

Kaupungistuminen globaalin etelän suurjokien varsilla

Tapaustutkimus Jukskein jokivarren maankäytöstä Johannesburgissa

Maantiede

LuK-tutkielma

Noora Karppinen

12.6.2026

Turku

Turun yliopiston laatu järjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu
Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

Tutkinto-ohjelma, oppiaine: Luonnontieteiden kandidaatti, maantiede

Tekijä: Noora Karppinen

Otsikko: Kaupungistuminen globaalin etelän suurjokien varsilla - Tapaustutkimus Jukskein jokivarren maankäytöstä Johannesburgissa

Ohjaaja: Lauri Hooli

Sivumäärä: 40 sivua

Päivämäärä: 12.6.2026

Tutkimuksessa tarkastellaan Johannesburgissa sijaitsevan Jukskei-joen jokivarsialueen maankäyttöä ja maanpeitettä (Land Use/Land Cover, LULC) sekä niiden yhteyttä kaupungistumiseen. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, millaiset maanpeiteluokat luonnehtivat Jukskei-joen ympäristöä ja miten ne jakautuvat spatiaalisesti kaupungistuneessa jokimaisemassa. Lisäksi tutkimuksessa arvioidaan kaupungistumisen vaikutuksia jokivarren ympäristöön aiemman tutkimuskirjallisuuden valossa.

Tutkimus toteutettiin kuvailevana tapaustutkimuksena. Aineistona käytettiin Copernicus-ohjelman Land Cover -maanpeiteaineistoa sekä ilmakuva- ja kartta-aineistoja, joiden avulla tutkimusalueen maanpeitettä tarkasteltiin paikkatietomenetelmin. Maanpeiteluokat luokiteltiin ja analysoitiin niiden pinta-alojen sekä spatiaalisen sijoittumisen perusteella.

Tulosten perusteella tutkimusalue on pääosin kasvillisuusvaltainen, sillä ruohikot, puusto ja pensaikot kattavat yhteensä noin 60 prosenttia alueen pinta-alasta. Yksittäisistä maanpeiteluokista yleisin on ruohikko. Rakennettu infrastruktuuri muodostaa noin 37 prosenttia tutkimusalueesta ja keskittyy erityisesti Johannesburgin keskusta-alueen läheisyyteen. Jukskei-joen varrella sijaitsevassa Alexandrassa havaittiin epävirallista suunnittelematonta asutusta sekä merkkejä rantakasvillisuuden vähenemisestä ja jokivarsialueiden voimakkaasta ihmistoiminnan muokkaamisesta.

Tutkimuksen perusteella kaupungistuminen näkyy Jukskei-joen ympäristössä erityisesti rakennetun infrastruktuurin laajenemisena, jokivarsien maankäytön muutoksena sekä luonnollisen kasvillisuuden vähenemisenä paikallisesti. Tulokset korostavat jokivarsien ja valuma-alueiden kokonaisvaltaisen tutkimuksen ja suunnittelun merkitystä nopeasti kaupungistuvissa ympäristöissä.

Avainsanat: maanpeite, maankäyttö, LULC, globaali etelä, kaupunkijoet

Sisällysluettelo

1	Johdanto	4
2.	Tutkimuksen taustat	8
2.1	Sosio-ekologinen dynamiikka.....	8
2.2	Maankäyttö ja maanpeite LULC	11
2.3	Kaupungistuminen	13
2.3.1	Epävirallinen kaupungistuminen	14
3	Aineistot ja menetelmät	19
3.1	Aineistot.....	19
3.2	Menetelmät	21
4	Tutkimusalue: Jukskei	23
5	Tulokset ja pohdinta	28
6	Johtopäätökset	33
	Lähteet	36

1 Johdanto

Maailman kaupunkiväestö kasvaa jatkuvasti, mikä johtaa yhä kaupungistuneempaan yhteiskuntaan. Merkittävä seuraus tästä väestörakenteen muutoksesta on kaupunkien pinta-alojen laajeneminen (Hutchings ym. 2022). Tämä kaupunkien laajeneminen erityisesti havaittavissa esimerkiksi Afrikassa ja Aasiassa, missä kehitys on erityisen nopeaa. Viimeaikaisten arvioiden mukaan ihmiset ovat muokanneet jo noin kolme neljäsosaa maapallon maa-alasta (Locke 2024). Muutosten taustalla ovat erityisesti kaupunkialueiden ja maatalousmaan laajeneminen, mikä on johtanut luonnollisen maanpeitteen merkittävään vähenemiseen monilla alueilla ympäri maailmaa.

Kaupungistumiseen liittyy nopea ja monipuolinen maankäytön muutos (Xiao ym. 2024). Rakennettu infrastruktuuri, kuten rakennukset, tiet, sähköverkot ja viemäröinti, muokkaavat maisemaa. Luonnontilaisen kasvillisuuden tilalle rakennetaan myös viljelyspelloja. Suuremmissa kaupungeissa kaupungistumisesta aiheutuvat maankäytön muutokset ovat jo laajentuneet keskustojen ulkopuolelle (Estoque & Murayama 2017). Pienemmissä kaupungeissa puolestaan nämä muutokset keskittyvät edelleen pääosin kaupunkien keskusta-alueiden läheisyyteen.

Vaikka kaupunkialueet kattavat vain noin 0,5 prosenttia maapallon maa-alasta, niillä asuu yli puolet maailman väestöstä (Oswald ym. 2023). Kaupunkeja luonnehtivat laajat rakennetut alueet, suuri osuus läpäisemättömiä pintoja sekä korkea väestötiheys, minkä vuoksi niillä on huomattava vaikutus vesistöihin ja veden kiertokulkuun. Arvioiden mukaan noin kolmannes maailman joista ja puroista virtaa nykyisin maatalous-, teollisuus- tai kaupunki-infrastruktuurin hallitsemien alueiden läpi (Albert ym. 2021).

Saharan eteläpuolisen Afrikan kaupungit kasvavat poikkeuksellisen nopeasti, monin paikoin jopa maailmanlaajuista keskiarvoa vauhdikkaammin (Koloko ym. 2026). Kasvu tapahtuu usein alueilla, joilla kaupunkisuunnittelun resurssit ovat rajalliset, epäviralliset asuinalueet laajenevat ja suojelualueiden valvonta on puutteellista. Kaupungistumista vauhdittavat sekä luonnollinen väestönkasvu että muuttoliike maaseudulta kaupunkeihin. Vaikka Afrikka tunnetaan poikkeuksellisen rikkaasta luonnon monimuotoisuudestaan, väestönkasvu ja maankäytön muutokset ovat viime vuosina lisänneet painetta luonnonympäristöille (Owolabi ym. 2023). Afrikalla on tällä

hetkellä maailman viidenneksi suurin kaupunkiväestö, ja noin 13 maalla on potentiaalia merkittävään kaupungistumiseen seuraavien kolmen vuosikymmenen aikana (Koloko ym. 2026). Etelä-Afrikassa kaupungistuminen on ollut erityisen voimakasta Gautengin maakunnassa (Gwapedza ym. 2026). Johannesburg on maakunnan suurin kaupunki ja merkittävä metropoli. Kaupungistuminen Johannesburgissa luo uhkia veden laadulle ja luonnon monimuotoisuuden heikkenemiselle rantavyöhykkeellä ja laajemmissa jokiekosysteemeissä (Gwapedza ym. 2026).

Joet ja purot ovat maailmanlaajuisesti uhanalaisimpia ekosysteemejä (Odume ym. 2022). Niiden rakenteellista ja toiminnallista tilaa heikentävät erityisesti maankäytön muutokset, teollistuminen, väestönkasvu, kaupungistuminen ja maatalous. Monet maailman kaupungeista on rakennettu jokien varsille, minkä vuoksi kaupunkien ja jokiekosysteemien välinen vuorovaikutus on tiivistä ja monimutkaista. Kaupunkien laajeneminen jokikäytävälle lisää muun muassa tulvariskejä, saastumista, elinympäristöjen heikkenemistä ja luonnon monimuotoisuuden vähenemistä (Odume ym. 2022). Samalla jokien tuottamat ekosysteemipalvelut heikkenevät, mikä voi vaikuttaa haitallisesti ihmisten hyvinvointiin.

Jokivarsivyöhykkeet ovat moniulotteisia siirtymäalueita, joissa maa- ja sisävesiekosysteemit ovat suorassa vuorovaikutuksessa keskenään (Gwapedza ym. 2026). Ne ulottuvat vesistön reunalta ympäröivään ylänkö- tai maa-alueeseen asti. Jokivarsivyöhykkeiden eheys on tärkeää ekologisen kestävyys ja niiden tarjoamien ekosysteemihyödykkeiden ja -palveluiden kannalta (Gwapedza ym. 2026). Tärkeitä ekosysteemipalveluita ovat muun muassa veden varastoituminen, pohjavesien täyttyminen ja ravinteiden kierto jokien valuma-alueilla.

Etelä-Afrikassa jokivarsialueiden hallintaa säännellään kahdella keskeisellä lainsäädännöllä: vuoden 1998 kansallinen ympäristöhallintalailla (laki 107/1998) ja vuoden 1998 kansallinen vesilalla (laki 36/1998) (Gwapedza ym. 2026). Viimeaikaiset tutkimukset ovat osoittaneet, että Etelä-Afrikan rantavyöhykkeisiin on merkittävästi vaikuttanut maankäytön lisääntyminen kaupungistumisen seurauksena (T. S. Mawasha & Britz 2021; Gwapedza ym. 2026). Viimeaikaiset kaukokartoitusarvioinnit vahvistavat

rantakasvillisuuden kiihtyneen häviämisen ja ekosysteemien toiminnan muuttumisen Etelä-Afrikan valuma-alueilla

Pohjois- ja Länsi-Afrikassa havaittiin ihmisten altistuvan enemmän kaupunkitulville uudisrakennusalueilla (Zhang ym. 2025). Keski-, Etelä- ja Itä-Afrikassa kaupungistumisvauhti on hitaampi verrattuna Pohjois- ja Länsi-Afrikkaan, minkä takia tulvariskit ovat myös vähäisempiä. Siellä kuitenkin havaitaan edelleen asteittaista tulvariskien kasvua kaupunkien laajentumisen ja kasvavan väestön vuoksi.

Muutosten ja ympäristötekijöiden välisen suhteen tutkiminen on tärkeää kestävän kaupunkikehityksen saavuttamiseksi (Xiao ym. 2024). YK:n kestävän kehityksen tavoitteet korostavat kestävän ja koordinoitun kehityksen toteutumista yhteiskunnan, talouden ja ympäristön välillä (Griggs ym. 2013). Yli puolet maapallon asukkaista asuu nykyään kaupungeissa ympäri maailmaa, ja nopea kaupungistuminen on luonut monia ongelmia ja haasteita (Chen ym. 2022). Siksi kaupunkialueiden kestävä kehitys on ratkaisevan tärkeää ihmisyyhteiskunnan nykyiselle kestävälle kehitykselle ja myös avain kaikkien kestävän kehityksen tavoitteiden saavuttamiseen.

Kaupunkien päätöksenteon ja globaalien ympäristöhaasteiden välillä on merkittäviä ajallisia, alueellisia ja institutionaalisia mittakaavaeroja (Bai ym. 2010). Kaupunkien päätöksentekoa ohjaavat usein lyhyen aikavälin tavoitteet, paikalliset hallinnolliset rajat sekä olemassa olevat institutionaaliset rakenteet. Sen sijaan monet ympäristöongelmat ulottuvat huomattavasti pidemmille aikajaksoille ja laajemmille maantieteellisille alueille, mikä vaikeuttaa niiden huomioimista paikallisessa päätöksenteossa. Nykyään eteläisen Afrikan kehitysyhteisö (lyh. eng. SADC) tunnustaa kestävyiden tärkeyden ja laatii toimintalinjoja ja alueellisia suunnitelmia vesivarojen tasapuolisen saatavuuden ja kestävän kehityksen tukemiseksi alueellaan (O'Brien ym. 2024).

Tämän tutkimuksen tavoitteena on tarkastella, millaisina maankäytön ja maanpeitteen piirteinä kaupungistuminen ilmenee Johannesburgin Jukskei-joen jokivarsialueella.

Tämä tutkimus vastaa seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Millaiset maankäyttö- ja maanpeite-luokat luonnehtivat Johannesburgin Jukskei-jokivarren kaupungistuneita ympäristöjä?

2. Miten eri maankäyttö- ja maanpeiteluokat jakautuvat spatiaalisesti Jukskein jokivarren ympäristössä Johannesburgissa kaukokartoitusaineistoon perustuvan luokittelun mukaan?

2. Tutkimuksen taustat

2.1 Sosio-ekologinen dynamiikka

Sosio-ekologinen dynamiikka viittaa sosiaalisten ja ekologisten järjestelmien väliseen vuorovaikutukseen ja keskinäiseen riippuvuuteen. Sosiaaliset järjestelmät käsittävät ihmisen rakentamat ympäristöt, instituutiot ja toimintarakenteet, kun taas ekologiset järjestelmät viittaavat luonnonvaraisiin ympäristöihin ja niiden biofysikaalisiin prosesseihin. Näiden kahden järjestelmän vuorovaikutusta tarkasteleva tutkimus on keskeinen osa kestäväen kehityksen ja kaupunkiekologian tutkimuskenttää (Engemann ym. 2024). Erityisesti globaalissa etelässä ihmisten ja viheralueiden välisten suhteiden tutkimus on kuitenkin edelleen verrattain vähäistä, mikä korostaa tutkimuksellista aukkoa ja tarvetta alueellisesti tarkemmalle tarkastelulle.

Sosio-ekologisten järjestelmien analyysi on lisännyt ymmärrystä ihmisten ja kaupungeissa tapahtuvien biofysikaalisten prosessien välisistä suhteista (Bai ym. 2010; Schaffler & Swilling 2013). Tämä näkökulma perustuu resilienssin käsitteeseen, jonka Folke ym. (2004) määrittelevät järjestelmän kykyä absorboida häiriöitä ja järjestäytyä uudelleen eli itseorganisoitua. Sosio-ekologinen resilienssi viittaa sosiaalisten ja ekologisten järjestelmien keskinäiseen sopeutumiskykyyn, joka määrittää monimutkaisen järjestelmän kyvyn kestää häiriöitä ja mukautua muuttuviin olosuhteisiin (Schaffler & Swilling 2013). Resilienssin heikkeneminen puolestaan altistaa järjestelmän suuremmille riskeille, epävarmuuksille ja odottamattomille muutoksille. Tällöin yhä pienemmät häiriöt voivat riittää heikentämään järjestelmän kykyä ylläpitää vallitsevaa toimintatilaansa tai rakennetta.

Vesistöillä on keskeinen rooli sekä ekologisten prosessien että ihmisten hyvinvoinnin kannalta (Bhungeni ym. 2025). Ne ylläpitävät useita ekosysteemipalveluja ja mahdollistavat muun muassa vesihuollon, ravinnontuotannon, asutuksen sekä virkistyskäytön. Eteläisen Afrikan joet muodostavat ekologisesti ja sosiaalisesti monimuotoisia järjestelmiä, jotka tukevat sekä luonnon ekosysteemejä että ihmistoimintaa (O'Brien ym. 2024). Näiden jokien tarjoamat ekosysteemipalvelut ovat keskeisiä alueen väestön toimeentulolle, vesihuollolle ja taloudelliselle kehitykselle,

minkä vuoksi niiden sosiaalinen, ekologinen ja taloudellinen arvo on huomattava koko alueella. Eteläisen Afrikan jokien nykyinen sosio-ekologinen tila vaihtelee hyvästä huonoon. Tätä vaihtelua selittävät erityisesti kaupungistumiseen, kaivostoimintaan, teolliseen kehitykseen sekä tehostuneeseen maatalouteen liittyvät stressitekijät (O'Brien ym. 2024).

Tulevaisuudessa maailman suurimpien kaupunkien ennustetaan sijaitsevan yhä enenevässä määrin globaalissa etelässä (Engemann ym. 2024). Samalla erityisesti Afrikassa kaupungistuminen etenee erittäin nopeasti, ja kaupunkialueiden maanpeitteen muutosvauhti on nopeinta. Kaupunkialueiden pinta-ala kasvoi jopa 590 prosenttia verrattuna vuoteen 2000 eli kaupunkipinta-ala melkein seitsenkertaistui (Verma ym. 2016). VIS-luokitukseen (eng. *vegetation, impervious surface, soil*) perustuvan maanpeiteanalyysin mukaan läpäisemättömien pintojen osuus kasvoi 57 prosenttia vuosina 2000–2016. Tämä johti kaupunkikasvillisuuden, kuten nurmialueiden ja puistojen, sekä maatalousmaan yhteensä 47,8 prosentin vähenemiseen. Lisäksi maaperän ja vesialueiden osuus pieneni 16,75 prosenttia.

Nopea kaupungistuminen, maatalouden laajeneminen ja infrastruktuurin kehittäminen muokkaavat maisemarakennetta, mikä johtaa elinympäristöjen pirstoutumiseen sekä niiden epätasaiseen jakautumiseen. Tämä kehitys uhkaa sekä ekosysteemien toimintakykyä että ihmisten hyvinvointia (Engemann ym. 2024; Hussien & Woyessa 2026). Toisaalta Estoque & Murayama (2017) tekemät simulaatiot tulevaisuuden kaupunkien maankäytön- ja peitteen muutoksista vuosilta 2020 ja 2030 osoittavat, että alun perin hajanaiset ja pirstoutuneet rakennetut alueet voivat ajan myötä yhdistyä, mikä johtaa entistä yhtenäisempiin ja tiiviimpiin kaupunkirakenteisiin.

Viheralueet ja luonnon ekosysteemit muodostavat kaupungeissa tärkeän resurssin sekä asukkaille että ympäristölle (Adegun 2019; Engemann ym. 2024). Ne toimivat kaupunkien vihreänä infrastruktuurina ja tuottavat monenlaisia hyötyjä eri sosioekonomisille väestöryhmille. Siten ne tukevat kaupunkien ekologista ja sosiaalista kestävyyttä. Ympäröivien yhteisöjen asukkaat hyödyntävät näitä alueita monipuolisesti sekä aktiiviseen että passiiviseen vapaa-ajanviettoon ja kokevat niiden tukevan terveyttä, identiteettiä ja arjen hyvinvointia (Engemann ym. 2024). Samanaikaisesti näitä

viheralueita kuitenkin uhkaavat tiivistyvä kaupunkirakenne, puutteellinen hallinto, turvallisuusongelmat sekä ympäristön saastuminen. Spearmanin järjestyskorrelaatioanalyysillä on osoitettu useita tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä ympäristötekijöiden ja sosioekonomisten muuttujien välillä (Parker ym. 2025). Erityisesti kasvillisuuden määrää kuvaava NDVI-indeksi korreloi negatiivisesti kotitalouksien ahtauden ($p = -0,56$; $p < 0,001$) ja ruokaturvattomuuden ($p = -0,58$; $p < 0,001$) kanssa. Tulokset viittaavat siihen, että viheralueilla voi olla merkittävä suojaava vaikutus kaupunkiväestön hyvinvoinnille.

Vaikka Etelä-Afrikan kaupungit ovat yleisesti ottaen vihreämpiä kuin useimmat pohjoisen globaalit kaupungit, viheralueiden jakautuminen ja saatavuus ovat erittäin epätasaisia etenkin pienemmissä kaupungeissa (Engemann ym. 2024). Köyhemmillä asuinalueilla asuvilla ihmisillä on usein heikompi saavutettavuus sekä julkisille että yksityisille virkistyskäyttöön tarkoitettuihin viheralueille. Tämän vuoksi hoitamattomien viheralueiden suojele ja hallittu hoito on tärkeää sekä sosiaalisen oikeudenmukaisuuden että luonnon monimuotoisuuden säilyttämisen kannalta. Lisäksi useat tutkimukset ovat osoittaneet, että kaupungistuminen ja maankäytön muutokset vaikuttavat merkittävästi pintalämpötiloihin (Estoque & Murayama 2017).

Johannesburgin kaupunkimetsä on keskeinen ekologinen piirre, joka heijastaa kaupungin teollisen kehityksen ja ekologisen historian risteämistä (Schaffler & Swilling 2013). Puunistutusbuumi alkoi 1800-luvun lopulla vastauksena kultaryntäyksen aikaisen intensiivisen kaivostoiminnan aiheuttamiin ympäristöongelmiin, kuten pölyhaittoihin ja ilmanlaadun heikkenemiseen, mutta myös tukemaan kaivostoimintaa puupylväiden ja tukirakenteiden materiaalina (Turton ym. 2006). Tänä aikana alueelle istutettiin laajasti nopeasti kasvavia ja vettä kuluttavia puulajeja, kuten eukalyptusta, mustaa akaasia ja jakarandaa, sekä siirtomaa-aikaan liittyviä eurooppalaisia lajeja, kuten plataaneja, tammia ja pippuripuita (Turton ym. 2006). Toisin kuin muualla maailmassa esiintyvissä luonnontilaisissa metsissä, näiden vierasperäisten lajien laaja istutus on johtanut kaupunkimetsän rakenteelliseen epäjatkuvuuteen suhteessa ympäröiviin niittyekosysteemeihin. Kultaryntäyksen myötä tapahtunut kaupungin laajeneminen lisäsi myös viheralueiden määrää, mutta niiden jakautuminen oli

epätasaista. Puistot, yksityiset puutarhat ja viheralueet keskittyivät erityisesti varakkaampiin esikaupunkeihin (Schaffler & Swilling 2013).

2.2 Maankäyttö ja maanpeite LULC

Maankäyttö- ja maanpeitetiedot LULC (eng. *Land Use/Land Cover*) kuvaavat eri maanpeitetyyppien laajuutta, ominaisuuksia ja ihmistoiminnan sijoittumista maisemaan (Toosi ym. 2025). Näiden tietojen avulla voidaan tarkastella ympäristön rakenteellisia piirteitä sekä arvioida niiden vaikutuksia esimerkiksi valuma-alueiden toimintaan. LULCin spatiaalisen jakautumisen tunteminen on tärkeää muun muassa hydrologisten järjestelmien ymmärtämisessä ja hallinnassa (Toosi ym. 2025; Koloko ym. 2026).

Vaikka käsitteet ”maanpeite” ja ”maankäyttö” liittyvät toisiinsa ja niitä käytetään usein synonyymeina, ne kuvaavat eri ilmiöitä. Maanpeitteellä tarkoitetaan luonnollisia ja keinotekoisia eli ihmisen luomia piirteitä, jotka peittävät maanpintaa (Moeketsi ym. 2022; Locke 2024). Maanpeiteluokkia ovat esimerkiksi metsät, viljelysalueet, rakennetut ympäristöt tai vesistöt. Maanpeite kuvaa maanpinnan fyysisiä ominaisuuksia riippumatta niiden käyttötarkoituksesta. Maankäyttö viittaa puolestaan ihmisen toimintaan ja tapoihin hyödyntää, hallita sekä muokata maa-alueita (Moeketsi ym. 2022; Locke 2024). Maankäytön muutos kuvataan luonnonmaan täydelliseksi muuttamiseksi toisenlaiseksi pääasiassa ihmisen toiminnan seurauksena. Näitä ihmisen toimia ovat esimerkiksi maatalous- ja kaivostoiminta, teollistuminen ja asuinalueiden rakentaminen. Vaikka kaukokartoitusaineistojen avulla ei yleensä voida tunnistaa kaikkia maankäytön yksityiskohtia, esimerkiksi maatalousmaalle levitettyjen lannoitteiden määrää tai tyyppejä, maanpeitetiedot tarjoavat usein käyttökelpoisen epäsuoran mittarin maankäytölle (Locke 2024). Tämän vuoksi tutkimuskirjallisuudessa käytetään yleisesti yhdistettyä käsitettä LULC, joka kattaa sekä maankäytön että maanpeitteen näkökulmat.

Eteläisessä Afrikassa maankäyttöä ohjaavat pääasiassa maatalouden tehostuminen, kaivostoiminta, kaupungistuminen ja infrastruktuurin kehittäminen (Hussien & Woyessa 2026). Nämä muutokset ovat merkittävästi muuttaneet luonnollista kasvillisuutta, häirinneet hydrologisia järjestelmiä ja edistäneet maaperän eroosiota ja maan

huonontumista. Johannesburgin maankäyttömallia hallitsee asuinrakentaminen, joka kattaa lähes 30 % koko asutusalueesta (*Spatial development framework 2040*).

Taloudellinen toiminta eli työpaikkoja luova maankäyttö kattaa vain 10 % kehitetystä alueesta. Tähän sisältyy liike-, kauppa- ja teollisuuskäyttöön kehitetty maa sekä rajattu kaivosalue.

Usein metsämaan laajuutta saatetaan pitää mittarina valuma-alueiden ekologisen tilan arvioimiseksi (Locke 2024). Metsämaan osuus ei ole kuitenkaan kaikissa ekologisesti ja ilmastollisesti erilaisissa ympäristöissä riittävä mittari. Esimerkiksi savanni-, ruoho- ja pensaikkoympäristöissä myös muut alkuperäiset kasvillisuustyytit ovat keskeisiä ekosysteemien toiminnan kannalta. Tämän vuoksi luonnollisen maanpeitteen tarkastelu on usein laajennettu kattamaan metsien lisäksi pensaikot, ruohikot ja kosteikot.

Luonnonkasvillisuuden muuttaminen viljelysmaaksi, asutusalueiksi tai kaivosalueiksi on vaikuttanut merkittävästi ekosysteemipalveluihin, kuten veden säätelyyn, hiilen varastointiin ja elinympäristöjen tarjoamiseen (Gwapedza ym. 2026; Hussien & Woyessa 2026). Etelä-Afrikassa noin 60 % luonnonmaasta on rappeutunut ja 91 % on alttiina aavikoitumiselle (Mani ym. 2021). Alueen ekotoniset maisemat, joissa esiintyy rinnakkain ruohoalueita, savanneja ja metsäalueita, ovat erityisen herkkiä maankäytön muutoksille ja ilmaston vaihtelulle. Esimerkiksi pirstaloitunut pensasto voi vähentää luonnon monimuotoisuutta, häiritä ravinteiden kiertoa ja pahentaa eroosiota, kun taas kasautuneet ruohoalueet tukevat kestävämpiä kasvi- ja eläinyhteisöjä ja ylläpitävät hydrologista vakautta (Locke 2024; Hussien & Woyessa 2026).

Maiseman rakenteelliset ominaisuudet vaikuttavat merkittävästi valuma-alueiden hydrologiseen käyttäytymiseen (Locke 2024). Erityisen tärkeitä tekijöitä ovat läpäisemättömien pintojen määrä, kasvillisuuden peittävyys sekä maanpeitteen alueellinen sijoittuminen. Läpäisemättömien pintojen osuuden kasvu vähentää veden imeytymistä maaperään ja lisää pintavaluntaa, mikä puolestaan voimistaa valuma-alueen hydrologista vastetta sadetapahtumiin.

Maankäytön ja maanpeitteen vaikutukset pintavesien laatuun johtuvat suurelta osin hajakuormituksesta (Locke 2024). Merkittävimpiä hajakuormituksen lähteitä ovat

rakennetut kaupunki- ja teollisuusalueet, maatalousmaat, kaivosalueet sekä kaupalliset metsätalousalueet, joilta ravinteita, kiintoainesta ja epäpuhtauksia kulkeutuu vesistöihin. Ranta-alueiden maankäytön muutoksilla oletetaan olevan merkittävämpi vaikutus jokien ja purojen veden laatuun kuin kauempana tapahtuvalla maankäytöllä (Locke 2024). Koska nämä alueet sijaitsevat välittömässä yhteydessä vesistöihin, niiden maankäyttö vaikuttaa usein suuremmin vesiekosysteemeihin.

2.3 Kaupungistuminen

Kaupunkikasvu tarkoittaa kaupunkiympäristöissä tapahtuvaa väestöllistä, taloudellista ja alueellista kasvua sekä maankäytön muutoksia (Owolabi ym. 2023). Sitä voidaan pitää spatiaalisena ja demografisena prosessina. tarkastella sekä väestömäärän lisääntymisenä että rakennetun alueen laajenemisena. Tämä johtuu siitä, että kaupunkikasvu ilmenee erityisesti maan kulutuksena erilaisiin käyttötarkoituksiin, kuten asumiseen, teollisuuteen, palveluihin ja maatalouteen. Kaupungistuminen puolestaan kuvaa prosessia, jossa maaseutualueet muuttuvat kaupunkimaisiksi taloudellisen kehityksen ja teollistumisen seurauksena (Owolabi ym. 2023). Prosessiin liittyy usein väestön siirtymistä maaseudulta kaupunkeihin sekä muutoksia yhteiskunnan rakenteissa, elintavoissa ja tulonjaossa. Kaupunkikehitystä ohjaavat niin sanotut työntö- ja vetotekijät. Yleisimpiä vetotekijöitä ovat esimerkiksi paremmat työ- ja koulutusmahdollisuudet, palveluiden saavutettavuus, sosiaaliset hyödyt sekä elintason paraneminen.

Saharan eteläpuolisen Afrikan kaupungistumista ohjaavat luonnollinen väestönkasvu, maaseudulta kaupunkeihin suuntautuva muuttoliike sekä maaseutualueiden muuttuminen kaupunkimaisiksi alueiksi (Koloko ym. 2026). Kaupungit houkuttelevat muuttajia erityisesti työmahdollisuuksien, parempien elin- ja asuinolojen sekä koulutus- ja terveystamahdollisuuksien vuoksi. Samalla monet aiemmin maaseuduksi luokitellut alueet ovat kasvavan väestötiheyden ja infrastruktuurin kehittymisen seurauksena muuttuneet osaksi kaupunkialueita.

Saharan eteläpuolisessa Afrikassa kaupunkiväestö on kasvanut viime vuosikymmeninä voimakkaasti, mikä on lisännyt maanalueiden kysyntää ja kiihdyttänyt kaupunkialueiden laajenemista (Koloko ym. 2026). Kaupunkirakenteen leviäminen on samalla edistänyt

epävirallisten asuinalueiden syntymistä. Näille alueille on tyypillistä, että niiden rakentaminen tapahtuu ilman virallista kaavoitusta tai voimassa olevien suunnittelu- ja rakentamismääräysten mukaista ohjausta.

Etelä-Afrikan kaupungeille on tyypillistä kaksijakoinen kaupunkirakenne (Verma ym. 2016). Tämä rakenne juontaa juurensa siirtomaa-ajan järjestelmistä, joissa puolikaupungistuneet alueet ovat rinnakkain alueiden kanssa, joilla elinolosuhteet ovat paremmat. Näillä puolikaupungistuneilla alueilla peruspalvelut ja infrastruktuuri ovat puutteellisia, ja suurin osa väestöstä kuuluu pienituloisiin ryhmiin (Verma ym. 2016).

Etelä-Afrikan rotusuhteiden instituutin (lyh. eng. *SAIRR*) Johannesburgissa julkaistun tutkimuksen mukaan vuonna 2016 vain 33 % väestöstä asui maaseudulla (Verma ym. 2016). Maaseudulla asuvien ihmisten määrä laski 48 prosentista 38 prosenttiin 11 vuoden aikana, kun taas kaupunkialueiden väestö kasvoi 52 prosentista 62 prosenttiin (Verma ym. 2016). *SAIRR* tunnisti trendin tärkeimpänä kiihdyttäjänä kaupunkialueiden talouskasvun ja apartheidin jälkeisen ihmisten vapaamman liikkuvuuden, joka houkutteli työnhakijoita.

2.3.1 Epävirallinen kaupungistuminen

Epävirallinen kaupungistuminen on dynaaminen prosessi, joka tapahtuu kaavoitusten ja lakien ulkopuolella (UN Habitat 2026: xxi). Sillä on hyvin erilaisia tuloksia riippuen yhteisöorganisaation, asteittaisen asuntorakentamisen, infrastruktuurin, toimeentulon ja maanomistuksen vuorovaikutuksesta. Vaikka epävirallisissa asutuksissa asuvien ihmisten osuus on laskenut, absoluuttinen määrä on kasvanut 895 miljoonasta vuonna 2000 noin 1,16 miljardiin vuonna 2024.

Vaikka kasvava poliittinen huomio kaupunkien epävirallisuuteen on ollut tervetullutta, se on myös herättänyt laajaa keskustelua käytetystä terminologiasta, erityisesti sanan "slummi" käytöstä. 2000-luvun alussa esitetty toiminnallinen määritelmä oli keskeinen kansainvälisen toiminnan, julkisen politiikan, tiedontuotannon ja tutkimuksen kannalta (UN Habitat 2026: 120). Kuitenkin itse termi, jota käytetään hyvin erilaisten kaupunkitilojen kuvaamiseen pakolaisleireistä ja syrjäisistä hökkelikylistä aina

keskusta-alueiden kerrostaloihin, on muuttunut yhä epätarkemmaksi, mikä heikentää sen selitysvoimaa suhteessa ilmiöihin, joita sen on tarkoitus kuvata.

Epävirallista asumista ei tule tarkastella erillisenä, muodollisesta kaupungista irrallisena ilmiönä, vaan osana kaupungistumisen prosessia, joka on tiiviisti kytkeytynyt viralliseen kaupunkituotantoon. Epävirallisuus ei ole yksiselitteinen vastakohta muodollisuudelle, vaan pikemminkin erilaisten poikkeamien ja käytäntöjen kirjo. Lisäksi epävirallisuus ei automaattisesti tarkoita, että kyseinen alue olisi köyhä (UN Habitat 2026: 121).

Tämän vuoksi epävirallisten asutusten ja slummien käsitteellinen erottelu on tärkeää. Epävirallisuus tulisi ymmärtää kaupungistumisen muotona, joka voi tuottaa hyvin erilaisia lopputuloksia, mukaan lukien mutta ei rajoittuen slummiolosuhteisiin (UN Habitat 2026: 118). Kun prosessi erotetaan sen lopputuloksista, keskeinen haaste ei ole itse epävirallisuus, vaan sen mahdollisesti tuottamat puutteet. Tämä tarkoittaa, että kun hallitukset puuttuvat kaupunkien epävirallisuuteen, niiden ei tulisi keskittyä epävirallisuuden vastaisiin toimiin. Vaikka häätöjen vaikutukset ovat vakavia ja laaja-alaisia, myös huonosti harkittu virallistaminen voi rasittaa asukkaita hallinnollisilla ja taloudellisilla kustannuksilla.

Tässä tutkimuksessa puhutaan epävirallisista suunnittelemattomista asutuksista. Epävirallisiin asumismuotoihin kuuluvat epäviralliset siirtokunnat, takapiha-asunnot sekä epävirallisesti asutut viralliset rakennukset, joita kutsutaan toisinaan “huonoiksi rakennuksiksi” (Spatial development framework 2024: 69). Tällaiset rakennukset ovat alttiita valtaamiselle, sillä niitä ylläpidetään puutteellisesti ja niistä puuttuvat usein peruspalvelut, kuten juokseva vesi, sähkö ja viemärointi. Tämän seurauksena ne ovat myös erityisen palovaarallisia. Keskusta-alueiden huonokuntoisten rakennusten laaja esiintyvyys aiheuttaa kaupunkien hallinnolle useita haasteita, jotka liittyvät muun muassa yleiseen turvallisuuteen, yritysten vetovoimaan, kiinteistöjen arvoon, maksamattomiin kunnallisveroihin sekä laittomiin vesi- ja sähköliitäntöihin. Epävirallisuuden luonteen vuoksi luotettavan tilastotiedon saaminen on vaikeaa, mutta vuoden 2022 väestönlaskennan mukaan 17,4 % Johannesburgin kotitalouksista asui epävirallisissa asutuksissa tai takapiha-asunnoissa (*Spatial development framework*

2024: 81). Vuosien 2011 ja 2022 välillä Johannesburgissa kuitenkin havaittiin suurin absoluuttinen vähennys epävirallisissa asunnoissa asuvien kotitalouksien määrässä.

Kaupunkien hajautunut kasvu Saharan eteläpuolisessa Afrikassa kytkeytyy vahvasti köyhyyteen ja sosiaaliseen eriarvoisuuteen (Koloko ym. 2026). Tämä näkyy erityisesti epävirallisten suunnittelemattomien asuinalueiden laajentumisena. Näillä alueilla asukkailla on usein puutteellinen pääsy peruspalveluihin, infrastruktuuriin ja turvallisiin maanomistusjärjestelyihin, mikä lisää heidän haavoittuvuuttaan sekä sosiaalisille että ympäristöön liittyville riskeille.

Kaupunkiväestö kohtaa suurempia tartuntatautiriskejä puutteellisen infrastruktuurin ja hallinnon vuoksi. Kaupungeissa, joissa ei ole riittäviä palveluja, infrastruktuuria ja jätehuoltoa, terveysriskit ovat huomattavia. Maaseudun hajautunut asutus tarjoaa puolestaan luonnollista suojaa monilta tartuntataudeilta, vaikka myös suuret maaseutukylät voivat kärsiä kaupunkimaisista saaste- ja tiheysongelmista esimerkiksi karjatalouden ja elintarvikkeiden jalostuksen vuoksi (Montgomery ym. 2013: 72–74). Näin ollen tarvitaan merkittäviä julkisia investointeja, jotta kaupunkien luontainen terveysriski voidaan muuttaa niiden vahvuudeksi, joka usein otetaan itsestään selvänä. Alueellisesti keskittyneet kaupunkien köyhät ovat erityisen alttiita lisäksi luonnonkatastrofeille, koska he asuvat usein alueilla, joilla tulvien, maanvyörymien tai maanjäristysten riski on korkea. Myös maaseutuväestö on monissa maissa altis luonnonkatastrofeille (Montgomery ym. 2013: 72–74).

Kaupunkiväestö on yleisesti maaseutuväestöä riippuvaisempi tuloista välttämättömyystarpeiden, kuten ruoan, polttoaineen, puhtaan veden, asumisen, liikenteen ja jätehuollon, hankinnassa (Montgomery ym. 2013: 72–74). Tällainen rahallistuminen voi alentaa transaktiokustannuksia ja parantaa elintasoja, mutta samalla se lisää haavoittuvuutta tulojen ja hintojen vaihteluille. Lisäksi se voi johtaa siihen, että kaupunkiväestö kiinnittää aiempaa enemmän huomiota suhteellisiin kustannuksiin, kuten lasten kasvatuksen taloudellisiin menoihin. Rahallistuminen on luultavasti tyypillisempää suuremmille kuin pienemmille kaupungeille (Montgomery ym. 2013: 72–74). Kuitenkin monissa maissa merkittävä osa maaseudun asukkaista ovat

myös riippuvaisia käteistuloista ja hekin voivat joutua kohtaamaan vaihtelevia hintoja joidenkin tavaroiden ja palveluiden osalta.

On vaikea arvioida tarkasti, kuinka paljon välttämättömyyshinnat eroavat kaupunkien ja maaseudun välillä (Montgomery ym. 2013: 72–74). Kustannukset vaihtelevat huomattavasti niin maaseutualueiden, kaupunkien kuin yksittäisten kaupunginosienkin välillä. Kehittyneissä maissa liikenteen ja viestinnän kehitys sekä tehokkaat tukku- ja vähittäiskaupan järjestelmät ovat tasoittaneet hintojen alueellista vaihtelua, kun taas köyhissä maissa nämä vaikutukset ovat huomattavasti heikompia. Monissa kaupungeissa köyhimmät asukkaat kohtaavat kuitenkin erityisen korkeita kustannuksia esimerkiksi veden ja terveydenhuollon osalta, koska julkiset palvelut eivät ulotu luotettavasti kaikille alueille ja yksityiset korvaavat markkinaratkaisut voivat olla sekä tehottomia että hyväksikäyttäviä (Montgomery ym. 2013: 72–74).

Monille maaseudun asukkaille liikkumista rajoittavat sekä huonot kulkuyhteydet että korkeat kustannukset, minkä vuoksi esimerkiksi koulut, terveyskeskukset, hätäpalvelut, tuomioistuimet ja pankit ovat vaikeammin saavutettavissa (Montgomery ym. 2013: 72–74). Kaupunkien köyhien kannalta tärkeintä ei ole niinkään etäisyys palveluihin ja laitoksiin, vaan pikemminkin niiden ulkopuolelle jääminen taloudellisista, sosiaalisista tai poliittisista syistä. Eli 200 metrin päässä sairaalasta, yläkoulusta tai pankista asuva kotitalous voi olla yhtä syrjäytynyt kuin 32 kilometrin päässä maaseudulla asuva kotitalous. Läheisyys ei siis yksin takaa palvelujen saatavuutta.

Vaikka esikaupunkialueiden oletetaan usein olevan kaikkein epävakaimpia, eri konteksteissa asuvien ryhmien välillä on huomattavia eroja (Hutchings ym. 2022). Korkeamman tulotason kotitaloudet ja esikaupunkialueiden yhteisöt pystyvät usein kattamaan infrastruktuurin puutteita omilla investoinneillaan, mikä mahdollistaa palveluiden puutteen kompensoinnin. Tämä näkyy erityisesti esikaupunkialueiden suljetuissa asuinyhteisöissä, jotka ovat yleistyneet Afrikan ja Etelä-Aasian suurkaupungeissa (Hutchings ym. 2022; *Spatial development framework* 2040: 72)

Hyvätuloiset kotitaloudet voivat lisäksi hankkia esimerkiksi generaattoreita, porakaivoja ja septitankkeja korvaamaan julkisten palveluiden puutteita (Hutchings ym. 2022). Sen sijaan pienituloisilla esikaupunkialueilla tällaiset mahdollisuudet ovat rajallisemmat ja

heidän mahdollisuutensa käyttää luonnonmukaisia infrastruktuurijärjestelmiä ovat vähäisemmät tai rajoitetumpia verrattuna maaseudun asukkaisiin. Tämä lisää riippuvuutta paikallisesta infrastruktuurista ja heikentää selviytymiskykyä. Nämä asiat kasvattavat eriarvoisuutta, sillä heikoimmassa asemassa olevat kotitaloudet ovat usein eniten riippuvaisia paikallisista luonnonmukaisista infrastruktuurijärjestelmistä sekä toimeentulon että häiriöiden hallinnan kannalta (McHale ym., 2013; Hutchings ym. 2022).

Tämän seurauksena riippuvuus luonnonmukaisesta infrastruktuurista turvaverkkona heikkenee kaupungistumisen myötä, mikä voi johtaa hyvinvoinnin merkittävään laskuun niissä kotitalouksissa, joilla ei ole pääsyä vaihtoehtoihin palveluihin tai jotka kärsivät järjestelmien pettämisestä (Hutchings ym. 2022). Tästä syystä esikaupunkialueilla ilmenee usein voimakasta eriarvoisuutta suhteessa niihin, jotka ovat heikosti palveltuja tai jotka eivät ole integroituneet virallisiin kaupunkijärjestelmiin ja joilla on rajalliset vaihtoehdot. Tällöin he jäävät sekä valtion että luonnon tarjoamien institutionaalisten turvaverkkojen ulkopuolelle.

Systeemimuutoksia käsittelevä kirjallisuus tarjoaa käsitteellisiä kehyksiä ja menetelmiä systeemimuutosten varhaisten varoitusmerkkien, kuten "välkynnän" ja "kriittisen hidastumisen", tunnistamiseen (Hutchings ym. 2022). Näitä merkkejä on käytetty ennustamaan järjestelmän romahtamista. Esimerkiksi sanitaatiopalveluiden kohdalla kriittisen väestötiheyden kynnsarvon lähestyessä käymälän sanitaatiojärjestelmä saattaa olla turvallinen suurimman osan vuodesta, mutta muuttua epävakaaksi rankkasateiden aikana, jolloin käymälät tulvivat ja aiheuttavat ongelmia tiheästi asutuilla alueilla. Samalla järjestelmän palautumiskyky heikkenee, mikä näkyy yhä hitaampana toipumisena häiriöistä. Tällaisia malleja on tunnistettu monissa eri järjestelmissä, makean veden järvijärjestelmien muutoksista rahoitusmarkkinoiden kriittisiin siirtymiin (Hutchings ym. 2022).

3 Aineistot ja menetelmät

3.1 Aineistot

Avaruusjärjestöt hyödyntävät nykyisin kehittyneillä sensoreilla varustettuja satelliitteja maankäytön ja maanpeitteen kartoittamiseen kaukokartoitusaineistojen avulla (Toosi ym. 2025). Keskeisiä luokitusjärjestelmiä ovat Euroopan ympäristökeskuksen ympäristönseurantaa varten kehittämä Corine Land Cover (CLC) -järjestelmä, Yhdysvaltain geologisen tutkimuskeskuksen (lyh. eng. *USGS*) maankäytön ja maanpeitteen luokitusjärjestelmä sekä FAO:n Land Cover Classification System (LCCS), joka tarjoaa joustavan ja eri mittakaavoihin soveltuvan viitekehyksen maanpeitteen luokitteluun.

Tämän tutkimuksen pääaineistona käytettiin Copernicus Land Monitoring Servicen (CLMS) tuottamaa maailmanlaajuista Land Cover 2020 (LCM-10) -aineistoa. Aineisto kuvaa maankäyttöä ja maanpeitettä vuoden 2020 tilanteessa 10 metrin spatiaalisella resoluutiolla. Luokittelu perustuu FAO:n kehittämään Land Cover Classification System (LCCS) -järjestelmään, jonka mukaisesti maanpinta on jaettu 11 maanpeiteluokkaan, kuten rakennettuihin alueisiin, puustoon, ruohikkoihin, viljelysmaihin ja vesialueisiin. Aineisto on tuotettu hyödyntämällä Copernicus-ohjelman Sentinel-1- ja Sentinel-2-satelliittien havaintoja sekä useita tukiaineistoja. Sen koordinaattijärjestelmä on WGS84 (EPSG:4326), ja se kattaa maailmanlaajuisesti alueet leveysasteiden 82,75°N ja 60°S välillä.

Rajasin tutkimusalueeksi Johannesburgin kaupunkialueen ja tarkemmin Jukskei-joen päähaaran jokivarsialueen. Tarkastelin aineistoa ArcGIS Pro -ohjelmistossa, jossa analyysin tukena käytin korkearesoluutioisia ilmakuvapohjakarttoja. Näiden avulla pystyin arvioimaan maanpeiteluokkien sijoittumista sekä tunnistamaan jokivarsien maankäytön erityispiirteitä. Aineisto ei kuvaa vuoden 2020 jälkeen tapahtuneita maankäytön muutoksia.

Satelliittikuvat ja paikkatietojärjestelmät ovat muodostuneet keskeisiksi välineiksi ympäristön muutosten seurannassa (Koloko ym. 2026). Ne mahdollistavat tarkkojen ja pitkäaikaisten havaintosarjojen tuottamisen maapallon pinnasta, minkä avulla voidaan

tarkastella esimerkiksi maanpeitteen muutoksia, läpäisemättömien pintojen laajenemista sekä kasvillisuuden tilan kehitystä. Satelliittikuvien hyödyntäminen maankäytön ja maanpeitteen (LULC) luokittelussa kaupunkiympäristöissä on haastavaa erityisesti erilaisten maanpeiteluokkien spektrisen samankaltaisuuden vuoksi, mikä vaikeuttaa luokittelun tarkkuutta (Jombo & Adelabu 2023). Jombo ja Adelabu (2023) arvioivat tutkimuksessaan Landsat 9-, Landsat 8- ja Sentinel-2-satelliittiaineistojen soveltuvuutta LULC-luokitteluun heterogeenisessä kaupunkiympäristössä käyttäen Johannesburgia tapaustutkimusalueena. Tulosten perusteella Sentinel-2-aineiston luokittelutarkkuus oli hieman alhaisempi verrattuna Landsat 8- ja Landsat 9 -aineistoihin, mutta se saavutti kuitenkin johdonmukaisesti noin 90 prosentin tarkkuustason eri luokittelumenetelmillä, mikä osoittaa sen käyttökelpoisuuden kaupunkimaisissa analyyseissä.

Kaukokartoituksen käyttöön liittyy muitakin useita rajoituksia. Menetelmät edellyttävät yleensä pilvettömiä havainto-olosuhteita, mikä voi vaikeuttaa aineiston saatavuutta. Vaikka korkean spatiaalisen resoluution kuvat tarjoavat tarkempaa tietoa, niiden hankinta on usein kallista (Koloko ym. 2026). Tästä syystä monet tutkimukset perustuvat keskiresoluutioisiin aineistoihin. Tämä keskiresoluutioisten kuvien yleinen käyttö voi olla tarkkuuden kannalta haasteellista, koska ne eivät yleensä ole riittävän yksityiskohtaisia pienille ja monimutkaisille kohteille. Näistä haasteista huolimatta kaukokartoitus on edelleen erittäin hyödyllinen väline luonnon monimuotoisuuden ja ympäristön muutosten seurannassa (Koloko ym. 2026).

LULC-aineistojen vahvuutena on niiden laaja saatavuus ja monipuolinen käyttökelpoisuus, mutta niihin liittyy myös haasteita. Näitä ovat esimerkiksi aineistojen rajallinen ajallinen ja alueellinen kattavuus, aiemmin mainittu vaihteleva tarkkuus, erilaiset luokittelujärjestelmät sekä validointiin liittyvät epävarmuudet (Toosi ym. 2025). LULC-aineistojen tarkkuutta voidaan parantaa hyödyntämällä muita ympäristöä tarkemmin kuvaavia tietolähteitä.

Tässä tutkimuksessa käytetty aineisto perustuu vuoteen 2020, mikä tarkoittaa, ettei se kuvaa täysin nykyistä tilannetta. Voidaan kuitenkin olettaa, ettei Johannesburgin maankäyttö muutu niin nopeasti, että muutaman vuoden aikana olisi tapahtunut koko

tutkimusalueen mittakaavassa merkittäviä maanpeitteen muutoksia. Copernicus Land Cover -aineistoa voidaan pitää tämän tutkimuksen tavoitteisiin nähden riittävän luotettavana erityisesti silloin, kun sitä tarkastellaan yhdessä korkearesoluutioisten ilmakuva- ja pohjakartta-aineistojen kanssa. Aineistoon liittyvien epävarmuuksien vuoksi tässä tutkimuksessa keskitytään tutkimusalueen maanpeitteen yleispiirteiseen tarkasteluun yksityiskohtaisen kohdetason analyysin sijasta. Tämä tutkimus on luonteeltaan kuvaileva tapaustutkimus. Sen tavoitteena ei ole tuottaa tilastollisesti yleistettäviä tuloksia, vaan muodostaa kokonaiskuva Jukskei-joen jokivarsialueiden maankäytöstä, maanpeitteestä ja niiden suhteesta Johannesburgin kaupunkirakenteeseen.

3.2 Menetelmät

Tutkimuksessa sovelsin paikkatietopohjaista visuaalista maankäytön analyysiä. Toteutin analyysin ArcGIS Pro -ohjelmistolla hyödyntäen Copernicus Land Cover 2020 -aineistoa sekä korkearesoluutioisia pohjakarttoja. Menetelmän tavoitteena oli tarkastella Jukskei-joen jokivarsialueiden maanpeitettä ja arvioida, millaisia maankäyttömuotoja jokiuoman välittömässä läheisyydessä esiintyy.

Analyysin ensimmäisessä vaiheessa digitoin Jukskei-joen pääuoman ArcGIS Pro -ohjelmistossa. Tämän jälkeen muodostin jokiuoman ympärille sadan metrin levyinen puskurivyöhyke, jonka avulla rajasin tutkimusalueen tarkempaa tarkastelua varten. Puskurivyöhykkeen tarkoituksena oli kohdistaa analyysi jokivarsialueelle, jossa joen ja ympäröivän maankäytön väliset vuorovaikutukset ovat voimakkaimpia.

Seuraavaksi rajasin Copernicuksen Land Cover -aineiston puskurivyöhykkeen mukaiselle alueelle. Laskin maanpeiteluokkien pinta-alat aineistosta, minkä perusteella määritin eri luokkien suhteelliset osuudet tutkimusalueella. Näin sain yleiskuvan siitä, kuinka suuri osa jokivarsialueesta koostuu esimerkiksi rakennetusta ympäristöstä, kasvillisuudesta tai muista maanpeiteluokista.

Määrällisen tarkastelun lisäksi hyödynsin tutkimuksessa visuaalista analyysia. Vertasin jokivarsialueen maanpeitettä ympäröivään kaupunkirakenteeseen tarkastelemalla laajempaa aluetta ArcGIS Pron pohjakarttojen avulla. Tämän avulla oli mahdollista

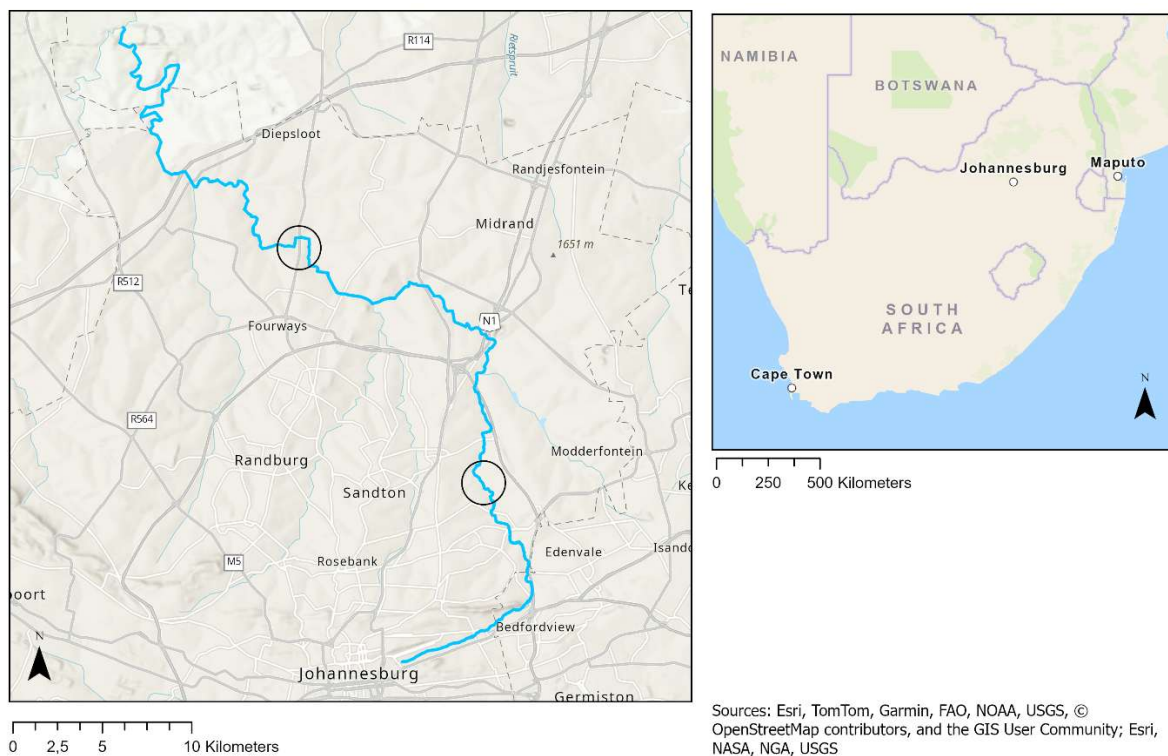
tunnistaa sellaisia maankäytön piirteitä, kuten viheralueiden sijoittumista, rakennetun ympäristön keskittymistä sekä epävirallisen asutuksen mahdollisia sijainteja, joita pelkkä luokiteltu aineisto ei välttämättä kuvaa riittävän tarkasti.

4 Tutkimusalue: Jukskei

Saharan eteläpuolinen Afrikka on poikkeuksellisen monimuotoinen alue, minkä vuoksi yksittäistä valtiota tai aluetta ei voida pitää koko maanosaa edustavana esimerkkinä (McHale ym. 2013). Etelä-Afrikka tarjoaa kuitenkin kiinnostavan tapaustutkimuksen, sillä siinä yhdistyvät monet alueelle tyypilliset mutta myös poikkeukselliset piirteet. Apartheidin perintö näkyy edelleen ihmisten ja resurssien alueellisessa jakautumisessa. Etelä-Afrikalla on yksi mantereen suurimmista talouksista, mutta samalla sitä leimaavat korkea työttömyys, laaja maaseudun köyhyys, poliittinen korruptio, muukalaisvihamielinen väkivalta sekä HIV ja aidsin korkea esiintyvyys. Toisaalta Etelä-Afrikan perustuslaki sisältää kansainvälisesti merkittäviä oikeuksia koskevia takeita, jotka liittyvät muun muassa resurssien saatavuuteen ja elämänlaatuun (McHale ym. 2013). Nämä asiat tekevät maasta oivallisen esimerkin ympäristöoikeudenmukaisuuden ja kestävyiden tutkimuksessa.

Johannesburg sijaitsee Gautengin maakunnassa ja on väkiluvultaan Etelä-Afrikan suurin ja rikkain kaupunki. Se on Etelä-Afrikan rahoitus-, kauppa-, kaivos- ja teollisuusyritysten keskus (Verma ym. 2016). Siellä asuu arviolta noin 6,5 miljoonaa asukasta perustuen United Nationsin tarjoamaan dataan (*Johannesburg Population 2026*). Kaupungin vuosittaisen väkikasvun arvioidaan olevan 1,78 %. Maailmanlaajuisesti Johannesburg kuuluu 50 suurimman kaupunkialueen joukkoon (Verma ym. 2016). Kaupunkia luonnehditaan myös taloudelliseksi mahdiksi. Se on suosittu muuttokohde työläisille kaikkialta Afrikan mantereelta.

Johannesburg sijaitsee 1 753 metrin korkeudessa Etelä-Afrikan itäisellä ylängöllä, joka tunnetaan nimellä Highveld ja jolla on subtrooppinen yläköilmasto (kuva1) (Verma ym. 2016). Kaupungin itäosa on tasaisempi, kun taas pohjois- ja länsiosissa on kukkuloita. Kaupungin maa-ala on suuri verrattuna muihin Etelä-Afrikan suuriin kaupunkeihin, 1645 km² (Verma ym. 2016).



Kuva 1. Jukskei-joki alkaa Johannesburgin keskustasta ja laskee pohjoiseen Crocodile-jokeen. Karttaan on merkattu kaksi kohdetta joen varrelta esimerkkeinä, joita tarkastellaan. Etelässä Alexandrassa on tiheää suunnittelematonta asutusta ja pohjoisempana Dainfernissa on harvempaa asutusta. Taustakartta: Esri.

Kaupungistumisen odottamaton kasvu, riittämätön suunnittelu ja kehitys ovat luoneet laajan paineen kaupunkien sekä luonnon- että taloudellisille resursseille (Schaffler & Swilling 2013). Erilaisia rakennuksia ja asuinalueita on rakennettu maatalousmaiden päälle, mikä on lisännyt rakennusalueita. Pääkaupungin ohella myös kaupunkien laajeneminen lisääntyy laitamilla. Siksi on tarpeen ymmärtää monimutkainen vuorovaikutus Johannesburgin, Etelä-Afrikan, nopeasti kasvavan kaupunkiagglomeraatin ja sen ympäröivien biofysikaalisten järjestelmien välillä (Verma ym. 2016).

Johannesburgin kaupunkirakenne on alueellisesti hyvin pirstoutunut, ja tämä näkyy useilla eri mittakaavatasoilla. Kaupunki- ja metropolialueella pohjoisten ja eteläisten kehitysalueiden välillä on huomattava kehityskuilu, joka heijastaa laajempia alueellisia eroja myös muualla Gautengin maakunnassa (*Spatial development framework 2040*: 93). Kaupunkirakenteen kaksi merkittävää epäjatkuvuuskohtaa, kaivosvyöhyke ja

jokilaaksot, tarjoavat kuitenkin huomattavaa potentiaalia tulevalle kaupunkikehitykselle. Paikallisella tasolla pirstoutuminen ja alueellinen eriytyminen ilmenevät erityisen selvästi, usein aiempien kaupunkikehitysmallien seurauksena.

Apartheid-järjestelmä muokkasi Etelä-Afrikan kaupunkirakennetta siten, että varakkaat ja väljästi rakennetut viheraluevaltaiset asuinalueet sijoittuivat pääosin valkoiselle väestölle, kun taas muille väestöryhmille osoitetuilla alueilla kasvillisuutta ja palveluita oli huomattavasti vähemmän (Parker ym. 2025). Kaupunkirakenteen eriytyminen on säilynyt myös apartheidin päättymisen jälkeen. Erityisesti kaupungin pohjoisosissa yleistyneet suljetut ja vartioidut asuinalueet vahvistavat alueellista eriytymistä, sillä ne eristävät laajoja alueita muusta kaupunkirakenteesta ja muodostavat esteitä kestävän, yhtenäisen ja sosiaalisesti osallistavan kaupungin rakentamiselle. (*Spatial development framework* 2024: 94). Näistä yhtenä esimerkkinä on Dainfern, joka on aidattu golfkiinteistöasuinalue (kuva 1).

Alueelliset erot näkyvät myös kaupunkien lämpöaltistuksessa (Parker ym. 2025). Rehevillä, runsaspuustoisilla alueilla, kuten osissa Sandtonia, on viileämpi mikroilmasto, kun taas tiheästi rakennetuilla ja vähäpuustoisilla alueilla, kuten Alexandrassa lämpötilat ovat huomattavasti korkeammat. Puuston vähäisyys ja lämpöä sitovien pintojen suuri osuus ovat seurausta historiallisista suunnittelullisista eriarvoisuuksista. Tämän seurauksena lämpöaltistus jakautuu selvästi sosio-alueellisten rajojen mukaisesti, ja Alexandra on tunnistettu yhdeksi Johannesburgin haavoittuvimmista alueista ympäristöriskien näkökulmasta (Parker ym. 2025).

Alexandra on yksi viidestä Johannesburgin tunnistamasta priorisoiduista kehitysalueista (eng. *Priority Human Settlements and Housing Development Areas, PHDA*) (*Spatial development framework* 2024: 55). Sosiaalista asuntotuotantoa koskevassa laissa nro 16/200869 on määritelty asunto-ohjelma: sosiaalinen asuntotuotanto. Se on tuettua vuokra-asuntotuotantoa, joka on kohdennettu alueellisesti. Tämä tarkoittaa, että asuntotuotantoa tarjotaan vain kaupunkien alueilla, joilla on hyvät yhteydet työpaikkoihin ja kaupunkipalveluihin. Kehitystuen saamisen edellytyksenä on, että hanke sijaitsee Kansallisen asuinalueviraston (eng. *National Department of Human Settlement*) määrittelemällä uudelleenjärjestelyalueella. Vuoden 2008 lain mukaan

tällainen alue on kunnan maakuntahallituksen suostumuksella sosiaaliseen asuntotuotantoon osoittama maantieteellinen alue, jonka ministeri on lisäksi virallisesti hyväksynyt sosiaalisen asuntotuotannon kohteeksi. Vuoden 2019 asuinyhdyskuntastrategian mukaisesti kaupunki keskittää asuntoinvestointeja näille alueille seuraavan vuosikymmenen aikana sekä tunnistaa myöhemmin uusia kehityskohteita. Alexandran alueen tavoitteena on kehittyä tiiviiksi, elinvoimaiseksi ja monikäyttöiseksi kaupunkialueeksi, joka on hyvin integroitunut ympäröivään kaupunkirakenteeseen ja sen tarjoamiin mahdollisuuksiin.

Ilmastomallien perusteella Johannesburgin alueen odotetaan lämpenevän merkittävästi tulevien vuosikymmenten aikana (Parker ym. 2025). Koska kaupunki sijaitsee Etelä-Afrikan sisämaan ylängöllä, lämpenemisen arvioidaan olevan voimakkaampaa kuin maailmanlaajuinen keskiarvo. Korkeiden kasvihuonekaasupäästöjen skenaariossa tämän vuosisadan loppuun mennessä sisämaan keskilämpötilat voivat nousta jopa 6–7 °C verrattuna 1900-luvun lopun tasoon, kun rannikkoalueilla nousun arvioidaan jäävän 3–4 °C. Jo vuosisadan puolivälin ennusteet ovat huolestuttavia, jos maailmanlaajuiset päästöt pysyvät korkeina. Vuoteen 2050 mennessä Johannesburgin keskilämpötilan ennustetaan nousevan noin kaksi astetta, mikä lisää merkittävästi äärimmäisten lämpötilojen esiintymistä. Joidenkin ennusteiden mukaan kuumien öiden, joissa alin lämpötila > 20 °C, määrä voi kasvaa nykyisestä noin kymmenestä jopa neljäänkymmeneen vuodessa, ja kaupungin kuumimmilla alueilla niitä voi esiintyä vuosisadan puoliväliin mennessä jopa sata vuodessa (Parker ym. 2025).

Jukskei-joen valuma-alue on yksi Gautengin maakunnan suurimmista valuma-alueista ja sen pinta-ala on noin 800 km² (T. Mawasha & Britz 2022). Joen pituus on noin 70 kilometriä ja jokeen yhdistyy useita sivuhaaroja. Jukskei saa alkunsa Johannesburgin keskustan vierestä Bertramsista (kuva 1). Sieltä se virtaa pohjoiseen ja laskee Crocodile-jokeen.

Jukskei-joen valuma-alueen eteläosa on voimakkaasti kaupungistunut, tiheästi asuttu ja teollistunut, kun taas pohjoisosassa on enemmän avoimia alueita ja rakentamatonta maata. Alueella vallitsee suhteellisen kuiva ja aurinkoinen ilmasto, jossa sadanta on

vähintä keväisin ja suurinta kesäisin syyskuun ja maaliskuun välisenä aikana (T. S. Mawasha & Britz 2021). Keskimääräinen vuotuinen sademäärä on suhteellisen tasainen ja vaihtelee noin 650–900 millimetrin välillä. Kesäkaudella keskimääräiset lämpötilat vaihtelevat noin 16–25 °C välillä, kun taas talvella lämpötila voi laskea keskimäärin noin 13 °C tai ajoittain pakkasen puolelle.

Tulvat ovat Jukskei-joen varrella yleinen vuosittainen ilmiö, joka liittyy erityisesti rankkasateisiin ja muihin hydrologisiin riskitekijöihin (T. S. Mawasha & Britz 2021). Tulvariski on suurin joen välittömässä läheisyydessä. Erityisesti alle 500 metrin etäisyydellä joesta asuvat ihmiset ovat alttiita merkittävälle taloudellisille vahingoille ja henkilövahingoille. Sen sijaan yli kilometrin etäisyydellä joesta sijaitsevat alueet ovat huomattavasti vähemmän alttiita vakaville tulvatapahtumille. Jukskein jokiosuudella sijaitsevassa Alexandran kunnassa esiintyy usein tulvia erityisesti voimakkaiden sateiden aikana (T. S. Mawasha & Britz 2021). Näihin tulvatapahtumiin liittyy merkittäviä sosioekonomisia vaikutuksia, kuten laajoja omaisuusvahinkoja sekä vakavia riskejä ihmisten turvallisuudelle ja hengelle. Tulvaherkkyys korostuu erityisesti tiiviisti asutuilla ja heikosti suunnitelluilla jokivarsialueilla, joissa asutus sijoittuu lähelle joen luonnollista tulvatasankoa.

5 Tulokset ja pohdinta

Tutkimusalueelta tunnistettiin yhteensä seitsemän maanpeiteluokkaa: puusto, pensaikko, ruohikko, viljelysmaa, kosteikko, rakennettu alue, sekä vesistö (taulukko 1, kuva 2, kuva 3). Kosteikkojen ja paljaan maan osuus oli niin vähäinen, että ne eivät muodostaneet merkittäviä erillisiä luokkia tarkastelussa. Analyysin selkeyttämiseksi muut luokat ryhmiteltiin kolmeen pääkategoriaan: kasvillisuus, rakennettu infrastruktuuri ja vesistöt.

Tutkimusalueen yleisin maanpeiteluokka on ruohikko (44,7 %), jota seuraavat rakennetut alueet (36,6 %) ja puusto (13,3 %) (taulukko 1). Pensaikon (2,4 %), vesistöjen (1,4 %) ja viljelysmaiden (1,2 %) osuudet ovat selvästi pienempiä. Kokonaisuutena alue on siis kasvillisuusvaltainen, mutta merkittävä osa pinta-alasta on rakennettua ympäristöä.

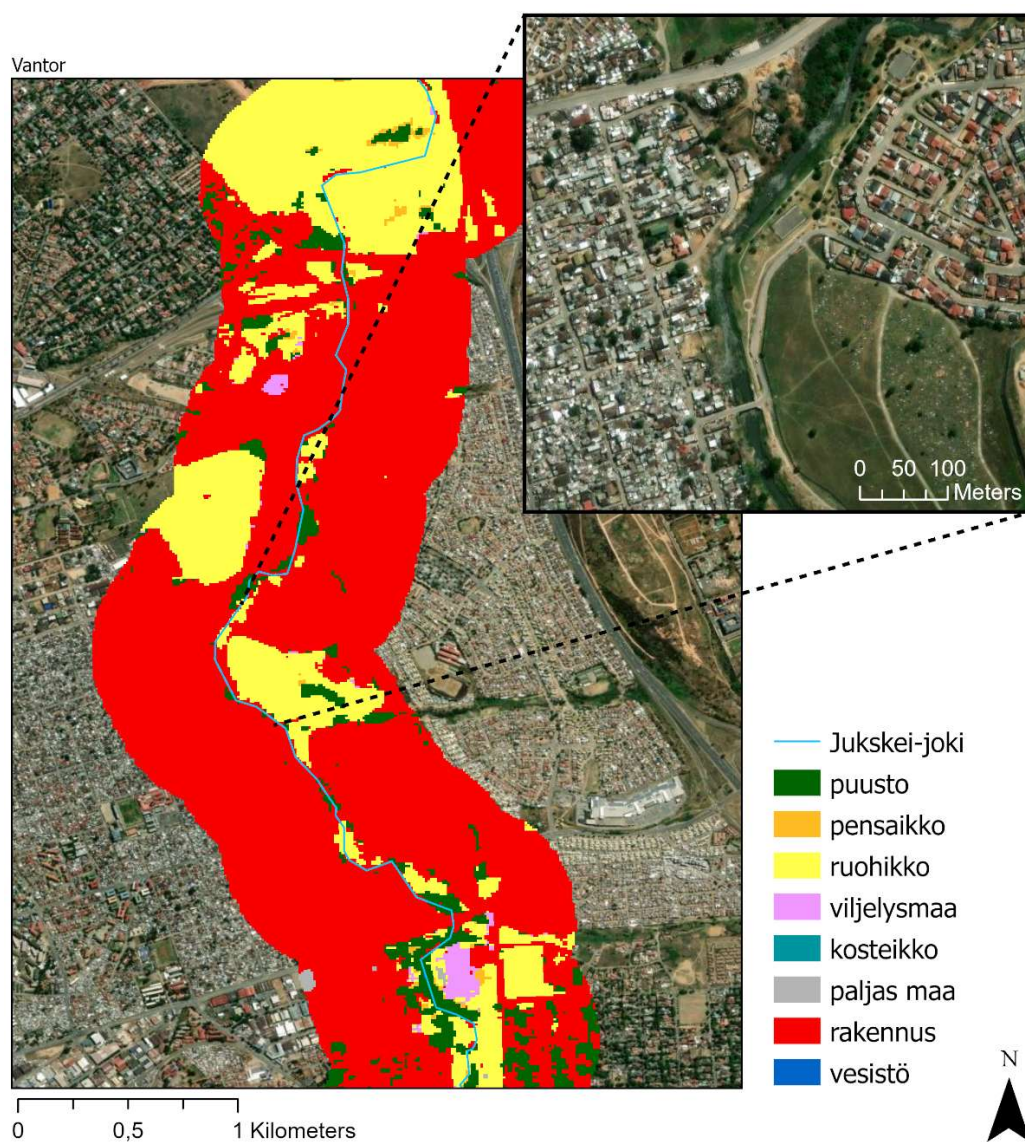
Taulukko 1 Tutkimusalueen maanpeiteluokat pinta-aloittain sekä kunkin luokan suhteellinen osuus yhteispinta-alasta.

maanpeiteluokka	pinta-ala (km ²)	suhteellinen osuus (%)
ruohikko	38263	44,7
rakennettu	31356	36,6
puusto	11417	13,3
pensaikko	2051	2,4
vesistö	1161	1,4
viljelysmaa	1011	1,2
paljas maa	339	0,4
kosteikko	0,1	0

Rakennettu infrastruktuuri kattaa päälle kolmanneksen tutkimusalueen kokonaispinta-alasta (taulukko 1). Spatiaalisesti se on keskittynyt erityisesti Johannesburgin keskusta-alueen ympäristöön sekä sen eteläisiin ja itäisiin vyöhykkeisiin, noin 20 kilometrin säteellä keskustasta. Rakennettu ympäristö voidaan jakaa kolmeen alaluokkaan: suunniteltuun, osittain suunniteltuun ja suunnittelemattomaan infrastruktuuriin. Suurin

osa rakennetusta alueesta on suunniteltua infrastruktuuria, mikä viittaa hallittuun kaupunkikehitykseen suurimmassa osassa tutkimusaluetta.

Alexandran kunnan alueella on havaittavissa sekä osittain suunniteltua että suunnittelematonta infrastruktuuria (kuva 2). Tämä muodostaa poikkeavan vyöhykkeen suhteessa ympäröivään suunniteltuun kaupunkirakenteeseen. Rakennuskanta on tiheää ja rakenteeltaan epäsäännöllistä. Tonttijako ja katuverkosto eivät ole yhtä selkeästi jäsentyneitä kuin suunnitelluilla alueilla, mikä näkyy myös rakennusten sijoittumisessa ja tiiveydessä. Tulkittuna tämä viittaa erilaiseen kaupunkikehityksen logiikkaan verrattuna ympäröiviin suunniteltuihin alueisiin.



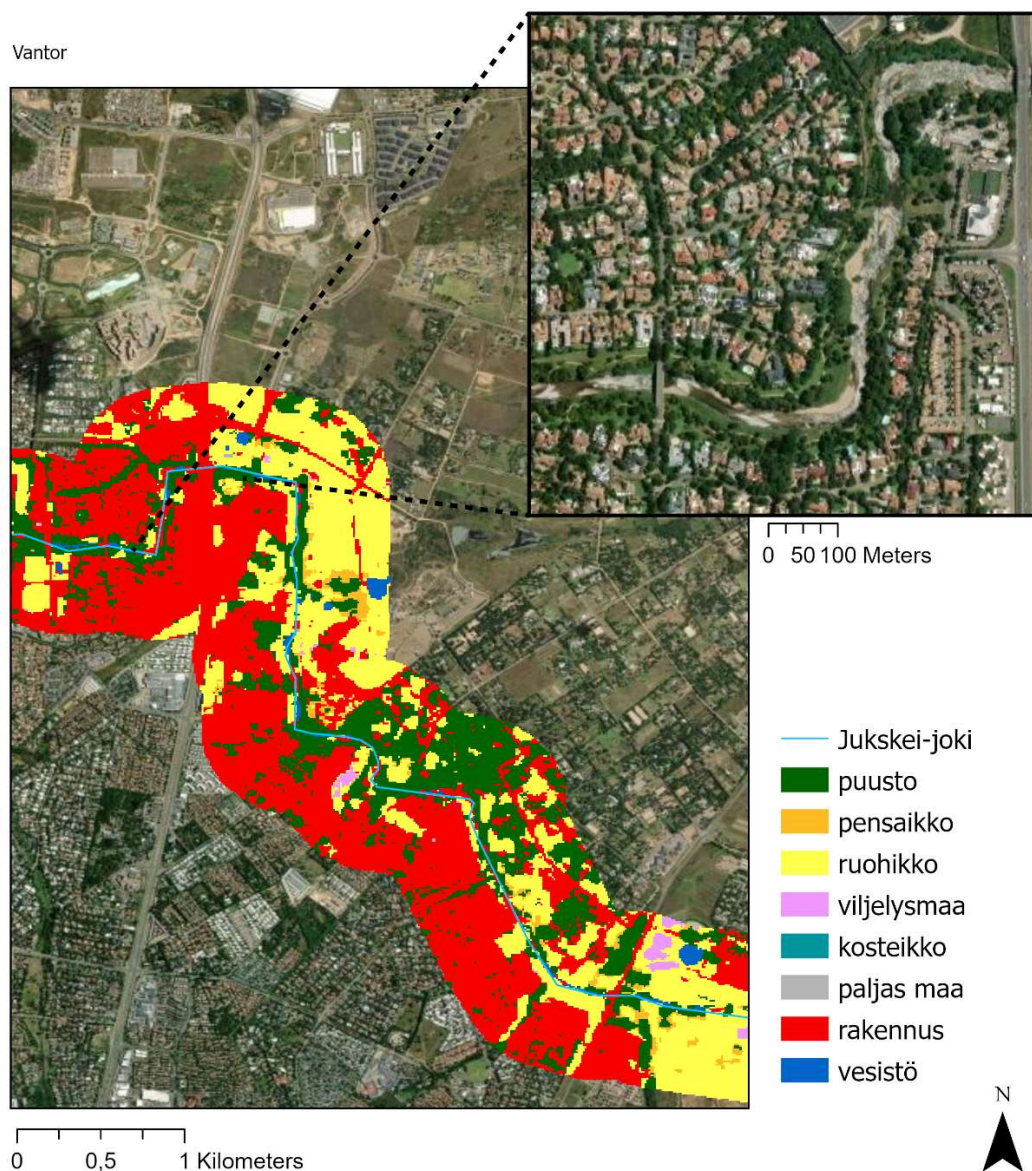
Kuva 2. Maanpeite Jukskei-joen varrella Alexandran kunnassa. *Land Cover 2020 (raster 10 m), global, annual – version 1*. Copernicus Land Monitoring Service, Euroopan ympäristökeskus (EEA), 2025.

Alueella Jukskei-joki on paikoin voimakkaasti muokattu ihmistoiminnan seurauksena, ja joen ranta-alueet ovat osittain muuttuneet epävirallisiksi asuinalueiksi puutteellisen asuntotarjonnan vuoksi (kuva 2) (Mthambeka & Ogra 2025). Suuri osa asukkaista asuu joen välittömässä läheisyydessä hyödyntäen käytettävissä olevia vapaita maa-alueita, mikä lisää painetta jokiekosysteemille ja sen luonnolliselle tilalle (T. S. Mawasha & Britz 2021). Tämän seurauksena Jukskei-joki on menettänyt merkittävän osan alkuperäisestä rantakasvillisuudestaan kaupungistumisen ja maankäytön muutosten seurauksena, mikä heikentää sen ekologista tilaa ja lisää ympäristöriskejä.

Epävirallinen suunnittelematon asutus heijastaa alueen nopeaa väestönkasvua ja siitä seurannutta hallitsematonta kaupunkikehitystä. Asuntotarjonta ei ole kyennyt vastaamaan kasvavaan kysyntään, minkä seurauksena merkittävä osa asukkaista on rakentanut asuntonsa epävirallisesti ilman virallista kaavoitusta. Tämä kehitys on johtanut siihen, että huomattava osa rakennuskannasta sijaitsee tulvatasankoalueilla, jotka ovat alttiita Jukskei-joen tulvavesien leviämislle erityisesti rankkasateiden aikana, mikä lisää alueen haavoittuvuutta luonnonkatastrofeille (T. S. Mawasha & Britz 2021). Vaikka epävirallinen asutus ei ole Jukskei-joen varrella hallitseva maankäyttömuoto, se muodostaa paikallisesti merkittävän keskittymän, joka havainnollistaa kaupungistumiseen liittyviä ympäristö- ja infrastruktuurihaasteita.

Kasvillisuudeksi on katsottu kuudesta maanpeiteluokista puusto, pensaikot ja ruohikot. Nämä yhdessä kattavat noin 60 % tutkimusalueen kokonaispinta-alasta (taulukko 1). Suurin yksittäinen kasvillisuusluokka on heinikot. Toiseksi eniten on puustoa ja vähiten on pensaikkoa. Bhungeni ym. (2025) tutkivat maankäytön ja -peitteen muutoksia uMngenin valuma-alueella Etelä-Afrikassa. He havaitsivat, että osa nykyisistä heinikkoalueista oli aiemmin ollut viljelykäytössä. Samankaltainen kehityskulku saattaa olla mahdollinen myös Jukskei-joen valuma-alueella. Tällöin kaupungistuminen, maatalouden suhteellisen merkityksen väheneminen sekä elinkeinorakenteen muutokset voisivat osaltaan selittää maanpeitteessä tapahtuneita muutoksia. Vaikka maankäytön muutoksia tarkastellaan usein luonnontilaisen kasvillisuuden muuttumisena viljelymaaksi tai rakennetuksi ympäristöksi, muutokset voivat tapahtua myös päinvastaiseen suuntaan. Tämän vuoksi on tärkeää huomioida

maanpeitteen historiallinen kehitys sekä eri maankäyttömuotojen vaikutukset alueen ekologiin ominaisuuksiin.



Kuva 3 . Maanpeite Jukskei-joen varrella Dainfernissa. *Land Cover 2020 (raster 10 m), global, annual – version 1*. Copernicus Land Monitoring Service, Euroopan ympäristökeskus (EEA), 2025.

Kasvillisuus on jakautunut laajasti koko tutkimusalueelle, mutta sen esiintyminen vaihtelee maankäytön mukaan. Suunnitelluilla alueilla kasvillisuutta on huomattavasti enemmän kuin suunnittelemattomilla alueilla (kuva 2, kuva 3). Suunnitelluilla asuinalueilla kasvillisuutta esiintyy erityisesti piha-alueilla ja jokiuomalla, kun taas tiheimmin rakennetuilla alueilla sen osuus on pienempi. Kasvillisuuden määrällä

voidaan olettaa olevan yhteys alueen sosiaaliseen hyvinvointiin ja varallisuuteen. Laajemmassa tarkastelussa varsinaisia suunniteltuja viheralueita, kuten puistoja tai virkistysalueita, esiintyy suhteellisen vähän verrattuna kasvillisuuden kokonaisalaan. Ruohikko on valta-asemassa alueella. Suurin osa puustosta sijoittuu yksityisille piha-alueille.

Jukskei-joen varrella kasvillisuus muodostaa paikoin yhtenäisiä vyöhykkeitä, mikä korostaa jokivarren merkitystä viherkäytävänä (kuva 3). Samalla joissakin kohdissa rakennettu infrastruktuuri ulottuu hyvin lähelle jokiuomaa (kuva 2), mikä katkaisee kasvillisuuden jatkuvuutta. Alexandran kunnassa sekä ehjän että harvan kasvillisuuden määrä on vähentynyt, huomattavasti 190,5 hehtaarista 62,4 hehtaariin ja 380,8 hehtaarista 142,1 hehtaariin vuosien 1987 ja 2015 välillä (T. Mawasha & Britz 2022). Maisemalle on ominaista suunnittelematon asutus, roskat sekä harmaa ja saastunut vesi (Mthambeka & Ogra 2025). Nämä trendit heijastavat luonnollisen rantakasvillisuuden merkittävää vähenemistä kaupunkien laajentumisen vuoksi (kuva 2, kuva 3).

Vesistöt muodostavat 1,4 % tutkimusalueesta ja rajoittuvat pääasiassa Jukskei-joen uomaan sekä pienempiin vesialueisiin. Joen rooli tutkimusalueella on keskeinen erityisesti rakennetun ympäristön ja kasvillisuuden tilallisena jakajana. Vaikka kasvillisuuden peittämällä rantavyöhykkeillä on tärkeä merkitys vedenlaadun ylläpitämisessä, niiden vaikutus ei aina riitä kompensoimaan koko valuma-alueella tapahtuvien maankäytön muutosten vaikutuksia (Locke 2024). Siksi vesistöjen tilan kannalta ratkaisevia ovat myös laajemmat valuma-alueen maankäyttöratkaisut. Kokonaisvaltainen valuma-alueiden suunnittelu voi olla yhtä tärkeää tai jopa tärkeämpää kuin yksittäisiin rantavyöhykkeisiin kohdistuvat toimenpiteet.

6 Johtopäätökset

Globaalissa etelässä kaupunkien päätöksentekijät joutuvat tasapainoilemaan taloudellisen ja sosiaalisen kehityksen tavoitteiden sekä ympäristönsuojelun ja ekologisen kestävyysvaatimusten välillä (Odume ym. 2022). Tämä haaste korostuu erityisesti nopeasti kaupungistuvilla alueilla, joissa luonnonvarojen käyttö ja ympäristöpaineet kasvavat samanaikaisesti.

Huoli avoimien alueiden nopeasta vähenemisestä ja pirstoutumisesta, suojaavan kasvillisuuden katoamisesta sekä siitä seuraavasta ekosysteemihiyödykkeiden ja -palveluiden heikkenemisestä johti Johannesburg Metropolitan Open Space System -ohjelmien (JMOSS 1 vuonna 2002 ja JMOSS 2 vuonna 2004) kehittämiseen (*Spatial development framework* 2024: 103). JMOSS 1 keskittyi avoimien alueiden kartoitukseen ja niiden luokitteluun ekologisen tai virkistysellisen arvon perusteella. JMOSS 2 puolestaan sisälsi avoimien alueiden tarjoamista koskevia toimintaperiaatteita sekä suosituksia erilaisille kaupunkiviherrakentamisen muodoille.

Avoimen tilan puitesuunnitelman näkökulmasta erityisen merkittävä on nykyinen alueellinen kehityssuunta, joka näkyy sekä maankäytön kehitysmalleissa ja kuntaperustamishankkeissa että jäljellä olevien ympäristö- ja ekologisten resurssien alueellisessa jakautumisessa (*Spatial development framework* 2024: 103). Tämän vuoksi on tärkeää, että avoimet alueet ja ekologiset resurssit nähdään kaupunkirakenteen keskeisinä osina ja voimavaroina eikä pelkästään tulevalle rakentamiselle varattuna maa-alueena. Näin voidaan ohjata ja integroida kaupunkikehitystä kestäväällä tavalla sekä vahvistaa kaupungin kykyä sopeutua ilmastonmuutokseen ja tulevaisuuden haasteisiin.

Johannesburgin kaupunki on uudistanut hulevesien hallintaa koskevaa suunnitteluaan ottamalla käyttöön uuden hulevesisuunnittelukäsikirjan, jossa hulevesi nähdään resurssina eikä pelkästään hallittavana ongelmana ja tehdä kaupunkitiloista toimivia suunnitteluverkkojen avulla (Qumba ym. 2022). Kaupungin hulevesijärjestelmien kehitystä on arvioitu muun muassa SWAT-, SWATCup- työkaluilla ja Rational Method -menetelmän avulla vertaamalla esikaupunkikehityksen aikaa (1886–1900) nykyiseen kaupunkirakenteeseen (1990–2016). Hallintainfrastruktuurien tutkimisessa keskityttiin

erityisesti vihreän infrastruktuurin hyötyihin. Tulokset osoittivat, että kaupungistumisen seurauksena pintavalunnan määrä on kasvanut maankäytön muutosten myötä. Kehitystä edeltävänä aikana noin 10 % alueesta oli kaupunkiasutusta ja 90 % maatalous- tai luonnonaluetta. Kehityksen jälkeisenä aikana puolestaan 35 % maankäytöstä oli asutuskeskuksissa ja 65 % avoimia pelloja ja muuta käyttöä. Samalla pintavalunnan määrä lisääntyi, mikä korostaa maankäytön muutosten vaikutusta kaupunkien hydrologiaan. Tutkimuksessa todetaan myös, että kestävien hulevesiratkaisujen käyttöönottoa kehitysmaissa vaikeuttavat muun muassa hankalasti hallittava kaupungistuminen, puutteellinen sääntely, rajallinen tekninen osaaminen sekä vedenlaatuun liittyvät ongelmat (Qumba ym. 2022).

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin, millaisina maankäytön ja maanpeitteen piirteinä kaupungistuminen ilmenee Johannesburgin Jukskei-joen jokivarsialueella. Tutkimus vastaa tutkimuskysymyksiin ”on ”Millaiset maankäyttö- ja maanpeite-luokat luonnehtivat Johannesburgin Jukskei-jokivarren kaupungistuneita ympäristöjä?” ja ”Miten eri maankäyttö- ja maanpeiteluokat jakautuvat spatiaalisesti Jukskein jokivarren ympäristössä Johannesburgissa kaukokartoitusaineistoon perustuvan luokittelun mukaan?”.

Tulosten perusteella alueen hallitsevia maanpeiteluokkia ovat ruohikot ja rakennettu infrastruktuuri, jotka yhdessä kattavat valtaosan tutkimusalueesta. Maanpeiteluokkien spatiaalinen tarkastelu osoitti, että kasvillisuus keskittyy erityisesti jokivarren välittömään läheisyyteen, kun taas rakennettu ympäristö hallitsee laajempaa kaupunkialuetta. Poikkeuksen muodostaa Alexandran alue, jossa tiivis ja osittain epävirallinen asutus muodostaa selvästi erottuvan rakennuskeskittymän Jukskei-joen varrella. Tulokset havainnollistavat, kuinka kaupungistuminen näkyy sekä rakennetun ympäristön laajuudessa että viheralueiden alueellisessa jakautumisessa.

Paikkatietojärjestelmien ja muiden sijaintitietomenetelmien käyttöä yhdyskuntarakenteen leviämisen tutkimuksessa on tarkasteltu erityisesti muutamaa Saharan eteläpuolisen Afrikan suurimpia kaupunkimaita maahan, kuten Etelä-Afrikkaa, Keniaa, Ghanaa ja Nigeriaa (Koloko ym. 2026). Sen sijaan useista Keski-Afrikan

pienemmistä valtioista on edelleen vain vähän tutkimustietoa, mikä osoittaa alueellisen tutkimusvajeen ja tarpeen lisätutkimukselle.

Jatkotutkimuksessa olisi hyödyllistä tarkastella yksityiskohtaisemmin kaupungistumisen ympäristövaikutuksia, erityisesti vesistöihin, tulvariskeihin ja ekosysteemipalveluihin kohdistuvia vaikutuksia. Lisäksi ajallisesti vertailevat LULC-analyysit voisivat tarjota tarkempaa tietoa maanpeitteen muutoksista sekä niiden tulevasta kehityksestä Johannesburgin kaupunkialueella. Maankäytön ja maanpeitteen trendien tutkiminen voi toimia perustana luonnonvarojen hallinnalle ja suunnittelulle eri alue- ja aikaskaaloilla (Kumar ym. 2025). Yhdyskuntarakenteen leviäminen näkyy konkreettisimmin maanpeitteen muutoksina, mutta ilmiötä ei tulisi tarkastella pelkästään fyysisenä prosessina. Sen vaikutukset ulottuvat myös sosiaalisiin, taloudellisiin ja ekologisiin järjestelmiin, minkä vuoksi kyseessä on moniulotteinen kaupunkikehityksen ilmiö (Koloko ym. 2026).

Lähteet

- Adegun, O. B. (2019). Green infrastructure in informal unplanned settlements: The case of Kya Sands, Johannesburg. *International Journal of Urban Sustainable Development* 11(1) 68–80. <https://doi.org/10.1080/19463138.2019.1565412>.
- Albert, J. S., Destouni, G., Duke-Sylvester, S. M., Magurran, A. E., Oberdorff, T., Reis, R. E., Winemiller, K. O. & Ripple, W. J. (2021). Scientists' warning to humanity on the freshwater biodiversity crisis. *Ambio* 50(1) 85–94. <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01318-8>.
- Bai, X., McAllister, R.R., Beaty, R. M. & Taylor, B. (2010). Urban policy and governance in a global environment: Complex systems, scale mismatches and public participation. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 2(3) 129–135. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2010.05.008>.
- Bhungeni, O., Gebreslasie, M. & Ramjatan, A. (2025). LULC change detection and future LULC modelling using RF and MLPNN-Markov algorithms in the uMngeni catchment, KwaZulu-Natal, South Africa. *Frontiers in Environmental Science* 13(2025). <https://doi.org/10.3389/fenvs.2025.1543524>.
- Chen, M., Chen, L., Li, Y. & Xian, Y. (2022). Developing computable sustainable urbanization science: Interdisciplinary perspective. *Computational Urban Science* 2(1) 17. <https://doi.org/10.1007/s43762-022-00048-9>.
- Engemann, K., Breed, C., Brom, P. & Pasgaard, M. (2024). Transdisciplinary approaches assessing unmanaged urban green spaces reveal benefits for biodiversity and people. *Socio-Ecological Practice Research* 6(2) 155–175. <https://doi.org/10.1007/s42532-024-00184-y>.
- Estoque, R. C. & Murayama, Y. (2017). Trends and Spatial Patterns of Urbanization in Asia and Africa: A Comparative Analysis. Teoksessa Y. Murayama, C. Kamusoko, A. Yamashita, & R. C. Estoque (toim.): *Urban Development in Asia and Africa: Geospatial Analysis of Metropolises* 393–414. Springer Nature, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-3241-7_19.
- Folke, C., Carpenter, S., Walker, B., Scheffer, M., Elmqvist, T., Gunderson, L. & Holling, C. S. (2004). Regime shifts, resilience, and biodiversity in ecosystem

- management. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 35(2004) 557–581. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.35.021103.105711>.
- Griggs, D., Stafford-Smith, M., Gaffney, O., Rockström, J., Öhman, M. C., Shyamsundar, P., Steffen, W., Glaser, G., Kanie, N. & Noble, I. (2013). Sustainable development goals for people and planet. *Nature* 495(7441) 305–307. <https://doi.org/10.1038/495305a>.
- Gwapedza, D., Lazar, S., Mqoqi, N., Xoxo, S., Niipele, J., Tanner, J. & Falayi, M. (2026). Riparian zone transformation in South Africa: Evaluating changes, causes, and the role of legal frameworks. *Environmental Challenges* 23(2026). <https://doi.org/10.1016/j.envc.2026.101448>.
- Hussien, K. & Woyessa, Y. E. (2026). Land use and land cover dynamics and spatial reconfiguration in semi-arid central south Africa: insights from terrset–liberagis land change modelling and patch-based analysis. *Earth (Switzerland)* 7(1). <https://doi.org/10.3390/earth7010012>.
- Hutchings, P., Willcock, S., Lynch, K., Bundhoo, D., Brewer, T., Cooper, S., Keech, D., Mekala, S., Mishra, P. P., Parker, A., Shackleton, C. M., Venkatesh, K., Vicario, D. R. & Welivita, I. (2022). Understanding rural–urban transitions in the Global South through peri-urban turbulence. *Nature Sustainability* 5(11) 924–930. <https://doi.org/10.1038/s41893-022-00920-w>.
- Johannesburg Population 2026 (2026). World Population Review.
<<https://worldpopulationreview.com/cities/south-africa/johannesburg>>
- Jombo, S. & Adelabu, S. (2023). Evaluating Landsat-8, Landsat-9 and Sentinel-2 imageries in land use and land cover (LULC) classification in a heterogeneous urban area. *GeoJournal* 88(1) 377–399. <https://doi.org/10.1007/s10708-023-10982-8>.
- Koloko, M., Maphanga, T., Madonsela, B. S. & Grangxabe, X. (2026). Remote sensing and GIS applications for assessing urban expansion effects on protected areas in Sub-Saharan Africa. *Discover Environment* 4(1) 167. <https://doi.org/10.1007/s44274-026-00628-0>.
- Kumar, A. K., Govindaraju, Rakesh, C. J & Lokanath, S. (2025). Exploring the nexus between urban Land Use/Land Cover (LULC) changes and urban growth analysis

- using geoinformatics in Tumkur city, India. *Nature Environment and Pollution Technology* 24(S1) 19–40. <https://doi.org/10.46488/NEPT.2024.v24iS1.002>.
- Locke, K. (2024). Impacts of land use/land cover on water quality: A contemporary review for researchers and policymakers. *Water Quality Search Journal* 59(2) 89–106. <https://doi.org/10.2166/wqrj.2024.002>.
- Mani, S., Osborne, C. P. & Cleaver, F. (2021). Land degradation in South Africa: Justice and climate change in tension. *People and Nature* 3(5) 978–989. <https://doi.org/10.1002/pan3.10260>.
- Mawasha, T. & Britz, W. (2022). Detecting land use and land cover change for a 28-year period using multi-temporal Landsat satellite images in the Jukskei River catchment, Gauteng, South Africa. *South African Journal of Geomatics* 11(1). <https://doi.org/10.4314/sajg.v11i1.2>.
- Mawasha, T. S. & Britz, W. (2021). Hydrological impacts of land use - land cover change on urban flood hazard: A case study of the Jukskei River in Alexandra Township, Johannesburg, South Africa. *South African Journal of Geomatics* 10(2) 139–162. <https://doi.org/10.4314/sajg.v10i2.11>.
- McHale, M. R., Bunn, D. N., Pickett, S. T. & Twine, W. (2013). Urban ecology in a developing world: Why advanced socioecological theory needs Africa. *Frontiers in ecology and the environment* 11(10) 556–564. <https://doi.org/10.1890/120157>.
- Moeketsi, P., Nkhonjera, G. K. & Alowo, R. (2022). Changes in land use land cover within the Jukskei River basin and its implications on the water availability. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1087(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1087/1/012035>.
- Montgomery, M., Reed, H., Satterthwaite, D., White, M., Cohen, M., McGee, T. & Yeung, Y. (2013). *Teoksessa Montgomery, M., Stren, R., Cohen, B. & Reed, H. (toim.): Cities transformed: Demographic change and its implications in the developing world.* 72–74. Routledge, London. <https://doi.org/10.4324/9781315065700>.
- Mthambeka, N. H. & Ogra, A. (2025). Sustainable spatial transformation and urban environmental management: Case study of the Jukskei river - Alexandra, Johannesburg, South Africa. *Teoksessa Utpal Sharma, R. & Parthasarathy, A. (toim.): Urban Futures* 162–178. Routledge, India. <https://doi.org/10.4324/9781003656098-9>.

- O'Brien, G. C., Van der Merwe, A., Kaiser, A. & J. Burnett, M. (2024). Rivers of southern Africa. *Teoksessa T. Dalu & F. O. Masese (toim.): Afrotropical Streams and Rivers: Structure, Ecological Processes and Management* 53–76. Elsevier, Amsterdam.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-443-23898-7.00003-8>.
- Owolabi, A., Aborisade, A., Onuminya, T., Selibi, A., Soneye, O. & Ogundipie, O. (2023). Urban development in Africa and impact on biodiversity. *Current Landscape Ecology Reports* 8(1). <https://doi.org/10.1007/s40823-023-00086-x>.
- Parker, C., Mahlasi, C., Govindasamy, T., Radebe, L., Brink, N. B., Jack, C., Doumbia, M., Kouakou, E., Chersich, M., Cissé, G., Makhanya, S., Bobola, A., Tall, A., Ndikum, A., Aishatu, A., Vanga, A. F., Chikandiwa, A., Waljee, A., Beukes, A., ... the HE2AT Center Group. (2025). Quantifying intra-urban socio-economic and environmental vulnerability to extreme heat events in Johannesburg, South Africa. *International Journal of Biometeorology* 69(10) 2501–2517.
<https://doi.org/10.1007/s00484-025-02971-y>.
- Qumba, B., Nkhonjera, G. K. & Alowo, R. (2022). An investigation of past and present stormwater management practices within the City of Johannesburg. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1087(1).
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/1087/1/012024>.
- Schaffler, A., & Swilling, M. (2013). Valuing green infrastructure in an urban environment under pressure—The Johannesburg case. *Ecological Economics* 86(2012) 246–247. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.05.008>.
- Spatial development framework 2040* (2024). City of Johannesburg.
 <https://joburg.org.za/documents_/Documents/Johannesburg-Spatial-Development-Framework-2040.pdf>
- Toosi, A. S., Batelaan, O., Shanafield, M. & Guan, H. (2025). Land Use-Land Cover and hydrological modeling: A Review. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water* 12(2).
<https://doi.org/10.1002/wat2.70013>.
- Turton, A., Schultz, C., Buckle, H., Kgomongoe, M., Malungani, T. & Drackner, M. (2006). Gold, scorched earth and water: The hydropolitics of Johannesburg. *International Journal of Water Resources Development* 22(2) 313–335.
<https://doi.org/10.1080/07900620600649827>.

UN Habitat (2026). World cities report 2026: The global housing crisis: pathways to action. United Nations Human Settlement Programme. Yhdistyneet kansakunnat. Nairobi, Kenia.

Verma, P., Yadav, P., Deshpande, S. & Gubbi, J. (2016). Urban growth studies for Johannesburg city using remotely sensed data. Asian Conference on Remote Sensing. Colombo, Sri Lanka.

Xiao, R., Yin, H., Liu, R., Zhang, Z., Chinzorig, S., Qin, K., Tan, W., Wan, Y., Gao, Z., Xu, C., Liu, L. & Jia, T. (2024). Exploring the relationship between land use change patterns and variation in environmental factors within urban agglomeration. *Sustainable Cities and Society* 108(2024).
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105447>.

Zhang, Q., Li, C., Wen, D., Kang, J., Chen, T., Zhang, B., Hu, Y. & Yin, J. (2025). Global South shows higher urban flood exposures than the Global North under current and future scenarios. *Communications Earth & Environment* 6(1) 594.
<https://doi.org/10.1038/s43247-025-02585-7>.