



Omar Nasr

Tekoälyn hyödyntäminen rakennus- automaation toteutuksessa ja ylläpi- dossa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

14.1.2026

Tiivistelmä

Tekijä:	Omar Nasr
Otsikko:	Tekoälyn hyödyntäminen rakennusautomaation toteutuksessa ja ylläpidossa
Sivumäärä:	34 sivua + 2 liitettä
Aika:	14.1.2026
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine:	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat:	Osastopäällikkö Teemu Kortelainen Yliopettaja Heikki Valmu

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, miten tekoälyä voidaan hyödyntää suomalaisessa rakennusautomaatioalan yrityksessä päivittäisen työn tukena. Työn keskeisenä tavoitteena oli laatia käytännönläheinen ohjeistus tekoälyn hyödyntämiseen siten, että se madaltaa työntekijöiden kynnystä käyttää tekoälyä osana omaa työtään ja tehostaa työskentelyä erilaisissa suunnittelu-, ohjelmointi- ja dokumentointitehtävissä.

Työn tietoperusta käsittelee tekoälyn peruskäsitteitä, generatiivista tekoälyä sekä suurten kielimallien toimintaperiaatteita. Lisäksi teoriaosuudessa tarkastellaan tekoälyn käyttöön liittyviä tietoturva- ja tietosuojakysymyksiä erityisesti yritysympäristössä sekä näihin liittyviä riskejä ja hallintakeinoja rakennusautomaatioalan näkökulmasta.

Työn toteutus perustui käytännön kokeiluihin sekä haastattelu- ja kyselyaineistoon. Käytännön kokeiluissa tekoälyä hyödynnettiin muun muassa ohjelmointitehtävissä, dokumenttien käsittelyssä, taulukoiden muodostamisessa sekä teknisten ohjeiden laatimisessa. Kokeilujen ja aineiston pohjalta laadittiin ohjeistus tekoälyn käyttöön ja lisäksi selvitettiin mahdollisuuksia yrityskohtaisen tekoälyratkaisun toteuttamiseen vertailemalla eri toteutusvaihtoehtoja.

Työn tuloksena todettiin, että tekoälyllä voidaan saavuttaa merkittävää ajansäästöä ja tukea asiantuntijatyötä rakennusautomaatioalalla, kun sen käyttöä ohjataan oikein ja tietoturva huomioidaan. Laadittua ohjeistusta voidaan hyödyntää yrityksessä tekoälyn hallitun käyttöönoton tukena, ja työn tulokset tarjoavat myös pohjan jatkokehitykselle, kuten yrityskohtaisen tekoälyratkaisun suunnittelulle.

Avainsanat: analytiikka, säätötekniikka, rakennusautomaatio, tekoäly, tekoälyratkaisu, tietoturva, työohjeistus

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Omar Nasr
Title: Use of Artificial Intelligence in Building Automation Design and Maintenance
Number of Pages: 34 pages + 2 appendices
Date: 14 January 2026

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Electrical and automation engineering
Professional Major: Electrical power engineering
Supervisors: Teemu Kortelainen, Head of department
Heikki Valmu, Principal Lecturer

The purpose of this thesis was to examine how artificial intelligence can be utilized to support daily work in a Finnish building automation company. The main goal was to develop practical guidelines for the use of artificial intelligence in order to encourage employees to adopt AI as part of their everyday tasks and to improve work efficiency in areas such as design, programming, and documentation.

The theoretical background of the thesis covers the basic concepts of artificial intelligence, generative AI, and large language models. In addition, the theory section addresses data security and data protection aspects related to the use of AI in a corporate environment, with a particular focus on risks and risk mitigation in the building automation industry.

The practical part of the thesis was based on hands-on experiments where artificial intelligence was applied to various tasks, including software programming, document processing, spreadsheet generation, and the drafting of technical instructions. Based on these experiments, guidelines for the use of AI were created. Furthermore, the possibilities for developing a company-specific AI solution were explored by comparing different implementation approaches in terms of suitability, security, and practical benefits.

The results indicate that artificial intelligence can provide significant time savings and effectively support expert work in the building automation field when its use is properly guided, and data security is considered. The developed guidelines can be utilized to support the controlled adoption of AI within the company, and the findings also provide a foundation for further development, such as planning a company-specific AI solution.

Keywords: analytics, artificial intelligence, artificial intelligence solution, building automation, control engineering, data security, work instructions

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	7
2	Tekoäly rakennusautomaatiossa	9
2.1	Rakennusautomaatio	9
2.2	Tekoäly	11
2.3	Rakennusautomaation toteutus ja ylläpito	12
3	Menetelmä	16
3.1	Osallistujat	16
3.2	Haastattelukysymykset	16
3.3	Aineisto ja analyysi	17
4	Tekoälyn hyödyntäminen rakennusautomaation toteutuksessa ja ylläpidossa 18	
4.1	Tekoäly rakennusautomaation analytiikan ja kehittämisen tukena	19
4.2	Säätötekniikan lähtökohdat tekoälyn tarkastelussa	21
4.3	Tekoälyratkaisun toteutusvaihtoehdot ja kustannusnäkökulma	23
4.3.1	Vaihtoehto 1: Pilvipohjainen tekoäly analytiikan tukena	24
4.3.2	Vaihtoehto 2: Organisaation oma tekoäly suljetussa ympäristössä	26
4.3.3	Vaihtoehto 3: Hybridiratkaisu toteutuksen ja ylläpidon tukena	27
4.3.4	Kustannusten ja hyötyjen suhde	28
5	Tulokset	28
5.1	Ammattilaisten kokemukset tekoälyn hyödyntämisestä	29
5.2	Kehitysideat tekoälyn hyödyntämisestä	30
5.3	Tekoälyn käyttöön liittyvät luotettavuus- ja tietoturvakysymykset	31
6	Pohdinta	33
7	Yhteenveto	34
	Lähteet	35
	Liitteet	

Liite 1: Haastattelukysymykset

Liite 2: Käytännön ohjeita ja vinkkejä tekoälyn käyttöön rakenusautomaation työtehtävissä

Lyhenteet

- AWS: *Amazon Web Services*. Pilvipalvelualusta, jota voidaan hyödyntää analytiikassa ja tekoälyratkaisuissa.
- BACS: *Building Automation and Control System*. Rakennusautomaatio- ja ohjausjärjestelmät.
- DDC: *Direct Digital Control*. Digitaalinen säätötekniikka, jossa säätö toteutetaan digitaalisilla säätimillä.
- EPBD: *Energy Performance of Buildings Directive*. Euroopan unionin rakennusten energiatehokkuutta koskeva direktiivi.
- HMI: *Human-Machine Interface*. Käyttöliittymä, jonka avulla käyttäjä tarkastelee ja ohjaa automaatiojärjestelmää.
- I/O: *Input/output*. Automaatiojärjestelmän tulo- ja lähtöpisteet.
- LTO: *Lämmön talteenotto*.
- Modbus: Teollinen tiedonsiirtoprotokolla automaatiojärjestelmien väliseen kommunikaatioon.
- PID: *Proportional-Integral-Derivative*. Yleisesti käytetty säätöalgoritmi.
- PLC: *Programmable Logic Controller*. Ohjelmoitava logiikkaohjain.
- VPN: *Virtual Private Network*. Tietoturvallinen etäyhteys suljettuun verkkoon.

1 Johdanto

Rakennusautomaatio on jatkuvasti kehittyvä ala, jossa teknologinen murros näkyy yhä voimakkaammin. Digitalisaation myötä rakennuksista kerätään suuria määriä tietoa niiden toiminnasta, olosuhteista ja energiankäytöstä. Tekoäly on viime vuosien merkittävimpiä teknologisia edistysaskeleita, ja sen mahdollisuudet tiedon käsittelyssä, analyysissä ja asiantuntijatyön tukena herättävät kasvavaa kiinnostusta myös rakennusautomaation piirissä. Tästä huolimatta tekoälyn systemaattinen ja hallittu hyödyntäminen rakennusautomaation toteutuksessa ja ylläpidossa on vielä kehitysvaiheessa.

Työssä käsitellään, miten keskeisessä roolissa rakennukset ovat ihmisten elinympäristössä ja miten ne vaikuttavat energiankulutukseen sekä ilmastopäästöihin. Lisäksi tarkastellaan rakennussektoriin kohdistuvia energiatehokkuus- ja päästövähennystavoitteita sekä sitä, miten nämä vaatimukset ohjaavat julkisten ja yksityisten toimijoiden toimintaa. Työssä perehdytään myös laajojen ja monimuotoisten rakennuskantojen hallintaan, mukaan lukien sekä peruskorjausta vaativat kohteet että uudisrakennukset, sekä siihen, millaisia ratkaisuja tarvitaan energiatehokkaan ja kestäväen käytön varmistamiseksi koko rakennuksen elinkaaren ajan.

Yksi keskeinen kehityssuunta on tarkastella, miten rakennuksista kerättyä dataa voitaisiin hyödyntää älykkäämmin osana rakennusautomaatioon liittyviä työprosesseja ja järjestelmien kehittämistä. Rakennuskohtaisesti kerätty mittaus- ja tapahtumadata mahdollistaa pitkän aikavälin tarkastelun, mutta sen tulkinta ja hyödyntäminen vaativat asiantuntijatyötä. Tekoäly tarjoaa tähän uusia mahdollisuuksia, erityisesti tilanteissa, joissa tietomäärät ovat suuria ja ilmiöiden syy-seuraussuhteet eivät ole yksiselitteisiä.

Työn tutkimuksessa havaittiin, että tekoälyn hyödyntäminen vaihtelee käytännön työympäristöissä merkittävästi työntekijöiden välillä. Haastattelu- ja kyselyaineiston perusteella osa asiantuntijoista käyttää tekoälyä aktiivisesti osana

päivittäistä työtään, kun taas toisille se on vielä vieras tai vain satunnaisesti hyödynnetty työkalu. Tämä epätasaisuus heijastuu myös työn laatuun, tehokkuuteen ja toimintatapojen yhdenmukaisuuteen. Kun tekoälyä tarkastellaan asiantuntijatyön tukivälineenä, nousee keskeiseksi kysymys siitä, millaisiin työtehtäviin se soveltuu parhaiten ja miten sen käyttöä voidaan ohjata hallitusti ilman, että vastuut, tietoturva tai järjestelmien luotettavuus vaarantuvat.

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan tekoälyn hyödyntämistä rakennusautomaatioon liittyvissä työprosesseissa sekä osana rakennusautomaatioon kytkeytyvää analytiikkaa. Työn tavoitteena on vastata siihen, millaisissa työvaiheissa tekoälystä koetaan olevan eniten hyötyä, millaisia haasteita ja huolia sen käyttöön liittyy sekä millä edellytyksillä tekoälyä voidaan hyödyntää turvallisesti ja tarkoituksenmukaisesti rakennusautomaatiossa. Lisäksi työssä tarkastellaan, millaisia vaatimuksia tekoälyn mahdollinen laajempi hyödyntäminen, esimerkiksi osana yrityksen analytiikkapalveluita tai oman tekoälyratkaisun käyttöönottoa, asettaa teknisesti ja toiminnallisesti.

Tutkimuksen empiirinen osuus perustuu rakennusautomaatioalan asiantuntijoille toteutettuihin teemahaastatteluihin ja kyselyihin, joiden avulla kartoitetaan tekoälyn käyttöön liittyviä kokemuksia, käytäntöjä ja odotuksia. Haastattelujen ja omien käytännön kokeilujen pohjalta laaditaan tekoälyn käyttöä koskeva ohjeistus, jonka tavoitteena on selkeyttää tekoälyn hyödyntämistä arkipäiväisissä työtehtävissä ja madaltaa kynnystä sen hallittuun käyttöön. Ohjeet on laadittu ensisijaisesti yrityksen sisäiseen käyttöön tekoälyn hallitun käyttöönoton tueksi, ja ne on esitetty liitteessä 2. Ne on kuitenkin muotoiltu yleispäteviksi, jotta niitä voidaan soveltaa myös muissa organisaatioissa ja yksittäisten asiantuntijoiden työssä. Ohjeistus ei sisällä luottamuksellista tietoa, yrityssalaisuuksia tai tunnistettavia asiakas- tai kohdetietoja.

Opinnäytetyö luo samalla pohjaa tulevalle kehitystyölle, jossa tekoälyä voidaan tarkastella osana rakennusautomaatioon liittyviä analytiikka- ja valvontaratkaisuja sekä mahdollisena osana yrityksen omia digitaalisia palveluita. Työn tavoitteena ei ole esittää valmista teknistä ratkaisua, vaan jäsentää niitä tekijöitä, joita

tekoälyn hyödyntäminen rakennusautomaatiossa edellyttää nyt ja tulevaisuudessa.

Opinnäytetyöraportin kieliasun muotoilussa ja tarkistamisessa on käytetty OpenAI:n ChatGPT:n versiota 5.2. Opinnäytetyön tekijä on vastuussa kaikesta opinnäytetyönsisällöstä ja muotoilusta.

2 Tekoäly rakennusautomaatiossa

2.1 Rakennusautomaatio

Rakennusautomaatio tarkoittaa järjestelmää, jonka tehtävänä on ohjata, säätää ja valvoa rakennettua ympäristöä automaattisesti. Järjestelmän tavoitteena on ylläpitää käyttäjille turvalliset ja toiminnan kannalta tarkoituksenmukaiset olosuhteet sekä hallita energiankulutusta ja teknisten järjestelmien kuormitusta. Rakennusautomaatio muodostuu useista toisiinsa kytkeytyvistä osista, jotka yhdessä mahdollistavat rakennuksen teknisten järjestelmien hallitun ja pitkälti itsenäisen toiminnan. [1.]

Rakennusautomaatiojärjestelmän perusta on säädettävä kohde, joka voi olla yksittäinen tila, rakennuksen osa tai kokonainen kiinteistö. Näissä kohteissa hallitaan esimerkiksi lämpötilaa, ilmanlaatua, kosteutta, valaistusta ja painesuhteita. Kohteen tilaa kuvaava tieto saadaan mittalaitteiden ja antureiden avulla, jotka mittaavat jatkuvasti olosuhteita ja välittävät mittaustiedon automaatiojärjestelmälle. Luotettava mittaus on edellytys järjestelmän toiminnalle, sillä ilman ajantasaista tietoa automaatio ei kykene tekemään tarkoituksenmukaisia säätö- ja ohjauspäätöksiä. [2.]

Mittausdatan perusteella säätöalgoritmit ja ohjauslogiikka vertaavat mitattuja arvoja asetettuihin tavoitearvoihin ja määrittävät tarvittavat toimenpiteet. Näiden laskentojen tuloksena syntyvät ohjaussignaalit välitetään toimilaitteille, jotka toteuttavat järjestelmän päätökset fyysisessä ympäristössä. Toimilaitteita ovat esimerkiksi säätöventtiilit, puhaltimet, pumput, lämmitys- ja jäähdytyslaitteet sekä

valaistuksen ohjauslaitteet. Näin muodostuu suljettu säätöketju, jossa mittaus, laskenta ja toiminta seuraavat toisiaan jatkuvana prosessina.

Rakennusautomaatio toteutetaan käytännössä hajautettuna järjestelmänä, jossa rakennuksiin asennetaan mikroprosessoriohjattuja alakeskuksia. Alakeskukset hoitavat rakennuksen automaatiotoiminnot itsenäisesti ja ovat yhteydessä toisiinsa sekä valvomoon tiedonsiirtoverkon kautta. Ne sijoitetaan tyypillisesti teknisiin tiloihin, kuten lämmönjakohuoneisiin, ilmanvaihtokonehuoneisiin tai sähkötiloihin, kohteen rakenteen ja järjestelmien laajuuden mukaan. Suurissa kohteissa alakeskuksia voi olla useita, ja ne jaetaan toiminnallisesti esimerkiksi ilmanvaihdon, lämmityksen tai muiden teknisten järjestelmien mukaan.

Rakenteeltaan alakeskukset ovat mikroprosessoreihin perustuvia ohjausyksiköitä, jotka sisältävät prosessorin, muistin sekä tulo- ja lähtöliityntöjä kenttälaitteille. Ne käsittelevät mittaustietoa, suorittavat säätö- ja ohjausalgoritmeja, muodostavat hälytyksiä ja huolehtivat ajastuksiin perustuvista toiminnoista. Vastavanlaisia digitaalisia ohjausjärjestelmiä hyödynnetään laajasti myös prosessiteollisuudessa, mikä korostaa rakennusautomaation teknistä sukulaisuutta teollisuusautomaation kanssa. [2.]

Valvomosta käsin rakennusautomaation toimintaa voidaan seurata ja tarvittaessa ohjata keskitetysti. Valvomossa on tyypillisesti tietokonepohjainen käyttöliittymä, jonka avulla käyttäjä näkee alakeskuksilta kerätyn mittaus- ja hälytystiedon sekä voi tehdä säätöihin ja ohjauksiin liittyviä muutoksia. Suurissa valvontaja säätöjärjestelmissä voi olla liitettynä useita rakennuksia ja jopa satoja alakeskuksia, jotka muodostavat laajan mutta yhtenäisesti toimivan kokonaisuuden.

Tässä työssä rakennus ymmärretään laajassa merkityksessä. Rakennettu ympäristö ei rajoitu ainoastaan paikallaan oleviin rakennuksiin, kuten asuin-, toimisto- tai liikerakennuksiin, vaan se voi olla myös liikkuva tai eristetty kokonaisuus, jossa ihmisten oleskelu edellyttää hallittuja sisäolosuhteita. Tällaisia ympäristöjä ovat esimerkiksi laivat, junat, lentokoneet, sukellusveneet ja avaruusaluukset. Näissä kaikissa sovelletaan samoja peruseriäitä mittauksen,

säätöjen ja ohjausten osalta, vaikka tekniset toteutustavat ja reunaehdot poikkeavat toisistaan.

Rakennusautomaatio muodostaa siten perustan, jonka varaan myöhemmässä tarkastelussa käsiteltävä tekoälyn hyödyntäminen rakentuu. Järjestelmien rakenteen, hajautetun ohjauksen ja mittausdatan roolin ymmärtäminen on olennaista, jotta tekoälyn mahdollisuuksia ja rajoitteita osana rakennusautomaation kehitystä voidaan arvioida realistisesti.

2.2 Tekoäly

Tekoälyllä tarkoitetaan ohjelmistopohjaista järjestelmää, joka kykenee käsittelemään dataa ja tuottamaan sen perusteella ennusteita, suosituksia tai analyyskejä ennalta määritettyjen tavoitteiden mukaisesti. Tekoälyjärjestelmän toiminta perustuu algoritmisiin menetelmiin, kuten tilastollisiin malleihin, koneoppimiseen tai sääntöpohjaisiin ratkaisuihin, ja se voi toimia vaihtelevalla autonomian tasolla. Määritelmä ei ole sidottu tiettyyn tekniseen toteutustapaan, vaan kattaa erilaiset datalähtöiset ja algoritmiset lähestymistavat, jotka täyttävät edellä mainitut kriteerit. [3.]

Tekoälyä koskeva standardointi on kehittynyt merkittävästi viime vuosina. Vuoden 2025 mennessä keskeisiä viitekehyksiä ovat kansainvälisen standardisointijärjestön ISO/IEC:n julkaisemat tekoälystandardit. Näistä ISO/IEC 22989 [3] määrittelee tekoälyn keskeiset käsitteet ja terminologian, kun taas ISO/IEC 23894 [4] keskittyy tekoälyjärjestelmiin liittyvien riskien tunnistamiseen, arviointiin ja hallintaan. Näitä standardeja voidaan soveltaa myös rakennusautomaatioon liittyvien tekoälyratkaisujen tarkastelussa erityisesti hallittavuuden, luotettavuuden ja riskienhallinnan näkökulmista. [3; 4; 5.]

Tässä työssä tekoälyä tarkastellaan kahdessa toisiaan täydentävässä kokonaisuudessa. Ensimmäisessä osiossa tekoälyllä tarkoitetaan ulkoisia tekoälypalveluita, joita hyödynnetään asiantuntijatyön tukena rakennusautomaation toteutukseen liittyvissä työvaiheissa. Näissä ratkaisuissa tekoäly toimii työkaluna, joka

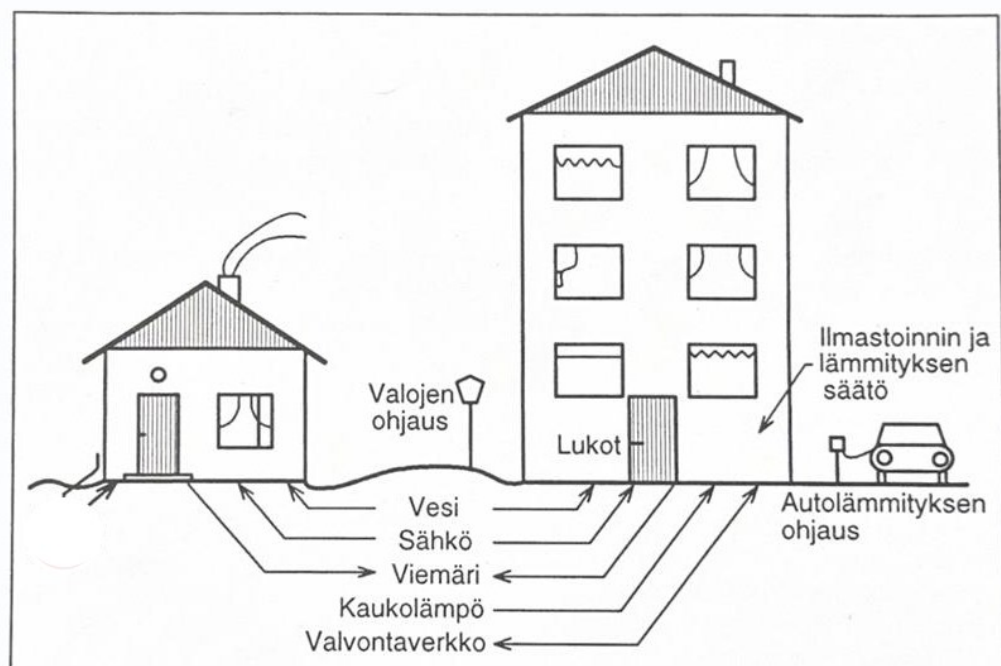
tukee analyysiä, dokumentointia ja toistuvia työvaiheita, mutta ei ole suoraan yhteydessä rakennusten teknisiin järjestelmiin.

Toisessa osiossa tekoälyä tarkastellaan selvitystyön näkökulmasta osana rakennusautomaatioon liittyvää analytiikkaa. Työssä ei toteuteta varsinaista mittaus- tai tapahtumadatan analysointia, vaan tarkastellaan, millä tavoin ja mihin tarkoituksiin rakennuksista kerättyä mittausdataa voitaisiin hyödyntää tekoälyn avulla tulevaisuudessa. Tekoälyn mahdollinen rooli liittyy tällöin järjestelmien toiminnan arviointiin, vertailuun ja kehittämisen tukemiseen, ei olemassa olevien säätöjärjestelmien korvaamiseen tai itsenäiseen rakennusten ohjaukseen.

Molemmissa tarkastelutavoissa tekoäly ymmärretään standardeihin pohjautuvana ohjelmistopohjaisena järjestelmänä, jonka toiminta on rajattua, läpinäkyvää ja ihmisen valvonnassa. Tämä rajaus on keskeinen erityisesti rakennusautomaatiossa, jossa järjestelmien turvallisuus, luotettavuus ja hallittavuus ovat ensisijaisia tavoitteita. [3; 4.]

2.3 Rakennusautomaation toteutus ja ylläpito

Rakennusautomaation toteutus ja ylläpito kattavat automaatiojärjestelmän koko elinkaaren aina hankkeen alkuvaiheesta järjestelmän käyttöön ja pitkäaikaiseen ylläpitoon. Toteutuksen tavoitteena on varmistaa, että automaatiojärjestelmä vastaa sille asetettuja toiminnallisia vaatimuksia ja että se voidaan ottaa käyttöön hallitusti osana rakennuksen muita teknisiä järjestelmiä. Ylläpidon näkökulmasta keskeistä on järjestelmän toiminnan seuranta, häiriöiden hallinta ja järjestelmän kehittäminen rakennuksen käytön aikana, kuten kuvassa 1 on havainnollistettu. [1.]

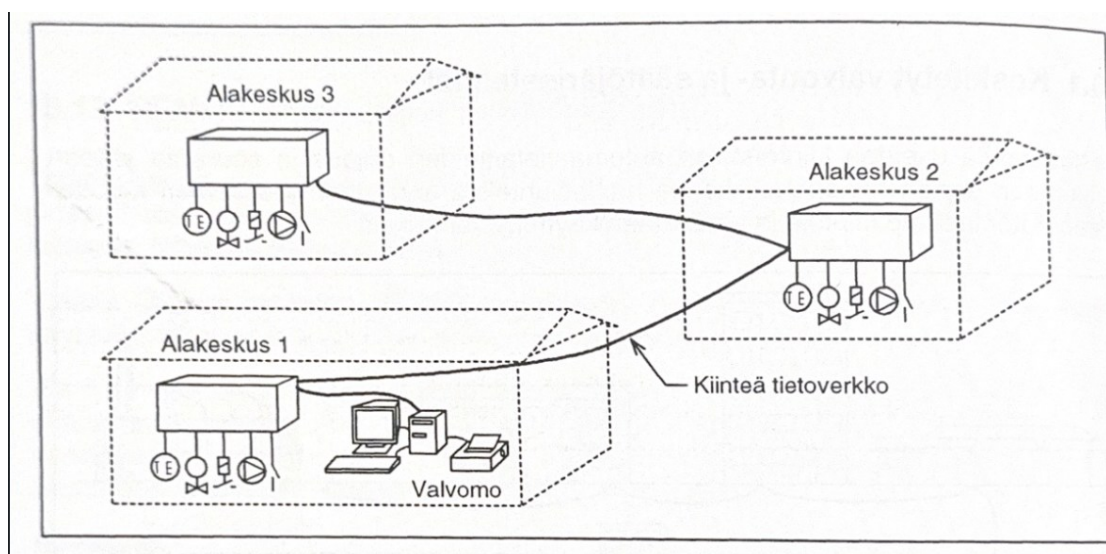


Kuva 1. Esimerkki perinteisestä asuinrakennusten keskitetystä rakennusautomaatiojärjestelmästä. Havainnollistettu rakennusten teknisten järjestelmien (lämmitys, sähkö, vesi ja valvontaverkko) liittäminen keskitettyyn valvontaan. [2.]

Rakennusautomaatioprojekti perustuu tyypillisesti olemassa oleviin suunnitelmiin, joissa on määritelty automaatiojärjestelmän laajuus, ohjattavat järjestelmät sekä vaaditut mittaukset, säätötoiminnot ja hälytykset. Näiden pohjalta täsmennetään järjestelmän tekniset ja toiminnalliset rajapinnat mukaan lukien fyysiset ja ohjelmalliset liitännät sekä tiedonsiirtoratkaisut. Järjestelmäkaaviot ja suunnitelmien tekstiosuudet muodostavat kokonaiskuvan siitä, mitä automaatiojärjestelmältä edellytetään. [2.]

Toteutusvaiheessa automaatiojärjestelmän suunnitelmat konkretisoituvat fyysisiksi kokonaisuudeksi, jossa rakennuksen tekniset järjestelmät liitetään automaation ohjaukseen ja valvontaan. Käytännössä tämä tarkoittaa automaatiokeskusten sijoittamista rakennuksen teknisiin tiloihin siten, että mittaus- ja ohjauspisteet voidaan liittää järjestelmään tarkoituksenmukaisesti ja rakenteellisesti hallitulla tavalla. Laajemmissa ja teknisesti monimuotoisissa kohteissa

automaattioratkaisu toteutetaan hajautetusti useiden alakeskusten avulla. Alakeskukset sijoitetaan kohdekohtaisesti esimerkiksi ilmanvaihtokonehuoneisiin tai muihin järjestelmien kannalta keskeisiin sijainteihin, ja ne yhdistetään rakennuksen sisäisen tietoverkon kautta yhtenäiseksi kokonaisuudeksi, kuten kuvassa 2 on esitetty. Tällainen rakenne mahdollistaa järjestelmän laajennettavuuden, häiriöiden paikallisen hallinnan sekä rakennuksen eri osien itsenäisen mutta koordinoitun toiminnan.



Kuva 2. Rakennusautomaatiojärjestelmän alakeskukset ja keskitetty valvonta [2].

Fyysisen rakenteen lisäksi toteutuksessa huomioidaan toimintavarmuus ja jatkuvuus. Kriittisiä automaatiotoimintoja voidaan varmentaa esimerkiksi varavirtaratkaisuilla, joiden avulla järjestelmä säilyttää perustoiminnallisuutensa ja hälytysten välityksen myös poikkeustilanteissa. Tämä luo perustan luotettavalle valvonnalle ja mahdollistaa järjestelmän turvallisen ylläpidon rakennuksen koko elinkaaren ajan. [2.]

Tässä työssä käytetyt havainnollistavat kuvat perustuvat perinteisiin rakennusautomaattioratkaisuihin, jotka ovat tyypillisiä ajanjaksolle, jolloin kiinteistöautomaatio yleistyi Suomessa erityisesti 1990-luvun loppupuolella ja 2000-luvun alkuvuosina. Rakennusautomaatiojärjestelmät ovat lähtökohtaisesti pitkäikäisiä,

ja monissa kohteissa tuolloin toteutetut ratkaisut ovat edelleen käytössä tai toiminnallisesti käyttökelpoisia. Rakennusten saneerausten ja käyttötarkoitusten muutosten yhteydessä järjestelmiä kuitenkin päivitetään ja yhtenäistetään erityisesti ylläpidon ja huollettavuuden näkökulmasta. Käytännössä tämä tarkoittaa usein pyrkimystä vähentää erilaisten ohjausjärjestelmien ja laitevalmistajien määrää, sillä useiden erilaisten järjestelmien rinnakkaiskäyttö lisää järjestelmän monimutkaisuutta ja vaikeuttaa muutosten ja kehitystoimenpiteiden toteuttamista. Yhtenäisemmät automaatoratkaisut luovat paremmat edellytykset järjestelmien hallinnalle, analytiikalle ja jatkokehitykselle pitkällä aikavälillä. [7.]

Rakennusautomaation toteutukseen liittyy teknisten vaatimusten ohella myös taloudellinen ohjaus. Projektinhallinnan tehtävänä on seurata toteutuksen etenemistä suhteessa asetettuihin kustannus- ja aikatauluraameihin sekä varmistaa, että järjestelmä valmistuu sovitussa laajuudessa. Muutokset järjestelmän laajuudessa, toteutustavassa tai aikataulussa heijastuvat suoraan projektin kokonaisuuteen, minkä vuoksi kustannusten ja resurssien hallinta on olennainen osa toteutusvaihetta. Projektin hallittavuutta, laatua ja järjestelmällistä toteutusta tukevat rakennusautomaatioon liittyvät standardit, jotka ohjaavat muun muassa järjestelmien rakennetta, dokumentointia ja toiminnallisia periaatteita. [8; 9.]

Käyttöönnotossa automaatiojärjestelmän toiminta varmistetaan todellisissa käyttöolosuhteissa. Järjestelmää testataan kokonaisuutena toimintakokeiden avulla. Osana toteutusta järjestelmään liitetään usein paikallinen käyttöliittymä, jonka avulla mittauksia, ohjauksia ja hälytyksiä voidaan tarkastella ja hallita. Dokumentointi päivitetään käyttöönnoton yhteydessä lopulliseen muotoonsa, jotta järjestelmän ylläpito ja jatkokehitys ovat mahdollisia koko elinkaaren ajan.

Kun järjestelmä on hyväksytysti otettu käyttöön, siirrytään ylläpitovaiheeseen. Ylläpito kattaa järjestelmän jatkuvan seurannan, poikkeamien käsittelyn sekä mahdolliset muutokset ja laajennukset rakennuksen käytön muuttuessa. Toteutus- ja ylläpitovaiheet muodostavat yhdessä rakennusautomaation toiminnallisen kokonaisuuden, jossa järjestelmän hallittavuus, luotettavuus ja pitkäaikainen toimivuus ovat keskeisessä roolissa.

3 Menetelmä

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan tekoälyn hyödyntämismahdollisuuksia rakennusautomaation toteutuksessa ja ylläpidossa työelämälähtöisen kehittämistyön näkökulmasta. Menetelminä käytettiin teemahaastatteluja sekä käytännön työprosesseihin perustuvaa aineiston tarkastelua. Menetelmien avulla pyrittiin muodostamaan kokonaiskuva tekoälyn nykyisestä käytöstä, siihen liittyvistä kokemuksista sekä tekoälyn potentiaalisista hyödyntämiskohteista rakennusautomaation työtehtävissä.

3.1 Osallistujat

Tutkimuksen osallistujat koostuivat rakennusautomaation parissa työskentelevistä asiantuntijoista, jotka osallistuvat järjestelmien toteutukseen, käyttöönottoon tai ylläpitoon. Osallistujat valittiin tarkoituksenmukaisesti siten, että he edustivat erilaisia työrooleja ja kokemustasoja. Haastateltavia oli 4 kappaletta ja kyselyyn vastanneita 11 henkilöä. Näin pyrittiin varmistamaan, että aineisto kattaa monipuolisesti rakennusautomaation toteutukseen ja ylläpitoon liittyviä näkökulmia.

Osallistujien anonymiteetti varmistettiin koko tutkimusprosessin ajan, eikä aineistosta ole tunnistettavissa yksittäisiä henkilöitä tai organisaatioita.

3.2 Haastattelukysymykset

Haastattelut toteutettiin teemahaastatteluina. Teemahaastattelu on puolistrukturoitu laadullisen tutkimuksen menetelmä, jossa haastattelu kohdennetaan ennalta määriteltyihin teema-alueisiin, mutta kysymysten tarkka muoto ja esittämisjärjestys voivat vaihdella. Menetelmän keskeisenä piirteenä on, että se mahdollistaa tutkittavien omien kokemusten, merkitysten ja näkemysten esiin tuomisen joustavasti mutta samalla tutkimuksen kannalta olennaisiin aihepiireihin keskittyen.[11.]

Hirsjärven ja Hurmeen mukaan teemahaastattelu soveltuu erityisesti tilanteisiin, joissa tutkittavasta ilmiöstä halutaan syvällistä ymmärrystä ja joissa vastaajien omat tulkinnat ovat keskeisessä roolissa [10]. Tässä tutkimuksessa menetelmä valittiin, koska tavoitteena oli kerätä asiantuntijoiden kokemuksiin perustuvaa laadullista tietoa tekoälyn hyödyntämisestä työtehtävissä sekä siihen liittyvistä odotuksista, hyödyistä ja haasteista. Puolistrukturoitu lähestymistapa mahdollisti yhtenäisen haastattelurungon käytön ja aineiston vertailtavuuden, mutta jätti vastaajille riittävästi tilaa tuoda esiin myös uusia näkökulmia.

Haastattelukysymykset laadittiin etukäteen ja toteutettiin sähköisenä kyselynä Google Forms -alustalla. Osallistujille annettiin mahdollisuus vastata kysymyksiin vapaamuotoisesti ja haluamallaan laajuudella, mikä mahdollisti yksityiskohtaisten kokemusten ja näkemysten esiin tuomisen.

Kysymysten tavoitteena oli kartoittaa, millaisissa työvaiheissa tekoälyä hyödynnetään jo tällä hetkellä ja missä sen käyttö voisi tulevaisuudessa tuoda lisäarvoa rakennusautomaation toteutuksessa ja ylläpidossa. Vaikka vastaukset olivat avoimia, haastattelurunko pidettiin kaikille osallistujille samansisältöisenä, mikä tuki aineiston vertailtavuutta ja teemoittaista analysointia.

3.3 Aineisto ja analyysi

Aineisto koostui haastatteluista kerätystä tekstiaineistosta sekä työprosesseihin liittyvistä havainnoista. Aineisto analysoitiin laadullisin menetelmin teemoittamalla vastauksia. Teemoittelu on laadullisen analyysin menetelmä, jossa aineistosta pyritään tunnistamaan toistuvia aihepiirejä ja merkityskokonaisuuksia.[12.] Menetelmän avulla tunnistettiin toistuvia työvaiheita, tekoälyn nykyisiä käyttötapoja sekä kehityskohteita, joissa tekoälyn hyödyntämisellä nähtiin potentiaalia.

Analyysin tavoitteena ei ollut tilastollinen yleistettävyyden, vaan käytännönläheisen ymmärryksen muodostaminen tekoälyn roolista rakennusautomaation toteutuksessa ja ylläpidossa. Analyysin tuloksia hyödynnettiin työn myöhemmissä luvuissa ohjeistusten ja kehitysehdotusten muodostamisen tukena.

4 Tekoälyn hyödyntäminen rakennusautomaation toteutuksessa ja ylläpidossa

Rakennussektorin energiatehokkuuden parantaminen on viime vuosina noussut keskeiseksi tavoitteeksi niin kansallisella kuin Euroopan unionin tasolla. Rakennusten osuus kokonaisenergiankulutuksesta on merkittävä, minkä vuoksi rakennusten energiatehokkuuden parantamisella on keskeinen rooli EU:n ilmasto- ja energiavoitteiden saavuttamisessa. Tätä kehitystä ohjaa erityisesti rakennusten energiatehokkuusdirektiivi, joka asettaa vaatimuksia rakennusten teknisille järjestelmille, automaatiolle ja ohjaukselle sekä edellyttää älykkäiden ratkaisujen hyödyntämistä osana energiatehokkuuden parantamista. [7.]

Rakennusautomaatio on keskeinen osa tätä kokonaisuutta, sillä sen avulla voidaan vaikuttaa rakennusten energiankulutukseen järjestelmätasolla. Nykyiset rakennusautomaation säätöratkaisut perustuvat pääosin ennalta määriteltyihin säätöperiaatteisiin ja vakiintuneisiin ohjausstrategioihin, jotka ovat osoittautuneet toimintavarmiksi ja luotettaviksi. Samanaikaisesti rakennuksista kerätään jatkuvasti suuria määriä mittaus- ja käyttödataa järjestelmien toiminnasta ja sisäolosuhteista. Tämän datan hyödyntäminen on kuitenkin usein rajautunut raportointiin ja perinteiseen analytiikkaan, eikä sitä hyödynnetä täysimääräisesti järjestelmien kehittämisessä tai pitkän aikavälin energiatehokkuuden optimoinnissa. [3; 4; 5.]

Tekoäly tarjoaa mahdollisuuden tarkastella rakennusautomaatiota laajempänä kokonaisuutena, jossa järjestelmien tuottamaa dataa voidaan hyödyntää systematisemmin ja monipuolisemmin. Tekoälyn rooli ei tällöin ole korvata olemassa olevia säätöjärjestelmiä tai siirtää päätöksentekoa pois asiantuntijoilta, vaan tukea järjestelmien analysointia, kehittämistä ja tulevaisuuden säätöstrategioiden suunnittelua. Tämä lähestymistapa on linjassa rakennusautomaation energiatehokkuutta koskevien standardien kanssa, joissa korostetaan automaation, ohjauksen ja tiedonhallinnan merkitystä rakennusten energiatehokkuuden parantamisessa. [3.]

Tässä luvussa tekoälyä tarkastellaan osana tällaista kehityssuuntaa. Tarkastelu etenee nykyisistä säätö- ja ohjausperiaatteista kohti tekoölyyn perustuvia tukiratkaisuja ja edelleen siihen, miten tekoäly voitaisiin liittää hallitusti osaksi rakennusautomaation toteutusta, ylläpitoa ja tulevaisuuden säätötekniikkaa. Tavoitteena on muodostaa kokonaiskuva kehityspolusta, jossa tekninen realismi, tietoturva ja asiantuntijatyön keskeinen rooli säilyvät keskiössä. [1; 2.]

4.1 Tekoäly rakennusautomaation analytiikan ja kehittämisen tukena

Rakennusautomaatiossa on viime vuosina siirrytty yhä enemmän kohti keskitettyjä analytiikka- ja pilvipohjaisia valvontaratkaisuja, joihin on liitetty suuri määrä erilaisia rakennuksia. Tällaiset järjestelmät mahdollistavat rakennusten toiminnan tarkastelun paitsi yksittäisinä kohteina myös osana laajempaa kokonaisuutta. Kun rakennuksia tarkastellaan keskitetyn analytiikan kautta, syntyy mahdollisuus vertailla järjestelmien toimintaa, säätöarvoja ja todellista energiankäyttöä eri rakennustyyppien välillä. [8.]

Yksi keskeinen kehityssuunta on rakennusten luokittelu esimerkiksi käyttötarkoituksen, teknisten järjestelmien ja säätöperiaatteiden perusteella. Tällöin voidaan tarkastella, miten tietyt säätöratkaisut ja asetusravot toimivat eri rakennuskategorioissa pitkällä aikavälillä. Analytiikan avulla voidaan vertailla suunnitteluarvoja, mitattuja arvoja ja standardien mukaisia tavoitearvoja sekä tunnistaa poikkeamia, jotka eivät välttämättä ole havaittavissa yksittäistä rakennusta tarkasteltaessa.

Tekoäly voisi toimia tällaisessa ympäristössä analytiikkaa tukevana työkaluna, joka auttaa käsittelemään suuria tietomääriä ja tunnistamaan ilmiöitä järjestelmien toiminnassa. Sen rooli ei ole tehdä päätöksiä rakennusten puolesta, vaan tuottaa asiantuntijoille tietoa, vertailuja ja ehdotuksia, joiden perusteella säätöjä ja järjestelmiä voidaan kehittää. Tekoölyn avulla olisi mahdollista esimerkiksi tarkastella, miten eri säätöstrategiat suoriutuvat todellisissa käyttöolosuhteissa verrattuna suunniteltuihin tavoitteisiin. [8.]

Tekoälyn tuottamien havaintojen ei kuitenkaan tarvitse aina johtaa suoriin säätötoimenpiteisiin tai järjestelmän optimointiin. Yksi merkittävä, mutta usein vähemmälle huomiolle jäävä tekoälyn tuoma lisäarvo on sen kyky tunnistaa tilanteita, joissa järjestelmän toiminta on rakenteellisesti rajoittunut. Mikäli rakennusautomaatiojärjestelmä on alun perin puutteellisesti mitoitettu, säätövaraa on liian vähän tai mittauspisteitä ei ole riittävästi, ei säätöjen muuttaminen johda toivottuun lopputulokseen.

Tällaisissa tapauksissa tekoälyn keskeinen tehtävä ei ole ehdottaa uusia säätöarvoja, vaan tuottaa analyysi, joka osoittaa, miksi järjestelmä toimii heikosti ja mitkä tekijät estävät sen parantamisen pelkän säätötekniikan keinoin. Tulos voi olla johtopäätös siitä, että ongelma ei ole säädöissä, vaan järjestelmän rakenteessa, mitoituksessa tai mittaustiedon puutteessa. Tämä voi ohjata asiantuntijatyötä oikeaan suuntaan ja auttaa kohdistamaan kehitystoimet sinne, missä niillä on todellista vaikutusta.

Tämä näkökulma korostaa tekoälyn roolia asiantuntijaa tukevana analyysityökaluna, ei automaattisena ratkaisijana. Rakennusautomaatiossa tekoälyn arvo syntyy nimenomaan kyvystä käsitellä laajoja tietomassoja, tunnistaa toistuvia ilmiöitä ja tuoda esiin järjestelmän rajoitteita, joita yksittäisen kohteen tarkastelussa ei välttämättä havaita.

Rakennusten pitkä elinkaari korostaa tällaisen lähestymistavan merkitystä. Rakennusten käyttötarkoitus voi muuttua ajan myötä, jolloin myös järjestelmien kuormitusprofiilit ja vaatimukset muuttuvat. Keskitetyn analytiikan ja tekoälyn avulla voidaan hyödyntää olemassa olevia mittauksia ja järjestelmiä ja arvioida, miten nykyiset ratkaisut soveltuvat uuteen käyttötarkoitukseen. Tekoäly voisi tällöin auttaa tunnistamaan, mitkä säätöarvot tai järjestelmäosat vaativat muutoksia ja missä kohdin lisämittaukset tai uudet järjestelmät olisivat perusteltuja.

On kuitenkin olennaista todeta, että tekoäly ei korvaa hyvää järjestelmäsuunnittelua. Energiatehokkuuden parantaminen edellyttää ensisijaisesti oikein mitoitettuja ja toimivia teknisiä ratkaisuja. Tekoälyn hyöty syntyy vasta silloin, kun

järjestelmällä on riittävästi säätövaraa ja mittapisteitä, joiden perusteella rakennuksen toimintaa voidaan ymmärtää kokonaisuutena. Ilman laadukasta dataa ja selkeitä järjestelmärakenteita tekoäly ei pysty tuottamaan luotettavia tai hyödyllisiä tuloksia.

Tämä näkökulma korostaa tekoälyn roolia osana laajempaa kehityspolkua, jossa rakennusautomaatio, analytiikka ja asiantuntijatyö täydentävät toisiaan. Oikein hyödynnettynä tekoäly voi tukea rakennusautomaation toteutusta ja ylläpitoa sekä auttaa järjestelmiä mukautumaan muuttuviin käyttöolosuhteisiin ilman, että käyttäjämukavuudesta tai järjestelmien hallittavuudesta tingitään.

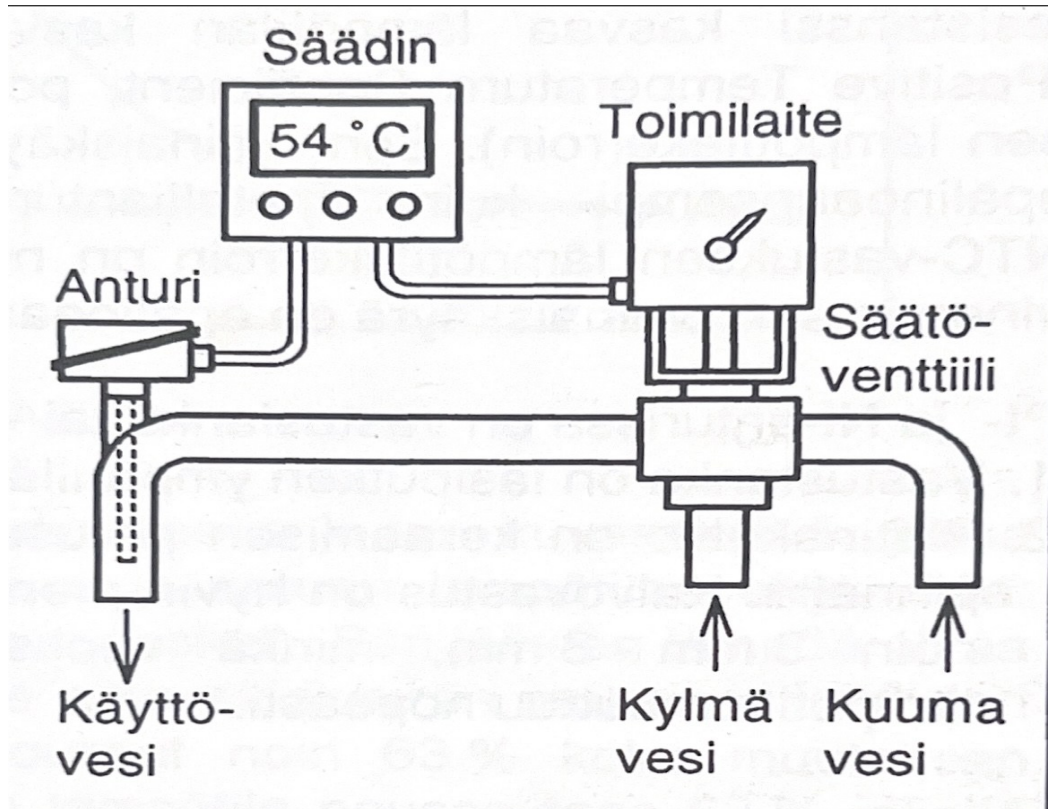
4.2 Säätötekniikan lähtökohdat tekoälyn tarkastelussa

Jotta tekoälyn mahdollista roolia rakennusautomaatiossa voidaan arvioida tarkoituksenmukaisesti, on ensin hahmotettava, miten rakennusten säätö toteutetaan yleisesti ilman tekoälyä. Kuvassa 3 esitetään rakennusautomaation perinteinen säätörakenne, joka muodostaa lähtökohdan, jonka päälle tekoälyä voidaan harkita tukevaksi osaksi, ei sitä korvaavaksi ratkaisuksi.

Rakennusautomaatiossa säätö perustuu tyypillisesti klassiseen säätöketjuun, jossa säädettävä kohde on rakennuksen sisäolosuhteet, mittalaitteet tuottavat tietoa järjestelmän tilasta ja säätöalgoritmi ohjaa toimilaitteita asetettujen tavoitearvojen perusteella. Esimerkiksi lämmitysjärjestelmässä huonelämpötilaa mitataan antureilla, ja säätöventtiiliä ohjataan siten, että lämpötila pysyy asetetun tavoitearvon ympärillä.

Rakennusten lämmityksen ohjauksessa keskeinen osa säätöä on ulkolämpötilaan perustuva ennakoiva säätö. Suunnitteluvaiheessa määritellään muunnostaulukot tai säätökäyrät, joiden perusteella esimerkiksi lämmityspiirin menoveden lämpötila määräytyy ulkolämpötilan funktiona. Näiden arvojen tavoitteena on tuottaa rakennukselle riittävä lämmitysteho eri ulkolämpötiloissa oletetun rakennuskäyttötymisen mukaisesti. Varsinainen palautesäätö toteutetaan

tyypillisesti PI- tai PID-säätimillä, jotka ohjaavat toimilaitteita mittausten perusteella näiden ennakkoon määriteltynä asetusarvojen ympärillä. [8.]



Kuva 3. Perinteinen rakennusautomaation säätöketju käyttöveden lämpötilan ohjauksessa [2].

Tämä säätörakenne on lähtökohtaisesti autonominen ja toimii ilman jatkuvaa käyttäjän osallistumista. Säätöjärjestelmä reagoi mittaushetken poikkeamiin ja pyrkii pitämään olosuhteet asetettujen tavoitearvojen mukaisina. Rakennusautomaatiojärjestelmissä on ollut jo pitkään käytettävissä historiatietoa mittauksista ja hälytyksistä, ja järjestelmien toimintaa voidaan tarkastella myös pidemmällä aikavälillä. Pelkkä mittausdatan tarkastelu ei kuitenkaan automaattisesti johda selkeään ymmärrykseen syy-seuraussuhteista tai järjestelmän kokonaisvaltaisesta toiminnasta. Rakennusten toimintaan vaikuttaa samanaikaisesti suuri määrä muuttujia, kuten käyttäjien toiminta, sääolosuhteet, kuormitusvaihtelut ja eri järjestelmien keskinäiset riippuvuudet. Näiden tekijöiden vaikutusten

erottaminen toisistaan ja merkityksellisten ilmiöiden tunnistaminen on usein haastavaa ja aikaa vievää asiantuntijatyötä.

Rakennusten energiajärjestelmät ovat lisäksi monimuotoistuneet merkittävästi. Yksittäinen rakennus voi hyödyntää useita lämmitysmuotoja rinnakkain, kuten kaukolämpöä, maalämpöä, sähköä, aurinkoenergiaa tai lämpöenergian talteenottoa. Samalla energiemarkkinoiden hinnoittelumallit ovat muuttuneet, ja esimerkiksi sähkön 15 minuutin hintavaihtelut lisäävät tarkasteltavien tekijöiden määrää entisestään. Vaikka ulkolämpötila on keskeinen ohjaava tekijä monissa säätöpiireissä, perustuu säätö tyypillisesti mitattuihin arvoihin eikä ennakoivaan tietoon tulevista olosuhdemuutoksista.

Lisäksi monien rakennusten tekniset järjestelmät ovat kooltaan ja hitaudeltaan sellaisia, että nopeat ulkoiset muutokset, kuten äkilliset säätötilan vaihtelut, eivät välttämättä ehdi heijastua järjestelmän toimintaan optimaalisella tavalla pelkän reaktiivisen säädön avulla. Tässä yhteydessä sääennusteiden hyödyntäminen osana analytiikkaa voisi tarjota lisäarvoa erityisesti ennakoivan tarkastelun näkökulmasta.

Tässä työssä tarkasteltava tekoäly ei sijoitu varsinaisen säätöpiiriin sisälle, vaan sen yläpuolelle analytiikan tasolle. Tekoälyn rooli on tukea asiantuntijoita pitkän aikavälin mittaus- ja tapahtumadatan käsittelyssä sekä yhdistää tähän ulkoisia tietolähteitä, kuten sääennusteita. Tekoälyn avulla voidaan tunnistaa toistuvia ilmiöitä, käyttöprofiileja ja mahdollisia syy–seuraussuhteita, joiden havaitseminen manuaalisesti on vaikeaa. Tekoäly ei tee päätöksiä järjestelmien ohjauksesta, vaan tuottaa analyysien pohjalta raportteja, vertailuja ja suosituksia, jotka tukevat asiantuntijan tekemää arviointia ja päätöksentekoa.

4.3 Tekoälyratkaisun toteutusvaihtoehdot ja kustannusnäkökulma

Tekoälyn hyödyntäminen rakennusautomaation toteutuksessa ja ylläpidossa voidaan toteuttaa usealla eri tavalla riippuen käyttötarkoituksesta, tietoturva-vaatimuksista ja organisaation teknisistä valmiuksista. Tässä luvussa tarkastellaan

vaihtoehtoisia toteutusmalleja, niiden keskeisiä komponentteja sekä kustannuksia suuntaa antavalla tasolla. Tarkoituksena ei ole määritellä yksittäistä oikeaa ratkaisua, vaan kuvata realistisia kehityspolkuja, joiden pohjalta yrityskohtainen toteutus voidaan suunnitella.

4.3.1 Vaihtoehto 1: Pilvipohjainen tekoäly analytiikan tukena

Yksi suoraviivaisimmista toteutustavoista on hyödyntää pilvipohjaisia tekoälypalveluita osana olemassa olevaa analytiikka- ja valvomoympäristöä. Tässä mallissa rakennusautomaatiojärjestelmistä kerätty data siirretään keskitettyyn tietovarastoon, jonka päälle tekoälypalvelu liitetään analysoimaan mittauksia, hälytyksiä ja tapahtumatietoja.

Keskeisiä komponentteja ovat

- keskitetty analytiikka- tai tietovarastoratkaisu
- rajapinta rakennusautomaatiojärjestelmien ja pilvipalvelun välillä
- yleiskäyttöinen kieli- tai analytiikkamalli
- käyttöliittymä asiantuntijoille.

Tämän mallin etuna on nopea käyttöönotto ja hyvä skaalautuvuus. Haittapuolena on se, että tietoturva ja datan sijainti ovat vahvasti sidoksissa palveluntarjoajaan, mikä voi rajoittaa arkaluontoisen tiedon käsittelyä. Pilvipohjaisissa generatiivisen tekoälyn palveluissa hinnoittelu perustuu tyypillisesti käytön mukaan veloittettavaan malliin. Eryteisesti suurten kielimallien yhteydessä kustannukset määräytyvät usein käsiteltyjen tokenien perusteella. Token tarkoittaa mallin käsittelemää tekstiyksikköä, joka vastaa tyypillisesti muutamaa merkkiä tai sanan osaa. Palveluntarjoajat veloittavat erikseen syötetokenit (input) ja mallin tuottamat tulostokenit (output), jolloin kokonaiskustannus riippuu suoraan kyselyiden määrästä ja vastausten pituudesta.[13.]

Token-perusteisen hinnoittelun lisäksi pilvipalveluiden kokonaiskustannuksiin voivat vaikuttaa myös muut tekijät, kuten laskentaresurssien käyttöaika,

tallennuskapasiteetti sekä tiedonsiirtomäärät. Näin ollen kustannukset skaalautuvat käyttövolyymin mukana ja voivat kasvaa merkittävästi laajassa käytössä. Toisaalta mallin etuna on, että alkuinvestointia ei tarvita ja kapasiteettia voidaan kasvattaa nopeasti tarpeen mukaan.[14.]

Paikallisessa palvelinratkaisussa kustannusrakenne muodostuu eri periaatteella. Tällöin keskeinen kustannuserä on alkuinvestointi palvelinlaitteistoon, joka sisältää tyypillisesti suorittimen, keskusmuistin sekä tekoälylaskentaa kiihdyttävän GPU-kortin. Tämän lisäksi syntyy jatkuvia käyttökustannuksia, kuten sähkönkulutuksesta, jäähdytyksestä, tilakustannuksista, laitteiston ylläpidosta sekä mahdollisista lisensseistä. Toisin kuin pilvipalveluissa, kustannukset eivät riipu suoraan yksittäisten kyselyiden määrästä, vaan määräytyvät pääosin laitteiston mitoituksen ja käyttöasteen perusteella.[15.]

Taulukossa 1 esitetään suuntaa-antava vertailu pilvipalveluiden ja paikallisen palvelinratkaisun kustannus- ja kapasiteettitekijöistä. Taulukkoon on koottu kaksi yleisesti käytettyä pilvipalveluvaihtoehtoa sekä yksi esimerkinomainen fyysinen palvelinluokan kokoonpano havainnollistamistarkoituksessa. Hybridimallilla tarkoitetaan tässä yhteydessä ratkaisua, jossa organisaatio hyödyntää paikallista palvelinratkaisua yhdessä valitun pilvipalvelun kanssa. Käytännössä hybriditoteutus voidaan muodostaa yhdistämällä fyysinen palvelin jompaankumpaan taulukossa esitettyyn pilvipalveluvaihtoehtoon käyttötarpeen mukaan.

Tarkoituksena ei ole esittää täysin tarkkaa kustannuslaskentaa, vaan kuvata kustannusrakenteiden suuruusluokkaa ja keskeisiä eroja eri toteutusmallien välillä. Yksityiskohtainen vertailu edellyttäisi tapauskohtaista analyysiä käytettävistä kielimallista, kuormituksesta, optimoinneista sekä infrastruktuurin toteutustavasta.

Suuruusluokaltaan pilvipalveluiden kustannukset voivat vaihdella kymmenistä euroista käyttäjää kohden kuukaudessa aina huomattavasti suurempiin kokonaisuuksiin laajassa käytössä, kun taas paikallisen ratkaisun kustannustehokkuus paranee tyypillisesti käyttöasteen kasvaessa.[13; 14.]

Taulukko 1. Generatiivisen AI-ratkaisun kustannus- ja kapasiteettivertailu (2026).[13; 14; 15.]

Tekijä	AWS Bedrock (pilvi)	Azure OpenAI (pilvi)	Fyysinen AI-palvelin
Vuosiluku	2026	2026	2026
Laskutusmalli	Token-perusteinen	Token-perusteinen	Kiinteä investointi
Käyttäjiä (skenaario)	200	200	200
Kyselyä/vuosi	1 000 000	1 000 000	1 000 000
Kapasiteettiraja	Käytännössä rajaton	Käytännössä rajaton	~5–15 kyselyä/s
Alkuinvestointi	0 €	0 €	~12 000–25 000 €
Arvioitu vuosikustannus	~1 000–1 500 \$	~4 000–6 000 \$	~3 000–6 000 €
Skaalautuvuus	Erittäin hyvä	Erittäin hyvä	Rajallinen
Tietosuoja	Pilviriippuvainen	Pilviriippuvainen	Korkea (paikallinen)

4.3.2 Vaihtoehto 2: Organisaation oma tekoäly suljetussa ympäristössä

Toinen toteutusvaihtoehto on rakentaa tekoälyratkaisu organisaation omaan, suljettuun ympäristöön. Tässä mallissa tekoälymalli, tietovarasto ja analytiikka toimivat yrityksen hallitsemassa infrastruktuurissa, jolloin data ei poistu organisaation omasta ympäristöstä.

Tällainen ratkaisu edellyttää

- omaa palvelin- tai pilviympäristöä

- rajattua ja kuratoitua tietopohjaa
- tekoälymallia, joka voidaan ajaa paikallisesti
- käyttöoikeus- ja lokitusmekanismeja.

Ratkaisun etuna on korkea tietoturva ja täysi kontrolli datasta. Se mahdollistaa myös tekoälyn kouluttamisen nimenomaan organisaation omilla dokumenteilla, mittausdataalle ja toimintamalleilla. Haittapuolena ovat korkeammat alkuinvestoinnit ja suurempi tekninen ylläpitotarve. Kustannukset muodostuvat infrastruktuurista, mallien käyttöönotosta ja jatkuvasta ylläpidosta, ja ne voivat nousta helposti useisiin kymmeneen tuhansiin euroihin vuodessa riippuen ratkaisun laajuudesta.

4.3.3 Vaihtoehto 3: Hybridiratkaisu toteutuksen ja ylläpidon tukena

Kolmas vaihtoehto on hybridiratkaisu, jossa yhdistetään pilvipohjaisia palveluita ja organisaation omaa infrastruktuuria. Tässä mallissa tekoälyn käyttö jaetaan käyttötapauksen mukaan. Esimerkiksi yleinen dokumentaation tuki ja ei-luottamuksellinen analyysi voidaan toteuttaa pilvipalveluna, kun taas luottamuksellinen mittausdata ja järjestelmäkohtaiset analyysit käsitellään suljetussa ympäristössä.

Hybridiratkaisun keskeisiä piirteitä ovat

- selkeä tietojen luokittelu
- rajatut rajapinnat eri järjestelmien välillä
- erilliset tekoälykomponentit eri käyttötarkoituksiin
- keskitetty hallinta ja valvonta.

Tämä malli tarjoaa joustavuutta ja kustannustehokkuutta, mutta edellyttää huolellista arkkitehtuurisuunnittelua. Kustannukset jakautuvat pilvipalvelumaksuihin ja oman infrastruktuurin ylläpitoon, ja ne voidaan mitoittaa vaiheittain käyttöönoton edetessä.

4.3.4 Kustannusten ja hyötyjen suhde

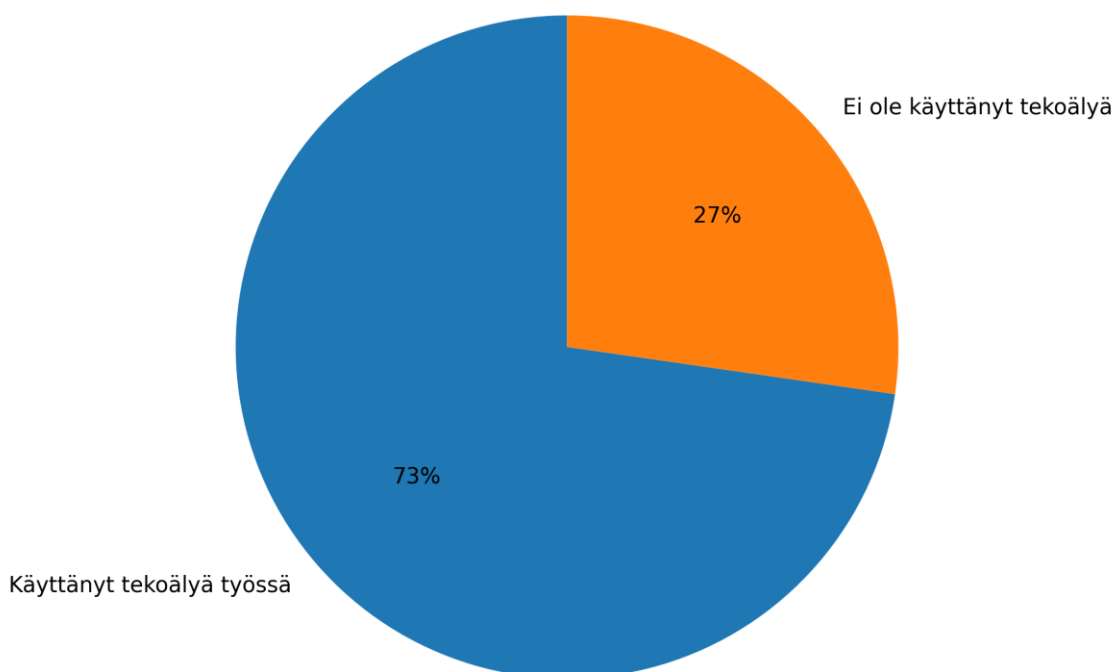
Tekoälyratkaisujen kustannuksia tarkasteltaessa on olennaista huomioida, että suurin hyöty syntyy usein työajan säästöstä, virheiden vähentymisestä ja paremmasta päätöksenteon tuesta. Tekoälyn käyttöönottoa ei voida perustella pelkästään energiansäästöllä tai teknisellä optimoinnilla, vaan sen arvo muodostuu kokonaisuudesta, jossa analytiikka, asiantuntijatyö ja järjestelmien kehittäminen tukevat toisiaan.

Tässä työssä esitetyt toteutusvaihtoehdot osoittavat, että tekoälyn hyödyntäminen rakennusautomaation toteutuksessa ja ylläpidossa on mahdollista usealla eri tasolla. Valinta riippuu organisaation tavoitteista, tietoturva-vaatimuksista ja resursseista. Yhteistä kaikille vaihtoehdoille on se, että tekoäly toimii tukevassa roolissa perinteisen automaation rinnalla ja edellyttää toimiakseen laadukasta dataa sekä selkeästi määritellyjä käyttötapauksia.

5 Tulokset

Tässä luvussa esitetään tutkimuksen keskeiset tulokset haastatteluista ja kyselyaineistosta kerätyn aineiston perusteella. Tulokset kuvaavat ammattilaisten kokemuksia tekoälyn hyödyntämisestä rakennusautomaatiossa, esiin nousseita kehitysideoita sekä tekoälyn käyttöön liittyviä haasteita. Tulokset on jäsennetty teemoittain aineistosta tunnistettujen kokonaisuuksien mukaisesti. Kuvassa 4 on esitetty haastattelukysymyksiä perusteella osallistujien tekoälykäyttöjakauma.

Tekoälyn käyttö työssä vastaajien keskuudessa (n = 11)



Kuva 4. Tekoälyn käyttö työssä vastaajien keskuudessa (n = 11).

5.1 Ammattilaisten kokemukset tekoälyn hyödyntämisestä

Haastattelujen perusteella suhtautuminen tekoälyn hyödyntämiseen työelämässä oli pääosin myönteistä. Haastattelukysymykset on esitetty liitteessä 1. Tekoälyn koettiin tarjoavan merkittäviä mahdollisuuksia työn tehostamiseen, ajansäästöön ja rutiininomaisten työvaiheiden keventämiseen. Useat vastaajat toivat esiin, että tekoäly nähdään erityisesti asiantuntijatyötä tukevana välineenä, joka vapauttaa aikaa vaativampiin ja harkintaa edellyttäviin tehtäviin.

Tekoälyn käyttö työtehtävissä vaihteli osallistujien välillä. Osa vastaajista ei ollut vielä hyödyntänyt tekoälyä työssään lainkaan, kun taas toiset käyttivät sitä säännöllisesti osana päivittäistä työskentelyä. Käyttökohteet painottuivat erityisesti tekstin tuottamiseen, dokumentointiin, tiedon jäsentämiseen sekä erilaisien ongelmatilanteiden hahmotteluun. Lisäksi tekoälyä hyödynnettiin yksittäisissä teknisissä tehtävissä, kuten laskentojen tukena ja vaihtoehtoisten ratkaisujen etsimisessä.

Ohjelmointiin liittyvissä työvaiheissa tekoälyn koettiin olevan hyödyllinen erityisesti tilanteissa, joissa automaatio-ohjelman toiminnassa ilmeni ongelmia tai ohjelman käyttöönotto estyi teknisen virheilmoituksen vuoksi. Tällöin virheilmoitus ei aina yksiselitteisesti osoita ongelman syytä tai sijaintia. Tekoälyltä saatiin tukea ohjelman rakenteen läpikäyntiin, mahdollisten virhelähteiden tunnistamiseen sekä korjausvaihtoehtojen hahmottamiseen. Lisäksi tekoälyä hyödynnettiin ohjelmien selkeyttämisessä ja kommentoinnissa, mikä koettiin tärkeäksi ohjelmien myöhemmän ylläpidon ja muiden asiantuntijoiden työn kannalta.

Aineistossa korostui näkemys siitä, että tekoälyä ei pidetä itsenäisenä päätöksentekijänä, vaan apuvälineenä, jonka tuottamat vastaukset edellyttävät aina käyttäjän arviointia ja tarkistamista. Useat vastaajat painottivat, että tekoälyn hyöty riippuu vahvasti käyttäjän osaamisesta ja kyvystä esittää tarkoituksenmukaisia kysymyksiä. Tekoäly nähdään tällöin osana asiantuntijan työkalupakkia, ei korvaajana, vaan työn laatua ja tehokkuutta tukevana apuna.

5.2 Kehitysideat tekoälyn hyödyntämisestä

Haastatteluaineistossa nousi esiin useita kehitysideoita tekoälyn laajempaan hyödyntämiseen rakennusautomaation toteutuksessa ja ylläpidossa. Erityisesti manuaaliset, toistuvat ja paljon yksityiskohtaista tiedon käsittelyä vaativat työvaiheet nähtiin alueina, joissa tekoäly voisi luoda merkittävää ajansäästöä ja parantaa työn yhdenmukaisuutta. Täällaisiksi työvaiheiksi mainittiin muun muassa erilaisten luetteloiden ja asiakirjojen laatiminen, projektiaineiston jäsentäminen sekä teknisten lähtötietojen käsittely.

Aineistossa tuotiin esiin myös ohjelmointiin ja järjestelmäintegraatioihin liittyviä tehtäviä, joissa tekoälyn nähtiin voivan toimia hyödyllisenä tukena. Esimerkiksi kenttäväylien ja tiedonsiirtoratkaisujen, kuten Modbus-pohjaisten liitäntöjen, soveltaminen automaatio-ohjelmiin koettiin ajoittain haastavaksi. Vaikka kyseessä on vakiintunut ja laajasti käytetty standardi, sen käytännön toteutus edellyttää usein laitekohtaisten rekisteritietojen, skaalausten ja toimintaperiaatteiden

tulkintaa. Tällaisissa tilanteissa tekoälyn koettiin voivan helpottaa dokumentaation ymmärtämistä ja ohjelmakoodin toiminnan hahmottamista.

Useat vastaajat näkivät potentiaalia tekoälyn hyödyntämisessä jo projektien alkuvaiheessa, esimerkiksi suunnitelmien läpikäynnissä, lähtötietojen kokoamisessa ja dokumenttipohjien muodostamisessa. Tällöin tekoälyn rooli painottuisi projektin valmisteluun ja kokonaisuuksien hahmottamiseen, kun taas asiantuntijan vastuu säilyisi teknisten ratkaisujen arvioinnissa ja päätöksenteossa.

Lisäksi esiin nousi tekoälyn hyödyntäminen projektien loppuvaiheessa, erityisesti dokumentaation viimeistelyssä ja aineiston arkistoinnissa. Tekoälyn nähtiin voivan tukea projektitiedon rakenteistamista siten, että aiempien hankkeiden aineistoa voidaan hyödyntää tehokkaammin tulevissa projekteissa. Tämä luo edellytyksiä toimintamallien kehittämiseksi ja tiedon paremmalle siirrettävyydelle projektista toiseen.

5.3 Tekoälyn käyttöön liittyvät luotettavuus- ja tietoturvakysymykset

Haastatteluaineistossa tekoälyn hyödyntämiseen liittyvät haasteet painottuivat erityisesti luotettavuuden ja tietoturvan näkökulmiin. Useat vastaajat ilmaisivat huolensa siitä, että tekoälypalveluihin syötetty aineisto saattaa olla palveluntarjoajien hyödynnettävissä, mikä voi aiheuttaa riskejä arkaluontoisen tiedon ja yritysalaisuuksien osalta. Tämän vuoksi tekoälyn käyttöön liittyvän tiedonhallinnan ja syötettävän sisällön rajauksen koettiin vaativan erityistä huolellisuutta.

Kaupallisten tekoälypalveluiden välillä on merkittäviä eroja erityisesti käyttöehdoissa, sopimusmalleissa ja tiedon käsittelyperiaatteissa. Sekä ChatGPT:stä että Microsoft Copilotista on olemassa erilliset versiot kuluttajakäyttöön ja yrityskäyttöön. Näiden versioiden erot on määritelty palveluntarjoajien käyttöehdoissa ja sopimuksissa, ja ne koskevat muun muassa käyttäjätietojen käsittelyä, keskusteluhistorian hyödyntämistä sekä mallien kouluttamista.

Yrityskäyttöön tarkoitetuissa tekoälyratkaisuihin on tyypillisesti määritelty, että käyttäjien syöttämää sisältöä ei käytetä palveluntarjoajan yleisten tekoälymallien kouluttamiseen. Lisäksi yritysversioissa painottuvat keskitetty käyttäjähallinta, käyttöoikeuksien valvonta sekä integraatiot organisaation omiin järjestelmiin ja tietoturvakäytäntöihin. Kuluttajakäyttöön tarkoitetuissa palveluissa vastuu syötettävästä sisällöstä ja sen luonteesta korostuu puolestaan käyttäjällä, ja käyttöehdot voivat sallia aineiston hyödyntämisen palvelun kehittämiseen.

Aineistossa korostui myös huoli liiallisesta luottamuksesta tekoälyn tuottamiin vastauksiin. Vastaajien mukaan tekoälyn tuottamaa sisältöä ei voida käyttää sellaisenaan ilman asiantuntijan tekemää arviointia ja tarkistusta. Rakennusautomaatiossa virheelliset tulkinnot tai puutteellinen ymmärrys järjestelmien toiminnasta voivat johtaa teknisiin virheisiin tai toimintahäiriöihin. Tekoäly nähdäänkin ensisijaisesti asiantuntijatyötä tukevana välineenä, ei itsenäisenä päätoimittajana.

Lisäksi esiin nousi huoli ammattitaidon heikentymisestä, mikäli tekoälyyn tukeudutaan liiallisesti ilman oman osaamisen ylläpitämistä. Tekoälyn hyöty perustuu pitkälti käyttäjän kykyyn muotoilla kysymyksiä, tulkita vastauksia ja suhteuttaa vastaukset todelliseen järjestelmäympäristöön. Ilman tätä osaamista tekoälyn käyttö voi johtaa virheellisiin johtopäätöksiin tai näennäiseen tehokkuuteen.

Näiden havaintojen perusteella tekoälyn hyödyntäminen rakennusautomaatiossa edellyttää teknisten ratkaisujen lisäksi selkeitä käyttöperiaatteita, organisaatiokohtaisia ohjeita ja käyttäjien ymmärrystä käytössä olevan tekoälypalvelun sopimusehdoista. Kun tekoälyn käyttö rajataan hyväksytyihin työtehtäviin ja käytettävän palvelun tietoturva- ja koulutusperiaatteet tunnetaan, voidaan mataltaa käyttäjien kynnystä hyödyntää tekoälyä sekä vähentää siihen liittyviä epävarmuuksia. Tämä tukee tekoälyn hallittua ja tarkoituksenmukaista käyttöä osana rakennusautomaation prosesseja.

6 Pohdinta

Tässä luvussa tarkastellaan työn tuloksia suhteessa asetettuihin tutkimuskysymyksiin sekä arvioidaan havaintojen merkitystä rakennusautomaation asiantuntijatyön näkökulmasta.

Ensimmäinen tutkimuskysymys kohdistui siihen, missä työvaiheissa tekoälyä voidaan tarkoituksenmukaisesti hyödyntää rakennusautomaatiototeutuksissa. Tulosten perusteella tekoälyn vahvuudet painottuvat erityisesti asiantuntijatyötä tukeviin tehtäviin, joissa käsitellään suuria tietomääriä tai toistuvia työvaiheita. Tällaisia ovat esimerkiksi dokumentaation jäsentäminen, ohjelmakoodin tarkastelu sekä teknisten kokonaisuuksien hahmottaminen. Näissä tilanteissa tekoäly toimii tehokkaana tukivälineenä, mutta ei korvaa asiantuntijan vastuulla olevaa päätöksentekoa.

Toisen tutkimuskysymyksen osalta keskeiseksi havainnoksi nousi se, että tekoälyn käyttöönottoa ohjaavat teknisten valmiuksien lisäksi vahvasti luottamukseen ja riskienhallintaan liittyvät tekijät. Aineiston perusteella asiantuntijoiden varovainen suhtautuminen tekoälyyn on osittain perusteltua, sillä rakennusautomaatioympäristöissä virheelliset tulkinnat tai puutteellinen järjestelmäymmärrys voivat johtaa merkittäviin käytännön seurauksiin. Tämä korostaa hallitun käytön ja selkeiden toimintamallien merkitystä.

Tietoturva, vastuunjako ja järjestelmien luotettavuus nousivat aineistossa keskeisiksi huolenaiheiksi. Näiden havaintojen perusteella tekoälyn rooli rakennusautomaatiossa näyttää luontevimmin asiantuntijan valvomana tukityökaluna. Käytön onnistuminen edellyttää organisaatiokohtaisia ohjeita, yhteisiä pelisääntöjä sekä riittävää käyttäjäosaamista.

Havaintoja voidaan tarkastella myös laajemmassa teknologisen murroksen kontekstissa. Käyttäjien suhtautuminen tekoälyyn muistuttaa monin tavoin aiempia digitaalisia murroksia. Esimerkiksi internetin yleistymisen alkuvaiheessa siihen liitettiin runsaasti huolia ja epäilyksiä, joista osa osoittautui myöhemmin aiheelliseksi ja osa liioitelluiksi. Vasta käytäntöjen, sääntelyn ja käyttäjäosaamisen

kehittyminen mahdollisti teknologian hallitun ja laajamittaisen hyödyntämisen [16]. Samankaltainen kehitysvaihe on nähtävissä myös tekoälyn kohdalla rakennusautomaatioalalla.

7 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, miten tekoälyä voidaan hyödyntää rakennusautomaation toteutukseen ja ylläpitoon liittyvissä asiantuntijatehtävissä sekä millaisia reunaehtoja sen käyttöön liittyy. Työ toteutettiin teemahaastatteluiden, kyselyaineiston ja käytännön kokeilujen pohjalta.

Tulosten perusteella tekoäly soveltuu erityisen hyvin työvaiheisiin, joissa korostuvat toistuvuus ja laajojen tietomäärien käsittely. Keskeisiksi hyötykohteiksi tunnistettiin muun muassa dokumentaation tuottaminen, aineistojen jäsentäminen sekä ohjelmakoodin tarkasteluun liittyvät tukitehtävät. Näissä tehtävissä tekoäly voi tehostaa työskentelyä ja parantaa työn sujuvuutta.

Aineisto osoittaa kuitenkin, että tekoälyä ei nähdä rakennusautomaatiossa itsenäisenä päätöksentekijänä. Vastuu järjestelmien toimivuudesta ja turvallisuudesta säilyy asiantuntijalla, mikä on perusteltua toimialan kriittisen luonteen vuoksi. Käyttöönottoa tukevat selkeät ohjeistukset ja organisaatiotason linjaukset, jotka vähentävät epävarmuutta ja yhtenäistävät toimintatapoja.

Työn aineisto oli rajallinen ja kohdistui tiettyyn asiantuntijajoukkoon, minkä vuoksi tuloksia ei voida yleistää koko toimialaa koskeviksi. Ne tarjoavat kuitenkin käytännönläheisen kuvan tekoälyn tämänhetkisistä hyödyntämismahdollisuuksista rakennusautomaation asiantuntijatyössä.

Jatkokehityksen näkökulmasta tekoälyn hyödyntäminen voi laajentua erityisesti analytiikan, energiatehokkuuden optimoinnin ja älykkäiden ylläpitopalveluiden suuntaan. Näiden ratkaisujen hallittu käyttöönotto edellyttää kuitenkin edelleen teknisen ymmärryksen, toimintamallien ja luottamuksen kehittymistä organisaatioissa.

Lähteet

- 1 SFS-EN ISO 16484. 2024. Building automation and control systems (BACS). SFS Suomen Standardit. Luettu 10.6.2025.
- 2 Värjä, Pertti & Mikkola, Jukka-Matti. 1999. Automaatio- ja säätötekniikka. 10., uudistettu painos. Helsinki: Otava Oppiminen Oy. Luettu 14.7.2025.
- 3 ISO/IEC 22989:2023. Artificial intelligence — Concepts and terminology. International Organization for Standardization, International Electrotechnical Commission. Luettu 12.7.2025.
- 4 ISO/IEC 23894:2023. Artificial intelligence — Risk management. International Organization for Standardization, International Electrotechnical Commission. Luettu 11.11.2025.
- 5 Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act). Euroopan unionin virallinen lehti. 12.07.2024; L:2024/1689. <<http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj>>. Luettu 18.11.2025.
- 6 Directive (EU) 2024/1275 of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings (EPBD). 2024. 2024/1275/EU. Verkkoaineisto. Euroopan unionin virallinen lehti. 24.4.2024. <<https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/1275/oj/eng>>. Luettu 18.11.2025.
- 7 Renovation Wave for Europe – Greening our buildings, creating jobs, improving lives. 2020. 2020/662/COM. Verkkoaineisto. European Commission. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52020DC0662>>. 14.10.2020. Luettu 25.11.2025.
- 8 Snickars, Matias. 2016. Model-based building temperature control. Master's thesis. Aalto University, School of Electrical Engineering. Aaltodoc-tietokanta. Luettu 17.7.2025.
- 9 EN ISO 52120-1:2022. Energy performance of buildings – Contribution of building automation, controls and building management – Part 1: General framework and procedures. International Organization for Standardization. Luettu 16.6.2025.
- 10 Energy efficiency – Buildings. Verkkoaineisto. European Commission. <https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-performance-buildings/energy-performance-buildings-directive_en>. Luettu 26.11.2025.

- 11 Hirsjärvi, Sirkka & Hurme, Helena. 2008. Tutkimushaastattelu: Teema-haastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Gaudeamus. Luettu 5.5.2025.
- 12 Tuomi, Jouni & Sarajärvi, Anneli. 2018. Laadullinen tutkimus ja sisäl-lönanalyysi. Helsinki: Tammi. Luettu 11.5.2025.
- 13 Azure OpenAI prizing. 2025. Verkkoaineisto. Microsoft. <<https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/details/azure-openai/>>. Luettu 1.3.2026.
- 14 Amazon Bedrock hinnoittelu. 2025. Verkkoaineisto. Amazon Web Ser-vices. <<https://aws.amazon.com/bedrock/pricing/>>. Luettu 1.3.2026.
- 15 NVIDIA L40S: Pricing, Specs, Best Uses & Where to Run (2026). 2025. Fluence. <<https://www.fluence.network/blog/nvidia-l40s/>>. Luettu 1.3.2026.
- 16 Yli-Ojanperä, Elina. 2022. Maailmanlaajuinen tietokoneverkko internet oli ilmiö 1990-luvun puolivälissä. Verkkoaineisto. Yle Elävä arkisto. <<https://yle.fi/a/20-89617>>. Päivitetty 8.9.2022. Luettu 15.11.2025.

Liite 1: Haastattelukysymykset

Haastattelukysymys tekoälyn hyödyntämisestä rakennusautomaation toteuttamisessa.

1. Mitä ajattelet tekoälyn hyödyntämisestä työelämässä?
2. Oletko käyttänyt tekoälyä aikaisemmin työssäsi? Jos kyllä, millaisissa tehtävissä?
3. Voisitko kuvailla työvaiheita, joissa tekoäly voisi säästää aikaa tai parantaa laatua omassa työssäsi?
4. Mitkä työvaiheesi ovat tällä hetkellä kaikkein manuaalisimpia ja aikaa vievimpiä?
5. Minkälaisia turvallisuuteen tai luotettavuuteen liittyviä haasteita tekoälyn käyttämisessä voisi kohdata?

Liite 2: Käytännön ohjeita ja vinkkejä tekoälyn käyttöön rakennusautomaation työtehtävissä

Ohjeen tarkoitus ja tekoälyn käytön lähtöasetukset

Ohjeen lähtökohdat ja käyttö

Tämä ohje on laadittu tukemaan tekoälyn käytännöllistä hyödyntämistä rakennusautomaatioon liittyvissä asiantuntijatyötehtävissä. Ohje kokoaa yhteen opinäytetyön aikana tehdyt havainnot, haastattelujen perusteella esiin nousseet käyttötavat sekä käytännön kokeilut tekoälyn hyödyntämisestä päivittäisessä työssä. Tavoitteena on tarjota selkeitä ja helposti kokeiltavia esimerkkejä työvaiheista, joissa tekoälystä on todettu olevan eniten hyötyä.

Ohje soveltuu sekä tekoälyä ensi kertaa kokeileville että kokeneemmille käyttäjille. Painopiste on erityisesti toistuvissa, aikaa vievissä työvaiheissa, joissa tekoäly toimii asiantuntijan tukena.

Käyttäjätilin merkitys tekoälyn hyödyntämisessä

Kaupallisia tekoälypalveluita voidaan käyttää joko ilman käyttäjätiliä tai kirjautuneena käyttäjänä. Näiden kahden käyttötavan välillä on käytännön työskentelyn kannalta merkittäviä eroja. Ilman kirjautumista tekoäly käsittelee jokaisen kysymyksen erillisenä, eikä se säilytä aiempaa kontekstia tai tehtäväkohtaista taustaa. Tällöin saman työtehtävän opettaminen joudutaan aloittamaan käytännössä aina alusta.

Mitä tiedät [] järjestelmistä, ja millaisissa niihin liittyvissä tehtävissä voit auttaa?

Kuva 1. Kysymys mikä esitettiin kirjautuneena ja kirjautumatta käyttäjälle ChatGPT ja Copilot palveluissa.

Kirjautuneena käyttäjänä tekoäly mahdollistaa keskustelukohtaisen työskente-
lyn, jossa aiempia ratkaisuja, taustoituksia ja tehtäväkohtaisia lähestymistapoja
voidaan hyödyntää uudelleen. Keskustelut toimivat ikään kuin tehtäväkohtaisina
muistipohjina, joita voidaan käyttää, jatkaa tai tarvittaessa poistaa käyttäjän har-
kinnan mukaan. Tämä vähentää merkittävästi toistotyötä ja parantaa vastausten
johdonmukaisuutta.

Erityinen vahvuus (sinun taustaan nähden)

Koska olet:

- sähköasentaja
- sähköautomaatioinsinööri
- ja työskentelet

voin vastata **suoraan käytännön tasolla**, ilman perusasioiden kiertelyä:

- "Näin tämä kannattaa tehdä ST:llä"
- "Tämä on tyypillinen -moka"
- "Tämä kannattaa dokumentoida näin"

Jos haluat, voidaan jatkaa esim.:

- ✖ tietty ST-koodinpätkä
- ✖ -grafiikka
- ✖ ongelma työmaalta
- ✖ opinnäytetyön AI-kulma

Heitä vain kehiin – mennään suoraan asiaan.

Kuva 2. ChatGPT vastaus kysymykseen, kun on kirjautuneena palveluun ja
käytössä maksullinen plusjäsenyys.

Esimerkki osoittaa, miten tekoäly hyödyntää käyttäjän aiemmin antamaa kon-
tekstia ja pitkäkestoista muistia vastauksissaan. Kirjautuneena tekoäly tunnistaa
käyttäjän taustan, aiemmat keskustelut sekä vastauspreferenssit, kuten toiveen
suorista ja käytännönläheisistä vastauksista ilman tarpeetonta selittelyä. Kun
käyttäjä on tietoisesti kertonut osaamisestaan (esimerkiksi sähköasentajan ja

sähköautomaatioinsinöörin tausta), tekoäly voi mukauttaa vastaukset asiantuntijatasolle ja välttää toistuvat yleisluontoiset varoitukset tai perusohjeet, jotka eivät tuo lisäarvoa kokeneelle käyttäjälle. Tämä parantaa vuorovaikutuksen tehokkuutta ja mahdollistaa keskittymisen olennaiseen: ongelmanratkaisuun, analyysiin ja päätöksenteon tukemiseen.

Miten voin auttaa

Voin auttaa esimerkiksi:

- Käyttöliittymän käytössä (trendit, hälytykset, aikataulut)
- Säättöjen ja logiikan ymmärtämisessä (esim. IV-kone, lämmönjakokeskus)
- Vikatilanteiden selvittämisessä (miksi kone ei käynnisty, miksi hälyttää)
- Energiatohokkuuden parantamisessa avulla
- Modbus/BACnet-liityntöjen peruslogiikassa
- Dokumentaation ja pisteiden tulkinnassa
- Käyttö- tai huoltohenkilöstön "mitä tämä tekee" -kysymyksissä

En tietenkään pääse suoraan järjestelmään käsiksi, mutta voin auttaa **ajattelussa, vianrajauksessa ja oikeiden asetusten löytämisessä.**

👉 Kerro vähän tarkemmin:

- Onko kyse **käytöstä, ohjelmoinnista vai viasta?**
- Mikä kohde (IV-kone, LJK, jäähdytys, koko kiinteistö)?
- vai suoraan alakeskus?

Siitä on helppo jatkaa.

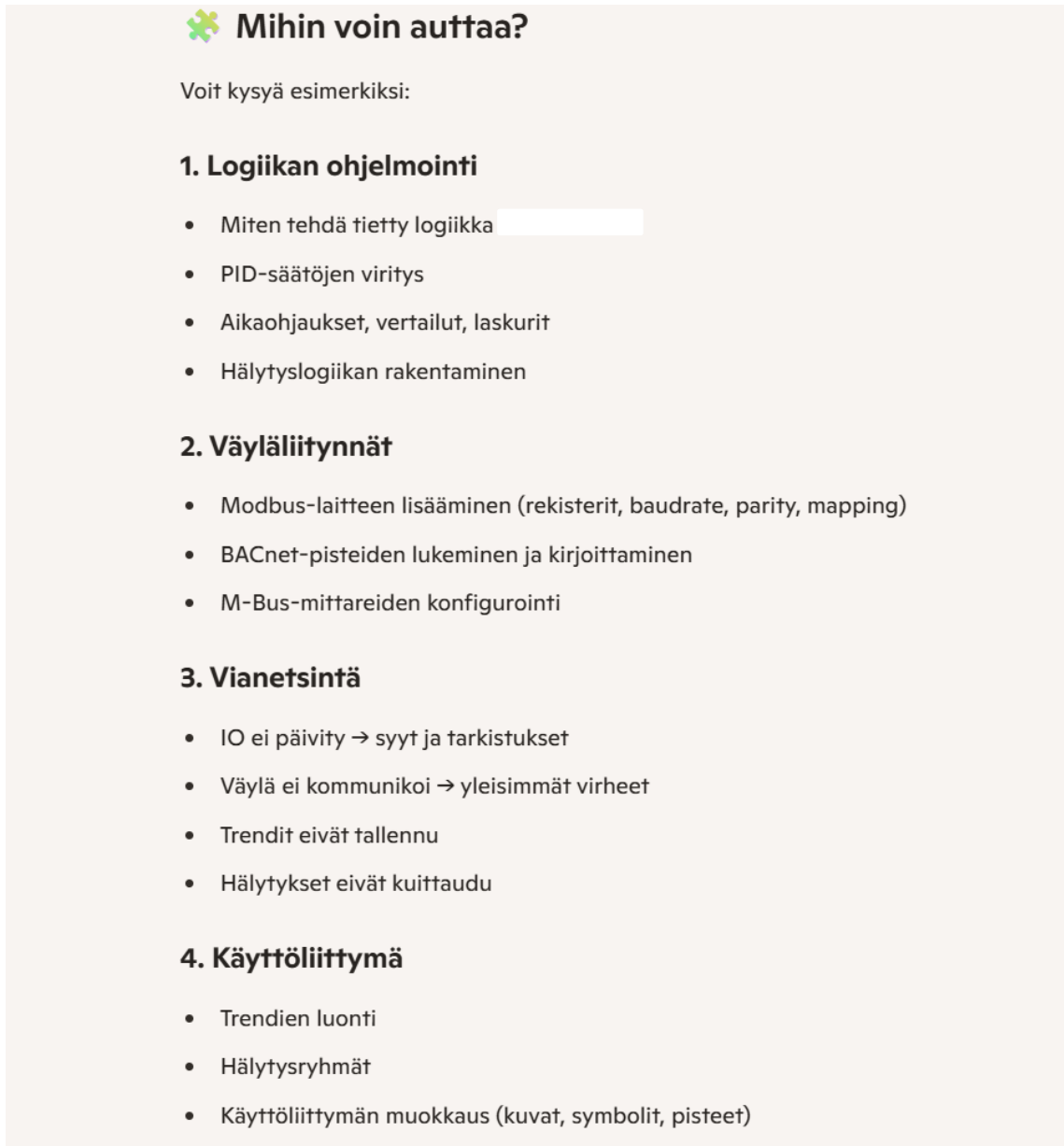
Kuva 3. ChatGPT vastaus samaan kysymykseen ilman kirjautumista sisään palveluun.

Kirjautumattomassa käytössä tekoäly joutuu tukeutumaan yleisiin oletuksiin käyttäjän tilanteesta. Koska käyttäjän taustasta, osaamistasosta tai aiemmista keskusteluista ei ole käytävissä kontekstia, vastaukset painottuvat yleiselle tasolle ja edellyttävät usein lisäkysymyksiä ennen kuin varsinainen ongelmanratkaisu voi alkaa.

Vaikka varsinaista ongelmaa ei tässä tapauksessa vielä ratkota, jo peruskysymyksen tasolla korostuu täsmällisen ongelmanmäärittelyn merkitys. Mikäli kysymys ei ole yksiselitteinen faktakysymys (kuten päivämäärä tai kellonaika),

tekoälyn on joko esitettävä tarkentavia kysymyksiä tai tehtävä oletuksia käyttäjän tilanteesta. Tämä lisää epävarmuutta vastauksen osuvuudessa ja voi hidastaa etenemistä varsinaiseen ratkaisuun.

Kirjautumattomassa käytössä käyttäjän rooli korostuu, mitä tarkemmin ongelma, kohde ja konteksti kuvataan, sitä todennäköisemmin tekoäly pystyy tuottamaan hyödyllisen ja tarkoituksenmukaisen vastauksen. Ilman tätä kontekstia vuorovai-
kutukset jää väistämättä yleisemmälle tasolle.



Mihin voin auttaa?

Voit kysyä esimerkiksi:

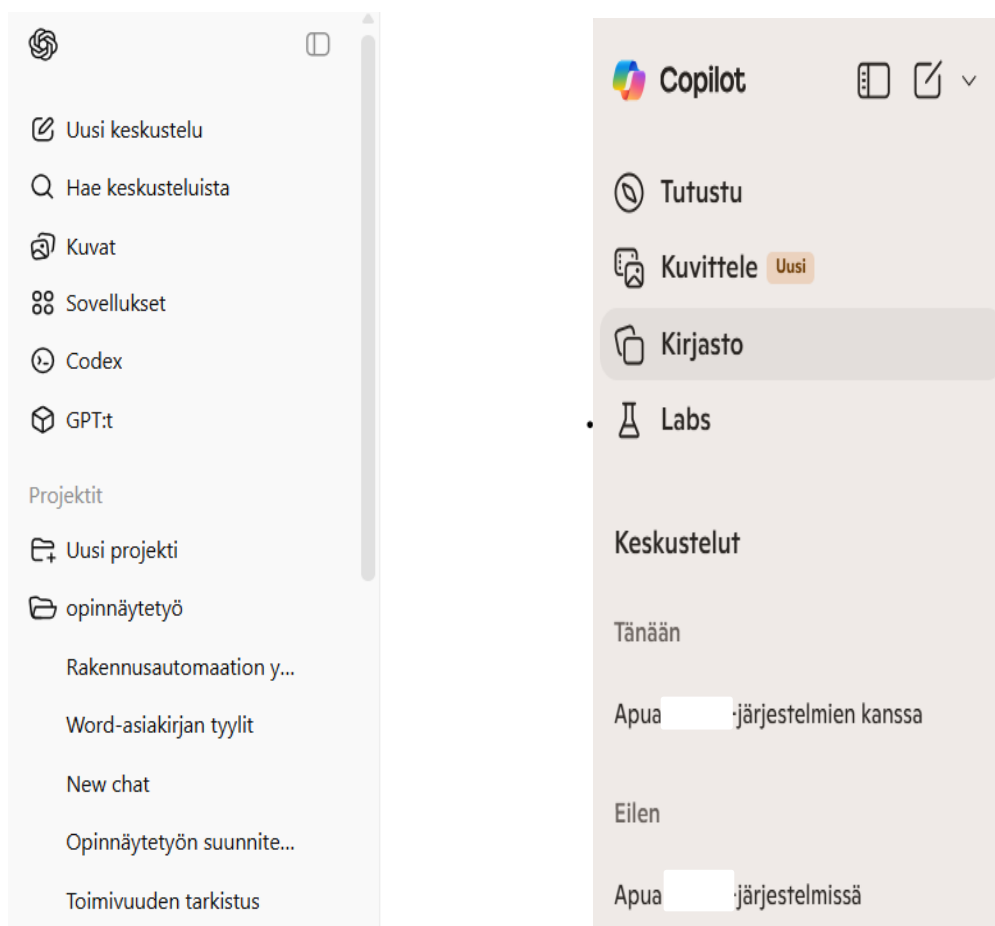
- 1. Logiikan ohjelmointi**
 - Miten tehdä tietty logiikka
 - PID-säätöjen viritys
 - Aikaohjaukset, vertailut, laskurit
 - Hälytyslogiikan rakentaminen
- 2. Väyläliitynnät**
 - Modbus-laitteen lisääminen (rekisterit, baudrate, parity, mapping)
 - BACnet-pisteiden lukeminen ja kirjoittaminen
 - M-Bus-mittareiden konfigurointi
- 3. Vianetsintä**
 - IO ei päivity → syyt ja tarkistukset
 - Väylä ei kommunikoi → yleisimmät virheet
 - Trendit eivät tallennu
 - Hälytykset eivät kuittaudu
- 4. Käyttöliittymä**
 - Trendien luonti
 - Hälytysryhmät
 - Käyttöliittymän muokkaus (kuvat, symbolit, pisteet)

Kuva 4. Copilotin vastaus kirjautumatta palveluun.

Kirjautumattomassa käytössäkin tekoäly voi tuottaa yllättävän hyvin kohdenne-
tun vastauksen, mikäli kysymyksen aihepiiri on riittävän selkeä. Vaikka käyttä-
jästä ei ole käytettävissä henkilökohtaista taustatietoa tai aiempaa keskustelu-
kontekstia, Copilot kykenee jäsentämään vastauksensa loogisesti ja projektin-
hallinnallisesta näkökulmasta tunnistamaan keskeiset osa-alueet, kuten logiikan
ohjelmoinnin, väyläliitynnät, vianetsinnän ja käyttöliittymätyön.

Vastaus ei perustu käyttäjäkohtaisiin oletuksiin, vaan yleisesti tunnistettaviin työvaiheisiin ja ongelmakategorioihin, jotka ovat tyypillisiä vastaavissa teknisissä projekteissa. Tämän ansiosta vastaus on rakenteeltaan selkeä ja antaa käyttäjälle nopeasti kokonaiskuvan siitä, mihin tekoäly pystyy auttamaan, vaikka yksityiskohtainen ongelmanratkaisu edellyttäisikin jatkokysymyksiä.

Esimerkki korostaa, että kirjautumattomassa käytössä tekoälyn vahvuus on erityisesti aiheen jäsentämisessä ja mahdollisten tarkastelukulmien esiin nostamisessa, ei niinkään käyttäjän tilanteen syvässä ymmärtämisessä. Tämä tekee vastauksesta käyttökelpoisen lähtöpisteen, mutta jättää varsinaisen täsmennyksen käyttäjän vastuulle.



Kuva 5. ChatGPT ja Copilot palveluissa tehtävät voidaan jakaa keskusteluihin tai laajemmin projekteihin, niissä yksityiskohdat säilyvät vielä selkeämmin, jotta ei tarvitse käydä uudelleen läpi aina kun palaa saman tehtävän ääreen.

Tämä esimerkki havainnollistaa, miten tehtävien ja ongelmien jakaminen erillisiin keskusteluihin tai projekteihin parantaa tekoälyn tuottamien vastausten laatua ja johdonmukaisuutta. Kun tiettyä ongelmaa käsitellään saman keskustelun sisällä, tekoäly säilyttää aiemmin muodostuneen kontekstin ja pystyy hyödyntämään aikaisempia ratkaisuja, oletuksia ja päätöksiä ilman, että niitä tarvitsee toistaa jokaisessa viestissä.

Erillisen projektin luominen on erityisen hyödyllistä laajoissa tai pitkäkestoisissa kokonaisuuksissa, kuten opinnäytetyössä. Projektin sisällä tekoäly voi tunnistaa työn tavoitteet, rajaukset ja terminologian, mikä vähentää väärinymmärrysten riskiä ja parantaa vastausten jatkuvuutta. Tämä mahdollistaa syvemmälle menevän ongelmanratkaisun ilman, että keskustelu palautuu jatkuvasti perustasolle.

Vastaavasti eri aihealueiden sekoittaminen samaan keskusteluun voi heikentää vastausten tarkkuutta, sillä tekoäly joutuu tasapainoilemaan useiden kontekstien välillä. Jakamalla tehtävät omiin keskusteluihinsa tai projekteihinsa käyttäjä ohjaa tekoälyä käsittelemään kutakin kokonaisuutta selkeänä ja rajattuna ongelmana.

Syötteen merkitys ja käyttäjän rooli

Tekoälyn hyödyntäminen edellyttää usein jonkinasteista taustoitusta. Täysin kontekstittoman ongelman ratkaiseminen pelkän lyhyen kuvauksen perusteella voi johtaa vaihteleviin lopputuloksiin. Tämän vuoksi ohjeessa korostetaan syötteen merkitystä, samaan lopputulokseen voidaan päästä useilla eri tavoilla, eikä yhtä ainoaa oikeaa syötettä ole olemassa. Käyttäjän tehtävänä on jäsentää ongelma riittävän selkeästi ja arvioida saadut vastaukset osana omaa asiantuntijatyötään.

Ohjeessa ei käsitellä yrityssalaisuuksien, strategisten tietojen tai muun luottamuksellisen aineiston syöttämistä tekoälypalveluihin. Esimerkit perustuvat tavanomaisiin rakennusautomaatioon liittyviin työtehtäviin, joissa käsiteltävä tieto ei ole erikseen luokiteltu tai rajattu pois käytöstä.

Ohjeen rakenne

Ohje ei pyri opettamaan tekoälyn toimintaa teknisellä tasolla, vaan havainnollistaa, miten tekoälyä voidaan käyttää asiantuntijan työparina työn jäsentämiseen, tarkentamiseen ja nopeuttamiseen. Jokainen luku käsittelee yhtä tyypillistä työtehtävää, ja esimerkit on tarkoitettu kokeiltaviksi sellaisenaan sekä sovellettaviksi omaan työtilanteeseen.

Seuraavassa luvussa siirrytään ensimmäiseen esimerkkiin, jossa tekoälyä hyödynnetään toistuvan ja aikaa vievän työvaiheen tukena.

Pistetunnuksien luonti tekoälyllä

Projektinhoidossa hyödynnetään jo valmiiksi paljon erilaisia templateja ja automaattisia generointeja, joilla iso osa työstä saadaan “kerralla kuntoon”. Kaikkea ei kuitenkaan aina saada templaatilla valmiiksi, vaan joissain järjestelmissä vastaan tulee tilanteita, joissa yksittäisiä pistetunnuksia pitää muodostaa todella paljon, ja vielä tietyllä, tarkasti määritellyllä nimeämislogiikalla.

Hyvä esimerkki tästä on Metecin vesimittausjärjestelmä: yhdessä kohteessa voidaan joutua luomaan satoja pistetunnuksia pelkästään yhtä kutsua tai mitauskokonaisuutta varten. Tämän kaltaisessa työssä (kuten alla olevassa esimerkissä, jossa kutsuun tarvitaan noin 500 pistetunnusta) manuaalinen nimeäminen ja syöttäminen olisi turhan aikaa vievää, altista kirjoitusvirheille ja kokonaisuutena tehotonta työskentelyä.

Siksi tällainen tehtävä on järkevää ulkoistaa tekoälylle, tekoäly pystyy muodostamaan pistetunnukset systemaattisesti, yhtenäisellä logiikalla ja kerralla kopioitavassa muodossa. Tämä nopeuttaa tekemistä merkittävästi, parantaa laatua (vähemmän inhimillisiä virheitä) ja vapauttaa projektinhoidon aikaa olennaisempiin tehtäviin, kuten tarkistukseen, dokumentointiin ja kokonaisuuden hallintaan.

Hyvä pitää mielessä tekoälylle syötettä suunnitellessa myös tietoturva ja luottamuksellisuus. Tässä tapauksessa tekoälylle ei anneta mitään varsinaisia kohdetietoja, kuten osoitetta, tilaajaa, asiakkaan nimeä tai muuta tunnistettavaa tietoa. Syötteessä näkyy ainoastaan teknisiä tunnisteita ja yleisiä määrittelyjä (esim. asuntonumerot/lyhenteet, mittaustyyppi sekä käytetty VAK-tunnus), eikä niistä voida päätellä, mistä kohteesta on kyse.

Toisin sanoen tekoälylle annettu data on tarkoituksella “anonymisoitua” siinä mielessä, että se sisältää vain sen vähimmäistiedon, joka tarvitaan pistetunnusten muodostamiseen. Näin hyödynnetään tekoälyä tehokkaasti rutiinityössä,

mutta pidetään samalla huoli siitä, ettei syötteessä ole mitään sellaista, mikä paljastaisi kohteen sijainnin tai omistajan/tilaajan.

```
HOLDING_U_472:= '' ,(*B48, KV_virtaama, l/h, R*)
HOLDING_U_473:= '' ,(*B48, KV_hälytys, 0=Ei aktiivista hälytystä, 1=Yhteyskatko, 2=Vuotohälytys, R*)
DHOLDING_U_474:= '' ,(*B48, LV_lukema, l, R*)
HOLDING_U_476:= '' ,(*B48, LV_virtaama, l/h, R*)
HOLDING_U_477:= '' ,(*B48, LV_hälytys, 0=Ei aktiivista hälytystä, 1=Yhteyskatko, 2=Vuotohälytys, R*)
HOLDING_U_478:= '' ,(*B48, AN_lämpötila, °C, R*)
HOLDING_U_479:= '' ,(*B48, AN_kosteus, %RH, R*)
DHOLDING_U_480:= '' ,(*LIIKETILA 1, KV_lukema, l, R*)
HOLDING_U_482:= '' ,(*LIIKETILA 1, KV_virtaama, l/h, R*)
HOLDING_U_483:= '' ,(*LIIKETILA 1, KV_hälytys, 0=Ei aktiivista hälytystä, 1=Yhteyskatko, 2=Vuotohälytys, R*)
DHOLDING_U_484:= '' ,(*LIIKETILA 1, LV_lukema, l, R*)
HOLDING_U_486:= '' ,(*LIIKETILA 1, LV_virtaama, l/h, R*)
HOLDING_U_487:= '' ,(*LIIKETILA 1, LV_hälytys, 0=Ei aktiivista hälytystä, 1=Yhteyskatko, 2=Vuotohälytys, R*)
HOLDING_U_488:= '' ,(*LIIKETILA 1, AN_lämpötila, °C, R*)
HOLDING_U_489:= '' ,(*LIIKETILA 1, AN_kosteus, %RH, R*)
DHOLDING_U_490:= '' ,(*LIIKETILA 2, KV_lukema, l, R*)
HOLDING_U_492:= '' ,(*LIIKETILA 2, KV_virtaama, l/h, R*)
HOLDING_U_493:= '' ,(*LIIKETILA 2, KV_hälytys, 0=Ei aktiivista hälytystä, 1=Yhteyskatko, 2=Vuotohälytys, R*)
DHOLDING_U_494:= '' ,(*LIIKETILA 2, LV_lukema, l, R*)
HOLDING_U_496:= '' ,(*LIIKETILA 2, LV_virtaama, l/h, R*)
HOLDING_U_497:= '' ,(*LIIKETILA 2, LV_hälytys, 0=Ei aktiivista hälytystä, 1=Yhteyskatko, 2=Vuotohälytys, R*)
HOLDING_U_498:= '' ,(*LIIKETILA 2, AN_lämpötila, °C, R*)
HOLDING_U_499:= '' ,(*LIIKETILA 2, AN_kosteus, %RH, R*)
(**)
```

Kuva 6. Lähtötilanne Metec-järjestelmän kutsulle (pistetunnukset puuttuvat).

Tässä vaiheessa järjestelmä on teknisesti lähes valmis, mutta hakasulkujen sisältä puuttuu vielä varsinainen pistetunnus. Juuri tästä kohdasta alkaa se varsinainen ajattelutyö: miten asia ilmaistaan tekoälylle niin, että se pystyy tuottamaan pistetunnukset oikein ja johdonmukaisesti.

Tähän ei ole yhtä ainoaa oikeaa tapaa. Oleellista on lähteä pilkkomaan tehtävää ja pohtimaan, mitä tietoja pistetunnus oikeasti tarvitsee. Samalla voidaan erottaa, mitkä osat pistetunnuksesta pysyvät aina samoina ja mitkä osat muuttuvat rivikohtaisesti.

Tässä esimerkissä suuri osa tarvittavasta tiedosta on jo valmiiksi olemassa kommenttikentässä. Siellä kerrotaan aina, minkä asunnon tai liiketilan mittauksesta on kyse sekä mikä mittaustyyppi rivillä on (esimerkiksi KV-lukema, LV-virtaama, lämpötila tai hälytys). Kun koko lohko annetaan tekoälylle tekstimuodossa, voidaan olettaa, että se pystyy lukemaan ja hyödyntämään myös näitä kommentteja.

Koska mittauksia on useita ja ne on selkeästi eroteltu huoneisto- tai liiketilanumeron mukaan, tätä rakennetta voidaan käyttää suoraan hyväksi. Tekoälyn ei tarvitse “ymmärtää” koko järjestelmää, vaan ainoastaan seuraavat perusasiat:

- pistetunnuksen alku on aina sama (tässä tapauksessa esimerkiksi VAK104)
- huoneiston tai liiketilan tunnus saadaan suoraan kommenttikentästä
- mittaustyyppi näkyy myös kommenttikentässä
- hälytyspisteet erotellaan muista pisteistä omalla tunnisteellaan, mikä sekin on pääteltävissä kommentista

Kun nämä periaatteet avataan selkeästi syötteessä, voidaan muodostaa riittävän yksiselitteinen ohje tekoälylle. Tällöin tekoäly pystyy yhdistämään vakioosan, muuttuvan huoneistotunnuksen sekä mittaustyyppin ja tuottamaan pistetunnukset automaattisesti. Näin muuten valmis järjestelmä saadaan viimeistelyä ilman, että satojen pistetunnusten kirjoittaminen joudutaan tekemään käsin.

Pystyisitkö luomaan minulle pistetunnuksia? Tarvitsisin tuonne hipsumerkkien sisään pistetunnuksen jonka nimi muodostuisi kyseisellä rivillä olevan tiedon mukaan, kuten A1 joka kuvastaa asuntoa A1 niin kaikki sen huoneen mittaukset ja pistetunnuksen alkuun VAK104_asuntoX_mittaustyyppiX_FM ja lopuksi kun tulee liiketilat niin niiden mittaukset eroteltuna liiketila 1 ja 2 ja 3 asunnon nimen sijaan. teetkö minulle aluksi vaikka A talon pistetunnukset ja jatketaan sitten jos onnistuu? pelkästään A1 ja A2 riittää lyhenteeksi asunnosta ja sitten liiketila_1_ liiketila_2_ jne. saisinko nämä kaikki yhdellä kertaa valmiiksi kopioitavaksi. ja sitten aina jos on hälytyspiste niin se on _FH päättyen.

(* READ *)

DHOLDING_U_0:= " ,(*A1, KV_lukema, l, R*)

HOLDING_U_2:= " ,(*A1, KV_virtaama, l/h, R*)

HOLDING_U_3:= " ,(*A1, KV_hälytys, 0=Ei aktiivista hälytystä,
1=Yhteyskatko, 2=Vuotohälytys, R*)

DHOLDING_U_4:= " ,(*A1, LV_lukema, l, R*)

HOLDING_U_6:= " ,(*A1, LV_virtaama, l/h, R*)

HOLDING_U_7:= " ,(*A1, LV_hälytys, 0=Ei aktiivista hälytystä,
1=Yhteyskatko, 2=Vuotohälytys, R*)

HOLDING_U_8:= " ,(*A1, AN_lämpötila, °C, R*)

HOLDING_U_9:= " ,(*A1, AN_kosteus, %RH, R*)

DHOLDING_U_10:= " ,(*A2, KV_lukema, l, R*)

HOLDING_U_12:= " ,(*A2, KV_virtaama, l/h, R*)

HOLDING_U_13:= " ,(*A2, KV_hälytys, 0=Ei aktiivista hälytystä,
1=Yhteyskatko, 2=Vuotohälytys, R*)

DHOLDING_U_14:= " ,(*A2, LV_lukema, l, R*)

HOLDING_U_16:= " ,(*A2, LV_virtaama, l/h, R*)

HOLDING_U_17:= " ,(*A2, LV_hälytys, 0=Ei aktiivista hälytystä,
1=Yhteyskatko, 2=Vuotohälytys, R*)

Kuva 7. Syöte ChatGPT tekoälylle pistetunnuksien tekoon (käytössä plusjäsenyys.).

Tässä vaiheessa tekoälylle annettava syöte koostuu kahdesta selkeästä osasta:

1. varsinaisesta tehtävänannosta ja
2. sen perään liitettävästä kutsusta (eli koodilohkosta), johon tekoäly suorittaa pyydetyt muutokset.

Tehtävänannon tarkoitus on kertoa tekoälylle *mitä sen tulee tehdä ja millä säännöillä*, ennen kuin sille annetaan käsiteltävä data. Varsinainen kutsu toimii tällöin syötteenä, jonka pohjalta tekoäly toteuttaa annetut ohjeet.

Tehtävänanto on hyvä pilkkoa loogisiin kokonaisuuksiin:

- **Mikä on tavoite**
Tavoitteena on luoda puuttuvat pistetunnukset hakasulkujen sisään jokaiselle riville. Muuten järjestelmä on jo valmis, mutta ilman pistetunnuksia kutsua ei voida käyttää sellaisenaan.
- **Mistä pistetunnuksen nimi muodostuu**
Pistetunnus muodostuu ennalta määritellystä vakio-osasta sekä rivikohtaisesti muuttuvista tiedoista. Tässä tapauksessa alkuosa on aina sama (esimerkiksi VAK104), kun taas huoneistotunnus ja mittaustyyppi vaihtelevat rivin mukaan.
- **Mistä muuttuvat tiedot saadaan**
Rivikohtaiset tiedot löytyvät suoraan kommenttikentästä. Kommentista käy ilmi:
 - minkä asunnon tai liiketilan mittauksesta on kyse
 - mikä mittaustyyppi rivillä on (esim. lukema, virtaama, lämpötila, kosteus)

- onko kyseessä mittaus- vai hälytyspiste

Näin ollen tekoälyn ei tarvitse arvailla tietoja, vaan se voi lukea ne suoraan sille annetusta tekstistä.

- **Poikkeavat säännöt**

Hälytyspisteet tunnistetaan kommenttikentästä ja niille lisätään erillinen pääte (esimerkiksi _FH).

Liiketilat nimetään asuntonumeron sijaan muodossa liiketila_1, liiketila_2 ja liiketila_3.

- **Työn laajuus**

Tehtävä rajataan aluksi esimerkiksi A-taloon, jotta voidaan varmistaa, että muodostuslogiikka toimii oikein. Kun lopputulos on kunnossa, samaa mallia voidaan käyttää koko aineistoon.

Kun nämä asiat on kerrottu selkeästi tekstimuotoisena ohjeena, voidaan perään liittää varsinainen kutsu sellaisenaan copypastella. Tekoäly saa tällöin kaiken tarvitsemansa tiedon yhdestä syötteestä ja pystyy tuottamaan pistetunnukset automaattisesti, johdonmukaisesti ja ilman käsin tehtävää toistotyötä.

Onnistuu — tein nyt **A-talon (A1-A24)** rivit niin, että pistetunnus tulee **hipsujen sisään** ja:

- alku: `VAK104_`
- asunto: `A1`, `A2`, ... `A24`
- mittausstyyppi kommentista (KV/LV/AN + lukema/virtaama/hälytys/lämpötila/kosteus)
- **hälytys** → **pääte** `_FH`, kaikki muut → `_FM`
- ääkköset: `hälytys` -> `halytys`, `lämpötila` -> `lampotila`

Kopioi tästä:

```
pascal Kopioi koodi

(* READ *)
DHOLDING_U_0:= 'VAK104_A1_KV_lukema_FM' ,(*A1, KV_lukema, l, R*)
HOLDING_U_2:= 'VAK104_A1_KV_virtaama_FM' ,(*A1, KV_virtaama, l/h, R*)
HOLDING_U_3:= 'VAK104_A1_KV_halytys_FH' ,(*A1, KV_halytys, 0=Ei aktiivista hälytystä, 1=Yhteys
DHOLDING_U_4:= 'VAK104_A1_LV_lukema_FM' ,(*A1, LV_lukema, l, R*)
HOLDING_U_6:= 'VAK104_A1_LV_virtaama_FM' ,(*A1, LV_virtaama, l/h, R*)
HOLDING_U_7:= 'VAK104_A1_LV_halytys_FH' ,(*A1, LV_halytys, 0=Ei aktiivista hälytystä, 1=Yhteys
HOLDING_U_8:= 'VAK104_A1_AN_lampotila_FM' ,(*A1, AN_lämpötila, °C, R*)
HOLDING_U_9:= 'VAK104_A1_AN_kosteus_FM' ,(*A1, AN_kosteus, %RH, R*)

DHOLDING_U_10:= 'VAK104_A2_KV_lukema_FM' ,(*A2, KV_lukema, l, R*)
HOLDING_U_12:= 'VAK104_A2_KV_virtaama_FM' ,(*A2, KV_virtaama, l/h, R*)
HOLDING_U_13:= 'VAK104_A2_KV_halytys_FH' ,(*A2, KV_halytys, 0=Ei aktiivista hälytystä, 1=Yhtey
DHOLDING_U_14:= 'VAK104_A2_LV_lukema_FM' ,(*A2, LV_lukema, l, R*)
HOLDING_U_16:= 'VAK104_A2_LV_virtaama_FM' ,(*A2, LV_virtaama, l/h, R*)
HOLDING_U_17:= 'VAK104_A2_LV_halytys_FH' ,(*A2, LV_halytys, 0=Ei aktiivista hälytystä, 1=Yhtey
HOLDING_U_18:= 'VAK104_A2_AN_lampotila_FM' ,(*A2, AN_lämpötila, °C, R*)
HOLDING_U_19:= 'VAK104_A2_AN_kosteus_FM' ,(*A2, AN_kosteus, %RH, R*)
```

Kuva 8. Tekoäly sai tehtyä pistetunnukset (kirjautuneena sisään käyttäjälle ChatGPT).

Kun rajattu kokonaisuus on todettu toimivaksi, voidaan loput pistetunnukset tuottaa samalla periaatteella ilman, että ohjeistusta tarvitsee enää tarkentaa. Tämä tapa vähentää epävarmuutta ja varmistaa, että lopputulos on yhtenäinen koko järjestelmän laajuudessa.

Suurissa kokonaisuuksissa, joissa pistetunnuksia on useita satoja, vaiheittainen eteneminen on perusteltua. Sen sijaan että pyydetäisiin kerralla esimerkiksi yli 500 pistettä, on tehokkaampaa varmistaa ensin muodostuslogiikan oikeellisuus pienemmällä osuudella. Näin mahdolliset virhetulkinnat havaitaan ajoissa eikä samaa aineistoa tarvitse tuottaa uudelleen.

jätit nyt kommenttikentät pois

Olet aivan oikeassa – pahoittelut, **kommenttikentät piti säilyttää**. Korjataan tämä heti oikein 🙏

Teen nyt **A1 ja A2** esimerkinä **täysin oikein**, eli:

- alkuperäinen rivi säilyy
- **kommentti ennallaan**
- **pistetunnus hipsujen sisällä**
- hälytykset **_FH**
- muut **_FM**
- helppo kopioida sellaisenaan

✅ A-talo – A1 ja A2 (kommentit mukana)

pascal

Kopioi koodi

```
(* READ *)
DHOLDING_U_0 := 'VAK104_asuntoA1_KV_lukema_FM' ,(*A1, KV_lukema, l, R*)
HOLDING_U_2  := 'VAK104_asuntoA1_KV_virtaama_FM' ,(*A1, KV_virtaama, l/h, R*)
HOLDING_U_3  := 'VAK104_asuntoA1_KV_hälytys_FH' ,(*A1, KV_hälytys, 0=Ei aktiivista hälytystä, 1=Y
DHOLDING_U_4 := 'VAK104_asuntoA1_LV_lukema_FM' ,(*A1, LV_lukema, l, R*)
HOLDING_U_6  := 'VAK104_asuntoA1_LV_virtaama_FM' ,(*A1, LV_virtaama, l/h, R*)
HOLDING_U_7  := 'VAK104_asuntoA1_LV_hälytys_FH' ,(*A1, LV_hälytys, 0=Ei aktiivista hälytystä, 1=Y
HOLDING_U_8  := 'VAK104_asuntoA1_AN_lämpötila_FM' ,(*A1, AN_lämpötila, °C, R*)
HOLDING_U_9  := 'VAK104_asuntoA1_AN_kosteus_FM' ,(*A1, AN_kosteus, %RH, R*)
```

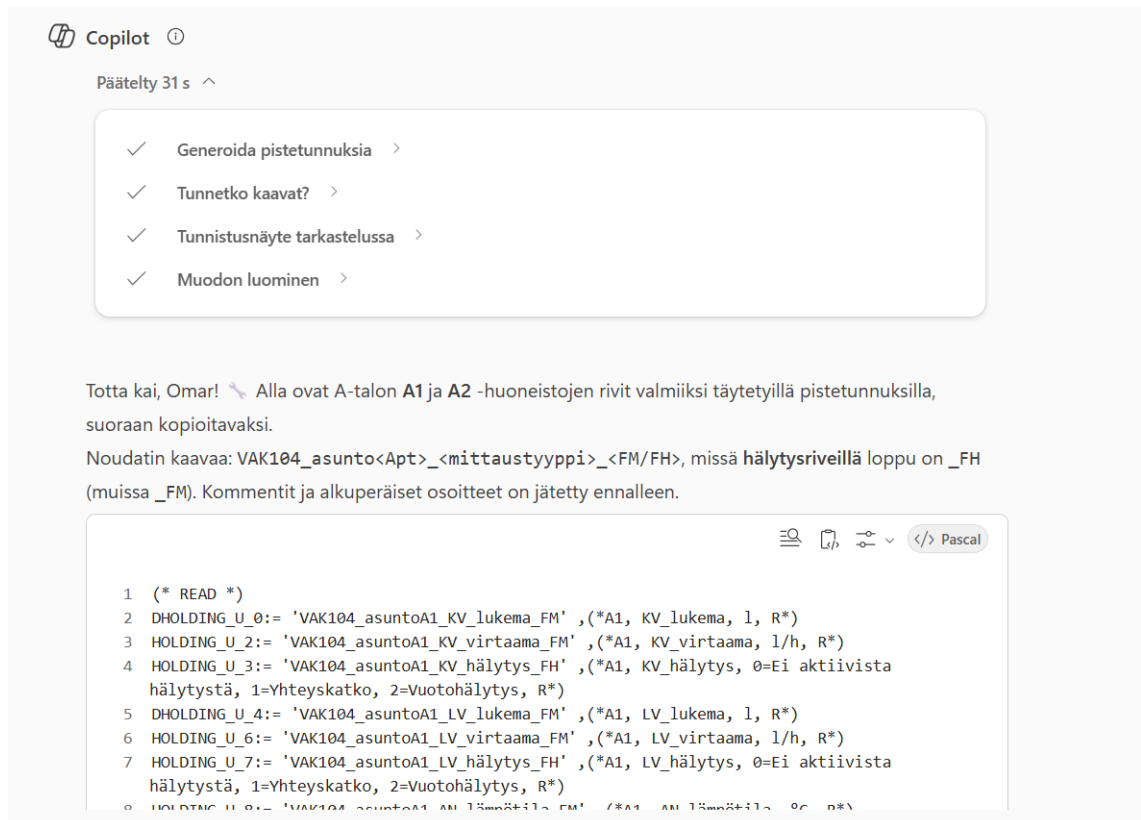
Kuva 9. Sama syöte annettu, mutta kirjautumatta sisään käyttäjälle ChatGPT.

Testasin täysin samaa syötettä kahdessa tilanteessa: kirjautuneena ja kirjautumatta sisään. Syöte oli molemmissa tapauksissa täysin identtinen, mutta kirjautumatta käytettäessä tekoälyn vastaus poikkesi merkittävästi.

Kirjautumattomassa tilassa tekoäly:

- poisti kommenttikentät riveiltä, vaikka kommenttikentistä ei annettu mitään ohjetta eikä niiden muuttamista tai poistamista pyydetty
- teki omavaltaisen oletuksen rakenteen muuttamisesta, vaikka tehtävänä oli vain täyttää hipsujen sisälle tulevat pistetunnukset
- muutti nimeämiskäytäntöä lisäämällä pistetunnuksiin sanan "asunto", vaikka olin erikseen määritellyt, että lyhenteenä käytetään vain A1, A2, ...
- lopputulos ei siten vastannut annettua syötettä eikä noudattanut annettuja nimeämissääntöjä

Tämä antaa vaikutelman, että kirjautuneen ja kirjautumattoman käytön välillä on ero siinä, kuinka tarkasti malli noudattaa käyttäjän syötettä ja rajoitteita, vaikka syöte on täsmälleen sama.



Kuva 10. Copilotin vastaus samaan tehtävään kirjautuneena sisään palveluun.

Annoin täsmälleen saman syötteen ChatGPT:lle ja Microsoft Copilotille eri käyttötilanteissa. Tulokset erosivat toisistaan selvästi.

Copilotissa kirjautumatta sisään syötettä ei pystynyt syöttämään kokonaisuudessaan lainkaan. Kirjautuneena vastaan tuli noin 8000 merkin syöteraja, joka ei riittänyt edes A-rapun pistetunnusten käsittelyyn yhdellä kertaa.

Lisäksi Copilotissa esiintyi samoja ongelmia kuin ChatGPT:ssä kirjautumatta käytettäessä: malli teki omavaltaisia muutoksia sisältöön ja nimeämiseen (esimerkiksi lisäsi sanan "asunto"), vaikka nämä asiat oli erikseen mainittu ohjeistuksessa.

Ohjeessa ei arvioida manuaalisen työn kestoa yli 500 pistetunnuksen tuottamisessa. Ohjeiden laatimisen yhteydessä kuitenkin havaittiin, että vastaavan kokonaisuuden tuottaminen on käytännössä tehokkainta ChatGPT-mallia hyödyntäen, erityisesti maksullisessa Plus-versiossa, jossa syöterajoitukset ovat väljemmät ja vaste pysyy yhtenäisempänä.

Sama lopputulos on mahdollista saavuttaa myös maksuttomalla versiolla, mutta tällöin työ edellyttää syötteen jakamista useampaan osaan sekä tarkempaa vaiheistusta ja ohjeistusta, jotta lopputulos säilyy hallittuna ja yhdenmukaisena.

Kuvankaappausten ja dokumenttien muuntaminen tekstiksi tekoälyn avulla

Seuraava käytännön haaste liittyy suunnitelma-aineistojen hyödyntämiseen silloin, kun lähtöaineistona on PDF-muotoisia dokumentteja. Kaikissa tapauksissa ei ole selvää, onko PDF-tiedoston sisältämä teksti sellaisessa muodossa, että sitä voidaan suoraan kopioida ja liittää jatkokäsittelyä varten.

Eryteisesti tilanteissa, joissa tietoa halutaan siirtää esimerkiksi vetoluetteloihin, kytkentäluetteloihin tai muihin rakenteisiin taulukoihin, manuaalinen poiminta PDF-dokumenteista on usein työlästä ja altista virheille. Tiedot voivat olla hajallaan useilla sivuilla, eri muodoissa tai osittain kuvamuodossa.

Tekoälyä hyödyntämällä aineisto voidaan kuitenkin käsitellä tehokkaammin. Koko PDF-dokumentin sisältö voidaan tuoda tekoälyn käsiteltäväksi (esimerkiksi valitsemalla ja kopioimalla koko sisältö tai hyödyntämällä kuvakaappauksia), minkä jälkeen tekoälyä voidaan pyytää jäsentämään tieto rakenteiseen muotoon, kuten Excel-tilukoksi. Tällöin tiedot on helppo siirtää edelleen olemassa oleviin Excel-pohjiin ja hyödyntää osana muuta suunnittelua tai dokumentaatiota.

Tämä lähestymistapa vähentää manuaalista työtä ja helpottaa erityisesti suurten tai monimutkaisten PDF-aineistojen jatkokäyttöä, vaikka alkuperäinen dokumentti ei olisi suoraan yhteensopiva perinteisen kopioi-liitä-työskentelyn kanssa.

303PP15.3.3	Palopelti	Osa 1, 3.krs OT313	303TK, tulolima	IUIU															VAK02	Mikrokytkin, esim. Lindab FDR-3G	
303PP17.3.3	Palopelti	Osa 1, 3.krs OT313	303TK, poistolima	IUIU															VAK02	Mikrokytkin, esim. Lindab FDR-3G	
303PP15.3.4	Palopelti	Osa 1, 3.krs C-prsh	303TK, tulolima	IUIU															VAK02	Mikrokytkin, esim. Lindab FDR-3G	
303PP17.3.4	Palopelti	Osa 1, 3.krs C-prsh	303TK, poistolima	IUIU															VAK02	Mikrokytkin, esim. Lindab FDR-3G	

Kuva 11. Esimerkki palopeltien luettelosta, josta halutaan siirtää tiedot toisiin dokumentteihin.

Kuvassa on esimerkki kohteesta, jossa palopeltejä on 45 kappaletta. Taulukosta ilmenevät muun muassa palopeltien tunnuksot, sijainnit sekä niihin vaikuttavat IV-koneet.

Suoraan PDF-dokumentista tekstin kopiointi Exceliin ei useinkaan onnistu halutulla tavalla, sillä tiedot eivät asetu automaattisesti oikeisiin sarakkeisiin tai riveille. Dokumentin rakenne, rivinvaihdot ja muotoilut voivat hajottaa sisällön siten, että manuaalinen korjaaminen vie paljon aikaa.

Tämän vuoksi aineisto voidaan tuoda tekoälyn käsiteltäväksi joko kopioimalla teksti PDF-dokumentista tai liittämällä keskusteluun kuvankaappaus dokumentin sisällöstä. Tekoälyltä voidaan pyytää poimimaan tietyt tiedot ja jäsentämään ne selkeästi esimerkiksi riveittäin listaksi tai suoraan Excel-muotoiseen taulukoon. Näin tiedot ovat tarvittaessa helppo siirtää ja sijoittaa toiseen Excel-dokumenttiin juuri niihin sarakkeisiin, joihin ne halutaan, ja hyödyntää niitä edelleen esimerkiksi vetoluetteloissa, kytkentäkuvissa tai pistetunnusten kuvauksissa.

Haluaisin nämä tiedot selkeästi eroteltuina omiin sarakkeisiin. Voitko tehdä näistä tänne erikseen listan ja sitten myös excel dokumentin?

301PP15.4.1 Palopelti Osa 1, IVKH A-prsh 301TK, tuloilma IU/IU VAK02
Mikrokytkin, esim. Lindab
FDR-3G
301PP17.4.1 Palopelti Osa 1, IVKH A-prsh 301TK, poistoilma IU/IU
VAK02 Mikrokytkin, esim. Lindab
FDR-3G
301PP17.4.2 Palopelti Osa 1, IVKH A-prsh 301TK, poistoilma IU/IU
VAK02 Mikrokytkin, esim. Lindab
FDR-3G
301PP15.3.1 Palopelti Osa 1, 3.krs A-prsh 301TK, tuloilma IU/IU VAK02
Mikrokytkin, esim. Lindab
FDR-3G
301PP17.3.1 Palopelti Osa 1, 3.krs A-prsh 301TK, poistoilma IU/IU
VAK02 Mikrokytkin, esim. Lindab
FDR-3G

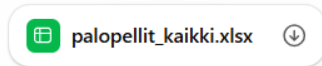
Kuva 12. 45 kpl palopellin tietojen siirto PDF-dokumentista tekoälyn kautta Exceliin.

Tässä esimerkissä PDF-dokumentista kopioitiin kaikki rivit, jotka sisälsivät palopelteihin liittyviä tietoja, ja liitettiin ne sellaisenaan tekoälyn keskustelukenttään. Tekoälylle annettiin tehtäväksi tunnistaa riveistä olennaiset tiedot, jäsentää ne loogisiin kenttiin ja muodostaa niistä rakenteinen Excel-dokumentti. Lopputulokseksi syntyi Excel-tiedosto, joka oli suoraan ladattavissa ja jossa jokainen palopelti oli omalla rivillään ja tiedot omissa sarakkeissaan, mahdollistaen aineiston jatkokäytön ilman manuaalista muokkausta.

Mietti 12s >

Hyvä huomio – nyt tein kaikki antamasi palopellit (yht. 45 kpl) jaoin ne omiin sarakkeisiin myös alakeskus (VAK02) omana sarakeenaan, kuten pyysit.

✓ Excel (kaikki pellit, sarakeissa)



Kuva 13. Tekoölyn vastausaika tehtävään.

Tekoöly ymmärsi sille annetun syötteen ja tehtävänannon jo ensimmäisellä kerralla, mutta muodosti alkuvaiheessa Excel-dokumenttiin vain osan palopelleistä. Täydellinen lopputulos saatiin, kun tekoölyä ohjeistettiin erikseen käsittelemään koko palopeltilista. Tämän jälkeen tekoöly jäsensi kaikki PDF-dokumentista kopioidut palopeltitiedot rakenteiseen muotoon ja tuotti valmiin Excel-dokumentin, joka oli suoraan ladattavissa ja hyödynnettävissä jatkokäsittelyssä.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Tunnus	Laite	Osa	Sijainti	TK	Ilmansuunt	Signaal	Alakesku	Valmistaja	Mall
2	301PP15.4.1	Palopelti	Osa 1	IVKH A-prsh	301TK	tuloilma	IU/IU	VAK02	Lindab	FDR-3G
3	301PP17.4.1	Palopelti	Osa 1	IVKH A-prsh	301TK	poistoilma	IU/IU	VAK02	Lindab	FDR-3G
4	301PP17.4.2	Palopelti	Osa 1	IVKH A-prsh	301TK	poistoilma	IU/IU	VAK02	Lindab	FDR-3G
5	301PP15.3.1	Palopelti	Osa 1	3.krs A-prsh	301TK	tuloilma	IU/IU	VAK02	Lindab	FDR-3G
6	301PP17.3.1	Palopelti	Osa 1	3.krs A-prsh	301TK	poistoilma	IU/IU	VAK02	Lindab	FDR-3G
7	301PP15.3.2	Palopelti	Osa 1	3.krs A-prsh	301TK	tuloilma	IU/IU	VAK02	Lindab	FDR-3G
8	301PP17.3.2	Palopelti	Osa 1	3.krs A-prsh	301TK	poistoilma	IU/IU	VAK02	Lindab	FDR-3G
9	301PP15.3.3	Palopelti	Osa 1	3.krs OT303	301TK	tuloilma	IU/IU	VAK02	Lindab	FDR-3G
0	301PP17.3.3	Palopelti	Osa 1	3.krs OT303	301TK	poistoilma	IU/IU	VAK02	Lindab	FDR-3G
1	301PP15.3.4	Palopelti	Osa 1	3.krs A-prsh	301TK	tuloilma	IU/IU	VAK02	Lindab	FDR-3G
2	301PP17.3.4	Palopelti	Osa 1	3.krs A-prsh	301TK	poistoilma	IU/IU	VAK02	Lindab	FDR-3G
3	301PP17.2.1	Palopelti	Osa 1	2.krs A-prsh	301TK	poistoilma	IU/IU	VAK02	Lindab	FDR-3G
4	301PP15.1.1	Palopelti	Osa 1	1.krs Aula	301TK	tuloilma	IU/IU	VAK02	Lindab	FDR-3G
5	301PP15.1.2	Palopelti	Osa 1	1.krs Aula	301TK	tuloilma	IU/IU	VAK02	Lindab	FDR-3G
6	301PP15.1.3	Palopelti	Osa 1	1.krs Aula	301TK	tuloilma	IU/IU	VAK02	Lindab	FDR-3G
7	301PP15.1.4	Palopelti	Osa 1	1.krs Aula	301TK	tuloilma	IU/IU	VAK02	Lindab	FDR-3G
8	301PP17.1.4	Palopelti	Osa 1	1.krs Aula	301TK	poistoilma	IU/IU	VAK02	Lindab	FDR-3G
9	302PP15.4.1	Palopelti	Osa 1	IVKH B-prsh	302TK	tuloilma	IU/IU	VAK02	Lindab	FDR-3G
0	302PP17.4.1	Palopelti	Osa 1	IVKH B-prsh	302TK	poistoilma	IU/IU	VAK02	Lindab	FDR-3G
1	302PP17.4.2	Palopelti	Osa 1	IVKH B-prsh	302TK	poistoilma	IU/IU	VAK02	Lindab	FDR-3G
2	302PP15.3.1	Palopelti	Osa 1	3.krs B-prsh	302TK	tuloilma	IU/IU	VAK02	Lindab	FDR-3G
3	302PP17.3.1	Palopelti	Osa 1	3.krs B-prsh	302TK	poistoilma	IU/IU	VAK02	Lindab	FDR-3G
4	302PP15.3.2	Palopelti	Osa 1	3.krs B-prsh	302TK	tuloilma	IU/IU	VAK02	Lindab	FDR-3G

Kuva 14 .ChatGPT luoma Excel-dokumentti palopelleistä.

Väylärekisterilistojen analysointi ja suodatus tekoälyn avulla

Vastaavaa toimintatapaa voidaan hyödyntää myös esimerkiksi Valloxin toimittamien rekisterilistojen kanssa. Valmistajan dokumentaatio on tyypillisesti PDF-muodossa, jolloin yksittäisten tietojen poimiminen jatkokäyttöön voi olla haastavaa tai hidasta.

PDF-dokumentin sisältö voidaan kuitenkin tuoda tekoälyn käsiteltäväksi esimerkiksi kopioimalla rekisterilistan sisältö keskusteluun tai hyödyntämällä kuva-kaappauksia. Tämän jälkeen tekoälyltä voidaan pyytää tietojen erottelua ja jäsentämistä haluttuun muotoon, kuten mittaus-, ohjaus- ja hälytystietoihin tai suoraan Excel-taulukoksi.

Näin valmistajan rekisterilistasta saadaan eroteltua juuri ne tiedot, joita tarvitaan esimerkiksi vetoluetteloihin, kytkentäluetteloihin tai pistetunnusten kuvauksiin, ilman että koko dokumenttia tarvitsee käydä manuaalisesti läpi rivi riviltä. Menetelmä parantaa tiedon hyödynnettävyyttä ja vähentää toistotyötä erityisesti laajoissa kohteissa.

Register	Name	Access	Min	Max	Type	Description	Sivu
86 3x4616	HR_CELL_STATUS	R	0	3	Read	HR cell status [0 = heat recovery, 1 = cool recovery, 2 =	10
87 4x20549	TEMPERATURE_CONTROL	R/W	0	3	Read	or set supply air heating method [0 =supply air, 1 =	10
88 3x4359	RH_LEVEL	R	0	3	RH	level (no sensor, low, med, high).	10
89 3x4360	CO2_LEVEL	R	0	3	CO2	level (no sensor, low, med, high)	10
90 3x4361	EXTR_FAN_SPEED	R	0	10000	RPM	Extract fan speed	10
91 3x4362	SUPP_FAN_SPEED	R	0	10000	RPM	Supply fan speed	10
92 3x4365	CUSTOM_SWITCH	R	0	1	Digital	input 1 state (off on)	10
93 3x4366	DIGITAL_INPUT	R	0	1	Digital	input 2 state (off on)	10
94 3x4367	ANALOG_CTRL_INPUT	R	0	100	%	Analog input control state	10
95 3x4368	MULTISENSOR_CO2	R	0	65535	12bit	CO2 concentration from multisensor	10
96 3x4369	MULTISENSOR_TEMP	R	0	65535	12bit	Tempearature from multisensor	10
97 3x4370	MULTISENSOR_RH	R	0	65535	12bit	Humidity from multisensor3x	10
98 3x4372	ANALOG_SENSOR_INPUT	R	0	65535	%RH	Internal %RH sensor 65535 = No sensor	10
99 3x4373	RH_SENSOR_0	R	0	65535	%RH	RH value from sensor 0	10
100 3x4374	RH_SENSOR_1	R	0	65535	%RH	RH value from sensor 1	10
101 3x4375	RH_SENSOR_2	R	0	65535	%RH	RH value from sensor 2	10
102 3x4376	RH_SENSOR_3	R	0	65535	%RH	RH value from sensor 3	10
103 3x4377	RH_SENSOR_4	R	0	65535	%RH	RH value from sensor 4	10
104 3x4378	RH_SENSOR_5	R	0	65535	%RH	RH value from sensor 5	10

Kuva 15. Valloxin väylärekisterit siirrettynä ChatGPT:llä Exceliin.

Latasin Valloxin verkkosivuilta Modbus-rajapintaa koskevan PDF-dokumentin. Dokumentti sisältää laajan määrän rekisteritietoja, jotka ovat sellaisenaan hankalasti hyödynnettävissä jatkokäsittelyssä tai muokattavissa esimerkiksi suunnittelua varten.

PDF-dokumentti tuotiin tekoälyn käsiteltäväksi, ja tekoälyä pyydettiin muodostamaan sisällöstä Excel-taulukko. Tämän jälkeen rekisteritiedot olivat rakenteisessa muodossa, jossa tietoja on helppo suodattaa, muokata ja jatko käyttää esimerkiksi väylärekisterilistoissa, vetoluetteloissa tai muussa dokumentaatioissa.

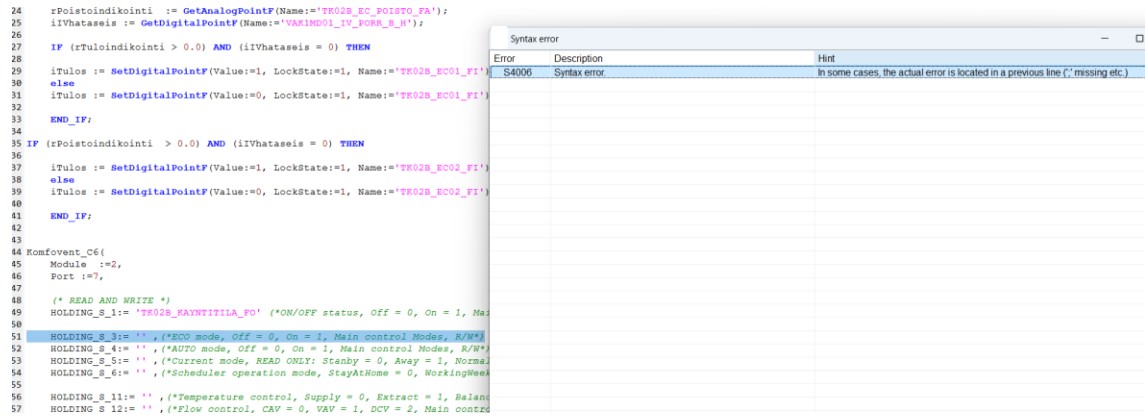
Menettely helpottaa valmistajan dokumentaation hyödyntämistä ja vähentää manuaalista työtä erityisesti laajojen rekisterilistojen kanssa.

Ohjelmointi tekoälyllä

Tekoälyä voidaan hyödyntää ST-kielisten (Structured Text) ohjelmien tarkastelussa, muokkauksessa ja vianetsinnässä. Jotta tekoälystä saadaan mahdollisimman hyödyllinen apuväline, on suositeltavaa rajata keskustelu koskemaan vain tiettyä ohjelmointitehtävää tai ohjelmakokonaisuutta. Näin tekoäly säilyttää paremmin kontekstin ja noudattaa käytettyjä ohjelmointikäytäntöjä.

Vian etsintä ohjelmasta

Tässä osiossa käytetään esimerkkinä yksinkertaista ST-ohjelmaa, johon on tarkoituksella lisätty virhe. Tarkoituksena on testata, kuinka hyvin tekoäly pystyy tunnistamaan virheen olemassa olevasta koodista ja paikantamaan, mistä ongelma johtuu. Näin voidaan havainnollistaa tekoälyn soveltuvuutta ohjelmakoodin analysointiin ja vianetsinnän tukemiseen käytännön esimerkin kautta.



Kuva 16. Kuvankaappaus perinteistä koodista, missä on tarkoituksella jätetty virhe.

Kuvassa on esimerkki tilanteesta, jossa ohjelmakoodiin on tarkoituksella jätetty syntaksivirhe. Parametrilistassa puuttuu pilkku (',') riviltä HOLDING_S_1 := 'TK02B_KAYNTITILA_FO', minkä seurauksena kääntäjä ei pysty tulkitsemaan seuraavia parametreja oikein.

Kääntäjän syntaksitarkistus tunnistaa virheen ja ilmoittaa siitä yleisellä virhekooodilla (S4006, Syntax error). Virheilmoitus osoittaa rivin, jolla virhe havaitaan, mutta ei yksilöi tarkkaa syytä, vaan antaa ainoastaan vihjeen siitä, että todellinen virhe voi sijaita edellisellä rivillä tai liittyä puuttuvaan merkkiin.

Pelkkä kuvankaappaus ja virheilmoitus eivät aina riitä kertomaan, mistä syntaksivirhe tarkalleen johtuu. Kun sama koodi toimitetaan tekoälylle myös tekstimuodossa, tekoäly pystyy analysoimaan koodin rakenteen tarkemmin ja tunnistamaan virheen syyn, tässä tapauksessa puuttuvan pilkun parametrilistassa.

Tämä korostaa, että tekoälyn hyöty vianetsinnässä kasvaa merkittävästi, kun käytettävissä on koko koodi tekstimuodossa eikä ainoastaan IDE:n virheilmoitus tai kuvakaappaus.

Ohjelman tekeminen toimintaselostuksen perusteella

Tässä esimerkissä käytetään kohteesta X peräisin olevaa saunan RAU- suunnitelman toimintaselostusta. Toimintaselostus annetaan tekoälylle

kuvankaappauksena, minkä perusteella tekoälyä pyydetään muodostamaan saunan ohjausohjelma Structured Text -kielellä.

Ainoana tarkentavana lisäohjeena tekoälylle annetaan, että ohjelmassa käytettävien pistetunnusten etuliitteenä tulee käyttää tunnusta VAK01MD01. Varsinaiset pistetunnukset tekoäly saa muodostaa itse toimintaselostuksen sisällön perusteella. Näin voidaan arvioida, kuinka hyvin tekoäly kykenee tulkitsemaan sanallista toimintaselostusta ja muuntamaan sen toimivaksi ohjelmalogiikaksi vähäisellä lisäohjeistuksella.

KÄYTTÖ

Kiukaan oltua päällä esim. (1h) saadaan lämpötilahälytys, mikäli löylyhuoneen lämpötila ei ole noussut arvoon esim. +50 °C ja kiukaan kytkeydyttyä pois päältä saadaan hälytys, mikäli löylyhuoneen lämpötila ei ole laskenut kahden tunnin (2h) aikana arvoon esim. +60 °C. Lämpötila ja viive oltava muutettavissa.

Mikäli löylyhuoneen lämpötila nousee päällälöloajan ulkopuolella yli raja-arvon esim. +45 °C, tulostetaan siitä hälytys.

Mikäli löylyhuoneen lämpötila nousee milloinkaan yli raja-arvon esim. +100 °C, tulostetaan siitä hälytys.

Kiukaan päällälölo-ohjauksesta toteutetaan käyttötuntilaskenta.

Kiukaan päällälölo-ohjaustiedon perusteella ohjataan saunatilan ovilukitusta. Ovilukitus avataan kiukaan ohjaustiedon oltua päällä yhden tunnin (1 h) ajan ja lukitus suljetaan ohjaustiedon päättyttyä.

Tilan ilmanvaihtokone TK02B ohjataan tehostuskäytölle 1h kiukaan käynnistymisen jälkeen ja on tehostuksella 1h kiukaan sammuttamisen jälkeen. Mikäli koneen mittaama poistoilman kosteus on yli 70% pidetään yllä jatkuvaa tehostusta.

Siivouskytkintä KS20 painettaessa sauna- ja kerho-osaston ovilukitus ohjaa oven auki, siivousvalot syttyvät ja ilmanvaihto tehostuu määritellyksi ajaksi.

Kuva 17. Kohteen X saunan toimintaselostus, mikä annettiin tekoälylle ohjelmoitavaksi

Saunan ohjausohjelman toteutus tekoälyn avulla onnistui lopulta, mutta vaati useamman tarkentavan pyynnön. Alkuvaiheessa tekoäly käytti ohjelmarakenteita ja kirjastoja, jotka eivät olleet käytössä kyseisessä editorissa, minkä vuoksi koodia jouduttiin muokkaamaan iteratiivisesti. Lopullinen versio on testattu käytännössä kohteella ja todettu toimivaksi, mikä osoittaa, että tekoäly voi merkittävästi nopeuttaa ohjelmoinnin alkuvaihetta, kun käyttäjä ohjaa ja sovittaa ratkaisun ympäristöön sopivaksi.

```

Notes Code Variables
Filter points on pou name
1 (* ===== ARVOT ===== *)
2
3 (* Lämpötilat ja rajat *)
4 rKiuas := GetAnalogPointF(Name:='VAKIMD01_LOYLYHUONE_TH_M'); (* reaali lämpö °C *)
5 rKiuasaika_seis := GetLimitF(LimitNumber:=1, Name:='VAKIMD01_LOYLYHUONE_TH_M'); (* MP1: tavoitelämpö °C *)
6 rKiuas_seis := GetLimitF(LimitNumber:=2, Name:='VAKIMD01_LOYLYHUONE_TH_M'); (* MP2: yllilämpöraja °C *)
7 rJaahdyysRaja := GetLimitF(LimitNumber:=5, Name:='VAKIMD01_LOYLYHUONE_TH_M'); (* MP5: jäähtymisraja °C *)
8 rYllilampoRaja := GetLimitF(LimitNumber:=6, Name:='VAKIMD01_LOYLYHUONE_TH_M'); (* MP6: raja kun ohjaus ei ole päällä °C *)
9
10 (* Ohjaus *)
11 Kiuas_I := GetDigitalPointF(Name:='VAKIMD01_SAUNA_KIUAS_O'); (* kiukaan ohjaus 0/1 *)
12
13 (* Aika-arvot - minuutit *)
14 iReach_min := REAL_TO_DINT( GetLimitF(LimitNumber:=1, Name:='VAKIMD01_KIUAS_ARH_VIIVE_FM') ); (* aika tavoitelämpöön *)
15 iCool_min := REAL_TO_DINT( GetLimitF(LimitNumber:=2, Name:='VAKIMD01_KIUAS_ARH_VIIVE_FM') ); (* aika jäähtymiseen *)
16 iYllilampo_min := REAL_TO_DINT( GetLimitF(LimitNumber:=1, Name:='VAKIMD01_SAUNA_TH_YLLILAMPO_FM') ); (* aika, jonka sauna ollut OFF *)
17
18 (* Minuutit - millisekunnit *)
19 iReach_ms := iReach_min * 60000;
20 iCool_ms := iCool_min * 60000;
21 iYllilampo_ms := iYllilampo_min * 60000;
22
23
24 (* ===== AJASTIN: KIUAS PÄÄLLÄ (ARH) ===== *)
25 (* Käy kun kiuas ON ja lämpö alle tavoitteen *)
26 Ajastin_Kiuas.PT := DINT_TO_TIME(iReach_ms);
27 Ajastin_Kiuas.IN := (Kiuas_I = 1) AND (rKiuas < rKiuasaika_seis);
28 Ajastin_Kiuas(); (* "Ehtikö tavoitelämpöön ajassa, kun kiuas ON?" *)
29
30
31 (* ===== KIUKAAN SAMMUTUKSEN JÄLKEINEN JÄÄHTYMISSALVONTA (TH1_YRH) ===== *)
32
33 (* Reunan tunnistus 1 -> 0: kun kiuas sammuu, starttaa jäähtymisajastin *)
34 IF (Kiuas_I_prev = 1) AND (Kiuas_I = 0) THEN
35   Ajastin_Jaahdytys.IN := TRUE;
36 END_IF;
37 |
38 Ajastin_Jaahdytys.PT := DINT_TO_TIME(iCool_ms);
39 Ajastin_Jaahdytys(); (* ajastimen suoritus *)
40
41 (* Jos jäähtymistavoite MP5 saavutetaan ajoissa, pysäytä ja nolaa jäähtymisajastin *)
42 IF rKiuas <= rJaahdyysRaja THEN
43   Ajastin_Jaahdytys.IN := FALSE;
44   Ajastin_Jaahdytys(); (* reset *)
45 END_IF;

```

Kuva 18. Tekoälyn valmis ohjelma.

Tekoälyn kanssa työskentely edellyttää tapauskohtaista ongelmien läpikäyntiä, sillä samaan ongelmaan tekoäly voi eri kerroilla tuottaa erilaisia ratkaisuja. Tätä voidaan hallita rajaamalla keskustelu selkeästi yhteen määritelyyn ongelmaan tai tehtävään kerrallaan. Kokemusten perusteella tekoälyllä on useita käyttömahdollisuuksia eri työvaiheissa, ja sen hyödyntämisessä käytännössä vain käyttäjän luovuus asettaa rajat.