

Digitalisaatio postin lajittelussa ja käsittelyssä

TURUN YLIOPISTO
Tietotekniikan laitos
LuK-tutkielma
Tietojenkäsittelytiede
Kesäkuu 2026
Jukka Tuomiranta

Digitalisaatio on yhteiskuntaa muokkaava ja mullistava voima, joka vaikuttaa väistämättä jokaisen kansalaisen elämään. Postilaitokset ja niiden tarjoamat palvelut ovat satoja vuosia olleet keskeisiä yhteiskunnallisia peruspalveluita. Digitalisaatiosta puhuttaessa posti nousee usein esiin malliesimerkkinä tästä muutoksesta. Postialalla muutos kohti digitaalisia järjestelmiä ja menetelmiä on kuitenkin alkanut jo paljon aiemmin. Ei ole sattumaa, että ensimmäisiä tietotekniikkaa hyödyntäviä järjestelmiä otettiin käyttöön juuri postilaitoksissa.

Mitä kiihtyvä digitalisaatio on tarkoittanut postitoiminnalle ja miltä postialan tulevaisuus näyttää? Internetissä käytävän kaupankäynnin myötä voimakkaasti kasvanut pakettiliikenne on muuttanut postialan toimintaympäristöä ja tuonut samalla mukanaan uusia haasteita. Logistiikan järjestäminen tehokkaasti, mutta ilmastoystävällisesti on luonut painetta lisääntyvään datan keräämiseen ja käsittelyyn. Erilaiset seurantateknologiat ovat olleet tässä tärkeitä kehityskohteita. Mitä digitalisaation aiheuttama paperisen postin jyrkkä väheneminen ja postialan kilpailun vapautuminen on tarkoittanut postin käsittelyssä ja lajittelussa? Millaisilla järjestelmillä postin lajittelun tehokkuus on pyritty tämän muutoksen keskellä säilyttämään?

Digitalisaatio on toisaalta muuttanut ja muovannut postipalveluihin liittyviä tarpeita, sekä vaikuttanut voimakkaasti käytännön postityöhön. Tämä on pakottanut sekä postin asiakkaat, että työntekijät sopeutumaan uusiin toimintatapoihin ja käytänteisiin.

Optinen merkintunnistus (OCR) on jo vuosikymmeniä ollut keskeinen teknologia koneellisessa postinlajittelussa. OCR-teknologian jatkuva kehitys on mahdollistanut yhä luotettavammin toimivan merkintunnistuksen. Tekoälyä hyödyntämällä on käytössä oleviin OCR-menetelmiin saatu integroitua uusia ominaisuuksia, jotka ovat parantaneet OCR-prosessin tuloksia merkittävästi.

Asiasanat: Digitalisaatio, Postipalvelut

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Digitalisaation pitkät juuret postissa	4
2.1	Kohti nykyaikaista postijärjestelmää	4
2.2	Historiallinen murros	5
2.2.1	Posti digitalisaation eturintamassa	6
2.2.2	Yleispalveluvelvoite tutkimusten ja toimenpiteiden aiheena . .	6
2.2.3	Paperisten kirjeiden ja printtituotteiden väheneminen sekä postipakettien määrän kasvu	7
2.3	Digitalisaation vaikutukset postipalveluihin ja digitalisoituvat logis- tiikkaketjut postissa	9
2.4	Digitalisaatio postin työntekijän näkökulmasta	11
2.5	Postin lajittelun koneellistuminen ja digitalisaatio lajittelun menetel- missä	12
3	Optinen merkintunnistus postinlajittelussa	15
3.1	Mitä on optinen merkintunnistus	15
3.2	OCR-prosessin vaiheet	16
3.3	OCR:n erityispiirteet kirjepostin käsittelyssä	18
3.3.1	Osoitekentän tunnistus	19
3.3.2	OCR-tulosten laadun parantaminen hybrimenetelmillä	19

4	Pohdinta	21
5	Yhteenveto	23
	Lähdeluettelo	25

Kuvat

2.1	Kirjepostin ja pakettimäärien kehitys Suomessa. Tiedot: Traficom [18].	8
3.1	OCR-Prosessin kulku	16
3.2	Hybridivarmennusmenetelmä osana tunnistusprosessia. Muokattu lähteestä [32].	20
3.3	Tunnistus- hylkäys- ja virheprosentit 450 käsinkirjoitetun osoitteen testijoukolla. (a) Vain OCR; (b) Postinumerosanakirjan hyödyntämi- nen; (c) Kuten (b), mutta kokonaisvaltaisella (holistisella) varmistus- vaiheella; (d) Kuten (b), mutta hybridivarmistusvaiheella (fuusiome- netelmä). Suomennettu lähteestä [32].	20

Termistö

CAMS Computer Assisted Manual Sorting (suom. Tietokoneavusteinen käsinlajittelu)

OCR Optical Character Recognition (suom. Optinen merkitunnistus)

SLM Statistical Language Model (suom. Tilastollinen kielimalli)

UPU Universal Postal Union (suom. Maailman postiliitto)

USO Universal Service Obligation (suom. Yleispalveluvelvoite)

1 Johdanto

Postinjakelun järjestäminen kestäväällä tavalla on yksi digitalisoituvan yhteiskunnan näkyvimmistä ja puhutuimmista ongelmista. Posti on jo vuosisatoja ollut tärkeä peruspalvelu ja lähellä kaikkia kansalaisia. Suomen postilaitoksen perustamisestakin tulee vuonna 2038 kuluneeksi jo 400 vuotta. Yleisesti postijärjestelmä on myös ollut valtioiden monopolien hallussa ja siten veronmaksajien alituisen tarkkailun alla. Tämä on ollut tilanne myös meillä Suomessa. Kiihtyvä digitalisaatio on kuitenkin asettanut nykyisen postijärjestelmän erityisen suurennuslasin alle. Keskustelua käydään nyt siitä, onko postinjakelun järjestäminen sen nykyisen palveluvelvoitteen mukaisesti tulevaisuudessa enää järkevää toimintaa. Digitalisaatio ei kuitenkaan ole uusi ilmiö postialalla. Lähteitä tähän tutkielmaan etsiessäni löysin esimerkiksi Kööpenhaminan keskuslajittelun tietokoneohjattua järjestelmää [1] käsittelevän artikkelin vuodelta 1978. Onkin huomionarvoista, että monet ensimmäisistä tietokoneista otettiin käyttöön nimenomaan postilaitoksissa.

Tämän tutkielman tarkoitus on selvittää, miten digitalisaatio on näkynyt postissa viimeisten vuosikymmenten aikana, sekä toisaalta sitä, mitä digitalisoituminen käytännössä merkitsee postitoiminnalle ja postityölle. Kirjepostimäärien jatkuvasti vähentyessä on koko postitoiminta ollut jo pitkään jatkuvassa ja rajussa murroksessa. Postialan toimijoiden on ollut pakko sopeutua muuttuvaan markkinatilanteeseen jatkuvin ja ajoittain radikaaleinkin muutoksin. Yhtenä tutkimuskysymyksenä ja kiinnostuksen kohteena on se, miten jatkuvasti kehittyvät lajittelukoneet ja ohjel-

mistot ovat vaikuttaneet postin käsittelyyn ja lajitteluun. Tutkielmassa on tarkoitus selvittää, mitä näistä aiheista on kirjoitettu, millaisia tutkimuksia teetetty ja miten aihe on ollut maailmanlaajuisella tutkimuskentällä esillä. Varsinaisten tutkimuskysymysten ohella pyritään myös saamaan näkökulmaa siihen miten Suomi näyttäytyy tällä tutkimuskentällä ja mikä on Suomen Postin tilanne kansainvälisessä vertailussa, kun arvioidaan edelläkävijyyttä ja innovaatioita postialalla. Tämän tutkielman tutkimuskysymykset on asetettu seuraavasti:

TK1: Miten digitalisaatio on vaikuttanut postialaan?

TK2: Miten digitalisaatio näkyy postitoiminnassa ja postityössä?

TK3: Miten postin koneellisessa käsittelyssä ja lajittelussa käytettävät ohjelmistot ovat kehittyneet?

Tutkielma on toteutettu kartoittavana kirjallisuuskatsauksena. Aineistoa kerättiin sekä kansainvälisistä että suomalaisista julkaisuista. Aiheen ympäriltä löytyi runsaasti myös melko tuoreita julkaisuja, ja monet niistä käsittelevät samoja teemoja eri maiden postilaitosten näkökulmasta. Aluksi jollain tavalla aiheeseen liittyviä lähteitä oli mukana useita kymmeniä ja myöhemmin tarkemmassa valinnassa määrä tarkentui 32 lähteeseen. Lisää lähteitä löytyi tarkasteltujen julkaisujen lähdeluetteloista. Aiheesta on kirjoitettu paljon opinnäytetöitä, joiden määrä suhteessa kaikkeen löytyneeseen materiaaliin oli niin merkittävä, että mukaan kelpuutettiin hieman poikkeuksellisesti myös niitä.

Tärkeänä tietolähteenä sopivaa aineistoa etsiessäni oli myös nykyisen työnantajani Suomen Posti Oy:n palveluksessa keräämäni taustatieto ja kokemus postialalta. Tutkielman kannalta hyödyllisiksi osoittautuivat myös Suomen Posti Oy:n teettämät tutkimukset digitalisaation vaikutuksista postitoimintaan. Lisäksi lähestyin tiedonhakumielessä yhtä suomalaista Suomen Postille laitteistoja ja ohjelmistoja toimittavaa yritystä. Yhtiön laitteet ja ohjelmistot ovat minulle ennestään tuttuja,

koska olen käyttänyt niitä paljon päivittäisessä työssäni viime vuosina. Erityisenä pontimina tutkielman tekoon toimi kiinnostukseni viime vuosina Suomen postissa käyttöön otettuihin uudentyyppisiin lajittelukoneisiin, sekä erityisesti niiden ohjelmistoihin. Tutkielmassa pyrin selvittämään miten niiden käyttöönotolla on kyetty vastaamaan rajusti laskevan kirjepostimäärän asettamiin monenlaisiin haasteisiin.

Luvussa 2 käyn yleisesti läpi postitoiminnan digitalisoitumista karkeasti viimeisen 60 vuoden ajalta. Erityishuomio kohdistuu Suomen postilaitokseen ja siellä tehtyihin digitalisoitumiseen johtaneisiin ratkaisuihin. Luvussa selvitetään Suomen postilaitoksen digitalisoitumista suhteessa muiden maiden postilaitoksissa tehtyihin vastaaviin toimiin. Luvussa pyritään myös tuomaan esille digitalisaation ja sen seurauksena muuttuvan ympäristön vaikutuksia käytännön postityöhön postikeskuksissa. Mukaan tarkasteluun otetaan myös työntekijöiden sekä ammattiliittojen näkökulmaa. Luvussa selvitetään postin lajittelussa ja käsittelyssä käytettäviä teknisiä ratkaisuja ja tuodaan esille nykyaikaisen koneellisen postin lajittelun keskeisiä tietoteknisiä menetelmiä. Luvussa 3 selvitetään OCR-teknologian toimintaperiaatteita, sekä OCR-menetelmien hyödyntämistä ja erityispiirteitä postin lajittelussa. Luvussa käsitellään myös tekoälyn hyödyntämistä OCR-teknologian osana. Luvussa 4 esitetään pohdintaa tutkielman myötä syntyneiden havaintojen pohjalta ja pohditaan postialan tulevaisuudennäkymiä. Luvussa 5 tehdään yhteenveto tutkielmaprosessin kulusta ja tuloksista. Luvussa käsitellään myös tutkielmaan tekoon liittyneitä haasteita ja pohditaan tarvetta ja mahdollisuuksia tutkielman aiheen syventämiseen jatkotutkimuksen keinoin.

2 Digitalisaation pitkät juuret postissa

Tässä luvussa käydään lyhyesti läpi postitoiminnan historiaa ja valotetaan postitoiminnan kehitystä nykyisenkaltaiseksi pitkälle digitalisoituneeksi logistiikkajärjestelmäksi. Luvussa käsitellään myös käynnissä olevan teknologisen ja yhteiskunnallisen murroksen, sekä kestäväen kehityksen vaatimusten asettamia haasteita postitoiminnalle, postipalveluille ja postityölle.

2.1 Kohti nykyaikaista postijärjestelmää

Postitoiminnan juuret ulottuvat aina varhaisiin sivilisaatioihin asti. Niin kauan kuin on ollut yhteiskuntia tai edes jollakin tavalla järjestäytyneitä yhteisöjä on ollut myös tarve viestien välittämiseen ja asioiden kuljettamiseen paikasta toiseen [2]. Myös postilaitoksia ja postijärjestelmiä on ollut olemassa jo satoja vuosia – Suomenkin postilaitos täyttää pian jo 400 vuotta [3]. Nykyisenkaltaisen postilaitos ja sen tarjoama yleispalvelujärjestelmä on kuitenkin alkanut muotoutua vasta 1800-luvun puolenvälin paikkeilla. Yleispalveluperiaate vahvistui 1900-luvun alkupuolella. Tämä oli seurausta postitoiminnan valtiollistumisesta sekä postilakien säätämisestä samoihin aikoihin monissa maissa. Postitoiminta alettiin ymmärtää kaikille kansalaisille kuuluvana valtion järjestämänä peruspalveluna. Myös Suomi oli mukana tässä kansainvälisessä kehityksessä. Ensimmäinen varsinainen postilaki, joka virallisti valtion

vastuun postipalvelujen ylläpidosta, säädettiin täällä vuonna 1927. Postipalveluita puhuttaessa oleellinen seikka on myös Maailman postiliiton (UPU) perustaminen vuonna 1874, mikä mahdollisti kansainvälisen postiliikenteen yhtenäistymisen.

Digitalisaatio ja posti ovat kulkeneet käsi kädessä jo pitkään. Pankkien ja yliopistojen ohella ensimmäisiä tietokoneita otettiin aikoinaan käyttöön juuri postilaitoksissa. Merkittäviä kokeiluja tehtiin esimerkiksi 1960-luvulla, jolloin Ranskan posti muodosti satelliitin välityksellä ensimmäisen kaupallisen transatlanttisen yhteyden yhteistyössä AT&T:n ja IBM:n kanssa [4, s. 37]. Tanskassa tietokoneita hyödynnettiin postin lajittelussa ainakin jo 1970-luvulla [1]. Digitalisaatioon liittyviä kokeiluja on postitoiminnan parissa tehty myös paljon. Tällainen oli esimerkiksi ns. ”sähköisen postin palvelu” E-COM Yhdysvalloissa 1970–1980-lukujen taitteessa [5]. Mainittakoon, että Suomessa ensimmäinen kaupallisessa käytössä ollut tietokone otettiin käyttöön vuonna 1958 Postisäästöpankissa, joka oli siis osa postilaitosta [6, s. 3].

2.2 Historiallinen murros

Etenkin Euroopassa kokeilujen aika oli kuitenkin ohi 1990-luvun alkuun tultaessa. Postimarkkinoiden asteittainen vapautuminen samaan aikaan kiihtyvän digitalisaation kanssa sysäsi postialalla liikkeelle historialliseksi murrokseksi kutsutun aikakauden. Postilaitokset olivat pakotettuja tehostamaan ja nykyaikaistamaan toimintaansa vapautuneilla markkinoilla. Aasia ja Afrikka seurasivat pian Euroopan esimerkkiä [7, s. 3].

Seuraava suuri mullistus oli kuitenkin jo tulossa. Informaatioyhteiskunnan tai ”digitaalisen aikakauden” alkupisteen määrittäminen ei ole aivan yksiselitteistä, mutta eräs ehdotus vedenjakajaksi on vuosi 2005 [7, s. 5]. Postilaitoksille tästä koko yhteiskunnan läpäisseeestä muutoksesta muodostui kohtalonkysymys.

2.2.1 Posti digitalisaation eturintamassa

Postilaitokset ovat olleet edelläkävijöitä yhteiskunnan digitalisoimisessa ja tietoverkkojen rakentamisessa. Tunnetuin esimerkki on Ranskan postilaitoksen toimesta 1970-luvulla käynnistetty ja vuonna 1980 käyttöön otettu Teletel-järjestelmä [8]. Tavoitteena oli tarjota kaikille kansalaisille palveluita tietoverkon välityksellä. Tätä mahdollistamaan kehitettiin edullinen Minitel-päätelaite. Suomen Posti- ja telelaitos aloitti oman vastaavan videotex-nimisen palvelunsa vuonna 1984. Myöhemmin järjestelmän nimeksi vakiintui TeleSampo [9]. Helsingin puhelinyhdistys puolestaan tarjosi omaa, TeleSampoa vastaavaa, infotel-palveluaan. Sitä seurasi vielä yleinen tietoverkkohanke TELMO, jonka kehittäminen päättyi vasta internetin yleistyttyä.

2.2.2 Yleispalveluvelvoite tutkimusten ja toimenpiteiden aiheena

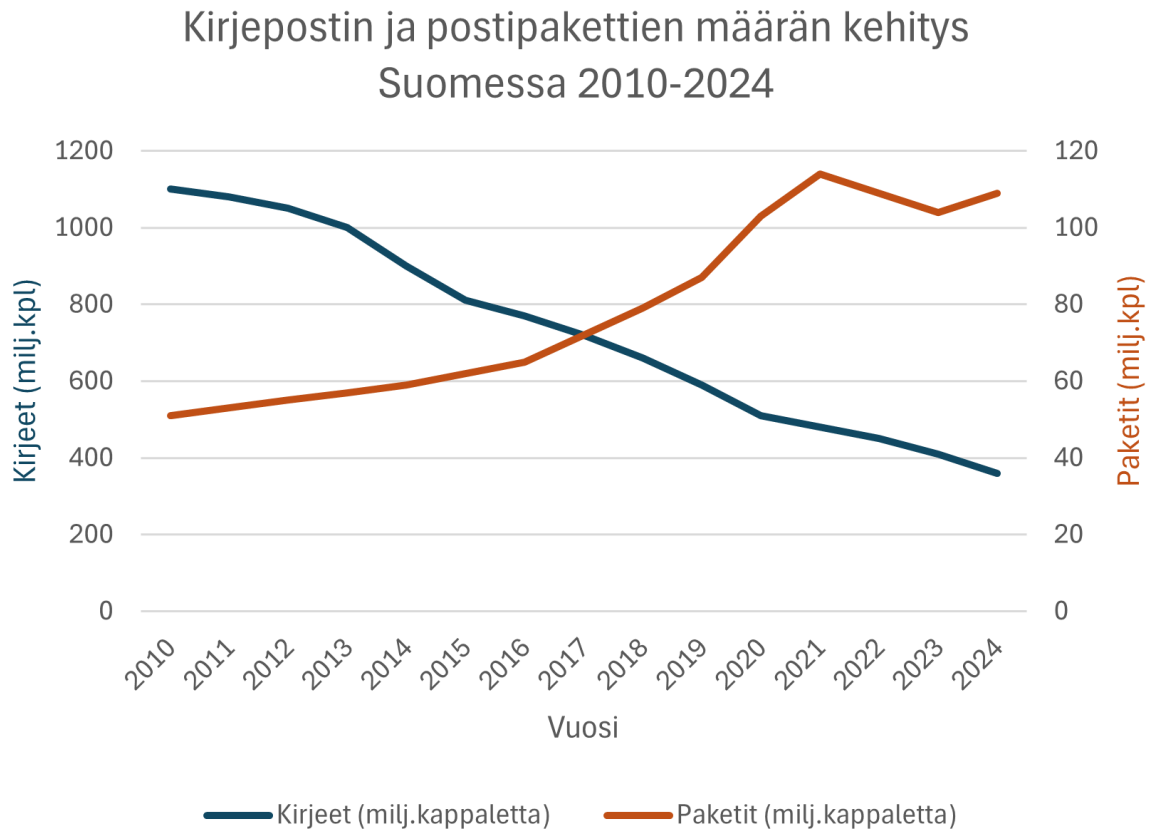
Maailmanlaajuisesti digitalisaation vaikutus postitoimintaan on julkaisujen määräs-
tä päätellen huomioitu laajasti. Keskustelun ytimessä on lähes aina yleispalveluvel-
voite, Universal service obligation (USO). Teoksessa "The Changing Postal Environ-
ment – Market and Policy Innovation" [10] esitetään varsin kattava analyysi tästä
aiheesta sekä Yhdysvaltain että Euroopan näkökulmasta. Ehdotuksia malleista pos-
tipalveluiden uudelleenjärjestämiseksi nimenomaan yleispalveluvelvoitteen kannalta
on esitetty. Matemaattisia kaavoja aiheesta esitetään esimerkiksi artikkelissa "Re-
forming the Postal Universal Service" [11]. Yleispalveluvelvoitteeseen kohdistettujen
muutosten vaikutuksia on tutkittu myös Pohjoismaisesta näkökulmasta. Tällainen
tutkimus on tehty esimerkiksi Norjassa [12].

Seuraavassa esitän esimerkkejä postitoiminnan uudistamista käsittelevistä tut-
kimuksista ja toimenpiteistä. Postitoiminnan ja digitalisaation yhteensovittamista
on käsitelty esimerkiksi Kroatian postin tapauksessa [13]. Sambian postissa on vas-

taavasti paneuduttu viestintäteknologian hyödyntämiseen ja sen mukanaan tuomiin mahdollisuuksiin [14]. Intian postin kehitystä on tutkittu teknologisen evoluution näkökulmasta [15]. Venäjän postinjakelun uudistamista on jo toteutettu digitaalisia jakelualueita hyödyntämällä [16]. Puolassa on tehty laaja Eurooppalaisten postilaitosten vertailu digitalisaation näkökulmasta. Vertailussa on mukana viisitoista postilaitosta ympäri Eurooppaa [17].

2.2.3 Paperisten kirjeiden ja printtituotteiden väheneminen sekä postipakettien määrän kasvu

Seuraavassa keskitytään tarkemmin osoitteellisten kirjeiden määriin Pohjoismaissa. Kun tarkastellaan kirjeiden määrän vähenemistä Pohjoismaisella tasolla 2000-luvun alusta lähtien, on joitakin eroja maiden välillä huomattavissa. Yhteistä Pohjoismaille kuitenkin on, että selkeä romahdus kirjemäärissä alkoi kaikissa maissa vuoden 2008 tienoilla [7, s. 16]. Kirjepostin ja postipakettien määrän kehitys Suomessa (Kuva 2.1) perustuu Traficomin elokuussa 2025 julkaiseman postimarkkinaselvitykseen.



Kuva 2.1: Kirjepostin ja pakettimäärien kehitys Suomessa. Tiedot: Traficom [18].

Yhteiskunnan digitalisoitumisen ja kirjemäärän samanaikaisen vähenemisen väliseen korrelaatioon on käytetty termiä ”postin korvaaminen” (mail substitution). Termillä viitataan jatkuvasti lisääntyviin teknisiin mahdollisuuksiin korvata fyysinen kirjelähetys sähköisellä kommunikaatiolla, sekä toisaalta myös sähköisen kommunikaation kasvuun sosiologisena ilmiönä [7, s. 6]. Käynnissä olevan murroksen kiihtyvä tahti ja sen aiheuttamat muutokset postipalveluissa ovat voimakkaasti läsnä uutisissa ja lehtiartikkeleissa. Posti- ja logistiikka-alan unionin (PAU) julkaisemassa Reitti-lehdessä puheenjohtajan palstalla oli huhtikuussa 2025 aiheena Tanskan postin (Postnord) päätös lopettaa kirjeiden jakelu vuoden loppuun mennessä [19]. Merkittävästä muutoksesta postinjakelussa uutisoitiin elokuussa 2024. Viranomaispostin muuttuminen Suomessa pääosin digitaaliseksi vuoden 2026 alusta alkaen kos-

kettaa käytännössä kaikkia kansalaisia. Muutoksen tuottamiksi säästöiksi arvioitiin tuolloin kymmeniä miljoonia euroja [20].

Muiden printtituotteiden väheneminen jakeluverkossa noudattaa samaa trendiä kirjevolyymin kehityksen kanssa. Postimarkkinaselvityksen mukaan on vuosien 2013 ja 2024 välillä sanomalehtien varhaisjakelun volyyymi Suomessa karkeasti puolittunut, aikakauslehtien määrä laskenut alle puoleen ja osoitteettoman jakelunkin volyyymi lähes puolittunut [18]. Digitalisaation vaikutuksesta laskeneet printtivolyymit ovat puolestaan pakottaneet painotalot uudelleenorganisoimaan toimintaansa. Suomen suurimman maakuntalehden, Pirkanmaalla ilmestyvän Aamulehden, painaminen siirtyi joulukuussa 2025 Tampereelta Vantaalle [21]. Aamulehden päätoimittaja perusteli lehden haastattelussa päätöstä taloudellisilla syillä, joiden taustalla on printtilehtien volyymien lasku.

Samaan aikaan paperisen postin vähenemisen kanssa on postipakettien määrä jakeluverkossa päinvastoin lähtenyt jyrkkään nousuun [18]. Syitä pakettiliikenteen kasvuun on löydettävissä useita, mutta kaikkien niiden taustalta on löydettävissä yhteiskunnan kiihtyvä digitalisaatio. Globalisaatio, verkkokaupat ja sosiaalinen media ovat kukin osaltaan vaikuttaneet kulutustottumusten ja kaupankäyntitapojen muuttumiseen.

2.3 Digitalisaation vaikutukset postipalveluihin ja digitalisoituvat logistiikkaketjut postissa

Kiihtyvän digitalisaation seurauksena postilaitokset ovat lisänneet resurssejaan uusien teknologioiden tutkimukseen ja testaukseen monilla postin logistiikkaketjun osa-alueilla. Vuonna 1993 perustettu PostEurop on 53 eurooppalaisen postioperaattorin kauppaliitto, jonka tarkoituksena on oman määritelmänsä mukaan ”edistää parempaa yhteistyötä, kestäväää kasvua ja jatkuvaa innovointia postialalla.” Liiton

vuosittainen innovointifoorumi tuo näkyville postialan kehityssuuntia [22]. Näitä suuntia ovat esimerkiksi koko ajan kasvava datan kerääminen ja hyödyntäminen, sekä lisääntyvä tekoälyn käyttö logistiikkaketjujen tehostamiseksi. Postitoimijoiden varastoissa, terminaaleissa ja logistiikkakeskuksissa myös robotiikalla ja älykkäillä järjestelmillä on jatkuvasti tärkeämpi rooli. Varastoissa tapahtuvaa lähetysten keräilyä varten esimerkiksi suuren verkkokauppatoimijan, Amazonin, varastoissa operoi kymmeniä tuhansia itsenäisesti toimivia robotteja [23]. Tekoälyä hyödynnetään pakettien lajittelussa myös postikeskuksissa. Portugalin postikeskuksissa on otettu käyttöön robotteja, jotka kykenevät lajittelemaan ja siirtämään raskaitakin lähetys-tyksiä tehokkaasti ja nopeasti. Tehokkuuden lisääntymisen lisäksi etuna on myös työntekijöiden fyysinen kuormituksen keveneminen [23].

Toinen suuri teema on käynnissä olevan ilmastonmuutoksen aikaansaama paine kestävämmän kuluttamisen ja vähemmän saastuttavan logistiikan saavuttamiseksi. Maailmanlaajuisen postiliikenteen valtavasta volyymista johtuen ilmastoystävällisemmällä kuljetusmenetelmillä ja logistiikan reittien paremmalla suunnittelulla on suuri merkitys maapallon ilmaston kannalta.

Postilähetysten lajitteluun ja seurantaan käytettävien, lähiluettavien viiva- ja 2D-koodien rinnalle ovat tulleet radioaalloilla toimivat RFID-tagit. Niiden etuna lähiluettaviin esimerkiksi viiva- tai 2D-koodeihin on mahdollisuus lukea lähetyksen ja kuljetusyksikön tietoja etäältä, ilman suoraa kontaktia lähetykseen tai lähetysyksikköön. Lisäetuna edistyneemmissä RFID-tageissa on myös huomattavasti suurempi muistikapasiteetti [23].

Digitalisoituva ja yhä enemmän tietoverkkoihin siirtyvä asiointi ja kommunikatio asettaa vaatimuksia myös postitoiminnalle. Esimerkiksi Hollantilainen PostNL on kehittänyt koodipohjaisen menetelmän tietojenkalastelun ehkäisemiseksi [22]. Kyberturvallisuuteen liittyvät asiat ovat digitalisaation myötä tulleet tärkeiksi ja jopa kriittisiksi myös postitoiminnassa. Täydellinen luottamus on asia, joka on perinte-

sesti liitetty postitoimintaan kirjesalaisuuden muodossa. Sama luottamus lähettäjän, postioperaattorin ja vastaanottajan kesken on yhtä tärkeää myös digitaalisessa toimintaympäristössä.

2.4 Digitalisaatio postin työntekijän näkökulmasta

Digitalisaatiolla on ollut merkittäviä vaikutuksia postityöhön. Työntekijänäkökulmaa on tutkittu maailmanlaajuisesti postialan ammattiliitoille suunnatulla kyselytutkimuksella [24], jonka vastauksissa nousee esille digitalisaation ja kilpailun lisääntymisen postialalle luomat tehostamispaineet. Työtehtävien muuttuminen entistä tiukemmin määritellyiksi ja valvotummiksi on koettu ongelmalliseksi. Digitalisaatio on kiistatta merkinnyt työpaikkojen vähenemistä postialalla, vaikka toisaalta se on mahdollistanut myös uusien työtehtävien syntymistä. Postinjakajan työnkuvan muutos on ollut digitalisaation myötä huomattava. Aiemmin kukin jakaja huolehti sekä oman jakelureittinsä lajittelusta että jakelusta. Nykyään suuntaus on yhä vahvemmin ollut näiden kahden vaiheen eriyttämiseen. Yksi esimerkki tästä on tietokoneavusteisesti suoritettu käsinlajittelu, Computer Assisted Manual Sorting (CAMS), jota Posti- ja logistiikka-alan unionin Reitti-lehdessä luonnehditaan näin:

"Camsilla lajiteltaessa lajittelukenttä supistuu lähetysten vastaanottaja-asiakkaiden määrän mukaan, jolloin yhdellä laitteella saadaan lajiteltua huomattavankin suuria alueita yhdellä kertaa. Laitteet eivät siis ole piirikohtaisia, vaan muutamalla laitteella lajitellaan kokonaisia postinumeroita...Nyt todellakin alkaa vaikuttaa siltä, että työnantaja on pääsemässä tavoitteeseensa, jossa "kuka tahansa" voi hypätä puikkoihin ja alkaa lajitella aluetta, josta ei tunne osoitteita tai postinsaajia nimeltä. Haasteita tosin riittää siinä, että jokaisessa lähetyksessä tulee olla seurattava koodi ja jokainen vastaanottajaosoite tulee löytyä Postin järjestelmäs-

tä...Jos tarvittava koodi lähetyksestä puuttuu, on jakajan liki mahdollonta asettaa lähetystä oikeaan hyllypaikkaan." [25]

Jakelureitin lajitteluun aiemmin olennaisesti kuulunut asiantuntijuus ja hiljainen tieto on muutoksen myötä poistunut. Tilalle on tullut tietokoneohjattu järjestelmä, jossa ihminen toimii vain ikään kuin koneen jatkeena vailla todellista tietoa lajittelemastaan alueesta.

Postinjakelun logistiikkaketjussa viimeisen ketjun vaiheen suorittaa postinjakaja. Vaikka jakelutyö tehdään käytännössä ihmisvoimin on digitalisaatio ulottunut myös jakelympäristöön. Erilaisten reaaliaikaisesti seurattavien lähetyslajien ja postituotteiden määrä on digitalisaation myötä lisääntynyt. Lähetysten kulun seurantaan liittyvät rekisteröinnit mobiililaitteita ja -sovelluksia käyttäen ovat tulleet osaksi postinjakajan päivittäistä työtä. Tulevaisuuden visioissa postinjakelua voisivat hoitaa itsenäisesti jakelureiteillä kulkevat kulkuneuvot sekä ilmateitse liikkuvat droonit. Kokeiluja syrjäisemmille seuduille drooneilla tapahtuvasta jakelusta on tehty esimerkiksi Ranskassa [23].

2.5 Postin lajittelun koneellistuminen ja digitalisaatio lajittelun menetelmissä

Optinen merkitunnistus, Optical Character Recognition (OCR) on ollut keskeinen teknologia postin lajittelun automatisoinnin kehittymisessä [26]. Kirjepostin mekaanisesta lajittelusta tehtiin ensimmäiset kokeilut jo 1920-luvulla. Käytännössä lajittelu tehtiin näillä koneilla kuitenkin operaattorien suorittamana. Puoliautomaattinen lajittelukone otettiin käyttöön vuonna 1957 ja täysin automaattinen OCR-tekniikkaa käyttävä lajittelukone vuonna 1965. Ensimmäinen täysin tietokoneavusteinen OCR-järjestelmä otettiin käyttöön vuonna 1982. Eräänlainen OCR:n jatke

on videokoodaus. Siinä OCR:n hylkäämät lähetykset kuvataan lajitteluhihnalla ja operaattori koodaa niiden osoitteet videoyhteyden välityksellä.

Postimäärien jatkuvasti vähentyessä postialan toimijat ovat olleet pakotettuja tehostamaan lajitteluprosessejaan ja -järjestelmiään. Alan muuttuvassa toimintaympäristössä nämä sopeuttamistoimet ovat tarkoittaneet merkittäviä muutoksia postin lajittelussa. Ennen digitalisaation käynnistämää postimäärien laskusuhdannetta postin käsittelyn tehostaminen on toteutettu entistä nopeampien ja suuremmille postimäärille optimoitujen mekaanisten lajittelujärjestelmien käyttöönotoilla. Postimäärien lähdettyä jyrkkään laskuun 2000-luvulla on suuren lajittelukapasiteetin mahdollistavan karkean koneellisen lajittelun (esimerkiksi LSM- ja FSM-koneet) [27] lisäksi muodostunut tarve koneellisen lajittelun ulottamiselle pidemmälle lajitteluprosessissa. Aikaisemmin käsinlajitteluna jakelutoimipaikoissa suoritettut viimeiset lajitteluvaiheet on suurelta osin korvattu postikeskuksissa tapahtuvalla MSM-konelajittelulla [27], jonka lopputuotteena saadaan jakelujärjestyksessä oleva valmis postikimppu.

Koneellisen lajittelun tehokkuus perustuu nykyisin lähetyksen osoitekentän yhteyteen tuotettuun viiva- tai QR-koodiin. Koodien puuttuessa tai niiden ollessa lukukelvottomia lajittelukoneet tuottavat koodit lähetyksiin OCR-tekniikan avulla. Uusimmat, esimerkiksi Suomen Postissa 2020-luvulla MSM-koneiden rinnalle käyttöön otetut Treco-lajitteluympäristöt [28] eivät sen sijaan enää sisällä OCR-tekniikkaa. Treco-lajittelun toiminta perustuu siis täysin lähetyksissä oleviin koodeihin. Trecon vahvuus MSM-lajitteluun verrattuna on kuitenkin se, että Treco-prosessiin soveltuu huomattavasta laajempi skaala erilaatuisia ja tyyppisiä lähetyksiä [28].

Koodeista ja OCR-tekniikasta huolimatta osa lähetyksistä päättyy kuitenkin tie-
doiltaan puutteellisina koneellisen lajittelun hylkäämäksi, jolloin ne on käsiteltävä manuaalisessa lajittelussa. Postimäärän vähentyessä ja lajittelun keskittyessä yhä

suurempiin yksiköihin on tähän käsin tehtäväänkin työhön syntynyt tarve kehittää tehokkaita tietokoneavusteisia lajittelumenetelmiä. Esimerkiksi Suomen Postissa on ollut käytössä jo aiemmin mainittu tietokoneavusteinen käsinlajittelujärjestelmä CAMS [25]. CAMS:n vahvuus on sen kyky mukautua päiväkohtaisesti huomattavastikin muuttuviin lähetysmääriin. Mukautumiskyky perustuu postimäärien historiatietoihin ja niiden pohjalta laadittuun postimääräennusteeseen. Manuaalisesti suoritettavan CAMS-lajittelun prosessi käsittää kaksi vaihetta: Ensin tehdään lähetys kerrallaan osoitteenluku OCR-työasemalla ja tämän jälkeen vielä CAMS-työasemalla tapahtuva tietokoneavusteinen ja lähetykset jakelujärjestykseen lajitteleva hyllyynlajitteluvaihe.

3 Optinen merkintunnistus postinlajittelussa

Tässä luvussa käsitellään postin koneellisen lajittelun alunperin mahdollistaneen optisen merkintunnistuksen (engl. *Optical Character Recognition*, OCR) yleinen toimintaperiaate, sekä OCR-prosessin vaiheet. Luvussa selvitetään OCR-tekniikan hyödyntämistä postin lajittelussa, sekä kerrotaan siihen liittyvistä erityisvaatimuksista. Luvun lopuksi esitellään OCR-tulosten parantamiseen tähtäävä hybridimenetelmä.

3.1 Mitä on optinen merkintunnistus

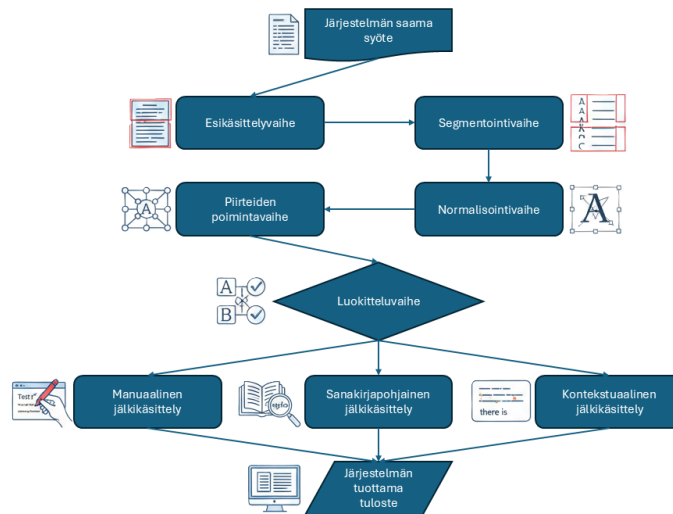
Lyhenteellä OCR viitataan optiseen merkintunnistustekniikkaan, joka mahdollistaa painetun tai käsinkirjoitetun tekstin tunnistamisen, lukemisen ja muuntamisen tietokoneen tunnistamaan muotoon. Käytännössä OCR voidaan käsittää prosessina, jossa teksti skannauksen jälkeen käy läpi erityyppisiä käsittelyvaiheita. Prosessin lopputuloksena on dataksi konekoodattua tekstiä.

OCR-tekniikka perustuu tietokonenäköön. Se käyttää kehittyneitä algoritmeja tekstin tunnistamiseksi kuvasta. Onnistuneen OCR-prosessin lopputuloksena kuvasta erotettu teksti on saatu muunnettua digitaaliseen, muokattavaan muotoon. Postin lajittelussa suoritettavan OCR-prosessin vaiheet ja sisältö voivat vaihdella käyte-

tyistä teknologioista riippuen. Seuraavaksi esitetään esimerkinomaisesti tyypillisen OCR-prosessin kulku vaihtoehtoisine vaiheineen.

3.2 OCR-prosessin vaiheet

OCR-prosessi (Kuva 3.1) sisältää useita peräkkäin toteuttavia vaiheita.



Kuva 3.1: OCR-Prosessin kulku

Prosessissa ensimmäisenä suoritettavan **esikäsittelyn** tavoitteena on poistaa kuvasta ei-toivotut ominaisuudet tai kohina kuitenkin tärkeää informaatiota menettämättä. Esikäsittely parantaa kuvaa ja valmistelee sen seuraavia OCR-vaiheita varten [29]. **Segmentointivaihe** on prosessi, jossa kuvassa oleva tekstisegmentti erotetaan kuvan taustasta. Tekstin segmentointi dokumentista yhdistää rivi-, sana- ja merkkisegmentoinnin. Tunnistetusta tekstistä erotetaan ensin yksittäinen tekstirivi. Tämän jälkeen erotellaan toisistaan sanat ja lopulta yksittäiset merkit [29].

Segmentointiprosessin tuloksena saadaan tekstistä eristettyjä yksittäisiä merkkejä, jotka ovat valmiita siirrettäväksi ominaisuuksien erotteluvaiheeseen. Tätä ennen merkit kuitenkin minimoidaan **normalisointivaiheessa** tiettyyn kokoon riippuen käytettävistä algoritmeista. Segmentoinnin seurauksena kuva on muunnettu $m \times n$ -matriisin muotoon. Tämän jälkeen nämä matriisit normalisoidaan yleensä minimoi-

malla niiden koko ja poistamalla kuvasta tarpeeton tieto, kuitenkin mitään tärkeää informaatiota menettämättä [29].

Piirteiden poimintavaiheessa yksittäisistä merkeistä erotellaan olennaiset piirteet piirrevektorien muodostamiseksi. Piirrevektori sisältää valikoituja, kvantitatiivisia tietoja eli piirteitä tutkittavasta merkistä. Tavoitteena on poiminta-algoritmeja käyttäen poimia sellaiset piirteet, jotka ovat samankaltaisia saman luokan merkeissä ja samalla erottuvat muista luokista. Muodostuneet piirrevektorit sijoittuvat piirreavaruuteen.

Piirrevektoreita hyödynnetään **luokitteluvaiheessa**. Luokittelija on algoritmi, joka käyttää piirrevektoreita merkin luokan määrittämiseen. Käytännössä luokittelijat ovat koneoppimismalleja, jotka on koulutettu ja toteutettu esimerkiksi neuroverkkojen avulla. Koulutuksen seurauksena luokittelija oppii tunnistamaan piirrevaruudesta eri luokkia vastaavat alueet, esimerkiksi sen, miltä A-kirjaimen piirrevektorit yleensä näyttävät. Luokittelijan syötteenä saamaa merkkiä tunnistessaan luokittelija vertaa vektoria oppimiinsa luokkamalleihin ja antaa tulosteena luokan, mihin merkki todennäköisimmin kuuluu. Useita erilaisia luokitteluvaiheeseen soveltuvia luokittelutekniikoita on tutkittu. Tekniikan valinta riippuu useista tekijöistä, kuten vapaiden parametrien määrästä ja käytössä olevasta koulutusmateriaalista. Esimerkiksi neuroverkkojen käyttöä merkkien luokittelussa voidaan perustella niiden samankaltaisella toimintatavalla ihmisen näköjärjestelmän toiminnan kanssa.

Tutkimuksissa on osoitettu, että kontekstin ymmärtäminen helpottaa huomattavasti käsinkirjoitetun tekstin tulkintaa. Kuitenkin OCR-prosessissa eri vaiheet suoritetaan pääosin vailla tietoa käsiteltävän tekstin kontekstista [29]. Koska tekstin kontekstia ei tunneta, jää tähänastisen prosessin tuottamaan tulokseen puuttuvia ja väärin tunnistettuja merkkejä, sekä niiden seurauksena vääristyneitä sanoja ja kielioppivirheitä. Asian korjaamiseksi OCR-prosessissa suoritetaan **jälkikäsitelyvaihe**.

OCR-virheet voidaan jakaa kahteen luokkaan: 1. Epäsanat ja 2. todelliset, mutta väärin tulkitut sanat. Epäsanat ovat sanoja jotka näyttävät oikeilta sanoilta, mutta eivät kuulu kyseisen kielen sanastoon. Todelliset, mutta väärin tulkitut sanat puolestaan ovat oikeita sanoja, mutta virheellisen merkintunnistuksen seurauksena tulkittu eri sanaksi kuin lähdemateriaalissa [30].

OCR-virheiden havaitsemiseksi ja korjaamiseksi on kehitetty useita eri jälkikäsitelymenetelmiä ja algoritmeja, jotka voidaan jakaa kolmeen pääluokkaan. Ne ovat manuaalinen, sanakirjapohjainen ja kontekstipohjainen virheenkorjaus [30], joista kaksi jälkimmäistä ovat toteutettavissa tietokoneavusteisesti. Sanakirjapohjaisessa menetelmässä OCR:n tunnistamalle sanalle tehdään sanakirjahaku virheenkorjausalgoritmia käyttäen sanan oikeellisuuden selvittämiseksi. Menetelmä sopii edellä mainittujen "epäsanojen" havaitsemiseen ja korjaamiseen. Kontekstiin perustuvat virheenkorjaustekniikat puolestaan havaitsevat ja korjaavat virheitä kieliopillisen ja semanttisen kontekstin peurusteella. Menetelmän käytännön ratkaisut perustuvat suurimmaksi osaksi tilastollisiin kielimalleihin (engl. Statistical Language Model, SLM) ja ominaisuuspohjaisiin menetelmiin. Kontekstipohjainen menetelmä soveltuu edellä mainitun "todellisten, mutta väärin tulkittujen sanojen" ongelman ratkaisemiseen [30].

3.3 OCR:n erityispiirteet kirjepostin käsittelyssä

Vaikka koneellinen postinlajittelu perustuu yhä enemmän viiva- ja QR-koodien käyttöön lähetyksissä on OCR-teknologiaan perustuvilla menetelmillä edelleen merkittävä rooli postinkäsittelyssä. Onnistuneen ja luotettavan OCR-prosessin saavuttamiseksi on tarpeen tunnistaa eräitä erityisesti kirjepostin käsittelyyn liittyviä haasteita ja ongelmakohtia. Ensinnäkin merkintunnistuksen käyttämien algoritmien tulisi pysyä tunnistamaan ja tulkitsemaan sekä koneellisesti tuotettua, että käsinkirjoitettua

tekstiä. Tekijät, kuten käsiala, tekstin koko ja painetun tekstin painolaatu lisäävät vaihtelua ja varianssia käsitellyssä syötteessä.

Toinen haaste liittyy osoitekentän sijainnin tunnistamiseen lähetyksessä. Etenkin kirjeissä ja postikorteissa osoitetiedot sisältävän osoitekentän tunnistaminen ja erottaminen mahdollisesta muusta tekstistä on usein haastavaa [26]. Myös paperilaatu, painoväri, paperin kuviointi tai kuvat lähetyksessä asettavat omat vaatimuksensa OCR-järjestelmälle. Huomionarvoista on myös, että kansalliset käytännöt osoitekentän sijoittelussa ja osoitetietojen kirjaamistavassa vaihtelevat suuresti. Kaikki nämä seikat on otettava huomioon merkintunnistuksen algoritmeja ja menetelmiä suunniteltaessa.

3.3.1 Osoitekentän tunnistus

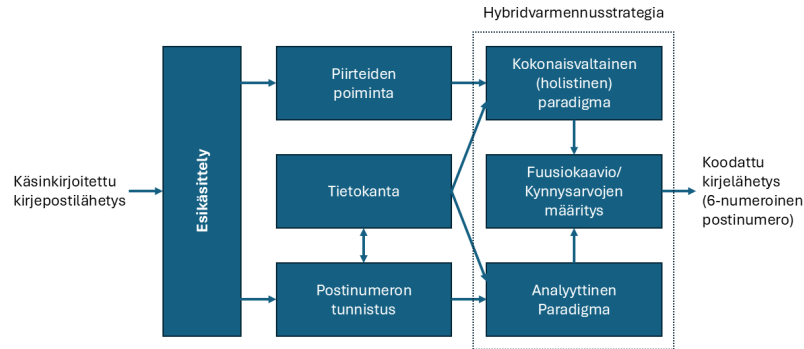
Optinen merkintunnistus on kehittynyt jatkuvasti tarkemmaksi ja luotettavammaksi. Osoitekentän sijainnin paikantaminen kirjeestä sen sijaan on todettu niin sanotuksi vaikeaksi ongelmaksi. Ratkaisuksi on ehdotettu kuvankäsittelyssä käytettäviä, tekstuurien tunnistamiseen ja segmentointiin kehitettyjä, Gabor-suodattimia [31]. Gabor-suodattimien toimintaperiaatteen samankaltaisuus ihmisen näköjärjestelmän vastaavan toiminnan kanssa on johtanut Gabor-suodattimien tutkimukseen myös tietokonenäön yhteydessä.

3.3.2 OCR-tulosten laadun parantaminen hybrimenetelmillä

Käsin kirjoitettujen osoitetietojen tunnistamiseen ja tulkintaan on pyritty kehittämään tehokkaampia menetelmiä. On osoitettu, että virheellisten tulkintojen määrää voidaan prosessissa vähentää merkintunnistusta tukevalla lisävaiheella. Prosessia kutsutaan hybridivarmennusstrategiaksi [32].

Tässä prosessissa osoitekentän paikallistamisen jälkeen kyseisestä kentästä tunnistetaan ja tulkitaan postinumero. Hybridimenetelmä etenee tämän jälkeen siten,

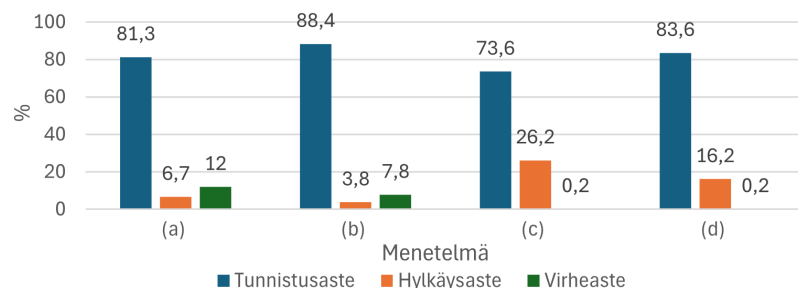
että OCR:n tunnistamaa postinumeroa verrataan ensin postinumerotietokantaan. Mikäli osuma saadaan ja postinumero tunnistetaan validiksi, siirrytään varsinaiseen hybridivarmennukseen (Kuva 3.2).



Kuva 3.2: Hybridivarmennusmenetelmä osana tunnistusprosessia. Muokattu lähteestä [32].

Muu osoitekentän teksti kirjaimineen ja numeroineen käy läpi OCR-prosessin, jossa esikäsittelyn ja piirteiden poiminnan tuloksena syntyy osoitekuva. Käsinkirjoitetun katuosoitteen numeraalisten segmenttien piirteitä voidaan nyt hyödyntää, kun osoitekuvaa verrataan piirrevektoreina postinumerokuvaan [32].

Hybridimenetelmän tuomat hyödyt postinumeron tunnistuksen suorituskykyyn on voitu todeta vertailemalla eri menetelmiä. Käytettäessä 450 käsinkirjoitetun osoitteen testijoukkoa hybridimenetelmän osoitettiin laskevan OCR:n virheprosenttia merkittävästi (Kuva 3.3).



Kuva 3.3: Tunnistus- hylkäys- ja virheprosentit 450 käsinkirjoitetun osoitteen testijoukolla. (a) Vain OCR; (b) Postinumerosanakirjan hyödyntäminen; (c) Kuten (b), mutta kokonaisvaltaisella (holistisella) varmistusvaiheella; (d) Kuten (b), mutta hybridivarmistusvaiheella (fuusiomenetelmä). Suomennettu lähteestä [32].

4 Pohdinta

Kuten tutkielmassani pyrin osoittamaan, on postitoiminta ollut vuosisatojen ajan tärkeä yhteiskunnallinen kaikkia ihmisiä koskettava peruspalvelu. Tästä syystä digitalisaation tarkasteleminen nimenomaan postitoiminnan näkökulmasta on perusteltua. Laskevat kirje- ja printtivolyymit jakeluverkoissa, sekä etenkin muuttuvat postipalvelut meillä ja muualla ovat paljon uutisoitu aihe. Tämä on mielestäni osoitus siitä, että ihmiset kokevat laajalti postipalvelun edelleen tärkeäksi yleispalveluksi. Toisaalta voimakkaasti kasvanut verkossa käytävä kaupankäynti, ja sen myötä lisääntynyt pakettiliikenne, on luonut uudenlaisia tarpeita, ja asettanut uusia vaatimuksia toimivien postipalveluiden suhteen.

Huomionarvoista on myös, että postiala on merkittävä työnantaja. PostEurop arvioi yksistään euroopassa alan työllistävän noin 1,5 miljoonaa postityöntekijää. Postitoiminnalla on siis lisäksi paljon suoria taloudellisia ja sosiaalisia vaikutuksia.

Digitalisaatio ei ole ainoa syy postialan suureen murrokseen. Vaiheittain vapautunut kilpailu on tuonut alalle valtiollisten postilaitosten rinnalle uusia toimijoita. Kaikki tämä on pakottanut postialaa tehostamaan ja uudistamaan toimintaansa muuttuvissa olosuhteissa. Löytämäni lähdemateriaalin perusteella voi huomata, että nämä tekijät ovat toimineet polttoaineena myös uusille innovaatioille postialalla. Se, mitä paperiselle postille ja sen jakelulle tulevaisuudessa tapahtuu on vielä avoin kysymys. Toistaiseksi alalla on keskitytty lajittelun ja jakelun tehostamiseen sopeuttamalla käytettyjä menetelmiä laskeviin kirje- ja printtimääriin. Tutkielman

lähdeartikkeleista käy ilmi, että paperisen postin määrän lasku ja viestinvälityksen muuttuminen yhä enemmän digitaalseksi ei ole selvästi tullut alalle yllätyksenä. Tätä kehitystä on osattu ennakoida jo edellisillä vuosikymmenillä.

Maailmanlaajuisen pakettiliikenteen kasvava volyymi yhdistettynä logistiikan, varastoinnin ja jakelun aiheuttamiin ympäristövaikutuksiin on kuuma aihe postialaan liittyvässä keskustelussa. Tästä aiheesta löytyikin paljon tuoretta materiaalia. Näen tämän keskeisenä kysymyksenä pohdittaessa sitä, miten pakettien kuljetus ja jakelu pystytään tulevaisuudessa kestävästi toteuttamaan.

5 Yhteenveto

Tutkielman tarkoituksena oli selvittää miten digitalisaatio on näkynyt postialalla viime vuosikymmenten aikana ja mitä siitä on kirjoitettu. Toisena kiinnostuksen kohteena oli digitalisaation käytännön vaikutukset postitoiminnalle ja postityölle, sekä se miten asiaa on käsitelty julkisuudessa. Kolmantena tutkimuskysymyksenä oli etsiä tietoa postin käsittelyssä ja koneellisessa lajittelussa käytettävien laitteiden ja ohjelmistojen käytöstä ja kehityksestä.

Tutkielmaan lähdemateriaalia etsiessäni osoittautui, että digitalisaatiosta on kirjoitettu paljon ja monenlaisissa eri yhteyksissä. Yleisesti digitalisaatio on nähty merkittävänä ja yhteiskuntaa perustavanlaatuisesti muuttavana ilmiönä jo pitkään. Digitalisaation vaikutus postialaan on havaintojeni mukaan myös paljon käsitelty artikkelien aihe ja tutkimuskohde ja alaan kohdistuvaa voimakasta murrosta käsiteltiin lukemassani aineistossa kattavasti eri näkökulmista. Niissä tuotiin esiin puhtaan liiketoimintanäkökulman lisäksi myös postin asiakkaiden ja työntekijöiden näkemyksiä ja kokemuksia digitalisaation vaikutuksista. Lukemissani artikkeleissa huomionarvoista oli myös se, kuinka niissä käsiteltiin postialan muutosta jo pitkään jatkuneena ja edelleen kiihtyvänä ilmiönä. Digitalisaation voidaan sanoa vaikuttaneen postialaan sen kaikilla osa-alueilla,

Digitalisaation aiheuttama murros postialalla on pakottanut postitoimijat jatkuvaan toimintansa sopeuttamiseen. Haastetta muutosten toteuttamiseen on tuonut yleispalveluvelvoitteen noudattamisen huomioiminen. Rajusti laskevat kirjevolyymit

ja toisaalta kasvavat postipakettimäärät ovat kiihdyttäneet koneellisen ja tietokoneavusteisen lajittelun kehitystä. Samaan aikaan tapahtunut postitoiminnan asteittainen vapautuminen on muuttanut postialan toimintaympäristöä. Muutos valtiollisista monopoleista kilpailuksi liiketoiminnaksi on ollut näkyvä ja merkittävä tekijä murroksen keskellä. Digitalisaation vaikutukset postityöhön ovat olleet teknologisen kehityksen ja toimintaympäristön muutoksen myötä huomattavia.

Koneellisen postinlajittelun tehostaminen on pitkään nojautunut konenäköön perustuvaan optiseen merkitunnistukseen. OCR-tekniikka on keksintönä vanha ja siitä on kirjoitettu paljon. Tekniikasta on tehty paljon tutkimusta ja etenkin tekoälyn hyödyntäminen on parantanut OCR-prosessien tulosten laatua huomattavasti. Tutkielman kirjoittamisen yhtenä tavoitteena oli selvittää tietokoneohjelmistojen kehitystä ja käyttöä laajemminkin postinlajittelussa ja käsittelyssä. Tarvittavan lähdemateriaalin avoin saatavuus osoittautui kuitenkin varsin rajalliseksi. Postitoiminta on tänä päivänä erittäin kilpailtu ala ja täten liikesalaisuudet saattavat ainakin osittain selittää tätä puutetta.

Koska ohjelmistojen käyttö ja kehitys oli yksi asettamistani tutkimuskysymyksistä muodostui tarve tarkentaa tutkielman aihetta saatavilla olevan lähdemateriaalin mukaiseksi. Ratkaisuna päädyin keskittymään tutkielmassa postialan yleisen digitalisaation lisäksi OCR-teknologiaan ja siihen liittyviin uudempiin innovaatioihin. Postin lajittelussa ja käsittelyssä hyödynnettävien laitteiden ja ohjelmistojen kehitystä ja käyttöä koskevalle jatkotutkimukselle olisi kuitenkin mielestäni vielä tilaa ja tarvetta. Kirjallisuuskatsaus avoimesti saatavilla olevaa aineistoa hyödyntäen osoittautui tähän kuitenkin siinä määrin toimimattomaksi menetelmäksi, että tämän kaltainen tutkimus vaatisi todennäköisesti ainakin tutkimusmenetelmän vaihtamisen toiseen.

Lähdeluettelo

- [1] V. Toft, "Copenhagen central mail sorting office computer control", *IFAC Proceedings Volumes*, vol. 11, nro 1, s. 2263–2269, 1978, ISSN: 14746670. DOI: 10.1016/S1474-6670(17)66216-5.
- [2] A. C. Brix. "Postal system - history | britannica", viitattu 6. toukokuuta 2026. url: <https://www.britannica.com/topic/postal-system/History>.
- [3] *Suomen postilaitoksen historia*, teoksessa *Wikipedia*, Page Version ID: 23912740, 26. maaliskuuta 2026. viitattu 6. toukokuuta 2026. url: https://fi.wikipedia.org/w/index.php?title=Suomen_postilaitoksen_historia&oldid=23912740.
- [4] R. Garner ja R. Dill, "The legendary IBM 1401 data processing system", *IEEE Solid-State Circuits Magazine*, vol. 2, nro 1, s. 28–39, 2010, ISSN: 1943-0582. DOI: 10.1109/MSSC.2009.935295.
- [5] R. N. ELLIS, "The Premature Death of Electronic Mail: The United States Postal Service's E-COM Program, 1978-1985.", *International Journal of Communication (19328036)*, vol. 7, s. 1949–1967, 1. tammikuuta 2013, ISSN: 1932-8036. viitattu 6. maaliskuuta 2025. url: <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=3d1a1fb8-0170-3e88-b9e3-b12b287aa7a9>.
- [6] A. Mikkola, "ESKO – ensimmäinen suomalainen tietokone", 2005. url: <https://www.cs.helsinki.fi/u/kerola/tkhist/k2005/alustukset/esko/esko.pdf>.

- [7] M. Finger, B. Bukovc ja M. Burhan, *Postal Services in the Digital Age*. Amsterdam, NETHERLANDS, THE: IOS Press, Incorporated, 2014, ISBN: 978-1-61499-395-7. viitattu 18. helmikuuta 2025. url: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/kutu/detail.action?docID=1720840>.
- [8] *Minitel*, teoksessa *Wikipedia*, Page Version ID: 1346339115, 31. maaliskuuta 2026. viitattu 7. toukokuuta 2026. url: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Minitel&oldid=1346339115>.
- [9] *TeleSampo ja Infotel*, teoksessa *Wikipedia*, Page Version ID: 22386079, 14. toukokuuta 2024. viitattu 7. toukokuuta 2026. url: https://fi.wikipedia.org/w/index.php?title=TeleSampo_ja_Infotel&oldid=22386079.
- [10] P. L. Parcu, T. J. Brennan ja V. Glass, toim., *The Changing Postal Environment: Market and Policy Innovation*, Topics in Regulatory Economics and Policy, Cham: Springer International Publishing, 2020, ISBN: 978-3-030-34531-0 978-3-030-34532-7. DOI: 10.1007/978-3-030-34532-7.
- [11] A. Gautier ja J.-C. Poudou, "Reforming the postal universal service", *Review of Network Economics*, vol. 13, nro 4, 1. tammikuuta 2014, ISSN: 1446-9022, 2194-5993. DOI: 10.1515/rne-2015-0001.
- [12] "Effects of changing the USO in norway", Copenhagen Economics, viitattu 18. helmikuuta 2025. url: <https://copenhageneconomics.com/publication/effects-of-changing-the-uso-in-norway/>.
- [13] K. Tomislav, B. Marijan, S. Pero ja V. Domagoj, "Toward Complete Digitalisation of Postal Items Clearance in the Republic of Croatia", teoksessa *NEW TECHNOLOGIES, DEVELOPMENT AND APPLICATION VII, VOL 2, NT-2024*, I. Karabegovic, A. Kovacevic ja S. Mandzuka, toim., Series Title: Lecture Notes in Networks and Systems Web of Science ID: WOS:001315734000023, vol. 1070, Cham: Springer International Publishing

- Ag, 2024, s. 210–217, ISBN: 978-3-031-66270-6 978-3-031-66271-3. DOI: 10.1007/978-3-031-66271-3_23.
- [14] S. C. Mulenga, "Impact of information communications technology on the postal sector : A case study of zambia.", väitöskirja, The University of Zambia, 2023. viitattu 5. helmikuuta 2025. url: <http://dspace.unza.zm/handle/123456789/8036>.
- [15] K. Kavitha, S. D. ja A. Mamatha, *Technological evolution of postal services in india*, Rochester, NY, 22. maaliskuuta 2023. DOI: 10.2139/ssrn.4604584.
- [16] T. Egor, D. Victor, B. Alexandra ja O. Ed, "Digitalization in logistics for organizing an automated delivery zone. russian post case", teoksessa *Technological Transformation: A New Role For Human, Machines And Management*, H. Schaumburg, V. Korablev ja L. Ungvari, toim., Cham: Springer International Publishing, 2021, s. 143–156, ISBN: 978-3-030-64430-7. DOI: 10.1007/978-3-030-64430-7_12.
- [17] A. Drab-Kurowska ja A. Budziewicz-Guzlecka, "The Digital Post Ecosystem- Example of Poland in the Context of Research", *SUSTAINABILITY*, vol. 13, nro 5, s. 2550, maaliskuu 2021, Publisher: MDPI Web of Science ID: WOS:000628600500001, ISSN: 2071-1050. DOI: 10.3390/su13052550.
- [18] "Postimarkkinaselvitys 2024", viitattu 28. marraskuuta 2025. url: <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Postimarkkinaselvitys%202024%20.pdf>.
- [19] H. Nieminen. "Reitti 02/2025", viitattu 3. huhtikuuta 2025. url: https://www.lehtiluukku.fi/lehti/reitti/_read/02-2025/412436.html.
- [20] E. Halonen. "Kaikki viranomaisposti muuttuu ensisijaisesti digitaaliseksi vuonna 2026 – tavoitteena kymmenien miljoonien säästöt", Aamulehti. Sec-

- tion: Kotimaa, viitattu 22. toukokuuta 2025. url: <https://www.aamulehti.fi/kotimaa/art-2000010650605.html>.
- [21] M. Määttänen. ”Aamulehteä painettiin Tampereella 144 vuotta, painaminen jatkuu Vantaalla”, Aamulehti. Section: Tampere, viitattu 7. toukokuuta 2026. url: <https://www.aamulehti.fi/tampere/art-2000011637553.html>.
- [22] ”Highlights of the 2025 PostEurop general assembly - PostEurop”. Section: Press releases, viitattu 14. tammikuuta 2026. url: <https://www.posteurop.org/blog/highlights-of-the-2025-posteurop-general-assembly/>.
- [23] A. Nguyen, ”How artificial intelligence can affect postal and parcel industry”, 2020. url: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/354064/Thesis_Nguyen_Anh.pdf?sequence=2&isAllowed=y.
- [24] J. Kalbermatter, S. Schaupp, V. Hartleitner ja O. Nachtwey. ”Unions in the postal services of the future. A global survey on labor union representatives’ assessment of digitalization in the post and logistics sector”. Publisher: Universität Basel. Seminar für Soziologie Volume: 4.
- [25] R. Sievilä. ”CAMS - Computer assisted manual sorting”, PAU:n Helsingin Osasto, viitattu 8. huhtikuuta 2025. url: <https://www.pauhki.net/cams-computer-assisted-manual-sorting/>.
- [26] D. Gaceb, V. Eglin, F. Lebourgeois ja H. Emptoz, ”Improvement of postal mail sorting system”, *International Journal of Document Analysis and Recognition (IJDAR)*, vol. 11, nro 2, s. 67–80, 1. marraskuuta 2008, ISSN: 1433-2825. DOI: 10.1007/s10032-008-0070-8.
- [27] V. Pienimäki, ”Kirjelajittelukoneiden operaattorin toiminnan tarkastaminen”, 30. huhtikuuta 2020. url: <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/121583/Pienim%C3%A4kiVili.pdf?sequence=2>.

- [28] ”Reitti 06/2023”, viitattu 2. joulukuuta 2025. url: https://www.lehtiluukku.fi/lehdet/reitti/06-2023/355276.html?utm_source=lehtiluukku&utm_medium=share&utm_campaign=share.
- [29] K. Hamad ja M. Kaya, ”A detailed analysis of optical character recognition technology”, *International Journal of Applied Mathematics, Electronics and Computers*, vol. 4, s. 244–244, Special Issue-1 22. joulukuuta 2016, ISSN: 2147-8228. DOI: 10.18100/ijamec.270374.
- [30] Y. Bassil ja M. Alwani, *OCR Post-Processing Error Correction Algorithm using Google Online Spelling Suggestion*, 1. huhtikuuta 2012. DOI: 10.48550/arXiv.1204.0191.
- [31] A. K. Jain ja S. K. Bhattacharjee, ”Address block location on envelopes using gabor filters”, *Pattern Recognition*, vol. 25, nro 12, s. 1459–1477, joulukuu 1992, ISSN: 00313203. DOI: 10.1016/0031-3203(92)90120-8.
- [32] C. K. Lee ja C. G. Leedham, ”A new hybrid approach to handwritten address verification”, *International Journal of Computer Vision*, vol. 57, nro 2, s. 107–120, 1. toukokuuta 2004, Company: Springer Distributor: Springer Institution: Springer Label: Springer Number: 2, ISSN: 1573-1405. DOI: 10.1023/B:VISI.0000013085.47268.e8.