

Põllumajandusettevõtjate oskused ja teadmised. Paljudel ettevõtjatel on piiratud võime andmeid analüüsida ning sageli puuduvad digioskused ja tehnilised teadmised, mis on vajalikud keerukate tööriistade tõhusaks kasutamiseks. Põllul või laudas kogutud toorandmete töötlemine ja nende põhjal otsuste langetamine on keeruline. Näiteks nõuab kaugseireandmete tõlgendamine teadmisi spektraalindeksite kohta, mille jaoks võib olla vajalik eksperdi kaasamine. Probleeme süvendavad tootjate vanuseline koosseis ja raskused tehnoloogiate kohta usaldusväärse teabe hankimisel. Olukorra muudavad keerulisemaks ka pikad koolitusperioodid, millel osalemine on eriti hooajatöölise jaoks ebarealistlik. Samuti spetsiifiliste koolituste nappus, näiteks uute tehnoloogiate kasutamiseks taimekaitsepritsidel.

Ligipääs koolitustele ja nõustamisteenusele. Lisaks üldistele oskustele on oluline tehnoloogiatele keskenduvate koolitus- ja nõustamisteenuste kättesaadavus ning sobivus. Tihti ei vasta olemasolevad koolitusvõimalused ettevõtjate vajadustele, olles kas liiga üldised, liiga teoreetilised või ebamugavas formaadis, mida on raske igapäevatöö kõrvalt kasutada. Piiratud on ka vajaduspõhine tehniline tugi, mistõttu jääb probleemide lahendamisel sageli abi saamata. Lisaks on nõustamisteenused sageli killustatud ja avaliku sektori ja eraettevõtete vahel koordineerimata, vähendades nende tõhusust digioskuste arendamisel.

Traditsiooniliste oskuste vähenemine. Põllumajanduse digitaliseerimine võib vähendada kogemustel põhinevaid teadmisi ja oskusi. Näiteks võivad täielikult automatiseeritud lüpsirobotid vähendada inimese rolli loomade tervise või käitumise muutuste märkamisel. Vastukaaluks sellele võimalikule riskile tuuakse välja, et põllumajanduse ajaloos on tehnoloogilistest muutustest tulenevalt korduvalt ette tulnud oskuste muutumise ja täiendõppe laineid, mis on suutnud säilitada ka traditsioonilised teadmised. Vähemalt praegu kasutavad paljud ettevõtjad otsustustoe rakendusi 'õppimise tööriistadena', et soodustada arutelusid kolleegide ja nõustajatega, mitte oma otsuste asendamiseks. Sellega seoses on leitud, et näiteks külviplaani koostamise tarkvarad täiendavad sageli, mitte ei asenda tootja strateegilisi otsuseid.

Riskid AKIS-ile. Üks peamisi riske on avalike ja sõltumatute nõustamisteenuste rolli vähenemine, kuna üha suuremat osa nõustamisest pakuvad eraettevõtted. Näiteks mitmes ELi riigis annavad juba enamiku täppisviljeluse alaseid nõuandeid eraettevõtted, mis võivad suunata soovitusi nende endi müüdavate tehnoloogiate kasuks. Lisaks võib eraettevõtetel puududa piisavad põllumajanduslikud teadmised, et pakkuda antud piirkonda või agronoomilisse keskkonda sobivaid nõuandeid. Avalikud nõustamisteenused on seni olnud olulised kestlike põllumajanduspraktikate juurutamisel, kuid uutele tehnoloogiatele üleminek võib koondada mõju väheste turuosaliste kätte, vähendades nõuannete mitmekesisust ja piirates digitaalsete lahenduste laiemat kasu. Eranõuande kasvav roll muudab nõuandesüsteemi keerukamaks ja mitmekihilisemaks, mõjutades muu hulgas strateegiliste eesmärkide seadmist ning AKISe tegevuse ja mõju monitoorimist.

Teadmiste jagamise võrgustikud. Kolleegide vaheline õppimine ja kogemuste vahetus mängivad olulist rolli oskuste arendamisel ning tehnoloogiate vastu usalduse kujundamisel. Paljud põllumajandusettevõtjad kasutavad digitaalset otsustustoe süsteemi mitte ainult automatiseeritud soovitude saamiseks, vaid ka arutelude algatamiseks ja teadmiste jagamiseks kolleegide ning nõustajatega. Erinevad koostööplatvormid võivad luua kogukondi, kus ettevõtjad lahendavad ühiselt tarkvara- ja riistvaraprobleeme, kohandavad tööriistu kohalikele tingimustele ning jagavad kulude kokkuhoiu strateegiaid. Ilma aktiivse toetuse ja soodustamiseta võivad sellised võrgustikud jääda

väikeseks, geograafiliselt piiratuks ja osadele huvirühmadele kättesaamatuks, süvendades ebavõrdsust teadmistes, oskustes ja tehnoloogiate kasutuselevõtus.

Usaldus digitaalsete lahenduste ja nõuande vastu. Usalduse olemasolu või selle puudumine mõjutab ettevõtjate valmisolekut investeerida aega ja ressursse uute oskuste omandamisse. Ebakindlus andmete kontrolli või kasutuse üle võib vähendada usaldust nii tehnoloogiate endi kui ka neid pakkuvate organisatsioonide vastu. Näiteks võidakse eraettevõtetega seotud nõustamisteenuseid tajuda kallutatuna. Skeptilisust süvendavad olukorrad, kus süsteemid toimivad 'musta kastina' ega selgita, milliste andmete või algoritmide põhjal soovitusel antakse. Ilma läbipaistvuse ja tõestatud kasuta võivad tootjad kõhelda lahendustesse investeerimises, õppimises ja kasutuselevõtus isegi siis, kui vastavad koolitused on kättesaadavad.

Süsteemsed probleemid. Ettevõtted, kellel ei ole võimalik investeerida uutesse tehnoloogiatesse ja sellega seotud teadmistesse, riskivad jääda kõrvale lisandväärtust pakkuvatest väärtusahelatest ja keskkonnameetmetest. Paljud väiksemad ettevõtted ei saa endale lubada tööjõu palkamist, kes suudaksid masinaid opereerida ja omaksid samas teadmisi ka põllumajandusest. Samuti ei paki ülikoolid piisavalt tööjõudu, kes suudaks omavahel kombineerida inseneri ja bioloogilised või agronoomilised teadmised. Ettevõtjate ja teadlaste vahel puudub piisav suhtlus, et põllumajanduse huvid oleksid tehnoloogiate arendamisel selgelt esindatud.

1. Abbasi R, Martinez P, Ahmad R. The digitization of agricultural industry—a systematic literature review on agriculture 4.0. Smart Agricultural Technology. 2022;2:100042. doi:10.1016/j.atech.2022.100042.
2. da Silveira F, Lermen FH, Amaral FG. An overview of agriculture 4.0 development: systematic review of descriptions, technologies, barriers, advantages, and disadvantages. Comput Electron Agric. 2021;189:106405. doi:10.1016/j.compag.2021.106405.
3. Daum T. Digitalization and skills in agriculture. Outlook on Agriculture. 2025;54(2):171-181. doi:10.1177/00307270251336474
4. Fielke S, Taylor B, Jakku E. Digitalisation of agricultural knowledge and advice networks: A state-of-the-art review. Agric Syst. 2020;180:102763. doi:10.1016/j.agsy.2019.102763.
5. Finger R. Digital innovations for sustainable and resilient agricultural systems. Eur Rev Agric Econ. 2023. doi:10.1093/erae/jbad021
6. Ingram J, Maye D, Bailie C, Barnes A, Bear C, Bell M, et al. What are the implications of digitalisation for agricultural knowledge? Front Sustain Food Syst. 2022;6:828006. doi:10.3389/fsufs.2022.828006.

4.2 SOOVITUSED AKISELE

Kokkuvõtlik tabel soovitustest:

Teema	Soovituse kokkuvõte	Viited
Poliitikameetmed	Luua soodne keskkond keskendudes õigusraamistikule, mis määratleb andmete omandi-, juurdepääsu- ja jagamisõigused ning kaitseb põllumajandusettevõtete huve. Kasutada maksumeetmeid, tulemuspõhiseid makseid ja sihitud toetusi. Siduda tehnoloogiate toetus laiemate keskkonna- ja arengueesmärkidega, kohandada kohalikele tingimustele.	Abbasi et al., 2022; Finger, 2023; Rose et al., 2021
Teadmusiire ja nõustamine	Investeerida haridus- ja nõustamissüsteemidesse, integreerides digipädevuse ja andmekäitluse oskused kõikidesse haridustasemetesse. Arendada andmete kogumise, analüüsimise ja tehnoloogiate rakendamise võimekust.	Daum, 2025; Goller et al., 2021; Rijswijk et al., 2019
Demonstratsioonid	Korraldada tootmis- ja katsepõldudel tehnoloogiate demosid, et näidata kasutusmugavust ja reaalselt kasu. Toetada veebimaterjalide ja sotsiaalmeedia kaudu.	Abbasi et al., 2022; Uehleke et al., 2024
Nõustajate roll ja koolitamine	Nõustajad kui vahendajad tootjate ja arendajate vahel; koolitada neid tehnoloogiate kasutuses, tõrgete lahendamises, andmete tõlgendamises ja integreerimises tootmissüsteemidesse.	Daum, 2025; Goller et al., 2021; Rijswijk et al., 2019
Võrgustike arendamine	Toetada ametlikke ja mitteametlikke võrgustikke, kus kasutajad vahetavad kogemusi, lahendavad tehnilisi probleeme ja kohandavad tööriistu. Kasutada veebiplatvorme ja pakkuda tuge, et vältida väikeste tootjate kõrvalejäämist.	Finger, 2023; Rose et al., 2021
Andmehaldus ja ühilduvus	Luua selged andmehaldusraamistikud ja avatud standardid, mis väldivad tarnijasõltuvust ja dubleerimist. Rajada turvalised andmejaamisplatvormid koostöö soodustamiseks.	Abbasi et al., 2022; Finger, 2023; Rose et al., 2021
Monitooring	Seirata järjepidevalt digitaliseerimise rakendamist, hinnata mõju oskustele, tootlikkusele ja kestlikkusele. Koguda nii kvantitatiivseid kui kvalitatiivseid andmeid tööpraktikate muutuste kohta.	Abbasi et al., 2022; MacPherson et al., 2025
Huvirühmade kaasamine	Kaasata põllumajandusettevõtjad, nõustajad, tehnoloogiapakkujad ja poliitikakujundajad varakult eesmärkide ja mõõdikute kujundamisse. Arvestada võimalike digitaliseerimise negatiivsete mõjudega ja töötada välja leevendusmeetmed.	MacPherson et al., 2025; Uehleke et al., 2024; Wepner et al., 2025
Strateegiline vaade põllumajanduse digitaliseerimisele	Koostada teekaardid järkjärguliseks tehnoloogiate kasutuselevõtuks, sidudes need teiste arengukavadega ja arutades võimalikke mõjusid (usalduse loomine, andmeküsimused, kaasamine).	Rose et al., 2021; Wepner et al., 2025

Poliitikameetmed. Sekkumised peaksid keskenduma eelkõige soodsate tingimuste loomisele, mitte konkreetsete tehnoloogiate toetamisele. Õigusraamistik peab võimalikult selgelt määratlema põllumajandusandmete omandi-, juurdepääsu- ja jagamisõigused. Sealhulgas peab kaitsma põllumajandusettevõtete huvisid väärtusahelas. Majandusmeetmete hulka kuuluvad maksud keskkonnakoormust kasvatavatele põllumajandussisenditele (eelkõige taimekaitsevahendid), tulemuspõhised makseskeemid keskkonnaeesmärkide toetamiseks ning sihitud toetused või otsemaksed tehnoloogiate soetamiseks. Tehnoloogiate soetamist ja kasutamist toetavad meetmed peavad olema seotud laiemate eesmärkidega (nt keskkonna jätkusuutlikkus, maapiirkondade areng) ja kohandatud kohalikele tingimustele, arvestades ettevõtete suurust, olemasolevat taristut ja oskuste taset. Regulatsioonide täiendamisel peab kasutama teaduskatsete kaudu kogutud teadmisi digitaalsete tehnoloogiate potentsiaalse mõju kohta, see tähendab ka vastavate teadustööde toetamist. Meetmed on vajalikud ka ettevõtjate ja teiste osapoolte digipädevuse arendamiseks.

Teadmussiire ja nõustamine. Vajalik on investeerida haridus- ja nõustamissüsteemi, et pakkuda teadmisi andmete kogumise, analüüsimise ja tehnoloogiate rakendamise kohta. Põllumajandusõppekavad kutse-, kõrg- ja täiendõppe tasandil peaksid hõlmama nii digipädevust kui ka praktilist andmekäitlust.

Demonstratsioonid. Tehnoloogiate tutvustamiseks on kõige tõhusamaks vahendiks tootmis- ja katsepõldudel toimuvad demonstratsioonid, mis peaksid aitama hinnata tehnoloogiate kasutusmugavust ja mõõdetavat kasu. Demodega käsikäes peaksid käima veebimaterjalid ja sotsiaalmeedia kampaaniad teadlikkuse tõstmiseks.

Nõustajate roll ja koolitamine. Digitaliseerimise kontekstis ei ole nõustajad enam pelgalt ekspertteadmiste jagajad vaid kaasajad ja vahendajad innovatsioonivõrgustike ehitamisel ja teadmiste koosloomel. Nõustajad peaksid toimima sillana tootjate ja tehnoloogiaarendajate vahel, edastades tootjate vajadusi arendajatele ning selgitades tehnoloogiate kasutamise võimalusi ja piiranguid arusaadavas vormis. Olulised on nõustajatele ja teiste teadmussiirdesüsteemi töötajatele suunatud koolitused, et püsida tehnoloogiliste muutustega kursis. Koolitused peaksid keskenduma tehnoloogiate kasutusele, tõrgete lahendamisele, andmeväljundite tõlgendamisele ja toetama tehnoloogiate integreerimist erinevatesse tootmissüsteemidesse. Samuti peaksid teadmussiirdesüsteemi osalised olema valmis vastama põllumajandusettevõtete küsimustele kulude, andmete privaatsuse ja pikaajalise toe kohta.

Võrgustike arendamine. Sotsiaalsed normid ja kolleegide kogemused on tehnoloogiate kasutuselevõtu olulised mõjutajad. AKIS peaks toetama nii ametlike kui ka mitteametlike võrgustike loomist ja arendamist, kus olemasolevad ja potentsiaalsed kasutajad saavad vahetada kogemusi, lahendada tehnilisi probleeme ja kohendada tööriistu kohalikele tingimustele. Näideteks on piirkondlikud põllumajandusinnovatsiooni grupid, temaatilised veebikogukonnad ja eri sektorite partnerlused tootjate, nõustajate ja tehnoloogiapakkujate vahel. Edukaks toimimiseks vajavad need aktiivset koordineerimist, logistilist tuge ja sageli ka rahalist panust, et tagada eri tüüpi ettevõtete osalemine ning vältida väiksemate või digitaalselt vähem arenenud ettevõtete kõrvalejäämist. Oluline on rakendada ka veebiplatvorme nii põllumehele-põllumehele võrgustike arendamiseks kui ka nõuandesüsteemile nõuannete jagamiseks ja kulude vähendamiseks.

Andmehaldus ja ühilduvus. Põllumajanduse digitaliseerimise edu sõltub läbipaistvatest, õiglastest ja ettevõtetele kättesaadavatest andmehaldusraamistikest. See hõlmab andmete omandi-, juurdepääsu- ja kasutusõiguste selget määratlemist ning selliste andmeajamiskokkulepete loomist, mis kaitsevad põllumajandusettevõtete huvisid ja toetavad samas innovatsiooni. Avalikest vahenditest rahastatud teadmussirde- ja nõuandesüsteem peab rõhuma tehnoloogiate ühilduvuse olulisusele, mis aitab vältida sõltuvust üksikutest tarnijatest ja vähendada andmete kogumise või sisestamise dubleerimist. Selleks tuleb prioriseerida avatud standardite ja ühilduvate andmevormingute arendamist. Usaldusväärsete andmeajamisplatvormide loomine võib soodustada koostööd tootjate, nõustajate, teadlaste ja tehnoloogiapakujate vahel, tagades samal ajal, et andmed on turvaliselt hoitud ja neid kasutatakse reeglite vastavalt.

Monitooring. Järjepidev põllumajanduse digitaliseerimise seiramine on vajalik, et hinnata tehnoloogiate rakendamise taset, muutusi tööpraktikates ning mõju oskustele, teadmistele, tootlikkusele ja kestlikkusele. Lisaks kvantitatiivsetele näitajatele on tarvis koguda ka kvalitatiivseid andmeid selle kohta, kuidas tehnoloogiad on integreeritud igapäevatoösse ja otsustusprotsessidesse. Monitooringu eesmärgiks on kohandada AKISi vastavalt sektori ootustele.

Sidusrühmade kaasamine. AKISi arendamisel on olulised kasutajakesksed arendusprotsessid, mis kaasavad tootjad, nõustajad, tehnoloogiapakujad ja poliitikakujundajad juba algaasis vajaduste määratlemisel, eesmärkide seadmisel ja tulemusnäitajate kujundamisel. Kaasamisprotsess peaks käsitlema ka digitaliseerimise võimalikke negatiivseid mõjusid (digitaalne lõhe, liigne sõltuvus tehnoloogiapakujatest jm) ning töötama välja meetmed nende leevendamiseks.

Strateegiline vaade põllumajanduse digitaliseerimisele. AKISi digitaliseerimise strateegiad peaksid toetama tehnoloogiate järkjärgulist kasutuselevõttu väljatöötatud teekaartide põhjal. Fookus peaks liikuma lihtsamatelt süsteemidelt keerukamatele koos taristu arengu, oskuste ja usalduse kasvuga. Selline lähenemine aitab riske hallata, võimaldab kasutada varaseid edulugusid ning annab ettevõtjatele aega kohanemiseks. Teekaardid tuleks koostada koostöös tootjate ja teiste huvirühmadega, määratledes innovatsioonivalmidusele vastavad AKISi tegevused, ning siduda need teiste arengukavadega, näiteks majandus- või keskkonnanäitajate kaudu, et luua sünergiat tehnoloogiliste ja muude sektorit mõjutavate trendide vahel. Teekaartide koostamisel on oluline ka arutelu digitaliseerimise võimalike tagajärgede üle, sealhulgas usalduse loomine tehnoloogiate vastu, andmete omandi- ja turvaküsimused ning kõigi asjakohaste huvirühmade kaasamine.

1. Abbasi R, Martinez P, Ahmad R. The digitization of agricultural industry—a systematic literature review on agriculture 4.0. Smart Agricultural Technology. 2022;2:100042. doi:10.1016/j.atech.2022.100042.
2. Daum T. Digitalization and skills in agriculture. Outlook on Agriculture. 2025;54(2):171-181. doi:10.1177/00307270251336474
3. Finger R. Digital innovations for sustainable and resilient agricultural systems. Eur Rev Agric Econ. 2023. doi:10.1093/erae/jbad021
4. Goller M, Caruso C, Harteis C. Digitalisation in agriculture: knowledge and learning requirements of German dairy farmers. Int J Res Vocat Educ Train. 2021;8(2):208-223. doi:10.13152/IJRVET.8.2.4.

5. MacPherson J, Rosman A, Helming K, Burkhard B. A participatory impact assessment of digital agriculture: A Bayesian network-based case study in Germany. *Agric Syst.* 2025;224:104222. doi:10.1016/j.agsy.2024.104222.
6. Rijswijk K, Klerkx L, Turner JA. Digitalisation in the New Zealand Agricultural Knowledge and Innovation System: Initial understandings and emerging organisational responses to digital agriculture. *NJAS Wageningen J Life Sci.* 2019;90-91:100313. doi:10.1016/j.njas.2019.100313.
7. Rose DC, van der Burg S, Klerkx L, et al. What are the priority research questions for digital agriculture? *Land Use Policy.* 2021;104:105391. doi:10.1016/j.landusepol.2020.105391.
8. Uehleke R, von Plettenberg L, Leyer M, Hüttel S. German sugar beet farmers' intention to use autonomous field robots for seeding and weeding. *J Environ Manage.* 2024;370:122472. doi:10.1016/j.jenvman.2024.122472.
9. Wepner B, Neuburger S, Hörlesberger M, Molin EM, Lampert J, Koch H. How can digitalisation support transformation towards sustainable agri-food systems? Scenario development in Lower Austria. *Agric Syst.* 2025;224:104251. doi:10.1016/j.agsy.2024.104251.

4.3 PÕHILISED PÕLLUMAJANDUSE DIGITALISEERIMISEGA SEOTUD UURIMISLÜNGAD

Andmehaldus, usalduse kasvatamine ja tehnoloogiate ühilduvus. Kuidas luua usaldusväärseid, läbipaistvaid ja põllumajandusettevõtete huvidega arvestavaid andmehaldusraamistikke, mis motiveerivad andmete jagamist? See hõlmab avatud standardite kehtestamist, andmete jagamisest tuleneva lisandväärtuse õiglast jaotamist ning andmehaldustarkvarade uurimist, mis suurendaks põllumajandusettevõtete ja teiste osapoolte usaldust.

Digitaliseerimise väärtus. Kes ja millistel tingimustel digitaliseerimisest kasu saab? Eeskätt tuleks pöörata tähelepanu ebasoodsamas olukorras olevate ettevõtete vajadustele ja arvestada erinevaid tootmiskontekste.

Mõju tootmispraktikatele, loomade heaolule ja kestlikkusele. Jätakuvalt on vaja rohkem teadmisi digitaliseerimise tegelikust mõjust põllumajandustootmisele, loomade heaolule ja kestlikkuse tulemustele. See hõlmab ka seda, kuidas keskkonnaandmeid saab kasutada turu- ja sertifitseerimisskeemide ning poliitikameetmete täiendamiseks, ja seda, kas tehnoloogiate rakendamine vastab erinevate osapoolte algsetele ootustele.

Digitaliseerimise mõju sektorite struktuurile. Kuidas mõjutab digitaliseerimine põllumajandussektori osapoolte (põllumajandusettevõtted, nõustajad, tehnoloogiate ja sisendite pakkujad, teadlased, poliitikakujundajad jt.) vahelisi suhteid? Kuidas saaks digitaliseerimine toetada erinevaid ja alternatiivseid tootmissüsteeme?

Teadmised, oskused ja tehnoloogiate rakendamise monitoorimine. Kuidas siduda digioskused traditsiooniliste põllumajanduslike teadmistega ning kaasata põllumajandusettevõtjaid tehnoloogilise innovatsioonisüsteemi arendamisse. Regulaarne teabe kogumine tehnoloogiate kasutuse ja teenusepakkujate kohta aitab pakkuda täpsemat tuge ja poliitikameetmeid.

1. European Commission, Directorate-General for Agriculture and Rural Development. Study Report: AI-Enabled Decision Making Support Tools (AI DMST) for Agriculture. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2025. doi:10.2762/440998.

2. Goller M, Caruso C, Harteis C. Digitalisation in agriculture: knowledge and learning requirements of German dairy farmers. *Int J Res Vocat Educ Train*. 2021;8(2):208-223. doi:10.13152/IJRVET.8.2.4.
3. Rose DC, van der Burg S, Klerkx L, et al. What are the priority research questions for digital agriculture? *Land Use Policy*. 2021;104:105391. doi:10.1016/j.landusepol.2020.105391.

5 NÄITEID EDIHIDE JA TEISTE AKISE OSAPOOLTE PAKUTAVATEST TUGITEENUSTEST EESPOOL NIMETATUD KITSASKOHTADE LEEVENdamiseks

Põllumajandusettevõtjate oskused ja teadmised:

CULTIVA programm (Hispaania).² Koolitusprogramm annab noortele põllumajandustootjatele võimaluse omandada praktilisi oskusi, sealhulgas digitehnoloogiate kasutamist põllumajanduses. Programm pakub lühikesi õppereise ja praktikaperioode (5–14 päeva) põllumajandusettevõtetesse, mis on tuntud kaasaegsete ja kestlike praktikate poolest. Õppekava hõlmab täppispõllumajanduse lahendusi, GPS-põhiseid tööriistu, andmehaldust ja muid nutipõllumajanduse tehnoloogiaid. Tutvustab lihtsasti kasutatavaid digivahendeid (nt nutitelefon- ja tahvelarvutirakendused, andmeplatvormid, sensoritel põhinevad otsustustööriistad). Soodustab kolleegidelt õppimist ning tehnoloogiate katsetamist.

Ligipääs koolitustele ja nõustamisteenusele

Farmtopia³ on projekt, mille eesmärk on muuta digitaalsed põllumajandusteenused väiketalunikele kättesaadavamaks ja taskukohasemaks. Näiteid tegevustest:

- *Digilahenduste loomine väiketalude jaoks.* Lihtsustatud täppisviljeluse tööriistad ja andmeplatvormid, mis töötavad ka piiratud internetiühenduse tingimustes;
- *Avaliku taristu kasutamine.* Lahenduste paigutamine avatud platvormidele, et vältida kallite litsentside ja seadmete vajadust.
- *Kaasavad piloodid.* 18 pilooti 15 riigis, kus koos kohalike farmeritega testitakse tehnoloogiate sobivust eri kliima-, pinnase- ja tootmistingimustes.
- *Ärimudelite arendamine.* Otsitakse viise, kuidas digitehnoloogia saaks end väiketalunike jaoks majanduslikult ära tasuda, sh ühisostude ja teenusepakujate jagamise kaudu.

Riskid AKIS-ile

Brandenburgi põllumajandusnõustamise erastamine⁴. Saksamaa liidumaal erastati põllumajanduse nõustamisteenused 1990. aastatel ning avalik rahastus lõpetati 2001. aastaks. Seejärel said eraettevõtetest põllumajandusnõuande peamised pakkujad. Peamised kitsaskohad: a) Erasektori nõustajad keskendusid eelkõige majanduslikele teemadele (investeeringud, toetused, äriplaanid); b) Tehniline nõustamine ja keskkonnanõuetest tulenev nõustamine muutus juhuslikuks ja vähem süsteemseks; c) Võrreldes 1990. aastate keskpaigaga vähenes nõustamiskontaktide arv iga ettevõtte kohta märkimisväärselt; d) Erasektori nõustamistevõtete omavaheline koostöö oli nõrk, ühiseid standardeid või teadmiste jagamise platvormi ei arendatud; e) Puudus regulaarne ja struktureeritud

² <https://akisconnect.eu/akis-in-practice/akis-in-practice-details?id=55&title=The+CULTIVA+program.+Empowering+Young+Farmers+through+Practical+Training+and+Sustainable+Innovation>

³ https://eu-cap-network.ec.europa.eu/projects/democratizing-digital-farming-through-smart-solutions-small-farms_en

⁴ https://proakis.webarchive.hutton.ac.uk/sites/www.proakis.eu/files/PROAKIS_WP4_SynthesisReportT2_Final.pdf

side teadusasutuste ja nõustajate vahel, mis vähendas teaduspõhise info jõudmist põllumeesteni; f) Paljud tootjad said infot peamiselt tehnoloogia- või sisenditarnijatelt, mille puhul esines huvide konflikti oht. Kohanemine: a) Kuigi püsivat avalikku nõuandestruktuuri ei loodud, on liidumaa rahastanud teatud projekte ja temaatilisi programme, mille kaudu pakutakse tasuta või soodsaid koolitusi ja nõuandeid (nt keskkonna- või kliimapoliitika meetmete rakendamiseks); b) Mõnes sektoris (nt keskkonnahoid ja mahepõllumajandus) on loodud avaliku ja erasektori partnerlusi, kus teadusasutused, ülikoolid ja MTÜ-d täidavad osaliselt nõuandefunktsiooni; c) Põllumajandusettevõtjatele pakutakse täiendkoolitusi avalike asutuste ja erialaorganisatsioonide kaudu, et katta teemasid, mida erasektor vähem katab (nt õigusnormid, toetustingimused, keskkonnateemad).

Teadmiste jagamise võrgustikud.

SmartAgriHubs⁵ – koostöövõrgustik põllumajanduse digitaliseerimiseks. SmartAgriHubs oli paljusid ELi riike hõlmav algatus, mis tegutses aastatel 2018–2022 ja mille eesmärk oli kiirendada Euroopa põllumajanduse digitaalset üleminekut. Võrgustik ühendas enam kui 2000 digitaalse innovatsiooni keskuse (*Digital Innovation Hub*) ja kompetentsikeskuse, luues võrgustiku, kus põllumajandustootjad, nõustajad, teadlased, tehnoloogiapakkujad ja poliitikakujundajad said koosloome, katsetamise ja digitaalsete lahenduste skaleerimise kaudu uuendusi arendada. Üheks näiteks võrgustiku olulisest projektist oli DairySmaRT,⁶ mis tõi kokku eri riikide piimatootjad, nõustamisteenused ja tehnoloogiapakkujad, et ühiselt arendada reaajas toimivaid karja tervise ja piima kvaliteedi seirevahendeid. Algatus korraldas arutelurühmi, kus jagati sensorite kasutamise kogemusi, andmete tõlgendamise meetodeid ja probleemide lahendamise võtteid. Õppetunnid koondati ja avaldati SmartAgriHubs'i kogukonnaplatvormil, et ka teiste piirkondade põllumajandustootjad saaksid neid lahendusi kohandada ja rakendada.

Usaldus digitaalsete lahenduste ja nõuande vastu.

DEMETER⁷ oli Horisont 2020 raames rahastatud projekt, mille eesmärk oli kiirendada digitaalsete tehnoloogiate kasutuselevõttu, keskendudes eelkõige andmete omandusele ja standardipõhisele ühilduvusele. Projekti põhimõte oli, et põllumajandustootja säilitab täieliku kontrolli oma andmete üle, otsustades, kes ja millistel tingimustel neile ligi pääseb. DEMETER kasutas ulatuslikku koosloomet, kaasates tootjaid lahenduste väljatöötamise igas etapis, et tagada tehnoloogiate praktilisus ja vastavus tegelikele vajadustele. Usalduse suurendamiseks korraldati demonstratsioone ja asutati eluslaborid erinevates põllumajandussektorites, kus tootjad said tehnoloogiaid turvaliselt katsetada enne suuremahulist kasutuselevõttu. Projekti raames pöörati erilist tähelepanu andmeturvalisusele, läbipaistvusele ja tarnijast sõltuvusse sattumise vältimisele. Kuigi projekt on ametlikult lõppenud, on paljud demonstratsioonid ja tööriistad jätkuvalt kättesaadavad ning DEMETERi kogukond ja tulemused integreeriti osaliselt teistesse ELi algatustesse, nagu SmartAgriHubs ja DATA4AGRO.

⁵ <https://smartagrihubs.eu>

⁶ [SmartAgriHubs – Flagship Innovation Experiments](#)

⁷ <https://h2020-demeter.eu>

Näiteid EDIHidest:

EDIH / Võrgustik	Riik / Regioon	Teenused	Näide	Link
AEDIH	Ungari	Digiküpsuse hindamine; Digitaliseerimise teekaardid; Koolitused ja töötoad; Testkeskkonnad ('Test Before Invest'); Tugi rahastuse leidmiseks	Programm, kus põllumajandusettevõtjad saavad oma digitaalse valmisoleku hinnangu ja isikupärastatud tegevuskava.	https://european-digital-innovation-hubs.ec.europa.eu/edih-catalogue/aedih
Aragón EDIH	Hispaania	Testkeskkond ('Test Before Invest'); Digiküpsuse auditid; Koolitused; tugi rahastusallikate leidmiseks; Start-upide kiirendusprogramm	Näide piimatootjast, kes vähendas sensorite abil antibiootikumide kasutust 30%.	https://www.ita.es/en/project/aragon-edih/
ENTIRE EDIH	Iirimaa	Testkeskkond 'Test Before Invest'; Koolitused; Tugi rahastuse leidmiseks; Innovatsioonivõrgustike haldamine;	2024. a <i>Synergy Days</i> üritus tõi kokku mitukümmend põllumajandussektori organisatsiooni ja EDIH-i, luues uusi koostööprojekte.	https://entire-edih.ie/
agROBOfood	Euroopa (võrgustik)	'Scale-up' teenused; Pitching üritused investoritega; Testimisvõrgustikud ja katselaborid; Rahastusvõimaluste otsing	Võrgustik ühendab põllumajandusrobotika innovatsioonikeskusi üle Euroopa, luues koostööplatvormi tootjate, arendajate ja investorite vahel.	https://agrobobofood.eu/

TABEL 2. NÄITED EDIHIDEST

6 ANALÜÜSIPÕHISED ARUTELUKÜSIMUSED FOOKUSGRUPPIDES JA INTERVJUUES KASUTAMISEKS

Uuringu eesmärk (vajab METK innovatsioonitiimiga täpsustamist)⁸

- Hinnata põllumajandusettevõtete motiveeritust ja suutlikkust uusi tehnoloogiaid rakendada;
- Millised barjäärid ja tõuketegurid mõjutavad tehnoloogiatesse investeerimist ja kasutamist;
- Millist tuge oodatakse AKISelt järgmise kahe aasta jooksul.

Valim

Sõltub ajast ja vahenditest. Üldreegel on saavutada võimalikult suure variatsiooniga valim. Võimalikud kvalifikaatorid on tootmistüüp (tavatootmine, mahetootmine, taimekasvatus, loomakasvatus), ettevõtte suurus, kuid ka ettevõtjate enda hinnang nende innovatsioonivalmidusele.

Sisend innovatsioonivalmiduse astme määramiseks võiks olla kombinatsioon ettevõtja huvist (kas näeb, et uued tehnoloogiad võiksid tuua reaalselt kasu ja olemas on usaldus uute tehnoloogiate suhtes) ja suutlikkusest (teadmised ja oskused, investeringuvõime). Näiteks uuringusse kaasates paluda ettevõtja hinnanguid viie-palli skaalal järgmistele väidetele:

1. 'Digitaalsed tööriistad⁹ on minu ettevõttele kasulikud (1-5)'
2. 'Mul on turul pakutavate tööriistade kasutamiseks vajalikud teadmised ja oskused (1-5)'
3. 'Mul on plaanis järgmise aasta jooksul investeerida uutesse digitaalsetesse tööriistadesse (1-5)'
4. 'Ma usun, et tehnoloogiad koguvad minu ettevõtte kohta kvaliteetseid andmeid ja annavad nende põhjal kasulikke soovitusi (1-5)'

Hinnangute põhjal saab ettevõtjad jaotada madala, keskmise ja kõrge innovatsioonivalmiduse tasemega gruppidesse või kombineerida need METKi arenguvisionis kirjeldatud tasemetega (sõltuvalt sellest, mil määral neid igapäevatöös juba rakendatakse).

Igas fookusgrupis võiks olla 6–8 osalejat ning eeldatavalt korraldatakse mitu fookusgruppi. Ühes grupis peaks pooled osalejatest olema madala või keskmise innovatsioonivalmiduse tasemega (1. rühm) ning ülejäänud kõrge valmidusega (2. rühm). Rühmade sees peaks tagama ettevõtete suuruse ja tootmistüübi osas piisava varieeruvuse. Arutelud võiksid toimuda eraldi rühmades, tehes iga teema lõpus lühikese kokkuvõtte.

⁸ Esitatud on üldine uuringu ülesehitus, mida saab METKi plaanide täpsustumisel eesmärkide ja meetodite osas kohandada. Soovi korral on võimalik uuring fookuseerida AKIS arenguvisionis kavandatud arendustegevuste arutamisele koos klientidega. Sõltuvalt METKi prioriteetidest võiks aruteludesse kaasata näiteks järgmisi teemasid: a) nõuandemetodite kavandamine; b) start-up kogukonna ja tehnoloogiaarendajate kaasamine; c) andmete haldamise taristu arendamine; d) 'innovatsioonivõimekate' isikute võrgustiku loomine ja tugevdamine; e) AKIS osakute rakendamine.

⁹ 'Digitaalsed tööriistad' on vaja hoolikalt defineerida. Fookus peaks olema põllumajanduslikel protsessidel – tööriistad, mida kasutatakse põllul või laudas, mis annavad soovitusi tootmisotsustuste langetamiseks.

Intervjuud viiakse läbi 'äärmuslike' näidetega, näiteks väga väikeste ettevõtetega ja nendega, kes rakendavad tehnoloogiaid väga kõrgel tasemel.

Fookusgrupid

Fookusgruppide sissejuhatus peaks andma arutelule raamistiku, mida mõeldakse digitaalsete tehnoloogiate all, kuidas AKIS saaks aidata jm.

Fookusgruppides peaks olema kaetud vähemalt järgmised alateemad:

- **Näited õnnestumistest ja ebaõnnestumistest**
 - Milliste kasutusjuhtudega olete rahul? Millistega on olnud probleeme?
- **Sobivus igapäeva töösse**
 - Milliseid tööriistu kasutatakse planeerimises?
 - Milliseid põllul või laudas tööde tegemiseks?
 - Milliseid tehtud tööde kohta andmete salvestamiseks?
 - Millised nendest lõikudest on võrreldes teistega vähe varustatud, millised probleemid esinevad erinevate tööetappide ja nendega seotud tööriistade omavahelises integreerimises?
- **Majandus**
 - Milline on olnud tehnoloogiate tasuvus? Millel hinnangud põhinevad? Kuidas veenduti potentsiaalses tasuvuses enne investeeringu tegemist?
- **Koostöö tehnoloogia pakkujate ja esindajatega**
 - Rahulolu tehnoloogilise toega. Näiteid koostööst tehnoloogiaarendajatega.
- **Usaldus ja andmed**
 - Millised hirmud või mured on seotud andmeturvalisusega?
 - Kas ning millisel määral usaldatakse digitaalsete tööriistade antud soovitusi?
 - Kuidas suhtutakse võimaliku liigsesse sõltuvusse üksikutest tarnijatest, eriti edasiste investeeringute tegemise kontekstis?
- **Oskused ja tugi**
 - Top 5 positiivsed näited koolitustest ja nõuande formaatidest, mis on uute tehnoloogiate kasutamise kontekstis hästi toimunud? Mis formaadis peaks toimuma põllumehelt-põllumehel võrgustikud, milline on huvi osaleda nii teadmiste saaja kui jagajana?
- **Tulevikuplaanid**
 - Millised investeeringud on järgmise aasta jooksul plaanis ja millised tegurid aitavad investeeringuid kiirendada? Kuidas saaks AKIS/METK aidata?

Intervjuud

Sõltuvalt uuringu eesmärkidest ja fookusgruppide tulemuslikkusest võib juhtuda, et eraldi intervjuude läbiviimine ei ole vajalik. Kui intervjuud siiski korraldada, peaks nende eesmärk olema fookusgruppides kogutud andmete täiendamine, kaasates eeskätt „äärmuslikke” vaateid – nii väga tehnoloogiakaugete kui ka tehnoloogiasõbralike põllumajandustootjate kogemusi. Intervjuudes tuleks keskenduda kahele põhisuunale: esiteks praeguse olukorra kaardistamine (milliseid tehnoloogiaid ettevõttes hetkel

kasutatakse) ja teiseks tulevikuvisionide kirjeldamine (millised muutused on kahe aasta perspektiivis realistlikud). Samuti tuleks uurida, millised tegurid peavad muutuma, et need plaanid teoks saaksid, ning milliseid hoobasid AKIS saaks nende muutuste toetamiseks rakendada.

Tulemused

Kogutud andmete tõlgendamisel võrreldakse vastuseid innovatsioonivalmiduse tasemete, tootmistüüpide ja ettevõtte suuruse lõikes, et kaardistada erinevusi ja sarnasusi. Eraldi vaadeldakse „äärmuslike“ juhtumite kogemusi, et mõista tegureid, mis kas takistavad või soodustavad tehnoloogiate kasutuselevõttu.

Tulemused sünteesitakse nii, et need toetaksid praktiliste soovitude koostamist AKISele ja METKile, keskendudes meetmetele, mis võivad suurendada põllumajandustootjate võimekust ja motivatsiooni uute tehnoloogiate kasutamiseks.