



Jamila Mohamud

Asuinrakentaminen Kenian olosuhteissa: Eurokoodien ja kansallisten rakennusmääräysten vertailu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma

Insinööriyö

20.11.2025

Tiivistelmä

Tekijä:	Jamila Mohamud
Otsikko:	Asuinrakentaminen Kenian olosuhteissa: Eurokoodien ja kansallisten rakennusmääräysten vertailu
Sivumäärä:	65 sivua
Aika:	20.11.2025
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine:	Rakennetekniikka
Ohjaajat:	Lehtori Jenni Pellinen

Tämän insinöörityön aiheena oli vertailla Kenian rakennusmääräyksiä ja eurooppalaisia suunnittelustandardeja eli eurokoodeja asuinrakentamisen näkökulmasta. Työssä tarkasteltiin, millaisia eroja ja yhtäläisyyksiä näissä määräyksissä on, ja miten niitä voidaan soveltaa Kenian olosuhteisiin. Tarkastelun kohteena olivat erityisesti rakenteiden mitoitus, kuormat, rakennusmateriaalit ja energiatehokkuus.

Tutkimus perustui kirjallisuuskatsaukseen ja asiantuntijahaastatteluihin. Lisäksi työn taustalla hyödynnettiin kenttävierailulla saatua tietoa paikallisista rakennuskäytännöistä Nairobissa. Tulosten perusteella eurokoodien periaatteita voidaan soveltaa Keniassa, mutta käytännön toteutus vaatii lisäkoulutusta, ajantasaisempia määräyksiä ja valvonnan kehittämistä.

Työ antaa kokonaiskuvan siitä, miten rakentamisen laatua ja turvallisuutta voidaan parantaa yhdistämällä kansainvälisiä suunnittelustandardeja ja paikallisia käytäntöjä. Samalla se avaa mahdollisuuksia kehittää modulaarisia ja energiatehokkaita ratkaisuja Afrikan asuntomarkkinoille sekä tarjoaa hyödyllisiä näkökulmia suunnittelijoille ja viranomaisille rakennusmääräysten kehittämistyöhön.

Avainsanat: Eurokoodit, Kenia, asuinrakentaminen, rakennusmääräykset, rakennesuunnittelu

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Jamila Mohamud
Title: Residential Construction in Kenyan Conditions: Comparison Between Eurocodes and National Building Regulations
Number of Pages: 65 pages
Date: 20 November 2025

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Degree Programme in Civil Engineering
Professional Major: Structural Engineering
Supervisors: Jenni Pellinen, Senior Lecturer

The topic of this thesis was to compare Kenya's building regulations and European design standards, known as Eurocodes, from the perspective of residential construction. The thesis examined what kinds of differences and similarities exist between these regulations and how they can be applied to Kenyan conditions. The focus is particularly on structural design, loads, building materials, and energy efficiency.

The study is based on a literature review and expert interviews. In addition, the study utilizes information obtained during a field visit about local construction practices in Nairobi. Based on the results, the principles of the Eurocodes can be applied in Kenya, but practical implementation requires additional training, more up-to-date regulations, and the development of supervision.

The thesis provides an overall image on how the quality and safety of construction can be improved by combining international design standards with local practices. At the same time, it provides opportunities to develop modular and energy-efficient solutions for the African housing market and offers useful insights for designers and authorities involved in developing building regulations markets.

Keywords: Eurocodes, Kenya, residential construction, building regulations, structural design

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Rakennusmääräykset ja suunnittelustandardit	4
2.1	Kenian Building Code	5
2.2	Eurokoodit	9
2.3	Suomen ja Kenian standardien vertailu	11
3	Rakennetekniset eroavaisuudet	15
3.1	Kuormat ja rakenneratkaisut	17
3.2	Perustukset ja geotekniikka	22
3.3	Rakennusmateriaalit	26
3.4	Energiatehokkuus ja aurinkoenergia	32
4	Kohdekohtainen tarkastelu	36
4.1	Rakenteelliset ratkaisut ja määräysten soveltaminen	37
4.2	Energiatehokkuus ja suunnitteluratkaisut	39
4.3	Turvallisuus ja rakennusvalvonta	41
4.4	Kenian rakentamisolosuhteet	42
5	Empiirinen tutkimus	47
5.1	Haastattelujen toteutus	48
5.2	Rakenteellinen turvallisuus ja laadunvalvonta	50
5.3	Energiatehokkuus ja kestävät ratkaisut	51
5.4	Rakennusvalvonta ja turvallisuushaasteet	51
5.5	Haastattelujen yhteenveto ja analyysi	53
6	Johtopäätökset ja kehitysehdotukset	54
7	Yhteenveto	56
	Lähteet	57

Lyhenteet

BS: British Standards

CEN: European Committee for Standardization

DL: Dead Load, omapaino

EC: Eurocode

KEBS: Kenya Bureau of Standards

LL: Live Load, hyötykuorma

NCA: National Construction Authority

SLS: Serviceability Limit State, käyttörajatila

U-arvo: Lämmönläpäisykerroin (W/m^2K), kuvaa lämpövirran tiheyttä rakenteen läpi

ULS: Ultimate Limit State, murtorajatila

1 Johdanto

Rakentaminen on yksi yhteiskunnan keskeisimmistä toimialoista, sillä se vaikuttaa suoraan ihmisten elinympäristöön, turvallisuuteen ja taloudelliseen kehitykseen. Keniassa rakentaminen on viime vuosina kasvanut voimakkaasti väestönkasvun ja kaupungistumisen seurauksena. Erityisesti pääkaupunki Nairobi on laajentunut nopeasti, mikä on lisännyt tarvetta edullisille, turvallisille ja energiatehokkaille asuinrakennuksille (World Bank, 2023). Samalla rakennusalan haasteet ovat korostuneet: monissa kohteissa käytetään vanhentuneita suunnittelu- ja menetelmiä, materiaalien laatu vaihtelee, ja viranomaisvalvonta on usein riittämätöntä.



Kuva 1. Finsbury Heights-rakennustyömaa Nairobissa (Urban Glow Real Estate Ltd, 2025).

Kuvassa näkyy alue, jossa vanha rakennus on purettu ja paikalle rakennetaan uutta monikerroksista asuinrakennusta. Työmaa sijaitsee tiiviissä kaupunkiympäristössä muiden rakennusten välissä, mikä tekee rakentamisesta haastavaa erityisesti tilan ja turvallisuuden kannalta. Maaperä on tyypillistä Nairobille, purnertavaa savimaata, joka vaatii tarkkaa perustusten suunnittelua ja vedenhallintaa. Kuvassa näkyy myös kaupungistumisen nopea tahti, jossa uusia rakennuksia nousee vanhojen tilalle.

Kenian rakennusmääräysten eli Kenya Building Coden perusta on luotu 1960-luvulla, ja se pohjautuu suurelta osin brittistandardeihin. Vaikka määräyksiä on päivitetty useita kertoja, ne eivät vielä täysin vastaa nykyisiä kansainvälisiä laatu- ja turvallisuusvaatimuksia (Kenya Building Code, 2024). Samaan aikaan Euroopan unionissa käytössä olevat suunnittelustandardit, eurokoodit (EN 1990–1999), tarjoavat nykyaikaisen ja systemaattisen pohjan rakenteiden mitoitukselle. Eurokoodien avulla voidaan varmistaa rakenteiden turvallisuus ja pitkäikäisyys erilaisissa ilmasto-olosuhteissa.

Tämä opinnäytetyö tarkastelee, miten eurokoodien periaatteita voidaan soveltaa Kenian olosuhteisiin ja millaisia eroja on kansallisten määräysten ja eurooppalaisten standardien välillä. Työssä analysoidaan erityisesti rakenteiden mitoitusta, kuormia, rakennusmateriaaleja ja energiatehokkuutta. Painopiste on asuinrakentamisessa, sillä se on Kenian rakentamisen nopeimmin kasvava ja samalla eniten haasteita sisältävä sektori.

Aiheen valintaan vaikutti oma kiinnostukseni rakennustekniikkaan ja halu ymmärtää, miten kansainvälisiä suunnittelustandardeja voidaan soveltaa kehitysmaiden olosuhteisiin. Tulevaisuudessa tavoitteenani on työskennellä kansainvälisissä rakennus- ja suunnitteluprojekteissa, joissa paikalliset olosuhteet ja globaalit standardit kohtaavat.

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää:

- Millaisia eroja ja yhtäläisyyksiä on Kenian Building Code -määräysten ja eurokoodien välillä
- Miten eurokoodien periaatteita voitaisiin soveltaa käytännössä Kenian olosuhteisiin
- Mitä teknisiä ja hallinnollisia muutoksia eurokoodien käyttöönotto edellyttäisi, sekä
- Miten energiatehokkuus ja paikalliset materiaalit voidaan yhdistää turvalliseen, kestäväan ja edulliseen rakentamiseen.

Työ perustuu kirjallisuuskatsaukseen, asiantuntijahaastatteluihin ja kenttävierailuun Nairobissa. Haastattelujen avulla kerättiin tietoa paikallisista rakennuskäytännöistä, työmaavalvonnasta ja suunnittelijoiden kokemuksista eurokoodien soveltamisesta. Lisäksi työssä tarkastellaan esimerkkikohteita, joissa on käytetty osittain eurokoodien mukaisia laskentaperiaatteita.

Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää sekä rakennusalan koulutuksessa että tulevaisuuden säädöstyössä, kun Keniassa kehitetään uusia rakennusmääräyksiä ja suunnitteluohjeita. Työ tuottaa tietoa siitä, miten kansainvälisiä standardeja voidaan sovittaa paikallisiin olosuhteisiin niin, että ne tukevat kestävää kehitystä ja rakennusten parempaa laatua.



Kuva 2. Nairobi kasvava kaupunkikeskus (iStock, 2023).

Nairobi on yksi Afrikan nopeimmin kasvavista kaupungeista, kuten kuvasta 2 voidaan nähdä. Väestönkasvu ja kaupungistuminen lisäävät tarvetta turvallisille ja energiatehokkaille asuinrakennuksille (World Bank, 2023; UN-Habitat, 2022).

2 Rakennusmääräykset ja suunnittelustandardit

Rakennusmääräysten ja suunnittelustandardien tarkoituksena on varmistaa, että rakennukset ovat turvallisia, terveellisiä, energiatehokkaita ja rakenteellisesti kestäviä koko käyttöikänsä ajan (European Commission, 2020).

Määräykset ohjaavat niin suunnittelua, rakennusmateriaalien valintaa kuin rakennusprosessin valvontaakin. Jokainen maa säätää määräyksensä omien olosuhteidensa, resurssiensa ja rakennusperinteidensä pohjalta (World Bank, 2023).

Keniassa rakennusmääräysten kehitystä on pitkään ohjannut brittiläinen rakennusperinne, joka juontaa juurensa siirtomaa-aikaan. Euroopassa sen sijaan rakennusmääräysten ja standardien kehittäminen on kulkenut kohti yhteistä

teknistä perustaa, jota edustavat eurokoodit (EN 1990–1999). Näiden kahden järjestelmän vertailu tarjoaa tärkeän näkökulman siihen, miten kansainvälisiä standardeja voidaan mukauttaa kehittyvien maiden tarpeisiin ja olosuhteisiin.

2.1 Kenian Building Code

Kenian rakennusmääräykset, Kenya Building Code, otettiin käyttöön ensimmäisen kerran vuonna 1968, jolloin ne perustuivat lähes kokonaan Britannian Building Regulations Act -säädöksiin. Määräyksissä painotettiin erityisesti kantavien rakenteiden turvallisuutta ja paloturvallisuutta, mutta monet niistä jäivät puutteellisiksi, koska ne eivät huomioineet paikallisia olosuhteita, kuten trooppista ilmastoa, korkeita lämpötiloja tai maanjäristysalttiita alueita (UN-Habitat, 2022).

Keniassa rakennusmääräysten hallinta ja valvonta ovat hajautettuja. Jokaisella maakunnalla eli County Governmentilla on oma rakennusvalvontaviranomaisensa, joka myöntää luvat ja tarkastaa suunnitelmat ennen rakennustöiden aloittamista. Hajautettu järjestelmä mahdollistaa paikallisen päätöksenteon, mutta se on myös johtanut suuriin eroihin lupakäytännöissä ja tulkinnoissa. Esimerkiksi Nairobissa rakennuslupaprosessi voi kestää useita kuukausia, kun taas pienemmissä kunnissa valvonta voi olla lähes olematonta. Epätasaisuus vaikuttaa suoraan rakentamisen laatuun ja turvallisuuteen (Kibue & Gichuhi, 2022).

Vuoden 2024 uudistettu Building Code pyrkii vastaamaan näihin ongelmiin. Uudistus toi mukanaan uusia määräyksiä energiatehokkuudesta, paloturvallisuudesta ja seismisestä mitoituksesta. Rakenteiden suunnittelussa edellytetään nyt, että suunnitelmat perustuvat laskennallisiin menetelmiin ja että materiaalien laadunvarmennus dokumentoidaan. Uudistuksen keskeisenä tavoitteena on ollut parantaa rakennusten laatua ja luoda yhtenäinen, koko maan kattava valvontajärjestelmä (Ministry of Lands, Public Works, Housing and Urban Development, 2024).

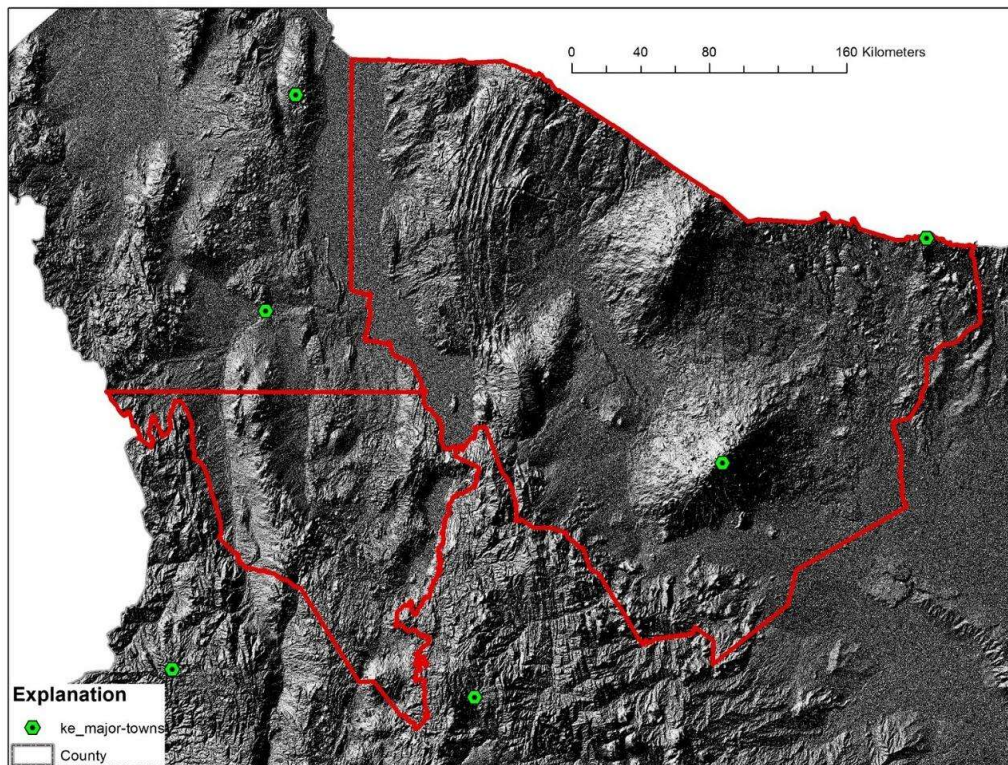
Käytännön tasolla haasteita on kuitenkin paljon. Rakennusmateriaalien laatu vaihtelee edelleen huomattavasti, sillä sementin ja teräksen tuotannossa ei ole kattavaa valvontaa (World Bank, 2023). Paikallisesti valmistetut tiilet, betonilohkot ja kattopellit voivat poiketa suuresti standardoiduista mitoituksista, mikä aiheuttaa ongelmia erityisesti kantavissa rakenteissa ja perustuksissa, joissa pienikin poikkeama materiaalin lujuudessa voi johtaa rakenteellisiin vaurioihin (Kenya Bureau of Standards, 2022).

Keniassa käytettävät rakenteet ovat usein kevyitä ja kustannustehokkaita, mutta niiden pitkäaikaiskestävyys on heikompi kuin Euroopassa käytettävien rakenteiden. Monissa matalakerroksisissa rakennuksissa käytetään edelleen yksinkertaisia teräsbetonirunkoja, paikalla valettuja laattoja ja ohuita muurattuja seiniä ilman riittävää raudoitusta. Haastattelun (16.3.2025) mukaan tämä johtuu ennen kaikkea materiaalien hinnasta ja saatavuudesta, sillä paikalliset yritykset pyrkivät minimoimaan kustannuksia hyödyntämällä helposti saatavia materiaaleja ja yksinkertaisia rakenneratkaisuja (Haastattelu: Rakennusinsinööri, Urban Glow Real Estate Ltd, Nairobi, 16.3.2025).



Kuva 3. Betonointityövaihe Finsbury Heights -rakennustyömaalla Nairobissa. Työntekijät täyttävät pilarimuottia betonilla ja tasoittavat pintaa käsin. Rakenteiden ympärillä käytetään bambusta ja puusta rakennettuja telineitä, jotka heijastavat paikallisten menetelmien keveyttä ja kustannustehokkuutta, mutta myös turvallisuusriskejä (Urban Glow Real Estate Ltd, 2025).

Maaperän ominaisuudet vaihtelevat huomattavasti eri puolilla Keniaa, mikä vaikuttaa merkittävästi perustusten suunnitteluun. Esimerkiksi Nairobissa esiintyy vulkaanista maaperää, joka on paikoin pehmeää ja vaatii erityistä huomiota kantavuuteen. Rift Valley -alueella maaperä on paikoin halkeilevaa ja epävaakaata seismisen aktiivisuuden vuoksi. Building Code ei vielä sisällä yksityiskohdaisia ohjeita tällaisille alueille, mikä lisää rakenteellisten virheiden riskiä.



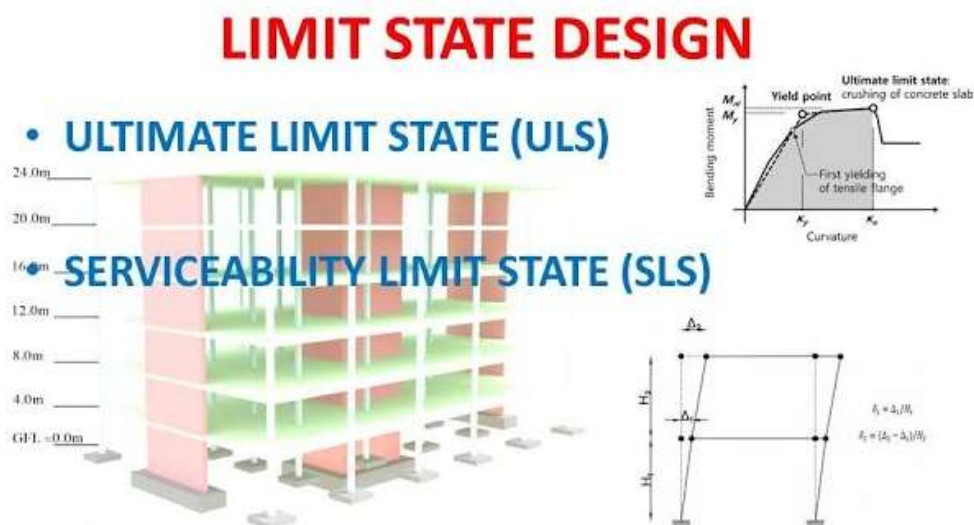
Kuva 4. Kenian geologinen kartta, joka havainnollistaa Rift Valley -alueen rakenteellisia piirteitä ja maanpinnan vaihtelua. Kartasta nähdään, että erityisesti keskiosissa kulkeva Rift Valley on seismisesti aktiivinen alue, jossa esiintyy maaperän halkeilua ja epävakautta. Nämä ominaisuudet on huomioitava erityisesti perustusten suunnittelussa ja rakenteiden mitoituksessa (Geological Survey of Kenya, 2024).

Keniassa on kuitenkin viime vuosina alettu korostaa kansainvälisten standardien käyttöönottoa. Erityisesti suurissa, ulkomaisella rahoituksella toteutetuissa rakennushankkeissa kuten liike- ja asuinrakennuskomplekseissa Nairobissa ja Mombasassa on alettu soveltaa eurokoodien periaatteita. Hankkeissa käytetään ulkomaisten konsulttien laatimia suunnitelmia, jotka perustuvat laskennallisiin mitoituksiin ja dokumentoituihin turvallisuuskertoihin. Kehitys osoittaa, että Keniassa on valmius siirtyä kohti nykyaikaisia ja kansainvälisesti vertailukelpoisia suunnittelustandardeja.

2.2 Eurokoodit

Eurokoodit (EN 1990–1999) ovat Euroopan unionin yhteiset rakennusten suunnittelustandardit, joiden tavoitteena on luoda yhtenäinen tekninen perusta rakennesuunnittelulle. Niissä määritellään rakenteiden peruseriaatteet, kuormitukset ja eri materiaalien suunnitteluohjeet kuten betonin (EN 1992), teräksen (EN 1993) ja puurakenteiden (EN 1995) mitoitus (European Commission, 2020).

Eurokoodien keskeinen ajatus on raja-arvomenetelmä, jossa rakenteen turvallisuus ja käyttökelpoisuus varmistetaan tarkastelemalla sen käyttäytymistä eri kuormitustilanteissa. Kyseinen lähestymistapa poikkeaa monien kehittyvien maiden yksinkertaistetuista menetelmistä, joissa kuormitukset arvioidaan lähinnä kokemukseen perustuen. Eurokoodit edellyttävät myös, että rakenteiden suunnittelussa otetaan huomioon ympäristötekijät, materiaalien ominaisuuksien vaihtelu ja käyttöiän aikaiset rasitukset (CEN, 2002–2007).



Kuva 5. Eurokoodien mukainen raja-arvomenetelmä (Limit State Design).

Kuvassa esitetään rakenteen käyttäytyminen kuormituksen kasvaessa. Käyttörajatila (SLS) kuvaa tilannetta, jossa rakenne ei enää täytä toiminnallisia vaatimuksia, vaikka se pysyy turvallisena. Murtorajatilassa (ULS) kuormitus ylittää

rakenteen kestävyvyn ja aiheuttaa pysyvän vaurion tai sortuman (ESDEP, European Steel Design Education Programme, 2002).

Yksi eurokoodien merkittävimmistä eduista on niiden joustavuus: ne voidaan sovittaa erilaisiin ilmastoihin ja maaperäolosuhteisiin kansallisten liitteiden avulla. Esimerkiksi Suomessa liitteissä määritellään tarkasti lumikuormat ja mitoitustuulennopeudet (Suomen ympäristöministeriö, 2019), kun taas Välimeren alueella painotetaan lämpölaajenemisen ja tuulen vaikutuksia (UNI EN 1991-1-4/NA:2013). Keniassa vastaavia paikallisia liitteitä ei vielä ole, mutta Kenya Bureau of Standards (KEBS) on käynnistänyt prosessin eurokoodien harmonisoinniseksi ja kansallisten liitteiden kehittämiseksi (KEBS, 2021; Munyua, 2020).

Keniassa eurokoodien käyttöönotto voisi ratkaista monia nykyisiä ongelmia, kuten rakennusten turvallisuusriskit ja materiaalien laadun vaihtelun. Toisaalta se edellyttäisi suurta panostusta koulutukseen, sillä useimmat paikalliset suunnittelijat ovat oppineet työskentelemään brittistandardien pohjalta. Lisäksi viranomaisten hyväksyntä ja hallinnolliset prosessit pitäisi päivittää vastaamaan eurokoodien mukaisia menettelyjä. Tämä tarkoittaa esimerkiksi, että suunnittelulaskelmien dokumentointi, tarkastuskäytännöt ja laadunvarmistus pitäisi määrittellä uudelleen.

2.3 Suomen ja Kenian standardien vertailu

Suomessa rakennesuunnittelua ohjaavat eurokoodit, ja rakentaminen on vahvasti säänneltyä. Rakennuslupaprosessi on tarkasti määritelty, ja viranomaiset seuraavat suunnittelua ja rakentamista tiukasti (Rakentamislaki 751/2023; Ympäristöministeriö, 2023). Kaikki rakennusmateriaalit täyttävät eurooppalaiset standardit, ja niiden laadunvalvonta on sertifioitua (CE-merkintä, 2024). Suunnittelijat käyttävät laskennallisia menetelmiä ja ohjelmistoja, kuten Teklaa ja Mathcadia, varmistaakseen mitoituksen täsmällisyyden (Rakennustieto Oy, 2022).

Keniassa järjestelmä on monella tapaa vastakkainen. Lainsäädäntö antaa paljon vapauksia paikallisille viranomaisille, seurauksena valvonta on epäyhtenäistä (National Construction Authority, 2024; World Bank, 2023). Monissa projekteissa suunnittelu tehdään edelleen manuaalisesti tai yksinkertaisin menetelmin ilman ohjelmistojen käyttöä (Munyua, 2020). Rakennusmateriaaleja testataan yleensä sertifioimattomissa laboratorioissa, ja työmaavalvonta on usein puutteellista (KEBS, 2021).



Kuva 6. Työntekijä Finsbury Heights -rakennustyömaalla Nairobissa. Kuvasta näkyy, kuinka työmailla turvallisuus- ja valvontakäytännöt voivat olla puutteellisia: työntekijä seisoo korkealla bambu- ja puutelineellä ilman turvavaljaita tai suojakenkiä. Tällaiset tilanteet korostavat tarvetta parantaa työmaavalvontaa ja turvallisuuskulttuuria rakennusalalla (Urban Glow Real Estate Ltd, 2025).



Kuva 7. Valmiita betonirakenteita Finsbury Heights -työmaalla. Kuvassa näkyy muottipintojen jälkiä ja epätasaisuuksia, jotka kertovat käsityövaltaisesta betonoinnista ja laadunvalvonnan haasteista (Urban Glow Real Estate Ltd, 2025).

Toisaalta Keniassa on myös vahvuuksia, joita Suomessa ei ole: rakentaminen on nopeampaa, kustannukset ovat alhaisempia, ja paikalliset rakentajat osaavat hyödyntää tehokkaasti luonnonmateriaaleja, kuten paikallista kiveä, savea ja bambua (NCA, 2024; UN-Habitat, 2022). Näiden yhdistäminen eurokoodien tarjoamaan tarkkuuteen ja turvallisuuteen voisi tuoda uudenlaista kestävyyttä ja kustannustehokkuutta Kenian rakentamiseen.

Yhteenvetona voidaan todeta, että Suomi ja Kenia edustavat kahta eri ääripäätä rakentamisen sääntelyssä ja teknisessä kehityksessä. Suomessa järjestelmä on tarkasti valvottu ja standardoitu, kun taas Keniassa rakentaminen on joustavampaa mutta altis laatuvarjoille (World Bank, 2023). Tulevaisuudessa Kenian rakennusalan kehitys voi hyötyä merkittävästi maan ainutlaatuiset ilmasto- ja maaperäolosuhteet huomioon ottavasta eurokoodien soveltamisesta ja paikallisten liitteiden laatisesta (KEBS, 2021). Yhdistelmä voisi luoda perustan turvalliseen, kestäville ja energiatehokkaalle asuinrakentamiselle Afrikan kontekstissa.



Kuva 8. Finsbury Heights -asuinrakennus Nairobissa edustaa modernia, kansainvälisiä suunnittelustandardeja noudattavaa rakennuskantaa.

Kohde kuvastaa Kenian rakennussektorin kehitystä kohti eurokoodien mukaista, tarkkaan suunniteltua ja viimeistelyä rakentamista (Urban Glow Real Estate Ltd, 2025).



Kuva 9. Suomalainen kerrostalorakennustyömaa Vuosaarella, Helsingissä. Rakentaminen perustuu eurokoodien mukaiseen suunnitteluun, CE-merkittyihin rakennusmateriaaleihin ja tiukasti valvottuun laadunvarmistusprosessiin. Kuva heijastaa Suomen rakennusalan korkeaa teknistä tasoa, standardoitua toteutusta ja viranomaisvalvonnan merkitystä turvallisen rakentamisen varmistamisessa (Unsplash/@matsbetter, 2024).

3 Rakennetekniset eroavaisuudet

Rakenteiden suunnittelu perustuu kuormien, materiaalien ja ympäristöolosuhteiden yhteisvaikutusten ymmärtämiseen. Keniassa nämä tekijät eroavat merkittävästi eurooppalaisista olosuhteista. Maan sijainti päiväntasaajalla, vaihteleva maaperä sekä ajoittaiset seismiset vaikutukset tuottavat erityisiä suunnitteluvaihtimuksia, joita paikallisissa määräyksissä ei aina huomioida riittävästi (UN-Habitat, 2022; Kenya Building Code, 2024).

Eurokoodien mukaisessa suunnittelussa rakenteet mitoitetaan todennäköisyyspohjaisesti käyttäen turvallisuuskertoimia ja raja-arvomenetelmää, jolla varmistetaan sekä käyttö- että murtorajatilan kestävyys (CEN, 2002–2007). Tämä tarkoittaa, että jokaiselle kuormitustyypille ja materiaalille määritellään osavarmuuskerroin, joka ottaa huomioon sekä kuormien vaihtelut että mahdolliset laskennalliset epävarmuudet. Näin saavutetaan yhtenäinen turvallisuustaso eri rakennustyypeissä ja ilmastoissa.

Keniassa käytössä olevat menetelmät ovat edelleen yksinkertaistettuja. Kuormitukset arvioidaan usein kokemukseen, paikallisiin tapoihin tai vanhoihin brittiläisiin suunnittelustandardeihin perustuen, mikä johtaa turvallisuustason vaihteluihin eri rakennuksissa ja alueilla (Kibue & Gichuhi, 2022). Seurauksena rakennusten mitoituksessa ei aina oteta huomioon kaikkia kuormitustekijöitä, kuten tuulta, seismisiä vaikutuksia tai lämpöliikkeitä, vaikka ne ovat paikallisesti merkittäviä erityisesti Nairobissa ja Rift Valleyn alueella.

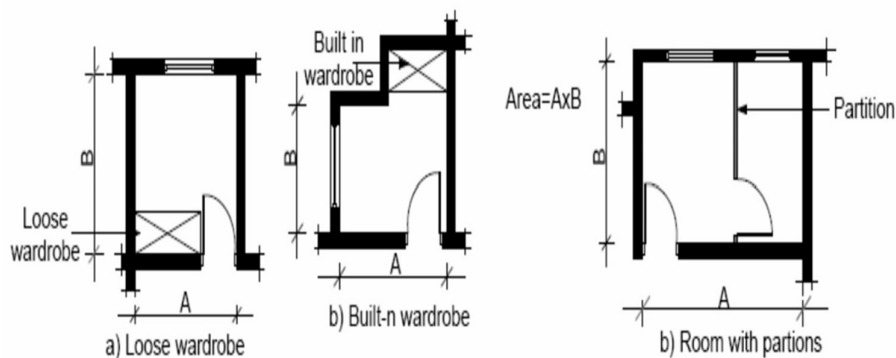
Viime vuosina Keniassa on kuitenkin havaittavissa selkeää kehitystä kohti tarkempia ja yhtenäisempiä mitoitusperiaatteita. Uusimman Building Coden (2024) mukaan suurissa rakennushankkeissa tulee käyttää laskennallisia menetelmiä, ja suunnittelijoiden on dokumentoitava materiaalien ominaisuudet sekä kuormitusyhdistelmät. Tämä kehitys on askel kohti kansainvälisesti vertailukelpoista suunnittelua, jossa eurokoodien periaatteet voivat toimia ohjeellisena mallina.

3.1 Kuormat ja rakenneratkaisut

Rakennusten suunnittelussa kuormien tunteminen on perusta kaikelle mitoitukselle ja turvallisuudelle. Kuormat määrittävät, kuinka paljon painoa, rasiusta ja voimia rakenteet joutuvat kantamaan elinkaarensa aikana. Keniassa kuormitusolosuhteet poikkeavat Euroopan maista ilmaston ja rakennusmateriaalien vuoksi. Esimerkiksi lumi- ja jääkuormat eivät ole merkityksellisiä, kun taas tuuli- ja lämpökuormat sekä ajoittaiset seismiset vaikutukset ovat huomattavia (Kenya Building Code, 2024).

Rakenteiden kuormat jaetaan tavallisesti kolmeen pääryhmään:

- Pysyvät kuormat (dead loads) rakenteiden oma paino, väliseinät ja pintarakenteet.
- Muuttuvat kuormat (live loads) käytöstä aiheutuvat kuormat, kuten ihmiset, kalusteet ja varastointi.
- Erityiskuormat (special loads) harvinaisemmat vaikutukset, kuten maanjäristykset, törmäykset tai räjähdykset (CEN, 2002–2007).



Kuva 10. Lattian pinta-alan mittaaminen eri huoneratkaisuissa Kenya Building Code 2024 -määräysten mukaisesti. Kuvassa esitetään pinta-alan laskenta vapaasti sijoitetun ja kiinteän vaatekaapin sekä väliseinillä jaettujen tilojen tapauksissa (Kenya Building Code, 2024).

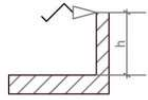
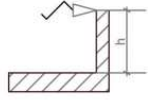
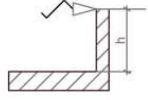
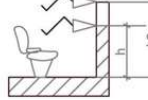
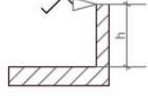
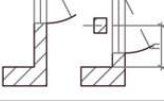
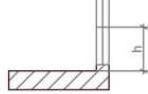


Kuva 11. Rakenteiden väliaikainen tuenta ja muottirakenne asuinrakennustyömaalla Keniassa. Kuvassa näkyy puinen teline- ja muottijärjestelmä, joka siirtää kuormia väliaikaisesti ennen betonin kovettumista. Tällaiset ratkaisut ovat yleisiä, mutta niiden jäykkyys ja turvallisuus vaihtelevat huomattavasti (Urban Glow Real Estate Ltd, 2025). Kuva on otettu Urbanglow-projektin Finsbury Heights -työmaalla Nairobissa

Keniassa käytetään edelleen pitkälti brittiläisperäisiä mitoitusperiaatteita, mutta vuonna 2024 julkaistussa Kenya Building Code -uudistuksessa on pyritty tuomaan mukaan kansainvälisiä laskentamenetelmiä, jotka lähestyvät eurokoodien raja-arvomenetelmää. Uudistuksen tavoitteena on ollut parantaa rakenteiden turvallisuustasoa ja vähentää rakennusonnettomuuksia, joita on esiintynyt erityisesti nopeasti kasvavilla kaupunkialueilla, kuten Nairobissa ja Kisumussa (World Bank, 2023).

Rakenteiden suunnittelussa tärkeää on kuormien yhdistely eri tilanteissa. Eurokoodien mukaisesti mitoitus perustuu todennäköisyyspohjaiseen laskentaan, jossa huomioidaan eri kuormien samanaikainen vaikutus. Keniassa tätä lähestymistapaa ei sovelleta järjestelmällisesti, vaan suunnittelijat arvioivat kokonaiskuormituksia usein kokemukseen perustuen. Tämä aiheuttaa vaihtelua turvallisuustasossa erityisesti pienemmissä asuinrakennuksissa Kenya Building Research Centre, 2023.

Kenya Building Code (2024) määrittelee tarkemmin käyttökuormien vähimmäisarvot eri rakennustyypeille. Taulukossa (kuva 12) esitetään esimerkkejä kaiteiden ja lattian reunojen mitoituskuormista ja korkeuksista. Näitä arvoja sovelletaan rakennuksen käyttötarkoituksen mukaan, ja ne ovat tärkeitä erityisesti asuinrakennusten ja julkisten rakennusten turvallisuuden kannalta.

Building Category and Location		Strength.	Height.(h)	
Single family dwellings	Stairs , landings , ramps , edges of roof	0.36KN / m.	900mm. for all elements	
	External balconies and edges of roof	0.74KN / m.	1100mm.	
Factories & Ware Houses (light traffic).	Stairs , ramps.	0.36KN / m.	900mm.	
	Landings and edges of floor.	0.36KN / m.	1100mm.	
Residential, Institutional Educational, Office and Public Buildings	All locations.	0.74KN / m.	900mm. for flights other wise 1100mm.	
Assembly	530mm.in front of fixed seating.	Refer to BS 6399 Part 1.	800mm.(h1)	
	All other locations.		900mm. for flights elsewhere 1100mm.(h2)	
Retail	All locations.	1.5KN / m.	900mm. for flights other wise 1100mm.	
All buildings	At opening windows except roof windows in loft extensions , see approved document B1, Diagramm 4.		800mm.	
	At glazing to changes of level	To Provide containment	below 800mm.	

Kuva 12. Kaiteiden ja lattian reunojen mitoitus eri rakennustyypeissä (Kenya Building Code, 2024).

Taulukossa esitetään eri rakennustyyppien kaiteiden mitoituskuormat (kN/m) ja korkeudet (mm). Arvot perustuvat rakenteiden käyttötarkoitukseen ja turvallisuusvaatimukseen (Kenya Building Code, 2024).

Käytännössä tämä tarkoittaa, että esimerkiksi asuinrakennuksissa kaiteen mitoituskuormaksi suositellaan vähintään 0,36 kN/m ja korkeudeksi 900 mm, kun taas kouluissa ja teollisuusrakennuksissa arvo voi olla 1,0–1,5 kN/m. Arvot ovat linjassa eurokoodien EN 1991-1-1:n mukaisten suositusten kanssa, joten käyttökuormat määritetään rakennuksen toiminnan ja riskitason perusteella (Kenya Building Code, 2024; CEN, 2002).

Keniassa erityistä huomiota kiinnittää tuulikuormien ja lämpötilavaihteluiden vaikutuksiin, koska ne aiheuttavat merkittäviä jännityksiä erityisesti kevytrakenteisissä rakennuksissa. Eurokoodien mukainen mitoitustuulennopeus Etelä-Suomen olosuhteissa on noin 21 m/s, kun taas Nairobissa mitoitusarvo on 28–32 m/s (UN-Habitat, 2022). Vaikka rakenteet ovat usein kevyempiä, ne altistuvat suuremmille tuulivoimille, mikä tulisi ottaa huomioon suunnittelussa (Kenya Meteorological Department, 2023).

Kenian nykyisissä rakennuksissa esiintyy ongelmia rakenteiden jäykkyydessä ja kuormien siirtymisessä perustuksiin. Joissain rakennuksissa kuormat jakautuvat epätasaisesti, mikä voi johtaa halkeamiin ja kantavien rakenteiden heikkenemiseen. Eurokoodien mukainen raja-arvomenetelmä ja tarkempi kuormien yhdistely auttaisivat tasapainottamaan kuormituksia ja pidentäisivät rakennusten käyttöikä (National Construction Authority, 2023).

Kuormien tarkempi määrittely ja mitoituseriaatteiden yhtenäistäminen ovat keskeisiä askelia kohti turvallisempaa ja laadukkaampaa asuinrakentamista Keniassa. Uudistettu Building Code (2024) on hyvä alku, mutta sen tehokas soveltaminen edellyttää koulutusta ja viranomaisten valvonnan vahvistamista (Kenya Real Estate Landscape, 2024).



Kuva 13. Korkeiden rakennusten rakenteellinen toteutus ja kuormitusten hallinta suuressa rakennushankkeessa. Kuvassa näkyy eri rakennusvaiheissa olevia runkorakenteita ja nostureita, jotka korostavat suunnittelun ja mitoitusperiaatteiden yhtenäistämisen merkitystä turvallisessa rakentamisessa (Kenya Real Estate Landscape, 2024).

3.2 Perustukset ja geotekniikka

Perustusten suunnittelu on yksi tärkeimmistä vaiheista rakennushankkeessa, sillä se määrittää rakenteen pitkäaikaisen kestävyuden ja turvallisuuden. Keniassa geotekniset olosuhteet vaihtelevat huomattavasti eri alueilla, mikä tekee koko maata koskevien perustusten mitoituksesta haastavaa. Nairobissa maaperä koostuu pääosin vulkaanisesta tuffista ja savikerroksista, jotka ovat tiivistyviä ja alttiita painumille. Rift Valleyn alueella esiintyy halkeilevia savimaita ja laavaperäisiä kiviaineksia, kun taas rannikkoalueilla maaperä on hiekkainen ja osin korallikalkkia sisältävä (UN-Habitat, 2022; Kenya Building Code, 2024).

Perinteisesti Keniassa on käytetty pääasiassa maanvaraisia perustuksia, kuten jatkuvia anturoita ja yksittäisiä pilarianturoita, erityisesti matalissa asuinrakennuksissa. Kyseiset ratkaisut ovat kustannustehokkaita ja soveltuvat hyvin kantaville maille. Ongelmia syntyy kuitenkin alueilla, joissa maaperä on heikkoa tai kosteuspiitoisuus vaihtelee voimakkaasti. Esimerkiksi monilla Nairobien asuinalueilla maaperän kantavuus voi vaihdella samallakin tontilla, mikä altistaa rakennukset epätasaisille painumille (Kibue & Gichuhi, 2022).

Eurokoodin EN 1997-1 (Geotechnical Design – Part 1: General rules) mukaisesti perustusten mitoituksessa on tehtävä kattavat maaperätutkimukset ennen rakennustöiden aloittamista. Tutkimuksiin sisältyy kenttäkairauksia, koekuormituksia ja laboratoriotestejä, joiden avulla määritetään maaperän kantavuus, leikkauslujuus ja puristuvuus (CEN, 2002–2007). Keniassa vastaavat tutkimukset tehdään usein suppeasti tai jätetään kokonaan tekemättä kustannussyistä, mikä voi johtaa virheellisiin mitoituksiin ja rakenteiden vaurioihin (Kenya Building Code, 2024).

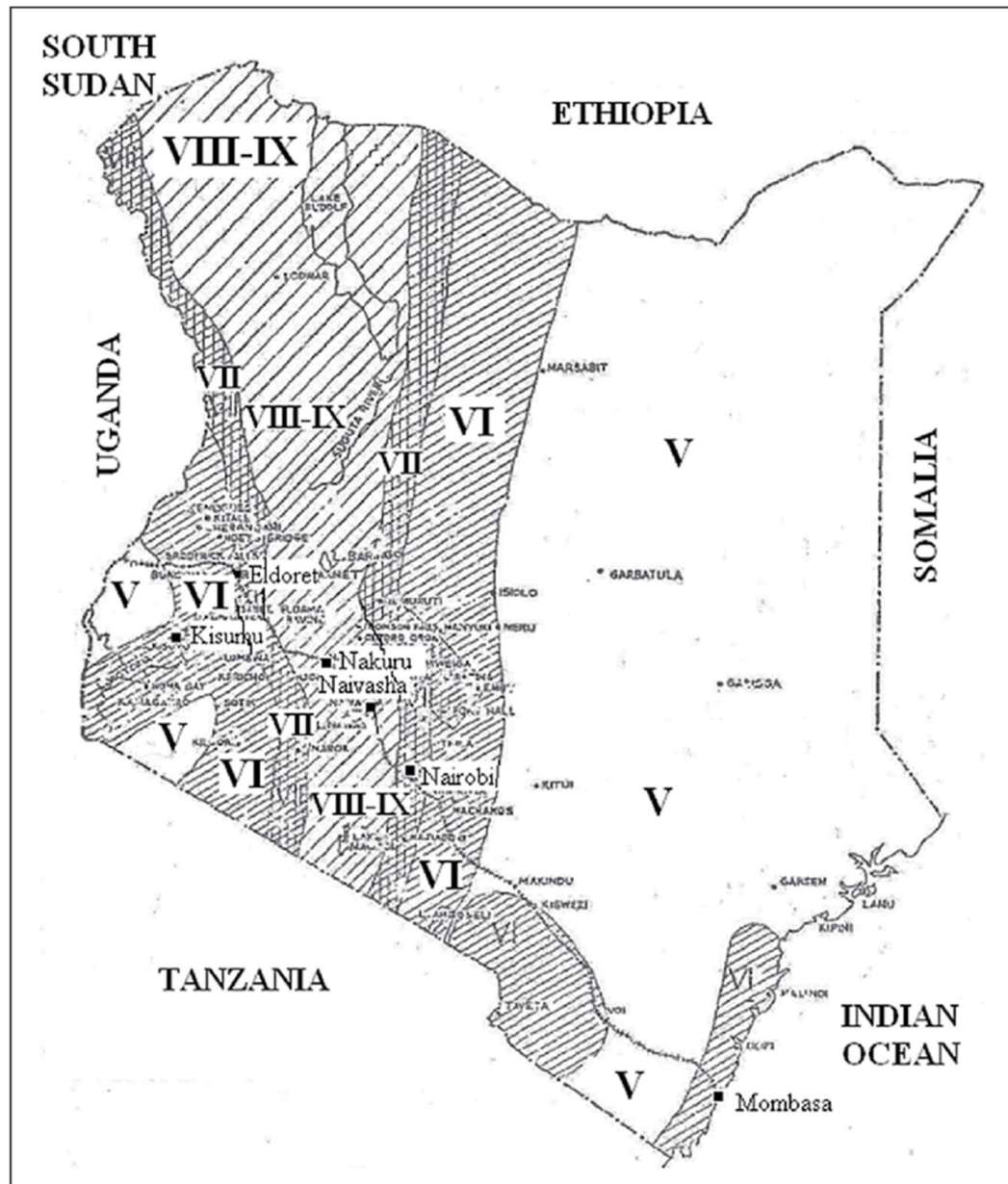


Kuva 14. Geotekninen tutkimus työmaalla Nairobissa. Kuvassa näkyy maaperäkairauslaite, jota käytetään maaperän kantavuuden ja kerrosrakenteen selvittämiseen ennen rakennuksen perustusten suunnittelua. Kairaukset ovat keskeinen osa eurokoodien mukaista geoteknistä suunnittelua (Minerock Geoconsultants Ltd, 2024).

Vuoden 2024 Building Code on tuonut merkittävän uudistuksen geotekniseen suunnitteluun: sen mukaan kaikissa yli kolmikerroksisissa rakennuksissa sekä projekteissa, joissa maaperäolosuhteet ovat epävarmat, on tehtävä virallinen geotekninen tutkimus. Tutkimustulokset on toimitettava rakennusvalvontaviranomaiselle osana lupaprosessia (Kenya Building Code, 2024). Tämä muutos vahvistaa turvallisuutta ja lisää vastuullisuutta suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden välillä.

Käytännön työmailla yleisin ongelma liittyy siihen, että suunnitellut perustukset eivät aina vastaa maaperän todellista käyttäytymistä. Paalutusta käytetään vain suurissa hankkeissa, koska se nostaa rakennuskustannuksia. Paalujen mitoitus perustuu usein kokemukseen eikä laskennallisiin menetelmiin, mikä lisää epävarmuutta (Kibue & Gichuhi, 2022). Joissain tapauksissa käytetään myös paikallisia ratkaisuja, kuten kiviperustuksia tai laajennettuja anturoita, jotka soveltuvat paremmin epävakaaalle maalle mutta vaativat jatkuvaa seuranta.

Eurokoodien periaatteiden soveltaminen voisi merkittävästi parantaa Kenian perustusten luotettavuutta ja pidentää rakennusten käyttöikää. Esimerkiksi raja-arvomenetelmän käyttöönotto, jossa varmuuskertoimet otetaan huomioon maaperän ominaisuuksien ja kuormitusten vaihtelussa, vähentäisi painuma- ja sortumariskiiä (CEN, 2002–2007). Samalla se loisi edellytykset yhtenäiselle kansalliselle ohjeistukselle, joka tukisi koulutusta ja suunnittelun laadunvalvontaa.



Kuva 15. Maanjärstysvyöhykkeet Keniassa.

Maanjärstysvyöhykkeet Keniassa MMI-asteikolla. Rakentamisen kannalta seismisesti aktiivisia alueita ovat erityisesti Rift Valley ja sen ympäristö (Kenya Building Code, 2024).

3.3 Rakennusmateriaalit

Rakennusmateriaalien ja eristeiden valinta vaikuttaa merkittävästi rakennusten energiankulutukseen, sisäilman laatuun ja asumismukavuuteen. Keniassa materiaalien saatavuus, kustannukset ja laatu vaihtelevat huomattavasti eri alueille, mikä vaikuttaa suoraan rakennusten lämpö- ja äänitekniisiin ominaisuuksiin (UN-Habitat, 2022). Perinteisesti Keniassa on käytetty paikallisia materiaaleja, kuten poltettua savitiiltä, luonnonkiveä, bambua ja puuta. Viime vuosina myös sementtilohkot ja betonielementit ovat yleistyneet kaupungeissa niiden kestävyiden ja helpon saatavuuden vuoksi (Kibue & Gichuhi, 2022).

Kenian ilmasto asettaa erityisiä vaatimuksia lämpöeristykselle. Lämpötilaerot vuorokauden aikana voivat olla suuria etenkin ylänköalueilla, kuten Nairobissa, jossa päivälämpötila on keskimäärin 25 °C ja yölämpötila voi laskea jopa 12 °C:een. Koska ilmasto on pääosin lämmin, lämmöneristyksen tavoitteena ei ole lämmön säilyttäminen vaan liiallisen lämpökuorman hallinta ja jäähdystarpeen vähentäminen. Se edellyttää rakennusmateriaaleilta suurta lämpökapasiteettia ja hyvää lämmönjohtavuuden hallintaa (Ministry of Energy Kenya, 2022).



Kuva 16. Perinteinen savitiilirakentaminen työmaalla Nairobissa. Kuvassa näkyy paikallisesti valmistettuja poltettuja savitiiliä, joita käytetään rakennusten runkomateriaalina. Tällaiset rakenteet toimivat luonnollisina lämpövarastoina ja auttavat tasaamaan päivän ja yön lämpötilaeroja (UN-Habitat, 2022).



Kuva 17. Nykyaikainen tiilitalo Kenian ylänköalueella. Rakennuksessa on käytetty poltettuja savitiiliä yhdistettynä nykyaikaiseen betonirunkoon ja vaaleisiin pintoihin, jotka vähentävät lämpökuormaa ja parantavat energiatehokkuutta (Carbn Studio, 2021).

Käytännössä suurin osa Kenian asuinrakennuksista ei sisällä varsinaisia lämmöneristeitä. Seinät ja katot rakennetaan yleensä massiivisesta tiilestä tai betonista, jotka toimivat luonnollisina lämpövarastoina. Tällaiset rakenteet hidastavat lämmön siirtymistä, mutta ne eivät estä lämpötilavaihteluita kokonaan. Eurokoodien mukaisesti lämmönläpäisykerroin eli U-arvo määrittää, kuinka paljon lämpöä siirtyy rakenteen läpi pinta-alaa ja lämpötilaeroa kohden (CEN, 2002–2007). Tyypillisesti energiatehokkaassa rakennuksessa U-arvon tulisi olla alle $0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$. Keniassa tämä arvo on monissa rakennuksissa $0,8\text{--}1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$, mikä kertoo eristyksen puutteesta (Kenya Building Code, 2024).



Kuva 18. Tyypillinen kenialainen betonirakenteinen asuinrakennus, jossa ei ole erillistä lämmöneristystä. Rakennus hyödyntää massiivisia betonirakenteita lämpökapasiteetin parantamiseksi (YouTube / Kenyan Construction Channel, 2024).

Katot ovat tärkeä osa lämpö- ja kosteusteknistä suunnittelua, sillä auringonsäteily kohdistuu niihin suoraan suurimman osan päivästä. Perinteisesti käytetään aaltopelti- tai betonikattoja, joihin lisätään eristekerros vain harvoin. Uudessa Building Code (2024) suositellaan käyttämään heijastavia kattomateriaaleja ja vaaleita pintoja, jotka vähentävät lämpökuormaa. Lisäksi kattorakenteissa tulisi käyttää vähintään 50 mm:n paksuista lämpöeristettä, kuten mineraalivillaa tai polyuretaanivaahtoa, etenkin suurissa rakennuksissa ja toimistotaloissa.



Kuva 19. Keniassa käytettyjä kattorakenteita ja lämpöeristeratkaisuja. Yleinen ratkaisu on kivisirotepintainen aaltopeltikatto, joka heijastaa auringonsäteilyä ja kestää hyvin kuumaa ilmastoa. Lisäksi kattorakenteissa suositellaan käytettäväksi heijastavia eristemateriaaleja, kuten folio- tai polyuretaanipohjaisia eristeitä, jotka vähentävät lämpökuormaa ja parantavat sisätilojen lämpöviihtyvyyttä (San-gobuild Roofing Materials Kenya, 2024; Insulation Materials Kenya, 2024).

Ääneneristyksen osalta Kenian rakennuskanta on vaihtelevaa. Tiilestä ja betonista rakennetut massiiviseinät tarjoavat hyvän ilmaaneneristyksen, mutta monissa halvemmissä asuinrakennuksissa käytetään ohuita seinärakenteita, kuten sementtilohkoja tai kevyitä metallilevyjä. Näiden ääneneristävyys on heikko, mikä heikentää asumismukavuutta tiheästi asutuilla alueilla (Kibue & Gichuhi, 2022). Eurokoodien mukaisesti ääneneristys tulisi määritellä standardin EN 12354 perusteella, jossa huomioidaan sekä ilma- että runkoäänien siirtyminen.

Viime vuosina Keniassa on alkanut kehittyä markkinoita energiatehokkaille ja ympäristöystävällisille eristemateriaaleille. Esimerkiksi maatalousperäiset tuotteet, kuten kookoskuitu, sokeriruokojäte ja riisinkuori, on otettu kokeiluun luonnollisina eristeinä, joilla voidaan parantaa lämpöominaisuuksia ja vähentää rakennusjätettä (UN-Habitat, 2022). Nämä materiaalit sopivat erityisen hyvin matalaenergiarakentamiseen, joka on kasvava trendi kaupungeissa.

Materiaalien ja eristeiden kehittäminen on tärkeä osa kestävästä rakentamisesta Keniassa. Vaikka lämmöneristyksen tarve ei ole yhtä suuri kuin kylmemmissä maissa, energiatehokkuuden ja asumismukavuuden parantaminen edellyttää nykyaikaisten eristemateriaalien käyttöönottoa sekä eurokoodien mukaisten laskentamenetelmien hyödyntämistä. Näiden avulla voitaisiin parantaa rakennusten sisäolosuhteita, vähentää energiankulutusta ja samalla lisätä rakennusten käyttöikää erityisesti nopeasti kasvavilla kaupunkialueilla.



Kuva 20. Kevyt metallilevyseinäinen asuinrakennus Keniassa esimerkki ohutseinärakenteesta, jonka ääneneristävyys on heikko (TUKO.co.ke 2023).



Kuva 21. Massiivinen betoniharkko-/lohkoseinä Keniassa tiili- ja betonirakenteinen seinä tarjoaa huomattavasti paremman ilmaääneneristyksen (BFT International, "TwistBlock" Kenya 2024).



Kuva 22. Luontoperäinen eristemateriaali (kookoskuitu) edustaa Keniassa kehittyvää markkinaa ympäristöystävällisille eristeille (COCO Hitech, 2024).

3.4 Energiatehokkuus ja aurinkoenergia

Energiatehokkuus on yhä tärkeämpi osa kestävästä rakentamisesta myös Keniassa, jossa rakennussektorin energiankulutus kasvaa nopeasti kaupungistumisen ja väestönkasvun myötä. Rakennusten osuus koko maan energiankulutuksesta on arviolta noin 30 %, ja suurin osa tästä kuluu jäähdytykseen, valaistukseen ja veden lämmitykseen (Ministry of Energy Kenya, 2022). Energiatehokkuuden parantaminen on siksi keskeinen keino vähentää kustannuksia ja hiilidioksidipäästöjä.

Keniassa energiatehokkuuden haasteet liittyvät pääasiassa siihen, että rakennusten suunnittelussa ei useinkaan huomioida riittävästi auringon säteilyä, ilmastovirtausten ja materiaalien lämpöominaisuuksien yhteisvaikutusta. Monet rakennukset suunnitellaan ilman selkeää energiatehokkuusstrategiaa, ja jäähdytys perustuu pääasiassa sähköllä toimiviin tuulettimiin tai ilmastointilaitteisiin, mikä lisää energiankulutusta. Uudessa Building Code (2024) on kuitenkin otettu ensimmäistä kertaa mukaan energiatehokkuutta koskevia ohjeita, kuten vaatimukset aurinkoenergian hyödyntämisestä ja luonnollisen ilmanvaihdon edistämisestä.

Aurinkoenergia on Keniassa merkittävä, mutta osittain vielä hyödyntämätön voimavara. Maan sijainti päiväntasaajalla takaa keskimäärin 5–7 tuntia voimakasta auringonpaistetta päivässä, mikä tekee aurinkopaneelien käytöstä erityisen kannattavaa (UN-Habitat, 2022). Aurinkosähköjärjestelmien käyttöönotto on lisääntynyt nopeasti erityisesti uusissa asuinrakennuksissa ja maaseudulla, jossa sähköverkkoon liittäminen on kallista. Hallituksen National Energy Efficiency and Conservation Strategy (2022) asettaa tavoitteeksi, että vuoteen 2030 mennessä vähintään 50 % uusista asuinrakennuksista käyttäisi aurinkoenergiaa joko sähkön tuotantoon tai veden lämmitykseen.



Kuva 23. Aurinkopaneeleilla varustettu asuinrakennus Keniassa. Aurinkoenergian hyödyntäminen on keskeinen osa energiatehokasta rakentamista ja kestäväää kaupunkikehitystä, erityisesti uusilla asuinalueilla kuten Tatu City ja Konza Technopolis (Jesaton Solar Kenya, 2024; Voltmatic Energy Solutions, 2024).

Energiatehokkaassa suunnittelussa huomioidaan myös rakennusten suuntaus, ikkunoiden sijoittelu ja varjostusratkaisut. Kenian ilmasto-olosuhteissa on edullista suunnata rakennukset siten, että ne minimoivat suoran auringonpaisteen sisätiloihin erityisesti iltapäivisin. Pitkät räystäät, parvekkeet ja kasvillisuus toimivat luonnollisina varjostimina, jotka vähentävät jäähdytystarvetta ilman lisärakenteita. Samalla hyvä poikkituuletus ja riittävä huonekorkeus auttavat poistamaan lämpöä tehokkaasti, mikä pienentää energian kulutusta merkittävästi (Kibue & Gichuhi, 2022).

Eurokoodien näkökulmasta energiatehokkuus liittyy rakenteiden lämpö- ja kosteustekniseen toimintaan. Standardit määrittelevät laskentamenetelmät lämmönläpäisykertoimelle (U-arvo), ilmatiiviydelle ja energiatehokkuuslaskelmille, joita voidaan soveltaa myös trooppisissa olosuhteissa (CEN, 2002–2007). Jos näitä menetelmiä hyödynnettäisiin Keniassa laajemmin, voitaisiin suunnittelussa ottaa paremmin huomioon energiahäviöt ja vähentää rakennusten kokonaisenergiankulutusta.

Aurinkoenergian käyttö on myös tärkeä osa kestävästä kaupunkikehityksen strategioista. Esimerkiksi Nairobissa ja Mombasassa useat uudet asuinalueet, kuten Tatu City ja Konza Technopolis, ovat alkaneet sisällyttää aurinkosähköjärjestelmiä osaksi rakennusten perusratkaisuja. Näissä hankkeissa pyritään myös kehittämään energian varastointia ja älykkäitä sähköverkkoja, jotka parantavat energian saatavuutta ja vähentävät riippuvuutta fossiilisista polttoaineista (World Bank, 2023).

Energiatehokkuuden lisääminen edellyttää koulutusta ja asennemuutosta. Monilla alueilla aurinkoenergia mielletään yhä kalliiksi investoinniksi, vaikka sen takaisinmaksuaika on usein lyhyt. Lisäksi tarvitaan enemmän paikallista osaamista aurinkojärjestelmien asennuksessa ja ylläpidossa. Kun energiatehokkuus ja uusiutuvan energian hyödyntäminen saadaan osaksi rakennusmääräyksiä ja koulutusta, voidaan saavuttaa merkittäviä kustannussäästöjä ja edistää kestävästä kaupunkikehitystä (International Renewable Energy Agency [IRENA], 2023; UN-Habitat, 2022).



Kuva 24. Esimerkkejä energiatehokkaasta rakennussuunnittelusta Keniassa: rakennusten suuntaus, ikkunoiden sijoittelu ja varjostusratkaisut (esim. louvret eli säleikkömäiset aurinkosuojat, pitkät räystäät ja kasvillisuus) auttavat minimoimaan suoran auringonpaisteen ja vähentämään jäähdytystarvetta (Prime Aluminium Kenya, Urko Sanchez Architects, Adroit Architecture, 2024).

Energiatehokkuus ja aurinkoenergian hyödyntäminen tarjoavat Keniassa suuria mahdollisuuksia, mutta niiden täysimääräinen käyttöönotto edellyttää tiivistä yhteistyötä viranomaisten, suunnittelijoiden ja rakennusalan toimijoiden välillä. Kestävällä suunnittelulla voidaan vähentää energiankulutusta, parantaa asumismukavuutta ja tukea maan ilmastotavoitteita pitkällä aikavälillä (UN-Habitat, 2022; Ministry of Energy Kenya, 2023).

4 Kohdekohtainen tarkastelu

Tässä luvussa tarkastellaan käytännön esimerkkejä Kenian asuinrakentamisesta ja niiden suhdetta eurokoodien vaatimuksiin. Tarkastelu perustuu erityisesti Nairobissa sijaitseviin urbaanikohteisiin, kuten UrbanGlow Real Estate Ltd:n Crescent Residences -hankkeeseen, sekä muihin samankaltaisiin asuinrakennuksiin Westlandsin ja Kasaranin alueilla.

Tavoitteena on havainnollistaa, miten paikalliset olosuhteet, materiaalit ja suunnittelukäytännöt eroavat eurooppalaisista standardeista, ja miten eurokoodien soveltaminen voisi parantaa rakennusten turvallisuutta, laatua ja energiatehokkuutta.

Kohdekohtainen vertailu tuo esiin myös Kenian rakennussektorin kehitysvaiheen: vaikka modernit rakennushankkeet, kuten Crescent Residences, hyödyntävät jo osittain kansainvälisiä suunnitteluperiaatteita, rakennusvalvonta, laadunvarmistus ja energiatehokkuus eivät vielä täysin vastaa eurooppalaisia käytäntöjä.

4.1 Rakenteelliset ratkaisut ja määräysten soveltaminen

Keniaassa rakennukset toteutetaan yleisimmin paikalla valetusta teräsbetonista ja sementtilohkoista. Tyypillinen betoniluokka on C25/30, joka vastaa keskitason lujuusvaatimuksia asuinrakennuksille. Rakenteiden mitoitus perustuu Kenyan Building Coden (2024) määrittämiin yksinkertaistettuihin kuormitusarvoihin, joissa esimerkiksi tuuli- ja hyötykuormat esitetään vakioarvoina ilman korkeuden tai rakennuksen muodon vaikutuksen tarkkaa huomiointia.

Eurokoodien (EN 1990–1998) mukainen mitoitusmenetelmä eroaa tästä merkittävästi. Siinä kuormien laskenta ja yhdistely tehdään määräysten ja varmuuskertoimien avulla, jotka ottavat huomioon eri kuormitustilanteiden todennäköisyydet ja vaikutukset. Lisäksi materiaalien lujuus- ja laatuvaatimukset ovat tarkemmin määriteltyjä, ja ne edellyttävät laadunvalvontaa, kuten betonin puristuslujuuden testauksia EN 206 -standardin mukaisesti.

Käytännössä tämä tarkoittaa, että vaikka Kenian rakennuskanta perustuu samoihin periaatteisiin kuin eurooppalainen rakennesuunnittelu, mitoitusperusteet ja varmuustasot eroavat huomattavasti. Rakenteiden turvallisuustaso jää usein riippuvaiseksi työmaakohtaisesta toteutuksesta ja valvonnasta, koska sääntely ei edellytä systemaattisia testauksia tai riippumatonta tarkastusta.

Keniaassa myös seismiset vaikutukset jäävät usein huomioimatta suunnittelussa, vaikka erityisesti Rift Valleyn alueella esiintyy toisinaan maanjäristyksiä. Kenyan Building Code (2024) ei sisällä erillisiä mitoitusohjeita seismikuormille, kun taas Eurokoodi 8 (EN 1998) määrittelee yksityiskohtaisesti, miten rakennukset mitoitetaan kestäväksi sekä pysty- että vaakasuuntaisia kiihtyvyyksiä ilman vakavia vaurioita.

Näiden eroavaisuuksien vuoksi Eurokoodien käyttöönotto Keniaassa edellyttäisi kansallisten liitteiden laatimista, joissa määritellään paikalliset tuuli-, lumi- ja seismikuormien arvot sekä materiaalien ominaisuudet. Tämä mahdollistaisi eurooppalaisten mitoitusperiaatteiden soveltamisen Kenian ilmasto- ja maaperäolosuhteisiin ilman, että rakentamisen kustannukset nousisivat merkittävästi.

Taulukko 1. Rakenteellisten ominaisuuksien vertailu eurokoodien ja Kenya Building Coden välillä.

Ominaisuus	Kenya Building Code (2024)	Eurokoodit (EN 1990–1998)
Betoniluokka	C20/25–C25/30	C30/37 tai korkeampi
Tuulikuorman arvio	0.5–0.6 kN/m ² (vakioarvo)	0.8–0.9 kN/m ² (rakennuskorkeus huomioitu)
Seismikuormat	Ei mitoitusohjeita	EN 1998 mukainen laskenta
Rauditusmäärä	70–80 kg/m ³	100–110 kg/m ³
Laadunvalvonta	Satunnainen	EN 206 mukainen testausohjelma



Kuva 25. Raudoitustyötä rakennustyömaalla Nairobissa.

Työntekijät sitovat käsin betonipilarin raudoituksia ennen muottien asentamista. Työ tehdään ilman mekaanisia apuvälineitä, mikä kuvastaa paikallisen rakennusalan käsityövaltaisuutta ja materiaalien saatavuuteen liittyviä haasteita (UrbanGlow Real Estate Ltd, 2025).

4.2 Energiatehokkuus ja suunnitteluratkaisut

UrbanGlow Crescent Residences edustaa modernia urbaania asuinkerrostaloa, jossa on lasipintaisia julkisivuja ja betonirunko. Rakennuksissa ei yleensä käytetä eristemateriaaleja, mutta rakenteiden massiivisuus tasaa lämpötilavaihteluita ja tarjoaa luonnollista lämpövarastointia.

Eurokoodien periaatteita soveltamalla voidaan parantaa rakennusten energiatehokkuutta myös Kenian olosuhteissa. Erityisesti varjostusratkaisut, rakennusten suuntaus ja aurinkoenergian hyödyntäminen ovat keskeisiä keinoja, joilla voidaan vähentää jäähdytystarvetta ja parantaa sisäilman laatua.



Kuva 26. Moderni asuinkerrostalo Nairobissa, jossa yhdistyvät lasipintainen julkisivu, vaaleat pinnat ja massiivinen betonirunko. Rakenteen muotoilu ja materiaalivalinnat auttavat vähentämään lämpökuormaa ja parantamaan sisätilojen energiatehokkuutta (Vaal Real Estate / Westlands Residences, 2024).

4.3 Turvallisuus ja rakennusvalvonta

Rakennusturvallisuus nousi useissa lähteissä ja keskusteluissa esiin yhtenä Kenian rakennussektorin suurimmista haasteista. Vaikka Kenya Building Code (2024) on tuonut parannuksia esimerkiksi rakenteellisten laskelmien ja materiaalitestauksen osalta, käytännön valvonta ei vielä toimi riittävän järjestelmällisesti. Työmaiden turvallisuus jää usein urakoitsijan tai työnjohdon vastuulle, sillä viranomaisten tarkastuksia tehdään harvoin (National Construction Authority, 2023).

Kenttävierailun aikana huomasin, että työmaiden turvallisuuskäytännöissä oli suuria eroja. Joissain kohteissa työntekijöillä oli asianmukaiset suojavarusteet, mutta toisissa niitä ei käytetty lainkaan. Monilla työmailla telineet oli rakennettu bambusta tai puusta ilman virallista hyväksyntää, mikä lisäsi onnettomuusriskiä erityisesti korkeissa rakennuksissa.

Vuonna 2022 Nairobissa tapahtunut Kasaranin rakennusromahdus toi esiin valvonnan ja laadunvarmistuksen puutteet. Romahduksessa useita ihmisiä menehtyi, ja se toimi herätyksenä viranomaisille. Tämän jälkeen National Construction Authority on edellyttänyt suurilta rakennuttajilta turvallisuussuunnitelmia ja materiaalien alkuperätodistuksia, mutta käytännön valvonta on edelleen epätasaista eri alueilla (World Bank, 2023).

Keniassa rakennusvalvonta on hajanaista ja riippuu pitkälti paikallisista viranomaisista. Tarkastukset tehdään useimmiten vain rakennusluvan myöntämisen ja rakennuksen valmistumisen yhteydessä, jolloin työn aikaiset virheet jäävät helposti huomaamatta. Tämä eroaa selvästi eurooppalaisesta käytännöstä, jossa valvonta etenee vaiheittain ja jokainen rakenneosia tarkastetaan ennen seuraavaa työvaihetta (Rakentamislaki 751/2023; Ympäristöministeriö, 2023).

Eurokoodien mukainen laadunvarmistusjärjestelmä voisi tuoda tähän selkeyttä ja johdonmukaisuutta. Standardien mukaan jokaisessa hankkeessa tulisi olla tarkastussuunnitelma, jossa määritellään vastuut, testausraportit ja materiaalitodistukset (EN 1990; EN 206). Jos vastaava käytäntö otettaisiin käyttöön Keniassa, se lisäisi työn läpinäkyvyyttä ja helpottaisi viranomaisvalvontaa.

Turvallisuuskulttuurin vahvistaminen edellyttää koulutusta ja asennemuutosta. Rakennusalan koulutusohjelmiin tulisi sisällyttää työturvallisuuden ja laadunvarmistuksen käytännön periaatteet, ja viranomaisten sekä yksityisen sektorin välistä yhteistyötä olisi tiivistettävä, jotta valvonta olisi yhtenäisempää koko maassa.

4.4 Kenian rakentamisolosuhteet

Nairobi sijaitsee Itä-Afrikan ylängöllä noin 1 795 metrin korkeudessa merenpinnasta. Sijainti päiväntasaajan läheisyydessä tekee ilmastosta leudon, ja auringsäteily samoin kuin tuuliolosuhteet vaikuttavat merkittävästi rakennusten rakenteellisiin ja energiateknisiin ratkaisuihin. Keskimääräinen vuotuinen lämpötila vaihtelee 15–25 °C välillä, tuulen keskinopeus on 3–6 m/s. Rakennusten suunnittelussa on kuitenkin otettava huomioon ajoittaiset voimakkaat tuulenpuuskat, jotka voivat ylittää 20 m/s etenkin avonaisilla alueilla ja korkeissa rakennuksissa (Kenya Meteorological Department, 2023).

Tuulikuormat aiheuttavat erityisiä haasteita korkeissa asuinrakennuksissa, joita Nairobissa rakennetaan yhä enemmän kaupungistumisen myötä. Useissa tapauksissa tuulen vaikutus jää vähälle huomiolle, sillä Kenya Building Code (2024) määrittää tuulikuormille vain yksinkertaistetut laskentakaavat. Tämä voi johtaa aliarvioituihin mitoitusarvoihin erityisesti betonirakenteissa ja kevyissä kattorakenteissa. Eurokoodien mukainen tuulikuorman laskenta (EN 1991-1-4) antaa tarkempia tuloksia, koska siinä huomioidaan rakennuksen korkeus, sijainti ja aerodynaaminen muoto (CEN, 2002–2007).

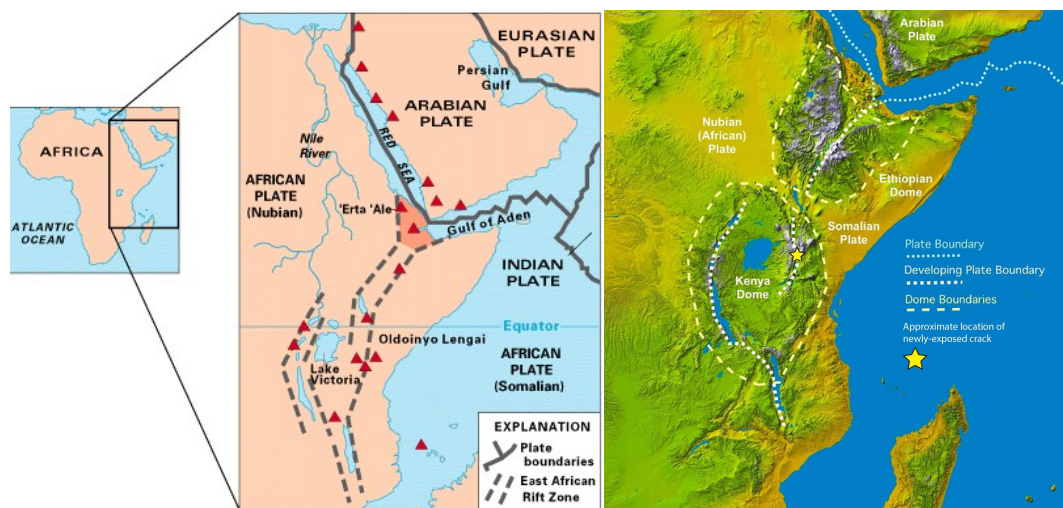


Kuva 27. Nairobien kaupunkimaisema kuvattuna Itä-Afrikan ylängöltä. Tiivis ja nopeasti kasvava rakennuskanta altistuu voimakkaalle auringonsäteilylle ja vaihteleville tuuliolosuhteille, mikä korostaa rakenteiden huolellisen suunnittelun merkitystä erityisesti korkeissa rakennuksissa. Ilmastolliset olosuhteet vaikuttavat merkittävästi alueen tuuli- ja lämpötekniisiin ratkaisuihin (UN-Habitat Kenya, 2024).

Seismisyys on toinen merkittävä tekijä Kenian rakennesuunnittelussa. Vaikka Kenia ei sijaitse suoraan suurten mannerlaattojen rajalla, Rift Valleyn alueella tapahtuu toisinaan maanjäristyksiä, jotka voivat aiheuttaa rakenteellisia vaurioita. Seismisiä vaikutuksia ei aina huomioida riittävästi paikallisessa suunnittelussa, sillä rakennusmääräykset eivät sisällä yksityiskohtaisia ohjeita dynaamisesta mitoituksista. Eurokoodin EN 1998 mukaan rakennukset tulisi mitoittaa siten, että ne kestävät sekä pysty- että vaakasuuntaisia kiihtyvyyksiä ilman vakavia vaurioita. Tämä on erityisen tärkeää monikerroksisissa rakennuksissa, joissa dynaamiset vaikutukset voivat korostua (UN-Habitat, 2022).

Talousnäkökulmasta energiatehokkuus ja turvallisuusrakentaminen ovat edelleen haasteita. Rakennusmateriaalien hinnat ovat nousseet viime vuosina jopa 30 %, mikä on johtanut rakennuttajat säästämään esimerkiksi raudoituksessa ja betonin laadussa (World Bank, 2023). Samalla investoinnit aurinkoenergiaan ja eristemateriaaleihin koetaan kalliina, vaikka ne pitkällä aikavälillä alentavat käyttökustannuksia. Rakennuttajien on usein tasapainoitava kustannusten ja laadun välillä, mikä korostaa tarvetta selkeille ja kansainvälisesti vertailukelpoisille suunnitteluohjeille (Mohamud, 2025).

Nairobiissa yhdistyvät siis useat tekijät ilmasto, seismisyys ja talous, jotka vaikuttavat ratkaisevasti siihen, miten rakennukset tulisi suunnitella ja toteuttaa. Eurokoodien mukaiset periaatteet tarjoavat mahdollisuuden nostaa rakennusten laatua ja turvallisuutta ilman merkittäviä lisäkustannuksia, jos ne sovitetaan paikallisiin olosuhteisiin ja materiaaleihin.



Kuva 28. Rift Valleyn alue Itä-Afrikassa. Maanjäristykset keskittyvät alueelle, joka ulottuu Kenian halki pohjois-eteläsuunnassa. Vaikka Kenia ei sijaitse suoraan mannerlaattojen rajalla, alueen tektoninen liike voi aiheuttaa paikallisia seismisiä tapahtumia, jotka on huomioitava erityisesti monikerroksisten rakennusten mitoituksessa (Kenya Geological Survey, 2024; UN-Habitat, 2022).



Kuva 29.

Pelastustyöntekijät tutkimassa romahtaneen monikerroksisen asuinrakennuksen raunioita Kasaranin alueella Nairobissa marraskuussa 2022. Rakennus oli vielä rakenteilla, ja sen heikko rakenne johti sortumiseen. Tapaus kuvastaa rakennusvalvonnan puutteita ja turvallisuusriskien vakavuutta Keniassa, jossa suuri osa rakennuksista toteutetaan ilman riittävää viranomaisvalvontaa (Ben Curtis, The Associated Press via The Seattle Times, 2022).



Kuva 30.

Nairobín kaupunkikuva, jossa rinnakkain näkyvät modernit korkeat rakennukset ja edullisemmat asuinalueet. Kontrasti kuvastaa Kenian rakentamisen taloudellista epätasapainoa sekä tarvetta yhtenäisille suunnittelu- ja turvallisuusstandardeille (Karmod Housing Kenya, 2024).

5 Empiirinen tutkimus

Tässä luvussa esitellään opinnäytetyön empiirinen osuus, joka perustuu kenttähaastatteluihin ja havaintoihin Nairobissa, Keniassa. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten Kenya Building Code (2024) toimii käytännön rakentamisessa ja millaisia eroja ja kehitysmahdollisuuksia on verrattuna Eurokoodien (EN 1990–1998) vaatimuksiin.

Empiirinen aineisto kerättiin maaliskuussa 2025 kenttävierailun yhteydessä. Vierailun aikana tutustuin useisiin asuinrakennuskohteisiin Nairobissa ja sen ympäristössä, kuten UrbanGlow Real Estate Ltd:n Crescent Residences -hankkeeseen sekä muihin samankaltaisiin rakennuksiin Westlandsin ja Kasarain alueilla. Haastattelujen ja havaintojen avulla pyrittiin tunnistamaan, miten paikalliset rakennusolosuhteet, materiaalit ja käytännöt poikkeavat eurooppalaisista standardeista.



Kuva 31. Urban Glow Real Estate edustaa Kenian nopeasti kehittyvää rakennusala. Yritys toimii esimerkkinä siitä, miten moderni suunnittelu ja tekninen osaaminen voivat tukea kestävästä kaupunkikehityksestä Nairobissa (Urban Glow Real Estate, 2025).

5.1 Haastattelujen toteutus

Haastattelut toteutettiin paikan päällä Nairobissa maaliskuussa 2025, kenttävierailun aikana. Käytin puolistrukturoitua haastattelumenetelmää, joka mahdollisti joustavan keskustelun ja mahdollisuuden esittää tarkentavia kysymyksiä kohdeksessa tehtyjen havaintojen pohjalta.

Tämä lähestymistapa auttoi ymmärtämään, miten määräykset ja suunnitteluperiaatteet toteutuvat käytännössä eri vaiheissa rakennusprosessia. Haastateltavat olivat rakennusalan ammattilaisia, joilla on pitkä kokemus suunnittelusta, työmaan johtamisesta ja laadunvalvonnasta:

- Bare Osman, Director, UrbanGlow Real Estate Ltd – vastasi rakenteellisesta suunnittelusta, työmaiden turvallisuudesta ja valvonnasta.
- Abdiqadir Mohamed, Business Manager, UrbanGlow Real Estate Ltd – käsitteli projektinhallintaa, kustannuksia ja materiaalien hankintaa.
- Paikallinen rakenneinsinööri (nimi luottamuksellinen) – erikoistunut rakenteiden mitoitukseen ja kuormituslaskentaan, toi näkemyksiä erityisesti tuuli- ja seismikuormien arviointiin.

Haastattelut kestivät noin 40–60 minuuttia, ja ne nauhoitettiin suostumuksella analysointia varten. Lisäksi dokumentoin työmailla tehtyjä havaintoja ja otin valokuvia, joita hyödynnettiin kohdekuvissa ja analyysissä.

Haastattelujen kysymykset jakautuivat seuraaviin pääteemoihin:

- Rakennusmääräysten soveltaminen käytännössä: miten Kenya Building Code (2024) näkyy rakennusprosessin eri vaiheissa ja miten määräysten valvonta sekä tulkinta vaihtelevat eri hankkeissa ja alueilla.
- Kuormien määrittäminen ja rakenteellinen mitoitus: millaisia laskentamenetelmiä ja varmuuskertoimia käytetään rakenteiden suunnittelussa sekä miten tuuli-, hyöty- ja seismikuormat otetaan huomioon paikallisissa olosuhteissa.
- Materiaalien laatu ja testausmenetelmät: miten materiaalien lujuus ja laatu varmistetaan työmailla, millaisia testausmenetelmiä käytetään ja miten ne eroavat eurooppalaisista standardeista.
- Energiatohokkuus ja uusiutuvat ratkaisut: miten rakennusten suunnittelussa ja toteutuksessa huomioidaan energiatohokkuus, aurinkoenergian hyödyntäminen, luonnollinen ilmanvaihto ja ilmasto-olosuhteiden vaikutus.
- Eurokoodien käyttöönoton mahdollisuudet ja haasteet: millaisia edellytyksiä, esteitä ja koulutustarpeita liittyy eurokoodien soveltamiseen Kenian rakennus-alalla ja miten paikallisia liitteitä voitaisiin kehittää.
- Rakennusvalvonta ja turvallisuuskulttuuri: miten työmaiden turvallisuus, laadunvarmistus ja viranomaisvalvonta toteutuvat käytännössä sekä millaisia toimenpiteitä tarvitaan turvallisuuskäytäntöjen yhtenäistämiseksi.
- Koulutus ja osaamisen kehittäminen: miten suunnittelijoiden, rakennusinsinöörin ja työnjohdon koulutus vastaa nykyaikaisen rakennustekniikan ja kansainvälisten standardien vaatimuksia.

Haastattelut analysoitiin teemallisen sisällönanalyysin avulla. Pääteemoiksi nousivat rakenteellinen turvallisuus ja valvonta, energiatohokkuuden kehitys sekä eurokoodien soveltamisen tulevaisuus Keniassa.

5.2 Rakenteellinen turvallisuus ja laadunvalvonta

Kaikkien haastateltavien mukaan rakennusmateriaalien laatu vaihtelee huomattavasti eri hankkeissa. Monilla työmailla betoni sekoitetaan edelleen käsin, eikä lujuustestauksia tehdä säännöllisesti.

Tämä johtaa suuriin eroihin rakenteiden kestävyteen.

Bare Osman kuvasi tilannetta näin:

“Betonin sekoitussuhteet määritellään usein kokemuksen perusteella, ei mitausten tai testien kautta. Tämä aiheuttaa riskejä erityisesti monikerroksisissa rakennuksissa.”

Abdiqadir Mohamed korosti viranomaisvalvonnan puutteita:

“Tarkastuksia tehdään yleensä vasta rakennusluvan jälkeen, eikä työmaita valvota jatkuvasti. Laadunvalvonta jää pääosin rakennuttajan vastuulle.”

Nämä havainnot tukevat aiempia tutkimuksia (UN-Habitat, 2022; World Bank, 2023), joiden mukaan materiaalien testauksen ja valvonnan puute on yksi keskeisistä ongelmista Kenian rakennussektorilla.

Tulokset osoittavat, että viranomaisvalvonnan tehostaminen, riippumattomien tarkastusjärjestelmien käyttöönotto ja rakennusmateriaalien standardointi ovat keskeisiä edellytyksiä turvallisuuden parantamiselle.

5.3 Energiatehokkuus ja kestävät ratkaisut

Haastatteluissa korostui, että energiatehokkuus on vasta kehitymässä, mutta kiinnostus siihen kasvaa nopeasti. UrbanGlow Real Estate on ottanut käyttöön aurinkopaneeleita, heijastavia kattopintoja ja luonnollista ilmanvaihtoa uusissa projekteissaan, kuten Crescent Residences -hankkeessa.

Osman totesi:

“Aurinkoenergia on tulevaisuutta, mutta monille rakennuttajille investoinnin alkuvaiheen kustannukset ovat vielä liian korkeat.”

Mohamedin mukaan asiakkaiden ja viranomaisten asenteet ovat muuttumassa, ja energiatehokkaat ratkaisut ovat yhä useammin osa markkinointia ja myyntiä:

“Ihmiset alkavat arvostaa asumismukavuutta ja matalampia energiakustannuksia, mikä kannustaa kehittäjiä etsimään kestäviä ratkaisuja.”

5.4 Rakennusvalvonta ja turvallisuushaasteet

Rakennusvalvonta nousi haastatteluissa yhdeksi keskeisimmistä haasteista. Vaikka luvussa 4.3 käsiteltiin rakennusvalvonnan yleisiä ongelmia ja esimerkiksi mainittua Kasaranin rakennusromahdusta, tässä osiossa tarkastellaan aiheetta haastateltujen ammattilaisten käytännön kokemusten kautta.

Viralliset tarkastukset tehdään useimmiten vain rakennusluvan myöntämisen ja valmistumisen yhteydessä, jolloin työn aikaiset virheet jäävät helposti havaitsematta. Työmaiden laadunvarmistus jää usein urakoitsijoiden vastuulle ilman jatkuvaa viranomaisvalvontaa (National Construction Authority, 2023).

Haastateltavat toivat esiin, että Kasaranin vuoden 2022 rakennusromahdus on toiminut konkreettisenä esimerkkinä valvonnan heikkouksista. Tapauksen jälkeen viranomaiset ovat lisänneet vaatimuksia turvallisuussuunnitelmista ja dokumentaatiosta suurissa hankkeissa, mutta käytännön valvonta on edelleen puutteellista (World Bank, 2023).

Rakennusvalvontajärjestelmän hajanaisuus ja resurssien puute ovat merkittäviä ongelmia. County Government -tasolla valvonta vaihtelee alueittain, ja tarkastuksia tehdään satunnaisesti. Tämän seurauksena betonin sekoitussuhteet, raudoituksen toteutus ja telineiden turvallisuus eivät aina täytä vaadittuja standardeja (Kenya Building Code, 2024; Kibue & Gichuhi, 2022).

“Monet urakoitsijat säästävät materiaaleissa, koska tietävät, ettei kukaan tule tarkastamaan työn laatua ennen loppuvaihetta,” kuvaili Osman.

Eurokoodien mukainen laadunvarmistusjärjestelmä voisi tuoda selkeyttä ja yhdenmukaisuutta. Standardien mukaan jokaisessa hankkeessa tulisi olla kirjallinen laadunvarmistussuunnitelma (Quality Assurance Plan), jossa määritellään vastuutahot, tarkastusvaiheet ja materiaalitestien dokumentointi. Tämä lähestymistapa lisäisi työn läpinäkyvyyttä ja vahvistaisi turvallisuuskulttuuria rakennusalalla (CEN, 2002–2007; EN 1990; EN 206).



Kuva 32. Rakentamisen laadunvarmistus yhdistää teknisen suunnittelun ja työmaan toteutuksen. Eurokoodien mukainen laadunvarmistusjärjestelmä (Quality Assurance Plan) tukee turvallista, yhdenmukaista ja dokumentoitua rakennusprosessia (Pixabay, 2024).

5.5 Haastattelujen yhteenveto ja analyysi

Haastattelujen perusteella Kenian rakennussektori on vaiheessa, jossa perinteiset työtavat ja modernit suunnittelustandardit kulkevat rinnakkain. Rakentamisen laatu on parantunut, mutta monilla alueilla kehitys on hidasta resurssien ja valvonnan puutteen vuoksi.

Rakenteellisen turvallisuuden osalta kaikki haastateltavat olivat yhtä mieltä siitä, että materiaalien laatu ja betonin sekoitussuhteet vaihtelevat paljon eri työmailla. Omat havaintoni tukivat tätä: useimmissa kohteissa betoni sekoitettiin käsin, eikä puristuslujuustestejä tehty säännöllisesti. Tämä lisää riskiä etenkin monikerroksisissa rakennuksissa, joissa kuormitukset ovat suuria (National Construction Authority, 2023; Kenya Building Code, 2024).

Energiatehokkuudessa näkyy positiivinen kehityssuunta. Haastatellut kertoivat, että aurinkopaneelit, luonnollinen ilmanvaihto ja heijastavat kattopinnat ovat yleistymässä, vaikka niiden kustannukset ovat edelleen monille rakennuttajille haaste. Keskusteluissa korostui ajatus, että energiatehokkuus on tulevaisuudessa myös markkinavaltti, ei pelkkä tekninen yksityiskohta (UN-Habitat, 2022).

Rakennusvalvonnan osalta haastateltavat olivat yksimielisiä: valvonta keskittyy liikaa rakennusluvan ja valmistumisen vaiheisiin. Työmaiden aikainen seuranta puuttuu, mikä aiheuttaa virheitä, jotka näkyvät vasta valmiissa rakennuksessa. Tämä havainto vastaa myös aiempia tutkimuksia (World Bank, 2023; Kibue & Gichuhi, 2022).

Eurokoodien käyttöönottoa kohtaan asenteet olivat myönteisiä. Useat haastatellut pitivät niitä mahdollisuutena yhtenäistää standardeja ja parantaa työn laatua. Samalla he painottivat, että siirtymä vaatii koulutusta ja käytännön ohjeistusta, jotta säädökset eivät jää vain paperille (KEBS, 2021; CEN, 2002–2007).

Haastattelujen perusteella voidaan todeta, että alan toimijat ovat tietoisia nykyisistä ongelmista ja valmiita kehittämään toimintaa. Muutoksen onnistuminen riippuu kuitenkin viranomaisten ja yksityisen sektorin yhteistyöstä sekä koulutuksen ja valvonnan vahvistamisesta pitkällä aikavälillä.

6 Johtopäätökset ja kehitysehdotukset

Tutkimuksen tulokset osoittavat, että Kenya Building Code (2024) ja Eurokoodit (EN 1990–1998) eroavat merkittävästi erityisesti rakenteellisen turvallisuuden, energiatehokkuuden ja laadunvarmistuksen osalta. Eurokoodit tarjoavat yksityiskohtaisemmat ja turvallisemmat laskentamenetelmät, mutta niiden käytännön soveltaminen Keniassa edellyttää paikallista mukauttamista, koulutusta ja viranomaisten välistä yhteistyötä.

Eurokoodien vahvuus on niiden systemaattinen lähestymistapa, jossa eri kuorimitustilanteet, materiaalien ominaisuudet ja varmuuskertoimet määritellään tarkasti, tuo suunnitteluun ennustettavuutta ja vähentää inhimillisiä virheitä. Kenian nykyinen järjestelmä perustuu osittain kokemusperäiseen mitoitukseen, mikä voi johtaa turvallisuustason vaihteluihin erityisesti korkeissa tai monikerroksisissa rakennuksissa.

Keskeiset johtopäätökset:

- Rakenteellinen turvallisuus: Rakennusten turvallisuustaso vaihtelee huomattavasti eri hankkeissa. Eurokoodien käyttöönotto lisäisi suunnittelun luotettavuutta ja yhdenmukaisuutta, mikä vähentäisi rakenteellisten onnettomuuksien riskiä.
- Laadunvalvonta: Tarvitaan selkeä ja yhtenäinen valvontajärjestelmä, joka edellyttää säännöllisiä materiaalitestauksia, erityisesti betonin ja raudoituksen osalta. Tämä parantaisi rakenteiden kestävyyttä ja vähentäisi virheiden määrää.

- Energiatehokkuus: Aurinkoenergia, luonnollinen ilmanvaihto ja lämpöä eristävät ratkaisut tarjoavat mahdollisuuden pienentää energiankulutusta. Niiden käyttöönottoa tulisi tukea lainsäädännön ja taloudellisten kannustimien avulla.
- Koulutus ja ohjeistus: Eurokoodien soveltaminen vaatii laaja-alaista koulutusta suunnittelijoille ja viranomaisille sekä selkeitä kansallisia liitteitä, joissa otetaan huomioon paikalliset ilmasto- ja maaperäolosuhteet.
- Viranomaisyhteistyö: Rakennusvalvonnan eri toimijoiden välistä yhteistyötä tulee vahvistaa. Yhteinen tietopohja ja digitalisoitu tarkastusjärjestelmä lisääisivät läpinäkyvyyttä ja vähentäisivät virheitä.

Kehitysehdotukset:

1. Laaditaan Kenian kansallinen liite Eurokoodeihin, jossa määritellään tuuli-, lämpö- ja seismikuormat paikallisesti.
2. Otetaan käyttöön pakolliset materiaalitestaukset kaikissa suurissa rakennushankkeissa, testien tulokset tulee dokumentoida valvontaviranomaisille.
3. Perustetaan suunnittelijoille ja rakennusvalvojille koulutusohjelma, jossa keskitytään Eurokoodien käytännön soveltamiseen ja laadunvarmistusmenetelmiin.
4. Kehitetään energiatehokkuusohjeistus, joka määrittää U-arvojen tavoite-
tasot, varjostuksen mitoitusperiaatteet ja aurinkoenergian hyödyntämisen perusratkaisut.
5. Lisätään viranomaisvalvontaa ja digitaalista raportointia, jotta rakennusprosessin läpinäkyvyys ja vastuut selkeytyvät.

7 Yhteenveto

Opinnäytetyössä vertaillaan Kenian Building Code 2024:n ja eurokoodien (EN 1990–1998) eroja ja yhtäläisyyksiä asuinrakentamisen näkökulmasta. Tutkimus osoitti, että eurokoodien periaatteet tarjoavat nykyisiä kansallisia määräyksiä selkeämmät ja turvallisemmat suunnitteluohjeet. Erityisesti rakenteellinen turvallisuus, kuormien määrittely ja laadunvarmistus ovat osa-alueita, joissa Keniassa on eniten kehittämistarpeita.

Tulokset osoittavat, että suurin haaste on rakennusvalvonnan hajanaisuus ja materiaalien vaihteleva laatu, mikä johtaa eritasoiseen rakennustulokseen. **Eurokoodien käyttöönotto voisi tuoda merkittävää parannusta, jos siihen yhdistetään koulutusta, viranomaisyhteistyötä ja kansalliset liitteet, jotka huomioivat** paikalliset ilmasto- ja maaperäolosuhteet.

Energiatehokkuuden ja aurinkoenergian hyödyntäminen ovat entistä tärkeämpiä teemoja Kenian rakennussektorilla. Niiden sisällyttäminen suunnittelumääräyksiin tukisi kestävästä rakentamisesta tavoitteita ja vähentäisi energiankulutusta.

Kokonaisuudessaan tutkimus osoittaa, että Kenia on siirtymävaiheessa, jossa perinteiset menetelmät ja modernit standardit kohtaavat. Yhdistämällä kansainväliset suunnitteluperiaatteet ja paikalliset olosuhteet voidaan luoda turvallisempi, energiatehokkaampi ja kestävämpi rakennuskanta tulevaisuuden Keniaan.

Lähteet

Adroit Architecture. 2024. Green Building Concepts in Nairobi. Saatavilla: <https://adroitarchitecture.co.ke>

British Standards Institution (BSI). 2016. Structural Use of Concrete Code of Practice (BS 8110). London: BSI Group.

CEN (European Committee for Standardization). 2002–2007. Eurocode Standards EN 1990–1999. Brussels: CEN.

CE-merkintä. 2024. Rakennustuotteiden vaatimustenmukaisuus ja laadunvalvonta Euroopassa. Brussels: European Commission.

European Commission. 2020. Eurocodes – Building the Future. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Insulation Materials Kenya. 2024. Thermal Insulation Products for Tropical Climate. Nairobi. Saatavilla: <https://insulationmaterials.co.ke>

Kenya Building Code. 2024. The National Building Regulations of Kenya. Nairobi: Ministry of Lands, Public Works, Housing and Urban Development. Saatavilla: <https://kenyalaw.org>

Kenya Building Research Centre. 2023. Assessment of Structural Design Practices and Safety Standards in Kenya. Nairobi: Ministry of Lands, Public Works, Housing and Urban Development.

Kenya Bureau of Standards (KEBS). 2021. Eurocodes Stakeholder Training on Basis of Structural Design (EN 1990) & Introduction to Kenya National Annexes. Nairobi: KEBS.

Kenya Real Estate Landscape. 2024, 15. lokakuuta. Kenya Implements the National Building Code 2024 to Tame Rogue Developers. Saatavilla: <https://kenyarealestatelandscape.com>

Kibue, J. & Gichuhi, M. 2022. Modern Construction Challenges in Nairobi County. *Journal of Civil and Environmental Engineering*, 11(3), 45–52.

Kipyego, S. & Kipruto, C. 2025. Comparison of Wind Load Analysis on Low-Rise Buildings by Using Different Design Codes. *The Institution of Engineers of Kenya (IEK) Journal*. Saatavilla: <https://iekenya.org>

Minerock Geoconsultants Ltd. 2024, 21. lokakuuta. Geotechnical Investigations in Kenya – The Key to Safe Construction. Saatavilla: <https://minerockgeoconsultants.com>

Munyua, M. 2020. Determining Wind Actions in Kenya According to the Eurocodes. University of Nairobi / ResearchGate.

Munyua, M. 2021. Determining the Magnitude of Wind Loads on Structures in Kenya According to the Eurocodes. *ScienceOpen Preprints*. Saatavilla: <https://www.scienceopen.com>

National Construction Authority (NCA) Kenya. 2023. Structural Failures in Kenya: Causes, Impacts and Preventive Measures. Nairobi: Ministry of Lands, Public Works, Housing and Urban Development.

Pixabay. 2024. Construction crane and blueprint background [kuva]. Saatavilla: <https://pixabay.com>

Prime Aluminium Kenya. 2024. Façade and Energy-Efficient Design Solutions for Kenyan Buildings. Nairobi. Saatavilla: <https://primealuminium.co.ke>

Rakennustieto Oy. 2022. Rakennesuunnittelun digitaaliset työkalut ja Eurokoodien soveltaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Rakentamislaki 751/2023. Laki rakentamisesta. Annettu 24.5.2023. Helsinki: Oikeusministeriö.

San-gobuild Roofing Materials Kenya. 2024. Stone-Coated Roof Tiles and Heat Reflective Systems. Nairobi. Saatavilla: <https://www.sangobuild.co.ke>

Suomen ympäristöministeriö. 2019. Rakentamismääräyskokoelma: Eurokoodit ja kansalliset liitteet. Helsinki: Ympäristöministeriö.

UNI. 2013. UNI EN 1991-1-4/NA:2013 – Azioni sulle strutture: Azioni del vento. Appendice Nazionale Italiana. Milano: Ente Nazionale Italiano di Unificazione.

UN-Habitat. 2022. Sustainable Building Code Implementation in Africa. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme.

Urban Glow Real Estate Ltd. 2025. Company Profile and Project Portfolio: Crescent Residences. Nairobi: Urban Glow Real Estate. Saatavilla: <https://urbanglow.co.ke>

World Bank. 2023. Kenya Urbanization Review: Infrastructure and Housing. Washington D.C.: The World Bank Group.

Ympäristöministeriö. 2023. Rakentamisen ohjaus ja rakennuslupamenettely Suomessa. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Haastattelulähteet

Haastattelu 1: Rakennusinsinööri, Nairobi, 16.3.2025.

Haastattelu 2: Työnjohtaja, Nairobi, 16.3.2025.

Haastattelu 3: Rakennesuunnittelija, Nairobi, 17.3.2025.

Mohamud, J. 2025.

Kenttähaastattelut ja havaintomuistiinpanot Nairobissa maaliskuussa 2025.