



Høgskulen på Vestlandet

Masteroppgave

MOA300

Predefinert informasjon

Startdato:	13-05-2020 09:00	Termin:	2020 VÅR
Slutt dato:	22-05-2020 14:00	Vurderingsform:	Norsk 6-trinns skala (A-F)
Eksamensform:	Masteroppgave		
SIS-kode:	203 MOA300 1 O 2020 VÅR		
Intern sensor:	Fredrik Ingmar Boge		

Deltaker

Navn:	Suerre-Christian Myklebust
Kandidatnr.:	310
HVL-id:	148897@hvl.no

Informasjon fra deltaker

Egenerklæring *: Ja **Jeg bekrefter innlevering til biblioteket *:** Ja

Jeg bekrefter at jeg har registrert oppgavetittelen på norsk og engelsk i StudentWeb og vet at denne vil stå på vitnemålet mitt *: Ja

Jeg godkjenner avtalen om publisering av masteroppgaven min *

Ja

Er masteroppgaven skrevet som del av et større forskningsprosjekt ved HVL? *

Nei

Er masteroppgaven skrevet ved bedrift/virksomhet i næringsliv eller offentlig sektor? *

Nei



MASTEROPPGAVE

Hvordan evaluere tilstanden på samordnet areal- og transportplanlegging i Norge?

- Node-Place-Design modellen på InterCity-Triangelet

How to evaluate the state of Transit-Oriented Development in Norway?

- The Node-Place-Design model on the InterCity-Triangle

Sverre-Christian Myklebust

Master i areal og eiendom

Institutt for byggfag

Wendy Guan Zhen Tan og Akkelies van Nes

22. mai 2020

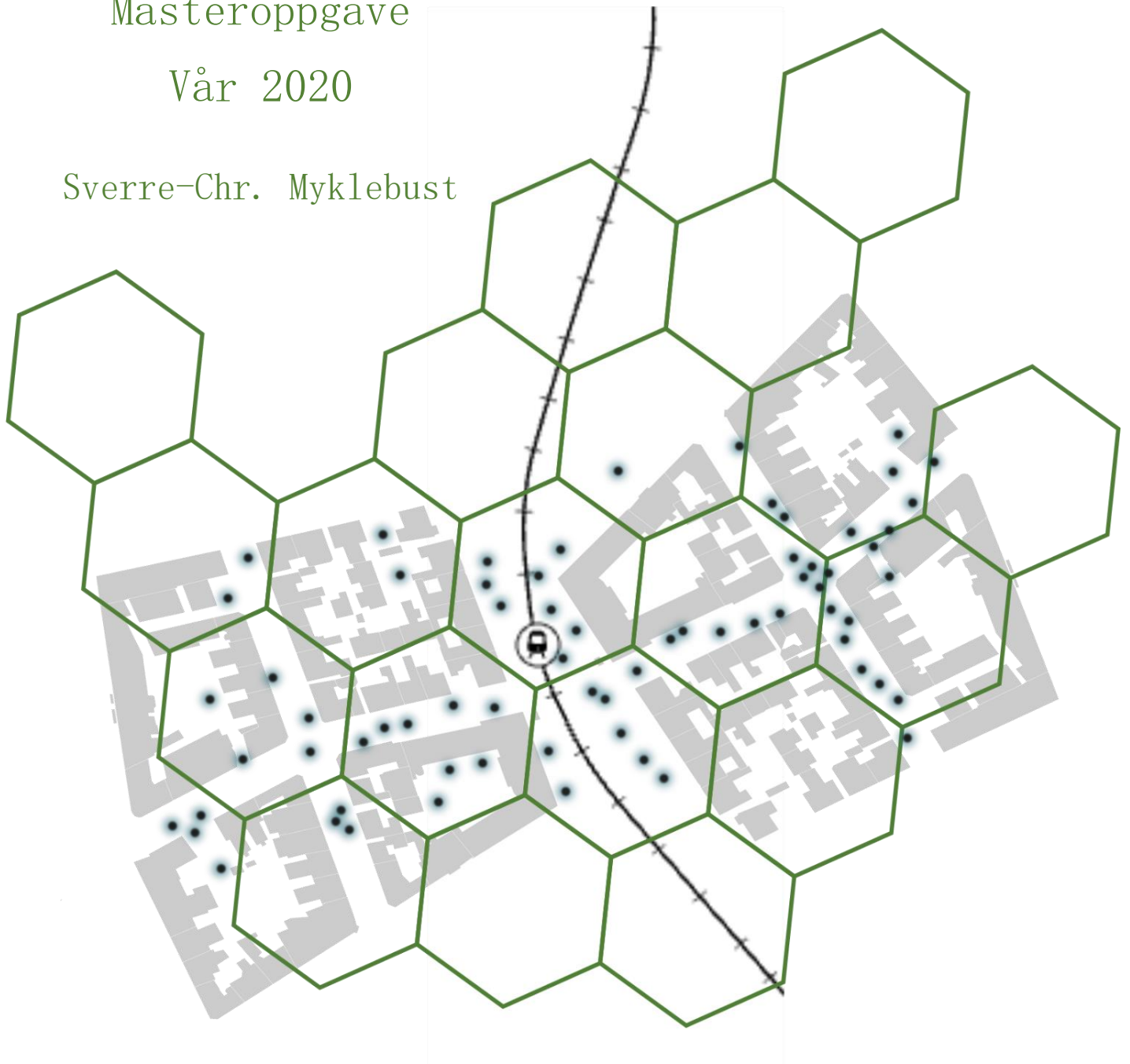
Jeg bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle

kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 12-1.

Masteroppgave

Vår 2020

Sverre-Chr. Myklebust



FORORD

Den økte bevissthet om privatbilens negative effekt på miljø og klima, men også effekten på selve byen som sted og plass for mennesker å leve, aktualiserer viktigheten av å planlegge by og transport sammen. Temaet for oppgaven ble følgelig valgt til å være samordnet areal- og transportplanlegging. Med min realfaglige bakgrunn ble jeg naturlig trukket mot en analytisk tilnærming til temaet. Derav falt valget om å studere samordnet areal- og transportplanlegging med Node-Place-Design modellen og Form Syntax. By og transport er komplekse sammenhenger som vi vet for lite om tilstanden på. I masteroppgaven er det forsøkt å utviklet en evalueringsmetode for tilstanden på areal- og transportplanlegging i Norge.

Jeg må først takke Silje; din støtte, oppmuntring, lytting og råd har vært uvurderlig for meg. Nå er ettermiddagene våre igjen. Jeg vil også takke mine foreldre Astrid og Einar; uten deres uforbeholdende støtte, og kombinasjon av arbeidsmoral og nysgjerrighet som dere har lært meg ville ikke dette latt seg gjennomføre.

Jeg vil også takke veilederne mine Wendy Guan Zhen Tan og Akkelies Van Nes for samarbeidet. De faglige rådene og engasjement for oppgavens tema, og ellers «frie tøyler» har vært en motivasjon. Jeg vil også takke Fredrik I. Boge ved Instituttet for å bidra med geodata.

Sverre-Chr. Myklebust

Bergen 22. mai 2020

SAMMENDRAG

Bærekraftige byer og mobilitet står høyt på agendaen både internasjonalt og i Norge. Mål om nullvekst i privatbiltransport, introduksjonen av Byvekstavtaler og investeringene i oppgradering av InterCity-triangelet er tydelig tegn på dette nasjonalt.

Samordnet areal- og transportplanlegging er en tilnærming til å nå målene. Men hvordan er tilstanden for dette i Norge? Det er registrert et kunnskapsgap mellom politisk vilje og satsing, og hva som er den reelle tilstanden på hvordan areal og transport er samordnet.

For å svare ut kunnskapsgapet integreres Node-Place-Design modellen med Form Syntax på en måte som ikke er gjort tidligere. Det teoretiske rammeverket for evalueringsmetoden er konseptet «Transit-Oriented Development» (TOD). Caser for å teste og raffinere evalueringsmetoden er transportnettverket InterCity med stasjonsbyer som noder/knutepunkt.

Resultatet er en evalueringsmetode som er vist operasjonell gjennom testing. Metoden gir presis, objektiv kunnskap om tilstanden på samordnet areal- og transportplanlegging i transportsystemet. Evalueringsmetoden er anvendbar på regionalt planleggingsnivå og ned til lokale detaljplaner. Metoden gir grunnlag for bydiagnoser og forbedringsstrategier for stasjonsbyene og områdene rundt jernbanestasjonene.

Evaluering av hele InterCity-nettverket gir grunnlag for å introduserer helt nye typologier for stasjonsområder tilpasset den norske konteksten. Tilstanden på samordningen i byene langs InterCity kan sammenlignes seg imellom, og stasjonsbyens rolle i transportsystemet kan avledes. Resultatene er grunnlag for sammenligning med internasjonale transportsystemer, eller andre nasjonale nettverk. Metodikken kan anvendes på andre transportsystemer, som Bybanen i Bergen, T-banen i Oslo eller Bussveien i Stavanger. I tillegg bidrar testingen av evalueringsmetoden på InterCity og stasjonsområdene med konkret kunnskap om tilstanden i transportsystemet, nodene og interne forhold i stasjonsområdene som studeres.

SUMMARY

Sustainable cities and mobility is high on the agenda both in international and Norwegian context. In Norway this manifests itself as targets on zero-increase in personal vehicle transport, intergovernmental agreements between state and city municipality about city-growth, and large investments to upgrade the inter-regional transport network named InterCity.

«Land-Use Transport Integration» (LUTI) is a means to reach sustainable cities and mobility. But what is the state of LUTI in Norway? The thesis addresses a knowledge gap between policies and commitment, and what the actual state of LUTI is in Norway.

To fill in the knowledge gap the Node-Place-Design modell and Form Syntax is integrated in a manner never done before. The concept of Transit-Oriented Development defines the theoretical framework for evaluation method. InterCity and associated station areas represent the transport network and nodes used as case-studies for testing and refining the evaluation method.

The result is a evaluation method shown to be operational through testing. The method provides precise, objective knowledge on the state of LUTI in the transport system. The evaluation method is applicable on a scale of regional urban planning and down to the local urban design of the station area. The method provides a foundation for urban diagnostics and improvement strategies for the cities and station areas.

Evaluating the entire InterCity-network provides the basis for introducing brand new typologies for station areas adapted to the Norwegian context. The state of LUTI between cities and station areas along the InterCity can be compared, and the cities role in the network can be derived. The results ensures the opportunity for comparison with international transport systems, or other national networks. Nationally the methodology can be employed on the Bergen Light Rail, the Oslo metro or the Bus Rapid Transit in Stavanger.

Innholdsfortegnelse

Forord.....	4
Sammendrag.....	5
Summary.....	6
Figurliste.....	9
Tabelliste.....	13
Del 1.....	14
1. Innledning.....	16
1.1. Introduksjon.....	16
1.2. Oppgavens oppbygning.....	17
1.3. Oppgavens avgrensing.....	22
2. Kontekst.....	26
2.1. Den norske konteksten.....	26
2.2. InterCity.....	31
2.3. TOD i Norge?.....	34
Del 2.....	35
3. Litteraturstudie/Teori.....	37
3.1. Bærekraftig mobilitet.....	38
3.2. Transit-Oriented Development.....	41
3.3. Node-Place-Design modellen.....	49
3.4. Urban design og morfologi.....	58
3.5. Integrering av Node-Place-Design modellen og Form Syntax.....	70
3.6. Kunnskapsgapet.....	72
4. Metode.....	75
4.1. Forskningsdesign.....	75
4.2. Forskningsmetode 1: Node-Place-Design modellen.....	77

4.3.	Forskningsmetode 2: Form Syntax.....	102
Del 3.....		118
5.	Resultater Node-Place-Design modellen.....	120
5.1.	Tilstanden på det helhetlige transportsystemet (Nivå 1).....	121
5.2.	Node-Place-Design modellen og stasjonsområdene (Nivå 2).....	132
5.3.	Klassifisering og typologier for stasjonsområder (Nivå 2).....	140
5.4.	Typologier oppsummert.....	153
6.	Form Syntax og forbedringsstrategier (Nivå 3).....	160
6.1.	Valg av stasjonsområder til casestudiene.....	160
6.2.	Casestudie av Eidsvoll med Form Syntax.....	161
6.3.	Casestudie av Råde med Form Syntax.....	171
6.4.	Casestudie av Porsgrunn Form Syntax.....	182
6.5.	Oppsummerende om Form Syntax og resultater.....	191
7.	Oppsummering og konklusjon.....	194
7.1.	Oppsummering av tilstand på samordning.....	195
7.2.	Videre forskning.....	197
	Vedleggsliste.....	198
	Bibliografi.....	199

Figurliste

Figur 1.1 Integreringen mellom Node-Place-Design modellen og Form Syntax-analysen.	19
Figur 1.2 De forskjellige evalueringsnivåene ut i fra myndighetsområde og evalueringsmetode. Illustrasjon: Sverre Myklebust	20
Figur 1.3 Kart med InterCity-triangelet og nodene som inngår i oppgaven. Illustrasjon: Sverre Myklebust.	24
Figur 2.1 Oversikten over det norske planhierarkiet og verktøyene i det. Kilde: (Haugrønning, et al., 2011)	28
Figur 2.2 Behov, mål og krav som er gjeldende for InterCity-prosjektet. Kilde: (Jernbaneverket, 2016)	32
Figur 3.1 Den regionale og lokale konteksten for TOD-konseptet. Kilde: (Calthorpe, 1993) via (Cervero, et al., 2002)).	42
Figur 3.2 Årsakssammenhenger mellom tetthet og funksjonsmangfold med valg av transportmodus. Kilde: (Tennøy, et al., 2017)	45
Figur 3.3 Karakteristikk ved urban design som kan vurderes for å gradere implementering av TOD og plassere den på TAD-TOD spektrumet. Kilde: (Renne, 2009).....	47
Figur 3.4 Den opprinnelige Node-Place modellen. Kilde: (Bertolini, 1999).	51
Figur 3.5 Node-Place modellen hvor det er gjennomført klyngeanalyse.. Kilde: (Reussser, et al., 2008).	53
Figur 3.6 Typologier gjenkjent i Teheran etter evaluering av implementering av TOD med Node-Place-Design modellen. Kilde: (Pezeshknejad, et al., 2020).....	54
Figur 3.7 Forskjellige typologier definert ved evaluering av tilstanden for TOD i Lisboa. Kilde: (Vale, 2015).	55
Figur 3.8 Node-Place-Design modellen med typologier for Brüssel gjennomført av (Caset, et al., 2018).	55
Figur 3.9 "The Land-Use Transport Feedback Cycle" konseptualiserer forholdene mellom transport og arealbruk hvor de har påvirkningskraft på hverandre. Kilde: (Wegener & Fürst, 1999).	57
Figur 3.10 3 eksempler på "urban tissue" i form av tradisjonelt, sammensatt og nettverk. Kilde: (Carmona, et al., 2010).	60
Figur 3.11 Relasjonene mellom strukturen på gatenettverket med bevegelse og attraksjon. Kilde: (Van Nes, 2014, p. 254).	62
Figur 3.12 Aksekart av Porsgrunn tegnet i ArcGIS Pro. Illustrasjon: Sverre Myklebust. ..	63

Figur 3.13 Sammenheng mellom strukturen på gatenettverket og graden av bebyggelsestetthet og graden av funksjonsblanding et "The Theory of Urban Transformation Process". Kilde: (Van Nes, 2019).	64
Figur 3.14 Spacematrix-analyse som viser profilen til forskjellige bebyggelsestyper. Vi ser at bebyggelsestypene E, F og I har en profil som karakteriseres som urban. Kilde: (Ye & Van Nes, 2013)	66
Figur 3.15 Mixed-Use Index og fordelingen av funksjonsprofiler til forskjellige typer urbane områder. Kilde: (Van Nes, et al., 2012).	67
Figur 3.16 Hvordan urban form har innflytelse på sosioøkonomiske forhold. Kilde: (Ye & Van Nes, 2013).	68
Figur 3.17 Klassifisering av forskjellige ubalanserte forhold mellom bebyggelsesform, gateintegrasjon og funksjonsmangfold basert på Form Syntax-analysen. Kilde: (Ye & Van Nes, 2014).	69
Figur 3.18 Hvordan Node-Place-Design modellen og Form Syntax analysen integreres og gjøres både parallelt og sekvensielt som en helhetlig metode. Illustrasjon: Sverre Myklebust.	72
Figur 4.1 Sammenhengen mellom konsepter og metode som brukes på de forskjellige evalueringnivåene. Viser også hvordan integreringen mellom Node-Place-Design modellen og Form Syntax-analysen skjer gjennom indikatorer. Illustrasjon: Sverre Myklebust..	76
Figur 4.2 Prosessen for å anvende Node-Place-Design modellen i denne oppgaven.	77
Figur 4.3 De 3 forskjellige måtene data er hentet inn til indikatorer i modellen på.	80
Figur 4.4 Undersøkelse av om indikatorer er normalfordelt. Hvis ikke log-transformeres den (høyre histogram).	81
Figur 4.5 Resultatene av Node-Place-Design modellen og klyngeanalyse fremstilt gjennom spredningsplot.	82
Figur 4.6 Innhentingsmåter for data til indikatorer i nodeindeksen.	84
Figur 4.7 Prosess for datafangst gjennom manuell telling av linjer, ruter og avganger. Illustrasjon: Sverre Myklebust.	85
Figur 4.8 Måtene data til indikatorene i stedsindeksen er samlet inn.	90
Figur 4.9 Hvordan grunnkretser og kommuner i fylkene Oslo og Viken overlapper i Lysaker.	93
Figur 4.10 Hvordan data er hentet inn til indikatorer i designindeksen.	97
Figur 4.11 Skjematisk fremstilling av stegene som gjøres i Form Syntax-analysen. Kilde: (Ye, et al., 2016).	103
Figur 4.12 Nettverk av heksagonalformede over Porsgrunn by med senter i jernbanestasjonen.	104
Figur 4.13 Verdiintervallene som forskjellige bebyggelsestyper havner i.	105

Figur 4.14	Forskjellige bebyggelsestypene sett ovenfra. Kilde: (Ye & Van Nes, 2014).	106
Figur 4.15	Eksempel på re-klassifisering i tråd med Form Syntax for Eidsvoll.	
	Illustrasjon: Sverre Myklebust	107
Figur 4.16	Verdiintervallene for forskjellige typer og grader funksjonsblanding av Mixed-Use Index-analysen.	109
Figur 4.17	Re-klassifisering av Mixed-Use Index etter Form Syntax for Eidsvoll.	110
Figur 4.18	Beregning av integrasjonsverdier for celler og re-klassifisering etter Form Syntax. Illustrasjon: Sverre Myklebust.	112
Figur 4.19	Form Syntax-analyse av Råde. Illustrasjon: Sverre Myklebust.	115
Figur 4.20	Form Syntax-analyse med kategorisering i Råde basert på ubalanserte verdier.	117
Figur 5.1	"Box-plot" og tabell med beskrivende statistikk for InterCity-nettverket.	
	Illustrasjon: Sverre Myklebust.	122
Figur 5.2	Spredningsmatrise med korrelasjonsfaktoren mellom indekser.	123
Figur 5.3	Fremstilling av "Land-Use Transport Feedback Cycle». Kilde: (Wegener & Fürst, 1999).	123
Figur 5.4	Spredningsmatrise over korrelasjoner mellom indikatorer i nodeindeksen.	125
Figur 5.5	Spredningsmatrise for korrelasjonsforhold mellom indikatorer for forskjellige indekser.	127
Figur 5.6	Spredningsmatrise over korrelasjoner mellom indikatorer i stedsindeksen.	130
Figur 5.7	Spredningsmatrise over korrelasjoner mellom indikatorer i designindeksen.	132
Figur 5.8	Spredningsdiagrammer for stasjonsområdene etter indeksverdier. Illustrasjon: Sverre Myklebust.	133
Figur 5.9	Kart som viser geografisk spredning for nodeindeksen over stasjonsområdene, Illustrasjon: Sverre Myklebust.	134
Figur 5.10	Kart som viser geografisk spredning for stedsindeksen over stasjonsområdene,	135
Figur 5.11	Kart som viser geografisk spredning for designindeksen over stasjonsområdene,	136
Figur 5.12	Spredningsdiagrammer av stasjonsområdene etter indeksverdier og klassifisert etter klynge basert på klyngeanalyse. Illustrasjon: Sverre Myklebust.	141
Figur 5.13	Geografisk fordeling av klyngene. Illustrasjon: Sverre Myklebust.	144
Figur 5.14	Foreslått fase for Klynge 1 og typologien "Underutviklet TAD" i «Land-Use Transport Feedback Cycle». Illustrasjon basert på kilde: (Wegener & Fürst, 1999).	146
Figur 5.15	Foreslått fase for Klynge 2 og typologiene "TAD" og "Ubalansert tettsted" i «Land-Use Transport Feedback Cycle». Illustrasjon basert på kilde: (Wegener & Fürst, 1999).	148

Figur 5.16 Foreslått fase for Klynge 3 og typologien "Underforsynt TOD" i «Land-Use Transport Feedback Cycle». Illustrasjon basert på kilde: (Wegener & Fürst, 1999)..	149
Figur 5.17 Foreslått fase for Klynge 4 og typologiene "Underforsynt TOD", «Ubalansert TOD» og «TAD» i «Land-Use Transport Feedback Cycle». Illustrasjon basert på kilde: (Wegener & Fürst, 1999).	151
Figur 5.18 Foreslått fase for Klynge 4 og typologiene "Underforsynt urban TOD" i «Land-Use Transport Feedback Cycle». Illustrasjon basert på kilde: (Wegener & Fürst, 1999)..	153
Figur 5.19 Spredningsdiagrammer of stasjonsområder etter indeksverdier og sortert på typologier, samt udefinerte og flyplass. Illustrasjon: Sverre Myklebust.	157
Figur 5.20 Kart over geografisk spredning av typologier langs InterCity-triangelet. Illustrasjon: Sverre Myklebust.	158
Figur 6.1 Satellittfoto av Eidsvoll hentet fra ArcGIS Pro.	161
Figur 6.2 Space Syntax-analyse av Eidsvoll.	164
Figur 6.3 Spacematrix-analyse av Eidsvoll med fordelingsoversikt.	165
Figur 6.4 Re-klassifisering av Spacematrix-analysen etter Form Syntax.	166
Figur 6.5 Mixed-Use-Index-analyse av Eidsvoll med fordelingstriangel.	167
Figur 6.6 Re-klassifisering av Mixed-Use Index-analysen etter Form Syntax.	168
Figur 6.7 Forbedringsstrategier i henhold til Form Syntax-analyse av Eidsvoll.	169
Figur 6.8 Satellittfoto av Eidsvoll sett i sammenheng med urbanitetsgrader fra Form Syntax-analysen: Illustrasjon: Sverre Myklebust.	170
Figur 6.9 Satellittfoto av Råde hentet fra ArcGIS Pro.	171
Figur 6.10 Resultat av Space Syntax-Analyse av Råde. Illustrasjon: Sverre Myklebust.	174
Figur 6.11 Spacematrix-analyse av Råde med fordelingsgraf.	175
Figur 6.12 Re-klassifiseringen av Spacematrix-analysen over etter Form Syntax.	176
Figur 6.13 Mixed-Use Index-analyse av Råde med tilhørende fordelingstriangel.	177
Figur 6.14 Re-klassifisering av Mixed-Use Index-analysen etter Form Syntax.	178
Figur 6.15 Forbedringsstrategier i henhold til Form Syntax-analyse av Råde.	180
Figur 6.16 Satellittfoto av Råde sett i sammenheng med urbanitetsgrader fra Form Syntax-analysen: Illustrasjon: Sverre Myklebust.	181
Figur 6.17 Satellittfoto av Porsgrunn hentet fra ArcGIS Pro.	182
Figur 6.18 Space Syntax-analyse av Porsgrunn.	184
Figur 6.19 Spacematrix-analyse av Porsgrunn med tilhørende fordelingsgraf.	185
Figur 6.20 Re-klassifisering av Spacematrix-analysen etter Form Syntax.	186
Figur 6.21 Mixed-Use Index-analyse av Porsgrunn med fordelingstriangel.	187
Figur 6.22 Re-klassifisering av Mixed-Use Index-analysen etter Form Syntax.	188
Figur 6.23 Forbedringsstrategier i henhold til Form Syntax-analyse av Porsgrunn.	190

Figur 6.24 Satellittfoto over Porsgrunn i sammenheng med urbanitetsgrader i byen. 191

Tabelliste

Tabell 2.1 Aktører og ansvarsområder i sammenheng med knutepunktsutvikling. Kilde: (Statens Vegvesen, 2018)	30
Tabell 3.1 7 forskjellige typologier for urbanitet introdusert gjennom Form Syntax- analysen. Kilde: (Ye & Van Nes, 2014).	67
Tabell 4.1 Oversikt over indikatorene brukt i Node-Place-Design Modellen på InterCity- triangelet. *Mixed-Use Index og *Spacematrix er brukt i sammenheng med Form Syntax.	79
Tabell 4.2 Oversikt over indikatorene brukt i nodeindeksen.	83
Tabell 4.3 Oversikt over indikatorene brukt i stedsindeksen.	89
Tabell 4.4 Oversikt over fordelingen av bygningskoder på de 3 funksjonene arbeid, bolig og "amenities".	94
Tabell 4.5 Oversikt over indikatorene som inngår i designindeksen.	96
Tabell 4.6 Re-klassifisering av forskjell bebyggelsestyper i Spacematrix etter Form Syntax. Kilde: (Ye & Van Nes, 2014).	106
Tabell 4.7 Oversikt over kriteriene for re-klassifisering av typene funksjonsblanding etter kriteriene i Form Syntax. Kilde (Ye & Van Nes, 2014).....	110
Tabell 4.8 Re-klassifisering av integrasjonsverdier i tråd med Form Syntax-analysen. Kilde: (Ye & Van Nes, 2014).	113
Tabell 4.9 De 7 kategoriene som urbane områder kan klassifiseres etter gjennom Form Syntax-analysen. Kilde: (Ye & Van Nes, 2013).	114
Tabell 4.10 Klassifisering av områder basert på balanseforhold i Form Syntax-analysen. Kilde: (Ye & Van Nes, 2014)	116
Tabell 5.1 Indeksverdiene til de forskjellige stasjonsområdene.	138
Tabell 5.2 Gjennomsnittverdier for indekser innenfor klyngene.	140
Tabell 5.3 Indeksverdier for stasjonsområder i klynge 1.	145
Tabell 5.4 Indeksverdier for stasjonsområder i klynge 2.	146
Tabell 5.5 Indeksverdier for stasjonsområder i klynge 3.	148
Tabell 5.6 Indeksverdier for stasjonsområder i klynge 4.	150
Tabell 5.7 Indeksverdier for stasjonsområder i klynge 5.	152
Tabell 5.8 De 6 forskjellige typologiene for noder langs InterCity-triangelet.	154
Tabell 5.9 Oversikt over stasjonsområder med tilhørende typologi, fase og klynge.	155
Tabell 6.1 Oversikt over stasjonsområder for casestudie.	161

DEL 1

Kap.1 Innledning s. 16

Kap.2 Kontekst s. 26



Bilde 1 Hamar stasjon. Kilde: (Bane NOR)

1. Innledning

1.1. Introduksjon

I Norge er det et ønske om å øke bruksandelen for bærekraftige transportmoduser, eksempelvis ved å erstatte reiser med privatbil med kollektivtransport, gange og sykling for å redusere transportrelaterte ulikheter og nå bærekraftsmål. Visjonen om nullvekst i privat biltransport er et nasjonalt mål (Samferdselsdepartementet, 2017).

Den samordnede areal- og transportplanleggingen av bolig, arbeidsplasser og transport er mangelfull (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2018). Det er også lite fokus på hvordan «Transit-Oriented Development» (TOD) blir implementert i Norge.

I følge Banister (2008) er arealplanlegging en av fire måter å påvirke reisemønstre og mobilitet på for å oppnå bærekraftig mobilitet. «Land-Use Transport Integration» (LUTI) er et konsept for å få dette til.

Det finnes flere måter å implementere LUTI på. Internasjonalt er tilnærmingen til å implementere LUTI ofte i form av konseptet «Transit-Oriented Development» (TOD).

Samtidig er LUTI vanskelig å kvantifisere og evaluere. Node-Place-Design modellen er et verktøy som kan hjelpe oss å bedre forstå tilstanden på LUTI i Norge ved anvendelse på transportkorridorer i Oslo og Østlandsregionen.

I denne oppgaven utforskes begrensinger og potensialet for Node-Place-Design modellen. Modellen tilpasses den norske konteksten gjennom undersøkende forskning på 31 stasjonsbyer langs transportnettverket definert av InterCity-triangelen. Dette bidrar til diskusjonen om LUTI i transportkorridorer og nettverk istedenfor gjennom enkeltstudier av noder. Modellens styrke er hvordan den beskriver et helt transportnettverk og nodene/knutepunktene i det.

Gjennom oppgaven integreres Node-Place-Design modellen med Form Syntax på en måte som ikke er gjort tidligere. Resultatet av integreringen er en robust

evalueringsmetode hvor Form Syntax beskriver lokale, romlige forhold i stasjonsbyene gjennom eksisterende morfologiske forhold som gatenettverk, bebyggelsesformer og funksjonsblanding.

I oppgaven gjennomføres en uttømmende analyse av transportkorridorene som viser at de fleste nodene i nettverket tilhører en typologi som beskriver ubalanse. Ubalansen tilskrives et misforhold mellom nodekvaliteter, stedskvaliteter og designkvaliteter på forskjellige steder i nettverket.

Oppgaven bidrar til innsikt i hvordan samordnet areal- og transportplanlegging kan evalueres helhetlig på system, node og lokalinternt nivå i Norge. Metoden tilfører også presis og objektiv kunnskap om tilstanden på samordnet areal- og transportplanlegging i transportkorridorene for InterCity. Samlet bidrar evalueringsmetoden og tilført kunnskap til et nytt grunnlag for planlegging, koordinering og forbedringsstrategier hva gjelder samordning av areal og transport.

1.2. Oppgavens oppbygning

Samordningen av areal- og transportplanlegging er det rådende synet på hvordan det skal planlegges i Norge. Samtidig er det foreslått forskjellige tilnærminger til implementering (kap. 2). Samordnet areal- og transportplanlegging er et politisk mål som forankres nedover i planhierarkiet gjennom nasjonale forventninger, nasjonale transportplaner og statlige retningslinjer og skal utøves av regionale og kommunale planmyndigheter (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2019; Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2014; Samferdselsdepartementet, 2017).

Det er slått fast at «sammenhengen mellom hvor vi bygger boliger, legger til rette for arbeidsplasser og hvor transporten havner, er i dag for dårlig» (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2018).

Det er et kunnskapsgap mellom forståelse av tilstanden og implementering av samordnet areal- og transportplanlegging. For å kunne evaluere hvordan tilstanden på samordnet areal- og transportplanlegging er i Norge trengs et rammeverk. TOD-

konseptet er en tilnærming til å implementere samordnet areal- og transportplanlegging som innehar et slikt rammeverk.

For å adressere denne utfordringen er følgende problemstilling for oppgaven formulert:

- *Hvordan kan samordnet areal- og transportplanlegging evalueres langs InterCity-Triangelet?*

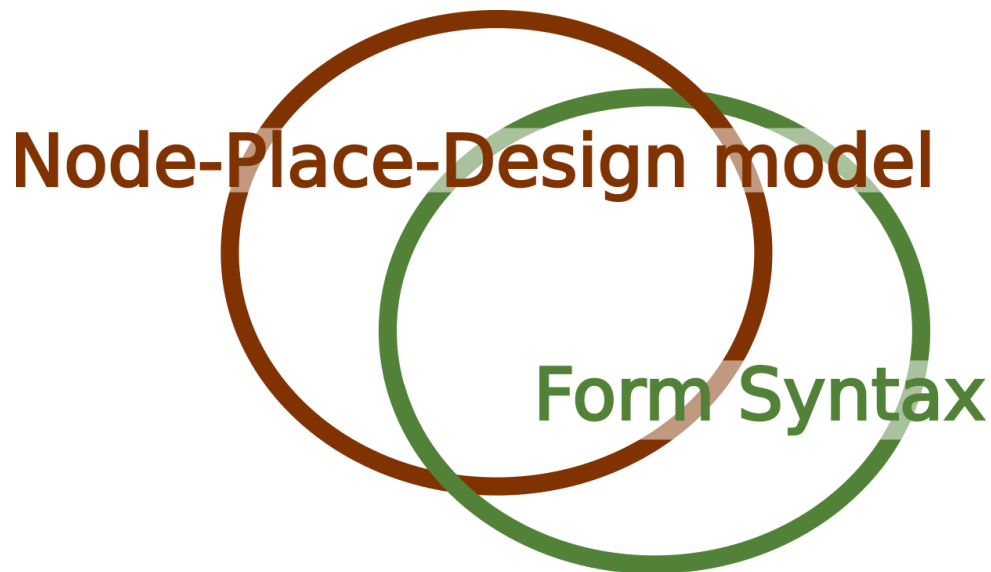
Og tilsvarende er følgende hovedformål formulert for oppgaven:

- *Å gjennomføre undersøkende forskning på hvordan samordnet areal- og transportplanlegging kan evalueres innenfor TOD-konseptet på et nodebasert transportsystem i en norsk kontekst (østlandsregionen).*

Ansvar for samordnet areal- og transportplanlegging ligger på to nivåer i det norske planhierarkiet; regional planmyndighet og kommunal planmyndighet. Regional planmyndighet har ansvar for det regionale transportsystemet. Kommunal myndighet har ansvar for nodene i transportsystemet. Ved å anvende Node-Place-Design modellen kan disse to nivåene evalueres. En mangel ved denne tilnærmingen er at det ikke sier noe om lokaliseringen av ubalanserte forhold mellom transport, sted og design internt i noden. I oppgaven integreres Node-Place-Design modellen med Form Syntax på en måte som ikke er gjort tidligere (Figur 1.1). Med Form Syntax kartlegges morfologiske forhold og ubalanserte lokasjoner synliggjøres for prioritering og forbedringsstrategier. Innenfor TOD-rammeverket foreslås «Transit-Joint Development» (TJD) som en tilnærming til forbedringsstrategier og implementering av LUTI på lokalt nivå.

Å evaluere samordnet areal- og transportplanlegging langs InterCity-triangel består derfor av en evaluering på 3 nivåer: Hele transportsystemet, nodene og lokalt i nodene (Figur 1.2).

Som ledd i å adressere hovedformålet, og at evaluering skjer på 3 nivåer, er det i tillegg til hovedformålet formulert 4 forskningsformål:

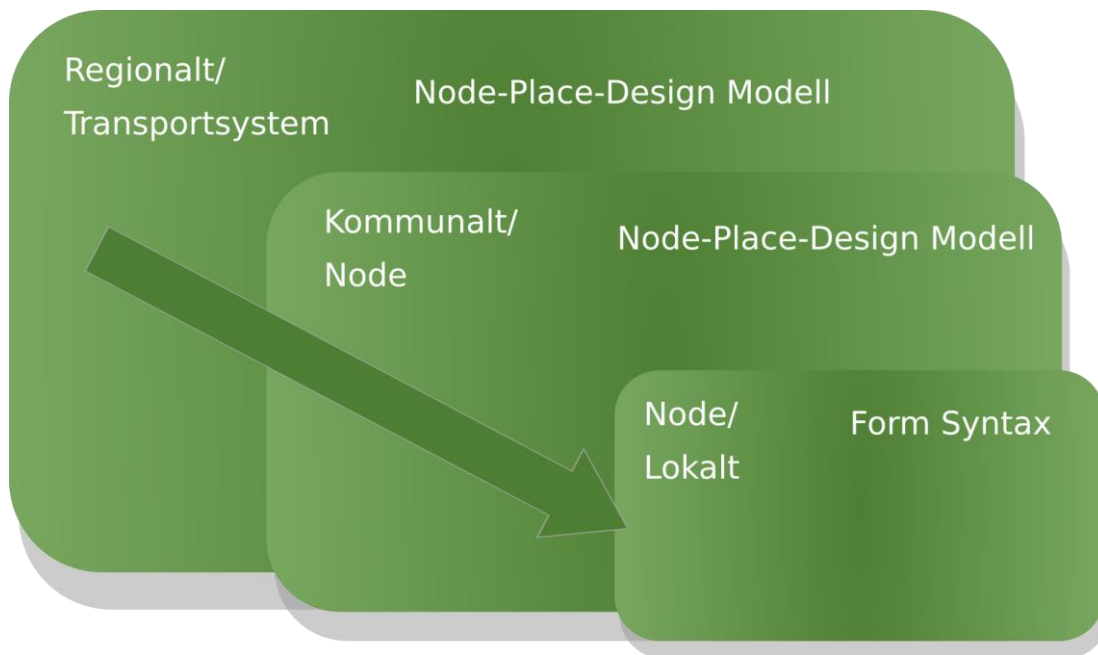


Figur 1.1 Integreringen mellom Node-Place-Design modellen og Form Syntax-analysen.

- 1. Å tilpasse TOD som et konsept for «Land-Use Transport Integration» i en norsk kontekst.*
- 2. Innovere og videreutvikle Node-Place-Design modellen som et rammeverk for analyse og evaluering, blant annet gjennom integrering med Form Syntax-analysen*
- 3. Teste og raffinere Node-Place-Design modellen i en norsk kontekst.*
- 4. Utvikle og formidle Node-Place-Design modellen som et prioritert verktøy for utforming og grunnlag for beslutninger for planleggere på regionalt og lokalt nivå.*

De tilhørende 5 forskningsspørsmålene er:

- 1. Hva er LUTI, og hvordan implementeres det i den norske konteksten?*
- 2. Hvilke tilpasninger trengs i Node-Place-Design modellen for å være et rammeverk for evaluering i norsk kontekst?*
- 3. Hvordan kan Node-Place-Design modellen og Form Syntax-analysen integreres til et effektivt analyseverktøy som adresserer alle 3 nivåene i samordnet areal- og transportplanlegging?*
- 4. Hva er tilstanden for samordningen av areal og transport lang InterCity-nettverket og nodene i nettverket?*
- 5. Hvilke typologier kan defineres for nodene i nettverket?*



Figur 1.2 De forskjellige evalueringsnivåene ut i fra myndighetsområde og evalueringsmetode. Illustrasjon: Sverre Myklebust

For å kunne tilpasse TOD-konseptet til en norsk kontekst er det nyttig å vite hva som er tilnærmingen til LUTI i Norge. Dette undersøkes nærmere i kapittel 2 om kontekst med utgangspunkt i det første forskningsspørsmålet.

For å innovere og videreutvikle Node-Place-Design modellen som et rammeverk for analyse og evaluering er det hensiktsmessig å forstå bakgrunnen til modellen. Sammenheng mellom modellen med bærekraftig mobilitet, LUTI og TOD undersøkes nærmere i kapitlet om litteratur og teori (kap. 3) med utgangspunkt i forskningsspørsmål 2. For integrering mellom Node-Place-Design modellen og Form Syntax er det også nødvendig å undersøke definisjonen av metodene, og det faglige overlappet mellom dem (seksjon 3.5). Integrering av Node-Place-Design modellene og Form Syntax-analysen i praksis blir undersøkt videre i metodekapitlet (kap. 4) med utgangspunkt i forskningsspørsmål 3.

For å teste og raffinere Node-Place-Modellen i en norsk kontekst må den anvendes på et transportsystem. I kapittel 4 beskrives den metodiske tilnærmingen for å gjennomføre testing på InterCity-triangelet. Raffineringen av modellen beskrives også metodisk i dette kapitlet. Raffineringen utøves i praksis på resultatene i

kapittel 5 og seksjon 5.3 gjennom definering av lokalt tilpassede typologier.

Utgangspunktet for denne tilnærmingen er forskningsspørsmål 2, 4 og 5.

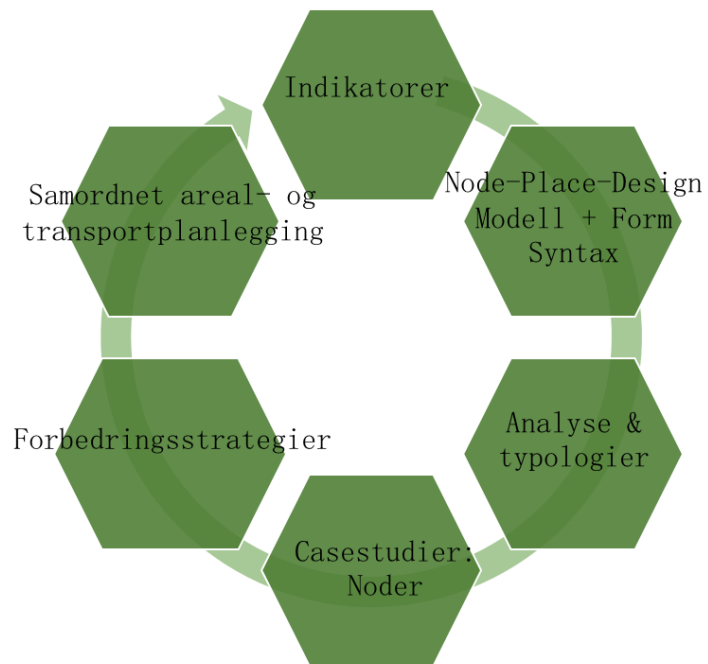
Forskningsformål 4 adresseres igjennom hele oppgaven ved at modellen: Tilpasses norske forhold; metodikken beskrives og testes ut; at modellen innoveres med integrering til Form Syntax og at typologier defineres.

Metoden som er utviklet for å evaluere InterCity-triangelet er basert på litteratur- og teorikapittelet, og består av 4 trinn. Disse 4 stegene inngår i en syklisk metode bestående av 6 steg hvor forbedringsstrategier og gjennomføring inngår. Å følge prosessen helt rundt endrer transport-, steds- og designkvalitetene som igjen gir utslag på indikatorene og følgelig hele Node-Place-Design modellen.

- 1) Tilpasse indikatorene i Node-Place-Design modellen til en norsk kontekst.
- 2) Anvende Node-Place-Design modellen med Form Syntax
- 3) Analysere resultatene og definere typologier
- 4) Velge noder som casestudier basert på typologiene. Fremheve ubalanserte områder internt i noden som aktuelle for forbedringsstrategier som involverer «Transit-Joint Development» (TJD).

Tilpasningen av indikatorene gjøres med utgangspunkt i litteraturen og eksisterende sett med indikatorer. Tilpasning til norsk kontekst handler også om hvilke data som er tilgjengelig, og dette er redegjort for i kapittelet om metode (seksjon 4.2). I metodekapittelet redegjøres det også for den praktiske integreringen mellom Node-Place-Design modellen og Form Syntax-analysen.

Basert på innsamlet og behandlet data anvendes Node-Place-Design modellen på InterCity-triangelet. Resultatet viser forholdet mellom disse indeksene for InterCity som en helhet og mellom nodene (seksjon 5.1-5.2). Resultatene gir grunnlag for å evaluere tilstanden for samordningen av areal og transport langs InterCity-triangelet som en helhet og i den enkelt node, samt forholdet mellom nodene. En del av evalueringen er å gjennomføre klyngeanalyse og defineres typologier som passer den norske konteksten (seksjon 5.3).



Figur 1.2(2) Syklisk sammenhenger for anvendelse av metoden av metoden.

Evalueringen viser at de fleste nodene er i ubalanse. På bakgrunn av funnene velges det noder til casestudier for å evaluere samordnet areal- og transportplanlegging internt i noden (seksjon 5.4). Dette gjøres med Form Syntax-analysen hvor morfologiske forhold kartlegges innen gatenettverk, urban bebyggelsesform og funksjonsmangfold i kapittel 6.

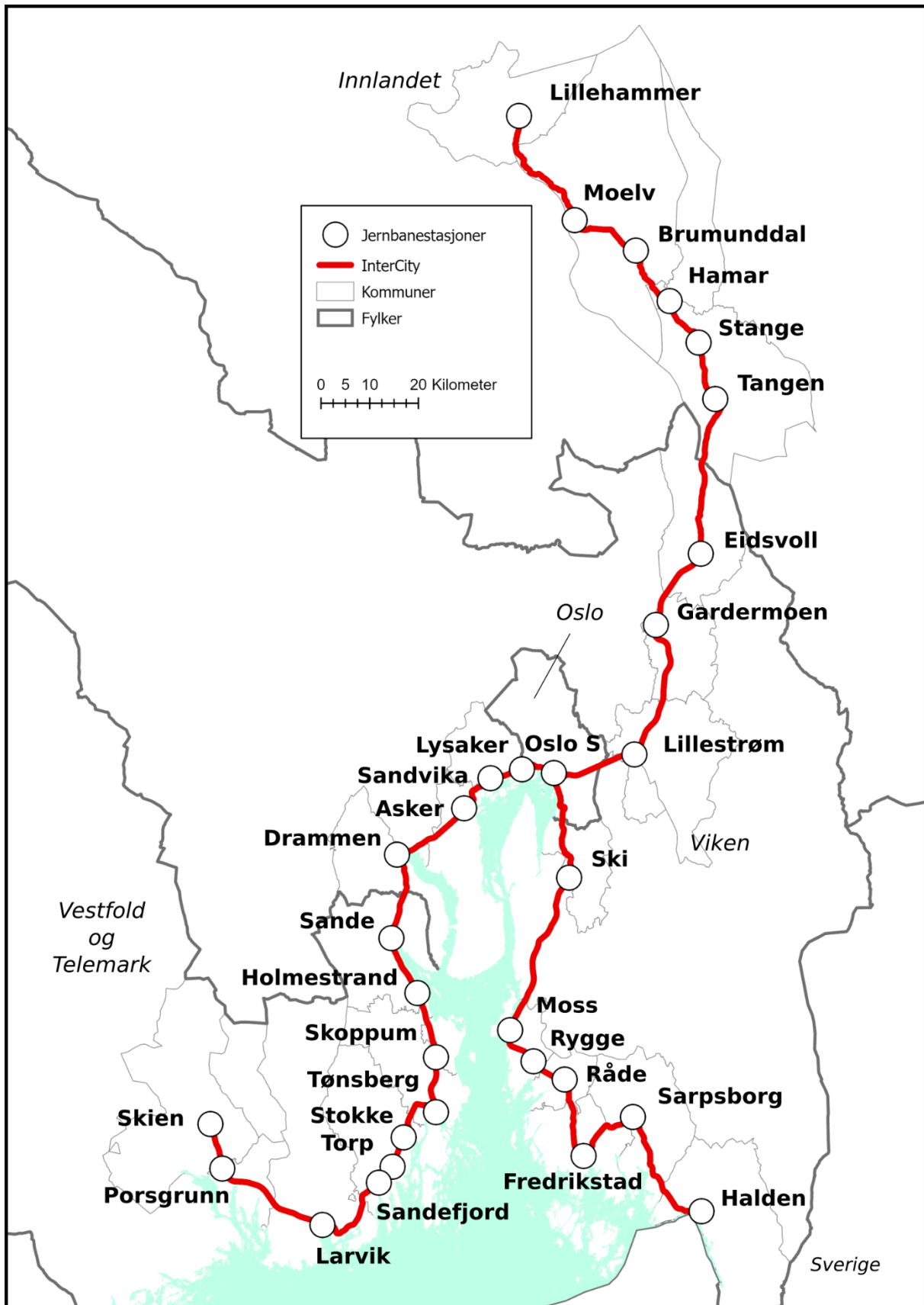
I kapittel 7 diskuteres resultatene, samt konsekvenser av dem og metodikken utviklet i oppgaven. Oppgavens verdi i en akademisk og sosial debatt adresseres også her.

1.3. Oppgavens avgrensning

Oppgaven tar for seg transportsystemet definert av InterCity-nettverket og stasjonsområdene som noder i nettverket. På regional skala er den geografiske avgrensingen derfor utstrekningen av InterCity-triangelet (Figur 1.3).

Ringjerriksbanen er i denne oppgaven utelatt ettersom strekningen enda ikke er etablert. På lokal skala er avgrensingen gitt av stasjonsområdet. I Node-Place-Design modellen er denne avgrensingen gitt som radius på 800 meter rundt jernbanestasjonen. For Form Syntax er det brukt en utvidet radius på 1500 meter. Fortetting og helhetlig knutepunktsutvikling av jernbanestasjoner er temaer som rettes mye oppmerksomhet gjennom nasjonale planer, retningslinjer og veiledere. I

Transit-Oriented Development» (TOD) er jernbanestasjonen ofte utgangspunktet fordi her er potensialet for nærhet mellom transport, nødvendige aktiviteter og attraksjoner størst.



Figur 1.3 Kart med InterCity-triangelet og nodene som inngår i oppgaven. Illustrasjon: Sverre Myklebust.



Bilde 2 Sandvika stasjon. Kilde: (Bane NOR)

2. Kontekst

«Transit-Oriented Development» (TOD) er etter hvert blitt den vanligste måte å implementere «Land-Use Transport Integration» (LUTI) for å nærme seg et mål om bærekraftig mobilitet. Når TOD-konseptet skal brukes som rammeverk for undersøkende forskning på et transportnettverk i Norge, er det hensiktsmessig å forstå konteksten rammeverket skal brukes i. Konteksten defineres av hvordan man i Norge forholder seg til LUTI gjennom det norske plansystemet. Dette gjelder politiske mål, rollen arealplanlegging har i å nå målene og hvordan det implementeres tilnærminger til LUTI i Norge.

Med forståelse av konteksten legges grunnlaget for å tilpasse TOD og Node-Place-Design modellen og oppnå forskningsformål 1, 2 og 3 gjennom resten av oppgaven.

I kapittel 2 undersøkes derfor den norske konteksten nærmere for å bygge forståelse. Kapittelet bidrar også med generell informasjon og bakgrunn som øker forutsetningene for å forstå sammenhenger.

2.1. Den norske konteksten

Gjennom det norske plansystemet, i nasjonale planer og tilhørende kunnskapsdokumenter rettes det stor oppmerksomhet mot LUTI i form av samordnet areal- og transportplanlegging. Hensikten med samordningen er både som klimatiltak og som samfunnstiltak.

I de statlige retningslinjene er det en målsetning at «utbyggingsmønster og transportsystemer bør fremme utvikling av kompakte byer og tettsteder, redusere transportbehov og legge til rette for klima- og miljøvennlige transportformer» (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2014). Som retningslinjer pekes det videre på behovet for å fastsette og samordne utbyggingsmønstre og transportsystem, samt ha høy arealutnyttelse og fortetting rundt kollektivknutepunkt. Viktigheten av handelsvirksomhet og publikumsrettede tilbud i sammenheng med kollektivknutepunkt vektlegges. I tillegg gis det retningslinjer om

overgangsmulighetene mellom ulike transportformer, og at sykkel og gange som transportform skal styrkes (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2014).

I de nasjonale forventningene pekes det på samordnet regional areal- og transportplanlegging for utvikling av «kompakte klart avgrensede byområder» (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2019). Det forventes også at kollektivknutepunktene skal være vurderingstema når bolig og næringsbebyggelse skal planlegges. Mellom kollektivknutepunkt og friluftsområder forventes det planlagt for transportformene sykkel og gange.

I nasjonal transportplanlegging er det overordnede og langsiktige målet: «Et transportsystem som er sikkert, fremmer verdiskapning og bidrar til omstilling til lavutslippssamfunnet» (Samferdselsdepartementet, 2017, p. 10)

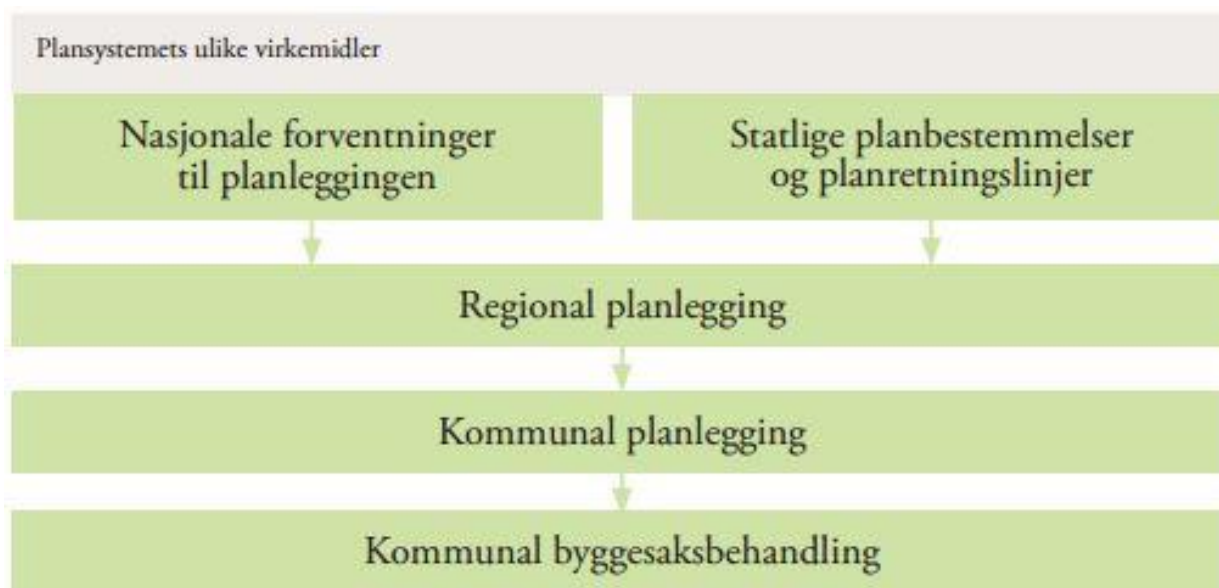
Det langsiktige målet skal nås gjennom tre hovedmål som er styrende for prioritering av ressursbruken. Disse tre hovedmålene er (Samferdselsdepartementet, 2017):

- Bedre fremkommelighet for personer og gods i hele landet.
- Redusert transportulykker i tråd med nullvisjonen.
- Redusere klimagassutslippene i tråd med en omstilling mot et lavutslippssamfunn og redusere andre negative miljøkonsekvenser.

Et sentralt verktøy for at regjeringen skal nå disse målene befinner seg utenfor plansystemet og heter byvekstavtaler. Byvekstavtaler er «forpliktende samarbeid om arealbruk og finansiering av miljøvennlig transport mellom stat, fylkeskommuner og kommuner» (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2018)

Et sentralt verktøy innenfor plansystemet for å følge opp nasjonale forventninger er regionale areal- og transportplaner (Figur 2.1). I disse planene forventes det at kommuner og fylkeskommuner «sikrer et godt og effektivt samarbeid om bolig-areal og transportplanlegging for å bidra til attraktiv og klimavennlig by- og tettstedsutvikling» (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2019)

Byvekstavtaler er ment å sørge for at regionale areal- og transportplaner blir fulgt opp (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2018).



Figur 2.1 Oversikten over det norske planhierarkiet og verktøyene i det. Kilde: (Haugrønning, et al., 2011)

Gjennom byvekstavtaler skal «kommuner og fylkeskommuner sørge for en arealbruk i sine byområder, som blant annet bygger opp under statens investering i kollektivtransport, sykling og gange» (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2018). Byområder som har eller er aktuelle for byvekstavtaler er blant annet Oslo/Akershus, Grenland, Buskerudbyen og Nedre Glomma (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2018).

I Nasjonal transportplan 2018–2029 (NTP) er «God byvekst og mobilitet» tilegnet et eget kapittel (Samferdselsdepartementet, 2017, p. 142). Her pekes det på utfordringer med voksende byområder og økende antall reisende. En målsetning her er at «det skal være godt å bo og arbeide i byområdene. Vi skal kunne reise enkelt og sikkert, unngå å bli utsatt for mye støy og forurensing, og kunne oppholde oss i trivelige sentrumsområder og bomiljøer» (Samferdselsdepartementet, 2017, p. 142).

Nedenfor listes opp et utvalg av punkter som uttrykker Regjeringens vilje (Samferdselsdepartementet, 2017, p. 143):

- Persontransportveksten i byområder skal tas med kollektivtransport, sykkel og gange.

- At mobiliteten i byområder skal bedres gjennom målrettede investeringer, økt bruk av kollektivtransport og nye løsninger.
- Legge til rette for at en betydelig del av transportveksten tas med sykkel og gange. Satsingen på tiltak for syklister og fotgjengere i byområdene gjennom bymiljøavtaler og byvekstavgiftene styrkes.
- Gi jernbanen en sterkere rolle i bymiljøavtalene og byvekstavgiftene.
- Sørge for en sterkere koordinering av boligbygging, arealbruk og utbygging av transportsystemer ved å samordne bymiljøavtalen og byutviklingsavtalene til byvekstavgifter.
- At areal- og transportplanlegging bør støtte opp under utvikling av områder med stort potensial for boligbygging og næringsutvikling.

Videre i NTP pekes det på at det «I areal- og transportplanlegging må legges til grunn et utbyggingsmønster og transportsystem som fremmer utviklingen av attraktive byer og tettsteder, øker mobiliteten, reduserer transportbehovet og legger til rette for klima- og miljøvennlig transportformer. Areal- og transportplanlegging bør støttes opp under potensialet for boligbygging» (Samferdselsdepartementet, 2017, p. 143)

Kompakt byutvikling er et velkjent konsept innen byutvikling som også trekkes frem i NTP (Carmona, et al., 2010; Hansen, et al., 2015). Det siktes til at kompakte bykjerner kan redusere behovet for å transport, samtidig som det da også bidrar til mindre klimagassutslipp, luftforurensing og støy. Med arealbruk i form av kompakt byutvikling vil man få mer igjen for samferdselsinvesteringene (Samferdselsdepartementet, 2017, p. 157).

Det rettes også fokus på transportsystemer, samordningen av flere modus for kollektivtransport, samt rollen tog og knutepunkter har i et kollektivtransportsystem. Det pekes på behovet for bedre koordinering og samarbeid mellom togoperatører og kollektivselskaper som henholdsvis regional og lokal kollektivtransport. «Jernbanedirektoratet må involvere fylkeskommunene og kommunene på en slik måte at det er mulig å oppnå god koordinering mot lokal kollektivtransport, fortetting rundt stasjoner, knutepunktsutvikling, parkeringsrestriksjoner og/eller utvikling av innfartsparkeringsplasser»

(Samferdselsdepartementet, 2017, p. 153). Ved at boliger og næringsvirksomhet, som kontorer og butikker, legges i sammenheng med kollektivknutepunkter gjør dette det mer attraktivt og enklere for mange å velge å bruke offentlig transport. Dette gjelder også byområder og tettsteder hvor det ikke er inngått byvekstavtaler (Samferdselsdepartementet, 2017, p. 153).

Knutepunktsutvikling er en kompleks utfordring. Det består av samarbeid mellom flere sektormyndigheter og planmyndigheter på forskjellige nivåer i planhierarkiet. Disse har også ansvar for forskjellige felter innen både transportplanlegging og arealplanlegging (Tabell 2.1). Kompleksiteten og viktigheten av knutepunktsutvikling poengteres av at Samferdselsdepartementet har bedt Statens Vegvesen og Jernbanedirektoratet, sammen med Kommunesektorens Organisasjon om å utarbeide en veileder for helhetlig knutepunktsutvikling (Samferdselsdepartementet, 2017, p. 153; Statens Vegvesen, 2018).

Tabell 2.1 Aktører og ansvarsområder i sammenheng med knutepunktsutvikling. Kilde: (Statens Vegvesen, 2018)

Aktør	Ansvarsområde av relevans for knutepunktsutvikling
Offentlig forvaltning	
Samferdselsdepartementet (SD)	Overordnet ansvar for rammevilkår for veg- og jernbanesektoren og for riksvegføringene.
Kommunal- og moderniseringsdepartementet (KMD)	Ansvar for plan- og bygningsloven, kommuneøkonomi og regionalpolitikk.
Fylkeskommunen	Regional areal- og transportplanlegging, drift av buss, sporveg, trikk, t-bane, bybane, hurtigbåter og lokale båtruter. Ansvar for administrasjonsselskaper som planlegger og utvikler lokalt kollektivtilbud og håndterer markedsføring, billettsalg og ruteinformasjon.
Kommunen	Kommunal byutvikling og planlegging, utbygging, drift og vedlikehold av kommunale veier. Ansvar for parkeringspolitikk (normer, reguleringer mv). Planmyndighet med ansvar for kommuneplanens arealdel og reguleringsplaner. Kommunene er lokal planmyndighet og har ansvar for at det tas hensyn til samfunnsikkerhet i planlegging etter plan- og bygningsloven.
Statens vegvesen	Overordnet transportplanlegging (NTP). Planlegging, utbygging, drift og vedlikehold av riksveger og også for fylkesveger etter avtale med fylkeskommunene (sams vegadministrasjon). Sektoransvar for kollektivtransport.
Nye veier AS	Finansiering av planlegging, utbygging og drift av knutepunkter langs veier i sin utbyggingsportefølje.
Jernbanedirektoratet	Overordnet transportplanlegging (NTP). Helhetlig ansvar for strategisk utvikling, styring og koordinering av jernbanesektoren. Initiere, utvikle og presentere forslag som angår utviklingen av jernbanen som en del av det samlede transportsystemet. Ansvar for statens kjøp av persontogtjenester, reiseplanlegging og elektronisk billettering for all kollektivtransport.
Bane NOR	Skal sørge for tilgjengelig jernbaneinfrastruktur og effektive og brukervennlige jernbaneinfrastrukturtenester, inkludert knutepunktsutvikling, som grunnlag for transport av personer på det nasjonale jernbanenettet. Foretaket skal planlegge, bygge ut, forvalte, drifte og vedlikeholde det nasjonale jernbanenettet, trafikkstyring og forvaltning av jernbaneeiendom, etter avtale med Jernbanedirektoratet.
Fylkesmannen	Særlig ansvar for samfunnsikkerhet og beredskap, inkludert veiledning, kurs, tilsyn og øvingsledelse. Samordningsmyndighet for innsigelsler.
Avinor	Ansvar for utbygging og drift av 45 flyplasser i Norge. Avinor legger til rette for ankomst med kollektivtransport og bil på sine lufthavner.
Kystverket	Ansvar for utvikling og vedlikehold av farleder (hoved- og biled), Kollektivtransport med hurtigbåt og ferjer benytter i hovedsak biled. Når passasjerfartøyet går fra biled til kommunens sjoområde, er det vedkommende havn som har ansvaret for sikkerhet og framkommelighet.
Operatører	
Lokal kollektivtransport med fylkeskommunalt driftstilskudd	Kundeansvar for de reisende
Kommersielle ekspressbusselskaper	Kundeansvar for de reisende, ruteinformasjon, billettsalg
Togoperatører	Kundeansvar for de reisende
Drosjeselskaper	Kundeansvar for de reisende, informasjon
Kommersielle aktører	
Private grunneiere	Salg av grunn
Eiendomsutviklere innen bolig og næring	Planlegging, utbygging og salg av bolig- og næringsbygg

I veilederne pekes det på at fylkeskommunen, som regional planmyndighet og ansvarlig for mye kollektivtransport, bør ha et overordnet ansvar for å identifisere og prioritere de viktigste kollektivknutepunktene. Prioritering bør

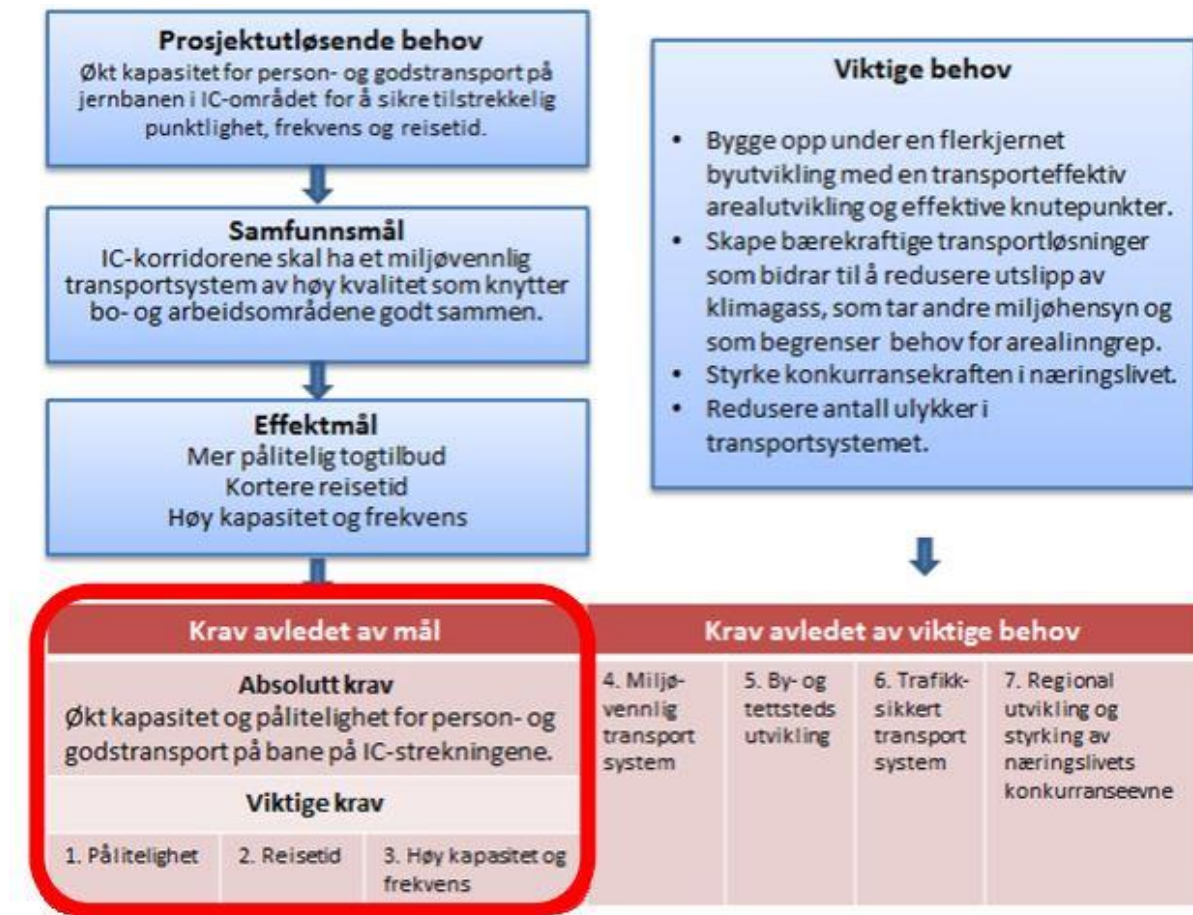
gjøres på bakgrunn av blant annet arealutvikling, fortetting og oppgradering/utvikling (Statens Vegvesen, 2018). Det vises også til at jernbanestasjoner bør inngå som en del av et helhetlig transportsystem i regionene (Statens Vegvesen, 2018). Det kommenteres også at kommunene «bør legge til rette for hensiktsmessig arealutvikling, og særlig at det fortettes rundt kollektivknutepunktene» (Statens Vegvesen, 2018). Veilederen inneholder også en liste med prinsipper over knutepunktsutvikling:

- Fortetting på og rundt knutepunktene.
- Effektiv arealutnyttelse.
- Utforming som åpner for interaksjon med resten av byen.
- Arealbruk som genererer aktiviteter på bakkeplan.
- Bygningsmasse som styrker stedets urbane karakter.
- By- og eiendomsutvikling som bidrar til økt bruk av kollektivtransport.
- Lokalisering av arbeidsplassintensive og publikumsintensive funksjoner.

2.2. InterCity

InterCity-satsingen er en bestilling fra Stortinget gjennom NTP som planlegges og bygges av Bane NOR (Bane NOR, 2018). InterCity-oppgaven ble beskrevet i Nasjonal Transportplan 2014–2023, og Jernbaneverket (nå Bane NOR) fikk oversendt oppdraget om å utarbeide en utbyggingsstrategi i 2013 av Samferdselsdepartementet (Jernbaneverket, 2016). I følge NTP er utgangspunktet at «toget skal være en attraktiv og kapasitetssterk ryggrad i kollektivtransportsystemet» (Samferdselsdepartementet, 2017, p. 44).

I Figur 2.2 vises en oversikt over behov, mål og krav som gjelder for InterCity-prosjektet. Behovet som utløser prosjektet er at det trengs økt kapasitet for person- og godstransport på jernbanen i IC-området. Videre er det et samfunns mål å ha et miljøvennlig transportsystem av høy kvalitet som knytter bo- og arbeidsområder godt sammen. Som viktig behov pekes det også på å styrke en flerkjernet byutvikling med transporteffektiv arealutvikling og effektive knutepunkter.



Figur 2.2 Behov, mål og krav som er gjeldende for InterCity-prosjektet. Kilde: (Jernbaneverket, 2016)

Som følger blir det stilt krav om at InterCity-prosjektet blant annet skal være by- og tettstedsutvikling (Jernbaneverket, 2016). Det poengteres at det med begrepet «miljøvennlig transportsystem» i samfunns målet siktes til et system som «muliggjør en utvikling av kompakte byer og tettsteder som legger grunnlaget for et redusert transportbehov» (Jernbaneverket, 2016). Tilsvarende er innholdet i samfunns målet om å knytte bo- og arbeidsområdet godt sammen at det «øker tilgjengeligheten mellom bysentra og tettsteder i korridoren og styrker kollektivtilbudet mellom hovedstadsområdet og regionen, og derved avlaster Oslo» (Jernbaneverket, 2016).

Med hensyn til forventet befolkningsvekst i Østlandsområdet og målet om nullvekst i privatbiltransporten må lokal- og regionaltog satses på. Prosjektets geografiske avgrensning er banestrekningen Oslo-Skien, Oslo-Halden, Oslo-Lillehammer og Sandvika-Hønefoss (Jernbaneverket, 2016). Dette er Vestfoldbanen, Østfoldbanen, Dovrebanen og etablering av Ringeriksbanen. Utbygging av InterCity-strekningene

til Skien, Lillehammer og Halden er hovedprioritet for jernbanesatsing i NTP (Samferdselsdepartementet, 2017, p. 95). I første omgang gjennom Indre InterCity som skal ferdigstilles i 2026. I neste fase skal Ytre InterCity fullføres i 2034.

Noen av målene med utbyggingen er (Samferdselsdepartementet, 2017, p. 96):

- Ringeriksbanen
 - o 35 minutters reisetid og 2 avganger i timen mellom Hønefoss og Oslo. Byggestart 2021/2022.
- Vestfoldbanen
 - o Dobbeltspor til Tønsberg med 4 avganger i timen og reisetid på omtrent 1 time. Ferdig 2024.
 - o Reisetid under 2 timer til Skien med 2 avganger i timen.
 - o Utvikle stasjonene i Sandefjord og Larvik som moderne knutepunkt
- Dovrebanen
 - o Reisetid på 1 time og 35 minutter til Lillehammer med 2 tog i timen innen 2034.
 - o Utvikle stasjonen på Hamar som moderne knutepunkt
- Østfoldbanen
 - o Reisetid 1 time og 10 minutter til Halden innen 2034
 - o Utvikle Moss, Fredrikstad og Sarpsborg som moderne knutepunkter.

Tiltakene som ferdigstilles innen 2026 korter ned reisetiden med omlag 25 minutter, mens tiltak som ferdigstilles inntil 2034 reduserer med nye 20 minutter for totalt omtrent 45 minutter (Samferdselsdepartementet, 2017, p. 75).

Av Bane NOR pekes det på viktigheten av sentralt plasserte stasjoner ettersom de gir mest nytte med hensyn til målene med prosjektet. Stasjonen skal være lett å nå med buss, sykkel og gange (2018). «InterCity-stasjonene skal være et godt knutepunkt for kollektivtrafikken og bidra til fremveksten av nye boliger, arbeidsplasser, handel og kulturtilbud» (Bane NOR, 2018).

«Toget skal være tilgjengelig for alle, også de som ikke kjører bil» (Bane NOR, 2018).

2.3. TOD i Norge?

Gjennomgangen viser at det i Norge er et problem med for mye privatbilisme. Dette gir opphavet til målet om nullvekst i personbiltransport.

Gjennomgangen viser også at det i det norske plansystemet er mål om: å redusere transportbehovet; redusere privatbilismen på bekostning av å fremme gange og sykkel; ha restriksjoner på parkering, og bedre mobiliteten. Dette er målsetninger som er helt på linje med målet om bærekraftig mobilitet (Banister, 2008).

Av gjennomgangen fremkommer det også en tydelig bevissthet om effekten arealplanlegging har på transport. Dette synliggjøres gjennom all oppmerksomheten som vies samordnet areal- og transportplanlegging (som en norsk versjon av LUTI).

Det vises også til flere tilnæringer å nå målene, som eksempelvis lister med prinsipper for planlegging og hva som er ønskede resultater av tiltak. Det refereres også til implementering av samordnet areal- og transportplanlegging tilnæringer som kompakt byutvikling, flerkjernet byutvikling og helhetlig knutepunktsutvikling. At konseptene implementeres i sammenheng med transportsystem hvor jernbane er ryggraden fremheves også. Konsepter for LUTI som nevnes har mye til felles med TOD.

Gjennomgangen viser at TOD i seg selv ikke er synliggjort som alternativ for implementeringer. Samtidig så viser politisk mål, retningslinjer, forståelse og slektene konsepter et tydelig slektskap til bærekraftig mobilitet og TOD. TOD må derfor kunne forstås som en egnet tilnærming til implementering av samordnet areal- og transportplanlegging i Norge. Følgelig er det heller ikke noe motforestillinger for TOD-konseptet som rammeverk for å evaluere samordningen av areal- og transportplanlegging med Node-Place-Design modellen langs InterCity-triangelet.

DEL 2

Kap. 3 Litteraturstudie/Teori s. 37

Kap. 4 Metode s. 75



Bilde 3 Halden stasjon. Kilde: (Bane NOR)

3. Litteraturstudie/Teori

Verdens byer har store problemer med luftforurensing, støy, høye temperaturer, få grøntarealer, stillesittende livstil, påkjørsler, sosial ulikhet og manglende mobilitet (Nieuwenhuijsen & Khreis, 2019). Årlig forårsaker dette flere millioner dødsfall (Nieuwenhuijsen & Khreis, 2019; World Health Organization, 2018). Disse problemene kan knyttes til det rådende transportsystem bygget opp rundt privatbilisme (Low, 2013; Banister, 2008)

Bærekraftig mobilitet («sustainable mobility») er ifølge Banister (2008) et alternativt paradigme til det rådende transportsystemet. Intensjonen i bærekraftig mobilitet er ikke å forby privatbiler, men heller å designe byer som er tilgjengelige og tilbyr valgmuligheter, og bilen ikke er forutsetningen for dette (Banister, 2008). I søken mot bærekraftig mobilitet foreslår Banister (2008) 4 nøkkelementer. Et av disse gjelder arealplanlegging på bakgrunn av hvordan arealbruk påvirker reisemønstre og valg av transportmodus (Banister, 2008; Van Wee, 2011; Wegener & Fürst, 1999). Som følge av denne koblingen er integreringen av transport og areal («Land-use Transport Integration» (LUTI)) en tilnærming til å nå målet om bærekraftig mobilitet.

Det er vist gjennom forskning at den største utfordringen med LUTI er i sammenheng med implementering av det (Tan, et al., 2014; Curtis, 2012; Tan, et al., 2014b). Implementeringen av LUTI skjer ofte i form av konseptet «Transit-Oriented Development» (TOD), men som følge av mangler ved implementering blir ofte resultatet mindre vellykket. Mindre vellykkede TODs havner ofte i gruppen med utviklingsprosjekter identifisert som «Transit-Adjacent Development» (TAD) (Cervero, et al., 2002; Tumlin & Millard-Ball, 2003; Renne, 2009).

TOD er også kritisert på forskjellige nivåer. Tan, et al., (2014) trekker frem utfordringene med implementering av TOD som følge av institusjonelle barrierer. Tan, et al., (2014b) peker på implementeringsprosessen for TOD som omtrentlig. Chapman (2013) argumenterer for at TOD i for stor grad vektlegger utvikling i

sammenheng med jernbane og viser til at andre faktorer kan ha større innflytelse på bilbruken. Crane (2016) poengterer at vi fortsatt har for lite kunnskap om og eventuelt hvordan arealbruk og design påvirker trafikk.

Dette kapittelet består relasjonelt av 2 adskilte deler som forsøkes å faglig integreres. I den første delen av kapittelet (seksjonene 3.1–3.3) redegjøres det for bærekraftig mobilitet, LUTI, TOD, Node-Place-Design modellen og sammenhengene mellom dem. I seksjon 3.3 sees det nærmere på TOD-konseptet og Node-Place-Design modellen som er rammeverk for å evaluere et nodebasert transportsystem. I denne teoridelen adresseres oppgavens problemstilling for 2 av de 3 nivåene som angår samordnet areal- og transportplanlegging; regionalt og node.

I neste del av kapittelet (fra og med seksjon 3.4) ser vi på Form Syntax-analysen og integrering med Node-Place-Design modellen som en måte å videreutvikle modellen til å adressere alle 3 nivåene i samordnet areal- og transportplanlegging.

3.1. Bærekraftig mobilitet

Dagens transportparadigme er ikke bærekraftig. Det kobles til klima- og miljøproblemer, helseskader og sosiale ulikheter (Nieuwenhuijsen & Khreis, 2019).

«The urban mobility dilemma» eller «The dilemma of mobility» er et forsøk på å formulere motsetningene som eksisterer i dagens transportparadigme (Bertolini, 2017; Low, 2013). Dilemmaet er formulert som:

«The tension between the benefits and the cost of transport» (Bertolini, 2017).

Fordelene er ofte individuelle, mens kostnadene tas av felleskapet.

I dag er privatbilisme det rådende transportparadigme (Low, 2013). Privatbilismen er et resultat av modernismens prinsipper for byplanlegging sammen med et nyliberalistisk tanke sett, økonomisk vekst og teknologisk utviklingen som foregikk i etterkrigstiden (Low, 2013). Sektorisering av primærfunksjoner som bolig, arbeid og rekreasjon, og at privatbilen ble allemannseie hadde en selvforsterkende effekt. Konsekvensen er at privatbilen er forutsetningen for mobilitet og tilgjengelighet. Slik trenger det ikke å være.

Bærekraftig mobilitet er et alternativt transportparadigme som adresserer mobilitetsdilemmaet og søker et transportsystem med en mer forsvarlig fordeling av gevinster og kostnader (Bertolini, 2017, p. 102). Banister (2008) argumenterer for at det er to prinsipper som forårsaker dilemmaer i det rådende transportparadigme. Det første prinsippet er at reise ansees som et fremdrevet behov. Den andre prinsippet er folk vil minimere kostnadene ved reise med hensyn på utgifter og reisetid. Det første dilemmaet oppstår når man sidestiller transport som et fremdrevet behov med reise som en verdsatt aktivitet. Det andre dilemmaet skyldes et ønske om å minimere reisekostnader samtidig som man søker en langsommere trafikk i byene av miljø og helsemessige årsaker (Banister, 2008).

I følge Bertolini (2017) er utfordringen med bærekraftig mobilitet at:

«In order to be sustainable, mobility must allow the pursuit of social goals, and the generation of economic means required by this pursuit, while acknowledging present and future environmental constraints».

I søken mot bærekraftig mobilitet foreslår Banister (2008) følgende tiltak:

- Redusere behovet for å reise.
- Oppfordre til et skifte mot myke transportformer.
- Redusere lengden på reiser.
- Oppfordre til et mer effektivt transportsystem.

For å redusere behovet for å reise sikter Banister (2008) til at reisen erstattes av en annen aktivitet og ikke lenger blir gjennomført. Dette skjer blant annet gjennom hjemmelevering. Gjennom transportpolitiske tiltak kan gange og sykkel fremmes på bekostning av privatbilen, og slik redusere bilbruken. Banister (2008) nevner eksempler som veipricing, redusert parkeringstilgang og sette til side veiarealer prioritert for offentlig transport. Han peker også på en tendens hvor bilveier omgjøres til gater og offentlige rom for mennesker. Dette følger av en bevegelse hvor veier i økende grad oppfattes som offentlige rom tilgjengelig for alle og ikke kun for bilen.

For å redusere reiselengder trekkes arealpolitikk og planlegging av romlige forhold frem som det fremste virkemiddelet (Banister, 2008). Ved å integrere

bærekraftig mobilitet i det bygde miljø kan reiselengder reduseres. Dette gjøres blant annet ved bevissthet rundt økt tetthet og kompakthet; samle mangfold av funksjoner; lokalisering av boliger; design av bygninger, offentlige rom og gatestrukturer; utvikling i sammenheng med kollektivtransport (Banister, 2008).

Effektivisering av transportsystemet gjennom teknologi er det fjerde tiltaket Banister (2008) trekker frem. Dette omhandler tekniske løsninger som er mer miljøvennlige, blant annet bruken av gjenvinnbare energikilder.

Når konteksten er planlegging av romlige forhold og funksjoner er integrering av areal- og transport (LUTI) en måte å adressere bærekraftig mobilitet på (Bertolini, 2017).

I følge Bertolini (2017) er hovedmålet med LUTI:

«Developing transport and land use conditions for as large as possible a share of the least environmentally impacting modes, while at the same time maintaining and possibly increasing the amount and diversity of places of activity that can be reached at a given moment withing travel time, monetary and other relevant travel costs that are acceptable for those needing or desiring access to those places of activity.»

Det er helt sentralt å forstå at LUTI er en tilnærming til å oppnå bærekraftig mobilitet, og i forlengelsen FNs bærekraftsmål.

Det er flere måter å implementere LUTI på, og forskning har vist at det er nettopp i implementering at utfordringen ligger (Tan, et al., 2014; Curtis, 2012). TOD er en av strategiene som ofte anvendes for å implementere LUTI. Når TOD ikke blir implementert skikkelig blir heller ikke resultatet tilfredsstillende. Mindre vellykket implementering av TOD resulterer i «Transit-Adjacent Development» (TAD), eller til et resultat på TAD-TOD spektrumet (Renne, 2009).

I de neste seksjonen ser vi nærmere på bakgrunnen til TOD, definisjonen på TOD, viktige elementer i TOD og hvilke feilimplementeringer som leder til TAD.

3.2. Transit-Oriented Development

TOD-konseptet ble først presentert i 1993 av en urban designer ved navn Peter Calthorp (1993) gjennom boken «The new American metropolis: Ecology, Community and the American dream». TOD-konseptet springer ut av akademisk sammenslutning mellom forkjempere for kollektivtransport og motstandere mot byspredning i USA på 1980-tallet. Calthorp var tilknyttet denne foreningen gjennom sitt arbeid med bevegelser for bærekraftig miljø og nyurbanisme (Carmona, et al., 2010). Forskning og holdninger innen design, transport og byplanlegging fra disse forskjellige miljøene ble samlet i TOD-konseptet (Carlton, 2009).

I følge Cervero, et al., (2002) eksisterer det ingen enhetlig definisjon av «Transit-Oriented Development» (TOD) som konsept. Istedenfor inneholder litteraturen et mangfold av normative beskrivelser av hva TOD skal inneholde og bidra med. Blant annet mener Jacobsen & Forsyth (2008) at TOD forstås som en strategi for å integrere investeringer i kollektivtransport med arealbruk for å skape gangvennlige og mangfoldige nabolag i både by og forsteder. I følge Calthorp selv er TOD:

«en konstellasjon av gjensidig avhengige sentre forbundet gjennom en hel region av et høykapasitets, skinnegående kollektivtransporttilbud» (Calthorpe, 1993) via (Cervero, et al., 2002)) (Forfatters oversettelse).

Dittmar & Poticha (2004) argumenterer for at hensikten med TOD er «Liveability», og at TOD følgelig må oppfylle de 5 målene:

- Effektiv lokalisering av boliger og kollektivknutepunkt
- Rikt mangfold av valgmuligheter
- Verdifangst på arealer
- *Place-making* (bygninger og sted med folk og aktiviteter (Carmona, et al., 2010)
- Balansere spenningene mellom node og sted

«Liveability» kan forstås som «a place where everyone can live in relative comfort» (Carmona, et al., 2010).

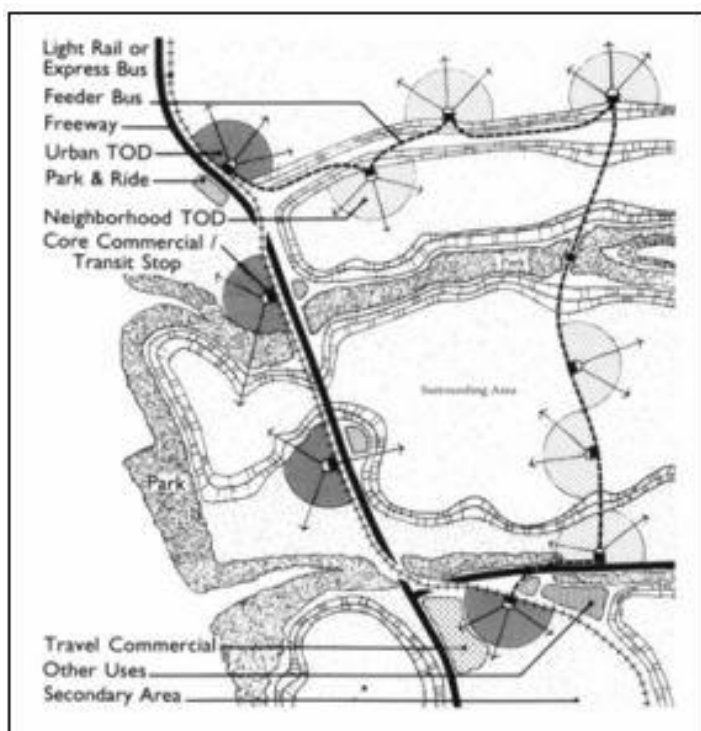
Med bakgrunn i mangfoldet av beskrivelser og mål for TOD trekker Cervero, et al., (2002) frem en del fellestrekk som går igjen:

- Flerfunksjonelle områder (Områder hvor flere forskjellige funksjoner som boliger, arbeidsplasser og fritidstilbud er samlet).
- Utvikling som er nært opptil og godt betjent av offentlig transport.
- Utvikling som bidrar til økt andel kollektivreiser.

I tillegg trekker Cervero, et al., (2002) frem noen elementer som går igjen i mange av definisjonene, men ikke nevnes i alle.

- Kompakthet
- Gang- og sykkelvennlige omgivelser
- Offentlige og sivilt samfunnsrom (public and civic space)
- Stasjoner som knutepunkt i lokalsamfunnet (community hub)

Av definisjonene ser vi at TOD-konseptet har både en regional og lokal kontekst. Implementering av LUTI gjennom TOD kan følgelig gjelde hele transportnettverket gjennom en region og den enkelte node i transportnettverket (Figur 3.1).



Figur 3.1 Den regionale og lokale konteksten for TOD-konseptet. Kilde: (Calthorpe, 1993) via (Cervero, et al., 2002)).

I et nodebaserte transportnettverk er avstanden såpass store at de i større grad opptrer som selvstendige noder koblet sammen av nettverket mellom dem (Cervero, et al., 2002). I korridorbaserte transportnettverk gjør nærheten mellom nodene at de vokser inn i hverandre å blir hengende sammen. InterCity-triangelet er et eksempel på et nodebasert transportnettverk.

Av definisjonene på TOD ser vi også at urban design, eller utformingen av det bygde miljø står sentralt i konseptet. Carmona, et., (2010) definerer urban design som

«The process of making better places for people than would otherwise be produces». En annen og mer konkret definisjon av urban design er:

«The design of building environment beyond the scale of the building, typically focusing on blocks, neighborhoods, or districts» (Jacobsen & Forsyth, 2008).

Forskning viser at det er flere faktorer ved det bygde miljø som påvirker valgene våre, blant annet om vi velger gange og sykkel fremfor privatbilen (Cervero, et al., 1997; Ewing & Cervero, 2010; Van Wee, 2011). Det er også vist sammenhenger mellom urban design og helse knyttet til blant annet fysisk aktivitet og tilgang til grøntområder (Giles-Corti, et al., 2019; Dadvand & Nieuwenhuijsen, 2019).

Gjennom urban design kan de fysiske omgivelsene formes til å gi økt valgmuligheter og tilgjengelighet. Forskning har vist at en tilnærming til urban design for å fremme dette er gjennom «The 5 Ds» (Ewing & Cervero, 2010). «The 5 Ds» er:

- «Density» (tetthet).
- «Diversity» (mangfold).
- «Design» (design).
- «Destination accessibility» (tilgang til destinasjoner/attraksjoner).
- «Distance to transit» (avstand til kollektivtransport)

I valget om å bruke kollektivtransport er distansen til nærmeste holdeplass vist å være mest relevant (Ewing & Cervero, 2010). Designkvaliteten «% 4-way intersection» er like viktig, mens mengden gatekryss og gatetetthet også har sterk

innflytelse. Mangfold av funksjoner påvirker også valget. Tetthet i seg selv ser ut til å ha lite innflytelse.

For valget av gange er det designkvaliteten «intersection/street density» mengde som er vist å være desidert viktigst (Ewing & Cervero, 2010). Også kvaliteter ved mangfold som avstand til butikker, fordelingen av arbeidsplasser og boliger, og generell funksjonsblanding er av betydning. Tilsvarende viktig er også «Destination accessibility» og «Distance to transit» gjennom faktorene «job within one mile» og «distance to nearest transit stop».

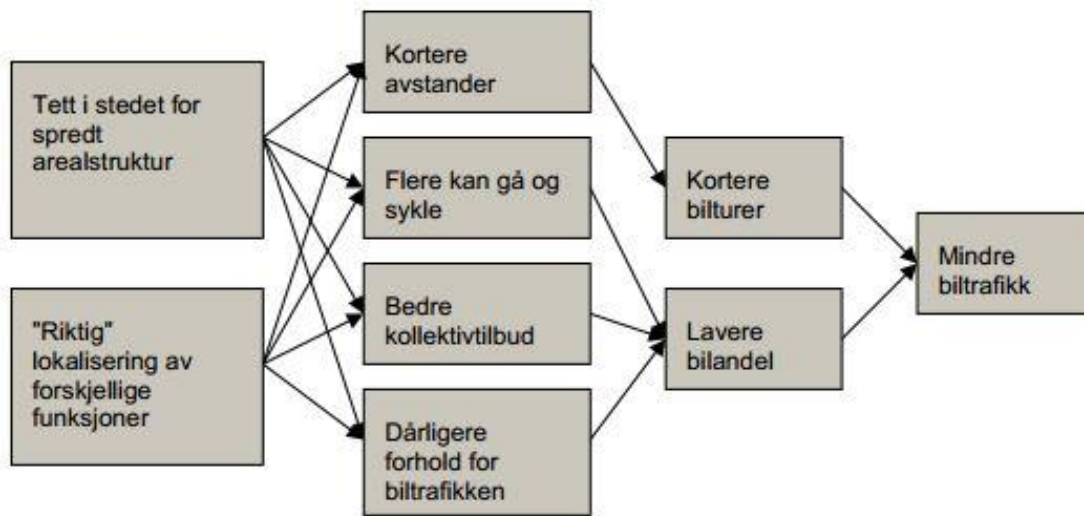
For valg av privatbil er det «Destination accessibility» som er viktigst gjennom faktorene «job accessibility by auto» og «distance to downtown». Når tilgjengeligheten til arbeid med bil er dårligere, og avstanden til sentrum er kort velges privatbilen mindre. Også desikvalitetene «intersection/street density» og «% 4-way intersection» har innflytelse på valget. Når disse kvalitetene er høyere velges privatbilen sjeldnere. Av mangfold vises det også at mengden funksjonsblanding er av betydning (Ewing & Cervero, 2010).

Spesielt viktig er det å merke seg de faktorene som er vist å både ha sterk innflytelse på at gange og kollektivtransport velges, samtidig som det fører til mindre bruk av privatbilen. Her markerer spesielt faktorene «intersection/street density» og «land-use mix» seg. Tetthet derimot markerer seg som en variabel av lite direkte betydning.

I annen litteratur er tetthet pekt ut som en faktor av stor betydning. Blant annet som grunnlaget for å opprettholde og investere i kollektivtransport gjennom en tilstrekkelig brukermasse (Cervero, et al., 2002. Van Wee (2011) peker på at tetthet reduserer «The Generalized Transport Cost» (GTC) ved å reduserer lengden på reiser og gjøre gange og sykkel mer konkurransedyktige alternativer for transport.

Noe av denne diskrepansen i betydningen av tetthet adresseres også av Ewing & Cervero (2010). De fremhever at det ikke er tetthet i seg selv som direkte bidrar til disse fordelene, men at tetthet heller er en muliggjøre for de andre variablene som er av stor betydning. Mange gatekryss, høy gatetetthet, nærhet til arbeidsplassen og funksjonsblanding forekommer i svært liten grad hvis ikke også

tettheten er tilstedeværende. I Figur 3.2 vises en skjematisk fremstilling av årsakssammenhenger mellom tetthet, funksjonsblanding og valg av transportmodus..



Figur 3.2 Årsakssammenhenger mellom tetthet og funksjonsmangfold med valg av transportmodus. Kilde: (Tennøy, et al., 2017)

Som vi ser er «The 5 Ds» helt sentralt for en vellykket implementering av TOD. Hvis urban design i for liten grad fremmer «The 5 Ds» risikerer man å istedenfor ender opp med utvikling som ikke bidrar til å fremme valgmuligheter, tilgjengelighet, offentlig transport, gange og sykkel. Det vanligste tilfellet av mislykket implementering av TOD er «Transit-Adjacent Development» (TAD).

3.2.1. Transit-Adjacent Development (TAD)

Når transportsystemet, tetthet og funksjonsmangfold er tilstede, men kvalitetene i det bygde miljø som fremmer bærekraftig mobilitet mangler ikke lengre snakk om et fullverdig TOD. I et TAD kan tetthet og funksjonsmangfold eksistere i fysisk nærhet med transportsystemet uten at det fører til mer kollektivtransport, gange og sykling på bekostning av privatbilen. Mislykket implementering av TOD er en dominerende problemstilling. Det er anslått at omtrent 97 % av alle jernbanestasjonen i USA er underutviklede TODs, og følgelig er å oppfatte som TADs (Renne, 2009).

Cervero, et al., (2002) forklarer at TAD er «[...] development that is physically near transit; it fails to capitalize upon this proximity, however, to promote transit riding».

Ifølge Renne (2009) kan TAD kjennes igjen fra TOD ved å analysere det bygde miljø i stasjonsområder. Dette er i tråd med oppfatningen om at:

«A TAD lacks any functional connectivity to transit, whether in terms of land-use composition, means of station access or site design» (Cervero, et al., 2002).

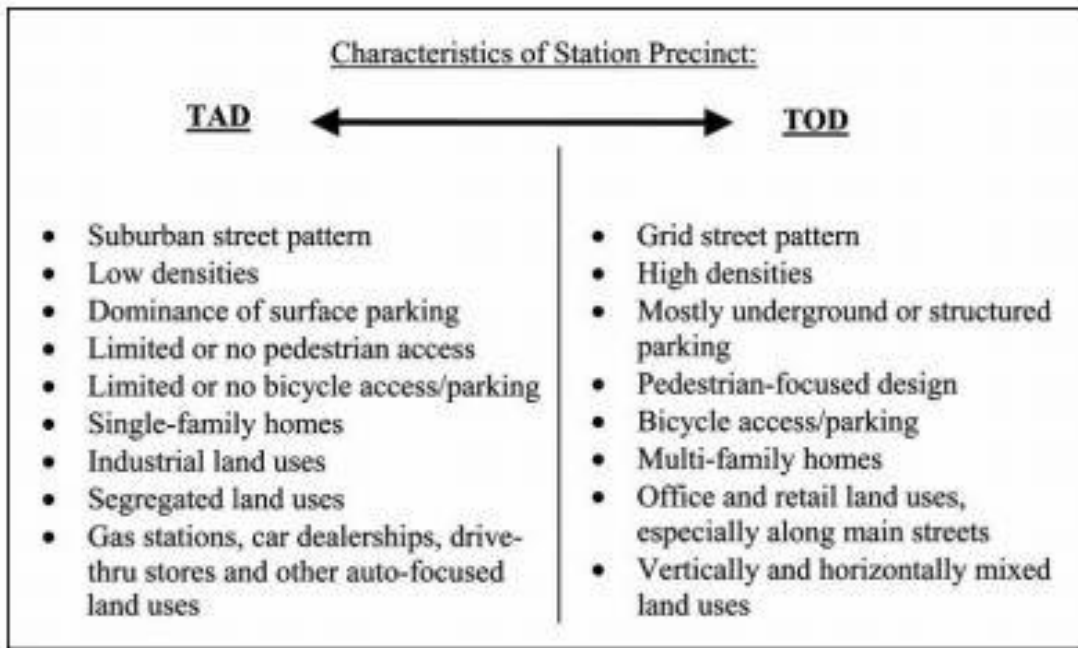
TAD sine mangeler på kvaliteter innen urban design blir videre vektlagt (om TAD):

«[...], but the lack of consumer services, the absence of pathways and bike routes, or the presence of physical barriers renders them as developments that are simply proximate to transit» (Cervero, et al., 2002).

Hvor grensen går mellom en vellykket implementering av TOD og en mislykket TAD er vanskelig å slå fast. Et synspunkt som trekkes frem er at det i mange tilfeller kan være subjektivt (Cervero, et al., 2002). Et annet synspunkt er at det er så få vellykkede TOD at man ikke ønsker en objektiv målestokk som viser dette (Hale, 2014). Et tredje perspektiv er at overgangen mellom TAD og TOD er glidende og derfor eksisterer ulike grader av TAD og TOD (Renne, 2009).

Hale (2014) foreslår at det konkretisering kvantitative mål for når implementering av TOD er vellykket eller ikke. Selv foreslår han et referansemål på at 50 % eller mer av transportbevegelse skjer med bærekraftige transportmoduser som gange, sykkel eller offentlig transport. Implementering som ikke når opp til målet om 50 % eller mer er mislykket og skal kategoriseres som TAD.

Renne (2009) foreslår en tilnærming hvor man forholder seg til et TAD-TOD spektrum. Ved å evaluere tilstanden kan implementeringen graderes og plasseres på spektrumet.



Figur 3.3 Karakteristikker ved urban design som kan vurderes for å gradere implementering av TOD og plassere den på TAD-TOD spektrumet. Kilde: (Renne, 2009)

Med TAD-TOD spektrumet som tilnærming undersøkes og evalueres karakteristikken til stasjonsområdet (Figur 3.3). Funnene gir grunnlaget for å plasserer implementering på TAD-TOD spektrumet. Gjennom evaluering og plasseringen på spektrumet legges grunnlaget for å diagnostisere hva som er de spesifikke problemene i implementeringen.

En måte å evaluere tilstanden for TOD på i en node eller i et helt transportsystem er gjennom Node-Place-Design modellen (Bertolini, 1999; Lyu, et al., 2016).

Ved evaluering og forståelse for de spesifikke problemene i noden eller transportsystemet kan konkrete tiltak og ressursbruk tilføres for å bedre på tilstanden. Form Syntax-analyse (Ye, et al., 2016) er en måte å lokalisere problemområder og ubalanser internt i noden slik at konkrete tiltak og ressursbruk kan tilføres der det er mest akutt og ha best effekt for å løfte implementering oppover på TAD-TOD spektrumet.

En strategi for å gjennomføre konkrete endringer som bedrer implementeringen av TOD er «Transit-Joint Development» (TJD).

3.2.2. Transit-Joint Development (TJD)

«Transit-Joint Development» (TJD) er en avart av TOD, men er ulikt først og fremst fordi det er mye mindre prosjekter. Et annet viktig skille er at det i TJD er mer spesifikke kriterier og målsetninger for prosjektet (Cervero, et al., 2002). TJD er eiendomsutvikling i sammenheng med kollektivtransport, og prosjektstørrelsen er dertil begrenset av enkelteiendommers størrelse. Et annet element som er med å definere en TJD er at det skjer i samarbeid mellom offentlige og private krefter hvor kostander og risiko blir fordelt (Cervero, et al., 2002). Offentlige og private jobber her sammen mot en felles visjon for å få til vellykket utvikling (Renne, et al., 2011) Målet er også at begge parter skal tjene på samarbeidet. Slik som med TAD ønsker det private næringslivet å hente ut fordelene av nærheten til offentlig transport. Offentlig sektor ønsker økt kollektivandel, delte kostnader i utbygging. Med det offentlige som aktør i TJD-prosjektene er det en interesse å fysiske knytte kollektivtransporten sammen med omgivelsene, og slik unngå en utvikling av TAD. I norsk kontekst samarbeider det offentlige og private gjennom såkalte OPS - Offentlig Privat samarbeid. Det er også etter hvert vanlig at det i områdeplaner legges opp til utbyggingsavtaler (Plan- og bygningsloven, 2008). Dette er avtaler hvor private utbyggere som gjennom eiendomsutvikling tjener mye på de økte eiendomsverdiene som følge av det offentliges etablering av kollektivtransportsystem.

Ut ifra dette utgjør TJD en strategi hvor det offentlige har mulighet til å sammen med det private satse på utviklingsprosjekter som forskyver et stasjonsområde oppover på TAD-TOD spektrumet i retning TOD. Hvis det mangler tetthet kan regulering som åpner opp for fortetting gjøre eiendomsutvikling lønnsomt. Samtidig må reguleringsplanen ikke gå på bekostning av kvaliteter i urban design, men heller ha føringer som gir økt tilgjengelighet og mangfold. Aktuelle lokasjoner for TJD i stasjonsområdet kan kartlegges gjennom Form-Syntax analysen for å gi mest effekt for ressursbruken.

Behovet for TJD i en node kan synliggjøres ved anvendelse av for Node-Place-Design modellen på transportsystemet og nodene som utgjør det. I neste seksjon redegjøres det for teorien bak Node-Place-Design modellen som en metode til å evaluere samordningen av areal- og transportplanlegging innenfor et TOD-rammeverk.

3.3. Node-Place-Design modellen

For TOD-konseptet er det å balansere spenningen i et stasjonsområde mellom å både være en node og sted en hovedutfordring (Dittmar & Poticha, 2004; Bertolini, 1996). I følge Bertolini (1996) er det hensiktsmessig å se på stasjonsområder som tosidig istedenfor enten eller:

«A more satisfying solution must take in to account the fact that stations are, ambivalently, both ‘nodes’ and ‘places’ : nodes in a network, and places in a city».

Bertolini (1999) påpeker også at transportnoder i dag har en ganske unik rolle i det urbane system som et av få steder for fysisk interaksjon mellom et bredt spekter av mennesker med forskjellige formål finner sted. Dette henger sammen med desentralisering av noen funksjoner og konsentrering i bykjernen av andre. Potensialet for denne interaksjonen skyldes at stasjonsområder er både noder for transport og steder for aktivitet og opphold. Dette potensialet for interaksjon blir forringet hvis det ikke er balanse mellom node og sted. Det poengteres også at tilgjengelighet er et viktig aspekt ved balansen mellom node og sted:

«An accessible area is thus one where many, different people can come, but also one where many, different people can do many different things: It is an accessible node , but also an accessible place» (Bertolini, 1999).

Node-Place-Design modellen er en metode hvor balansen mellom transportkvaliteter, stedskvaliteter og designkvaliteter kartlegges og evalueres (Bertolini, 1999; Vale, 2015). Dette gjøres på transportsystemet som helhet og for den enkelte node. Transportsystemet og den enkelte node har egne profiler definert av kvalitetene i transport, sted og design. Dette gir grunnlag for sammenligning mellom forskjellige systemer og mellom noder internt i systemet. Noder med lignende profiler synliggjøres gjennom klyngeanalyser og gir grunnlag for typologier representative for den lokale konteksten (Reusser, et al., 2008).

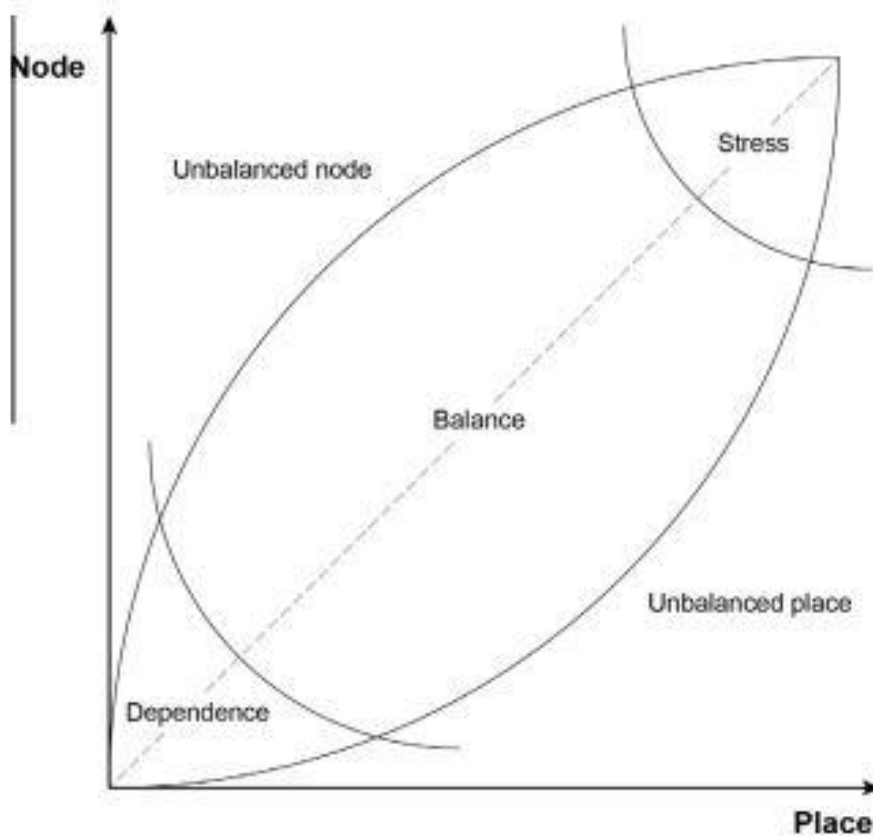
I modellen kvantifiseres kvaliteter tilhørende TOD-konseptet i dimensjoner for transport, sted og design gjennom indikatorer som igjen samles i indekser. Slik evalueres transportsystemet og stasjonsområder, og kan klassifiseres ut ifra definerte typologier.

Et sett med typologier kan sees i sammenheng med TAD-TOD spektrumet. Typologier representerer forskjellige områder på spekteret. En TAD-typologi vil naturlig høre til tett opp til ytterpunktet på spektrumet. Samtidig åpner Node-Place-Design modellen opp for nodeprofiler som ikke direkte hører til på spektrumet, eksempelvis «Underforsynte TOD» (Pezeshknejad, et al., 2020).

Node-Place-Design modellen gjør det også mulig å definere karakteristikken for et transportsystem. Da kan forskjellige transportsystemer sammenlignes med hverandre på tvers av regioner, land og kontinenter (Vale, 2015).

Forløperne til Node-Place-Design modellen er Node-Place modellen (Bertolini, 1999). Modellen var utviklet som et analytisk rammeverk for å evaluere implementeringen av TOD i sammenheng med et transportnettverk (Bertolini, 1999). Modellen var opprinnelig konseptuell med tilknytning til konseptet «The Land-Use Transport Feedback Cycle» (seksjon 3.3.3), men ble omgjort til et kvantitativt verktøy (Bertolini, 1999; Bertolini, 1996; Wegener & Fürst, 1999). Node-Place modellen ble først anvendt på offentlige transportnoder i form av jernbanestasjoner i Amsterdam og Utrecht (Bertolini, 1999).

(Vale, 2015) kritiserte Node-Place modellen for at både TOD og TAD kunne havne i den balanserte typologien, og ikke kunne skilles mellom. Kritikken fikk gjennomslag med bakgrunn i økende kunnskapen om effekten av urban design og det bygde miljø på valg av bærekraftige transportformer (seksjon 3.2). Ved Vale (2015) og Lyu et al. (2016) ble Node-Place modellen eksplisitt utvidet med designdimensjonen gjennom introduksjon av designindeksene. Som vist av Ewing & Cervero (2010) er variabler som representerer gatenettverket innenfor «destination accessibility» blant de viktigste for å påvirke valg av transportmodus. Generelt så reflekteres dette i indikatorene som bygger opp designindeksen (Lyu, et al., 2016; Vale, et al., 2018; Zhang, et al., 2019)



Figur 3.4 Den opprinnelige Node-Place modellen. Kilde: (Bertolini, 1999).

3.3.1. Indikatorer i Node-Place-Design modellen

I Node-Place-Design modellen kvantifiseres kvaliteter ved stasjonsområdet. Kvantifiseringen skjer i form av indikatorer som måler forskjellige kvaliteter ved stasjonsområdet innenfor dimensjonen node, sted og design. Gjennomsnittssummen av indikatorene utgjør nodeindeksen, stedsindeksen og designindeksen (Bertolini, 1999; Vale, et al., 2018).

I den opprinnelige Node-Place modellen var det totalt 15 indikatorer, hvorav 9 gjaldt transport og 6 gjaldt sted (Bertolini, 1999). Siden den gang har antall indikatorer vokst. I en gjennomgang av studier med Node-Place modellen har det blitt identifisert et sett med totalt 94 forskjellige indikatorer (Lyu, et al., 2016). 24 av disse hører til under nodeindeksen, 53 under stedsindeksen og 17 hos designindeksen.

Eksempler på indikatorer som hører til under nodeindeksen er antall forskjellige kollektivtransportmoduser i stasjonsområdet; antall ruter eller linjer med kollektivtransport; avgangsfrekvens med kollektivtransport; antall sykkelparkeringer; avstand til CBD (Vale, 2015; Chorus & Bertolini, 2011).

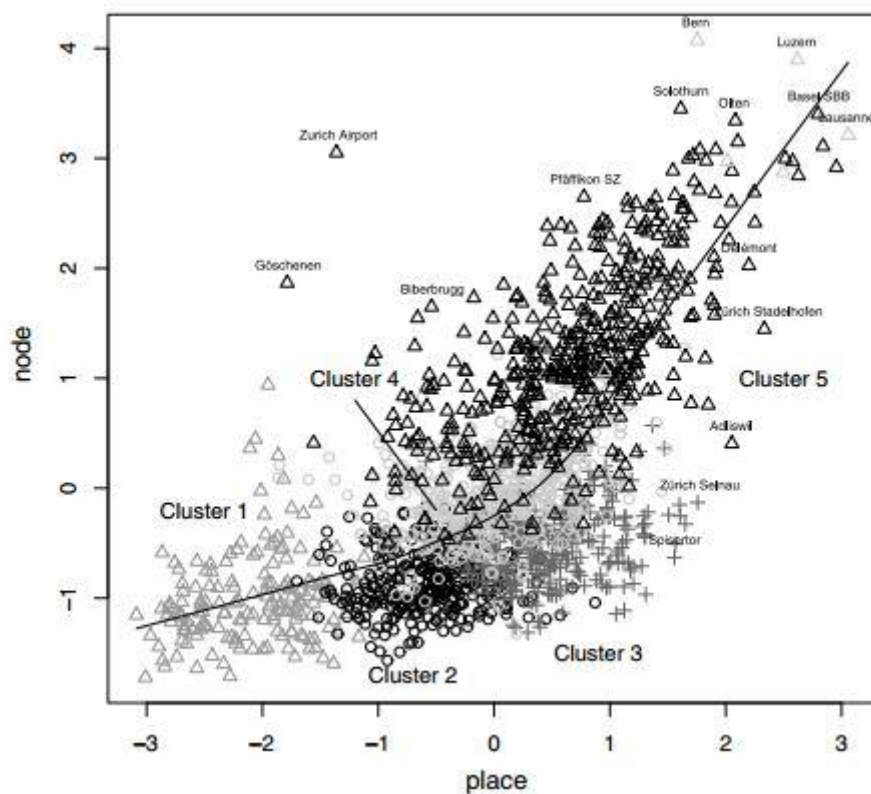
Indikatorene i stedsindeksen har sitt utspring fra «The 5ds» (Ewing & Cervero, 2010) med vekt på tetthet og funksjonsblanding (seksjon 3.2) eksempler på indikatorer er: antall beboere; mengde boligbebyggelse; antall sysselsatte totalt og i forskjellige næringer; mangfold i arealbruk; antall og variasjon i destinasjoner (Vale, 2015; Vale, et al., 2018).

Indikatorene i designindeksen er hentet fra «The 5ds» (Ewing & Cervero, 2010) med vekt på «destination accessibility» og variablene for mengden gatekryss, gatetetthet. Også variabler som «PedShed ratio» og gjennomsnittlig kvartalslengde er vanlige indikatorer (Vale, 2015; Lyu, et al., 2016) med dokumentert effekt på valg av transportmodus (Schlossberger & Brown, 2004; Cervero, et al., 1997).

3.3.2. Typologier og klassifisering

Når indeksene er regnet ut plottes de i en graf hvor de forskjellige dimensjonene i modellen er akser. I den opprinnelig Node-Place modellen var det bare 2 akser med steds- og nodeindeksen (Figur 3.4). I den opprinnelige modellen var det også definert 5 typologier som stasjonsområdene ble klassifisert etter. Disse typologiene var «balansert», «avhengig», «belastet», «ubalansert node» og «ubalansert sted» (Bertolini, 1999). Disse typologiene hørte til forskjellige steder på grafen ettersom det reflekterte karakteristikker i sammensetningen av verdier for steds- og nodeindeksen. Balanserte tilstander representerer jevnbyrdig node- og stedsindeks. Avhengig og belastet tilstand representerer også jevnbyrdighet, men med henholdsvis lave og høye verdier. Ubalansert node eller sted representerer tilfeller hvor henholdsvis node eller stedsverdien er betydelig høyere enn den andre. I nyere studier er det introdusert flere deskriptive typologier som søker å ta høyde for lokal kontekst og i større grad beskrive tilstanden for TOD i noden (Reussner, et al., 2008; Zemp, et al., 2011; Zhang, et

al., 2019; Pezeshknejad, et al., 2020; Li, et al., 2019; Vale, 2015; Vale, et al., 2018).

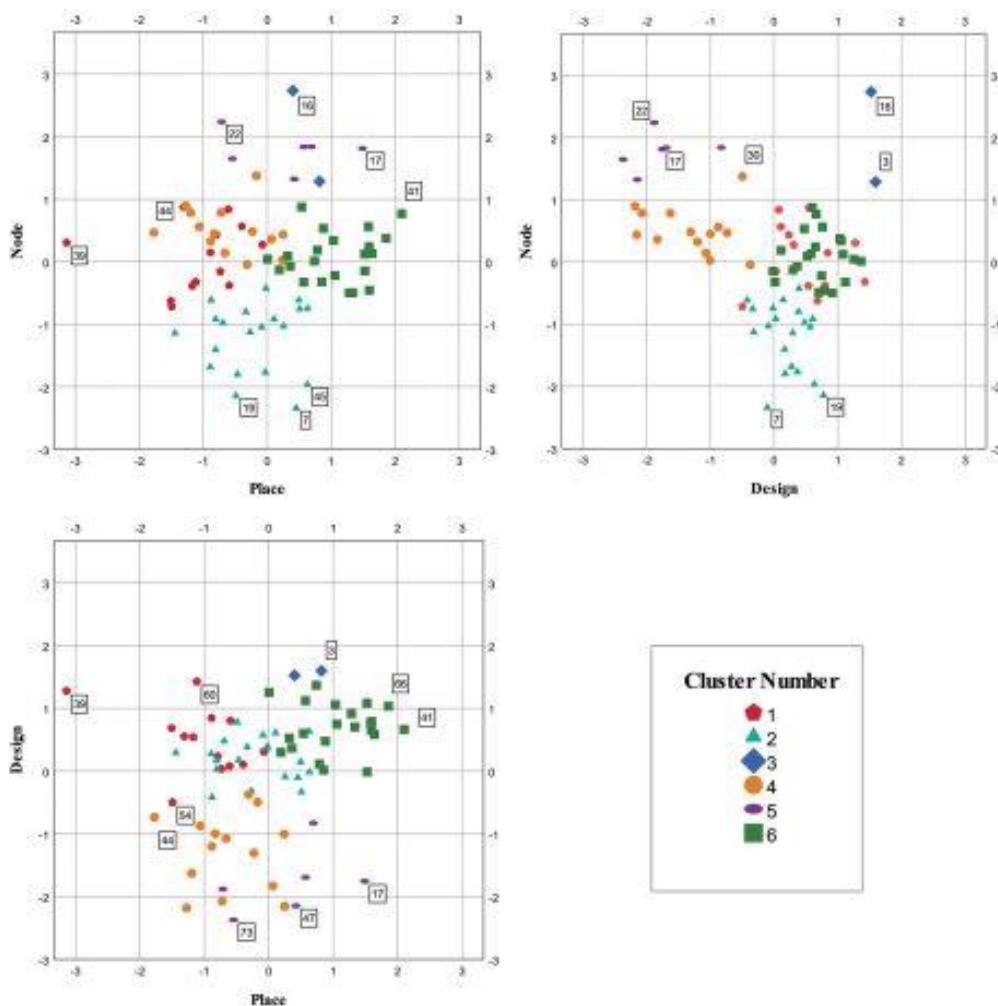


Figur 3.5 Node-Place modellen hvor det er gjennomført klyngeanalyse.. Kilde: (Reusser, et al., 2008).

For å avgrense og definere nye typologier i disse studiene er det brukt forskjellige klyngeanalyser som gjenkjenner naturlige grupperinger i fordelingen av indeksverdiene. Det er derfor mulig at det oppstår flere klynger i forskjellige transportnettverk fordi det blir indeksavhengig, og følgelig kontekstavhengig. I Figur 3.5 vises et eksempel på en Node-Place modell hvor det er gjennomført klyngeanalyse.

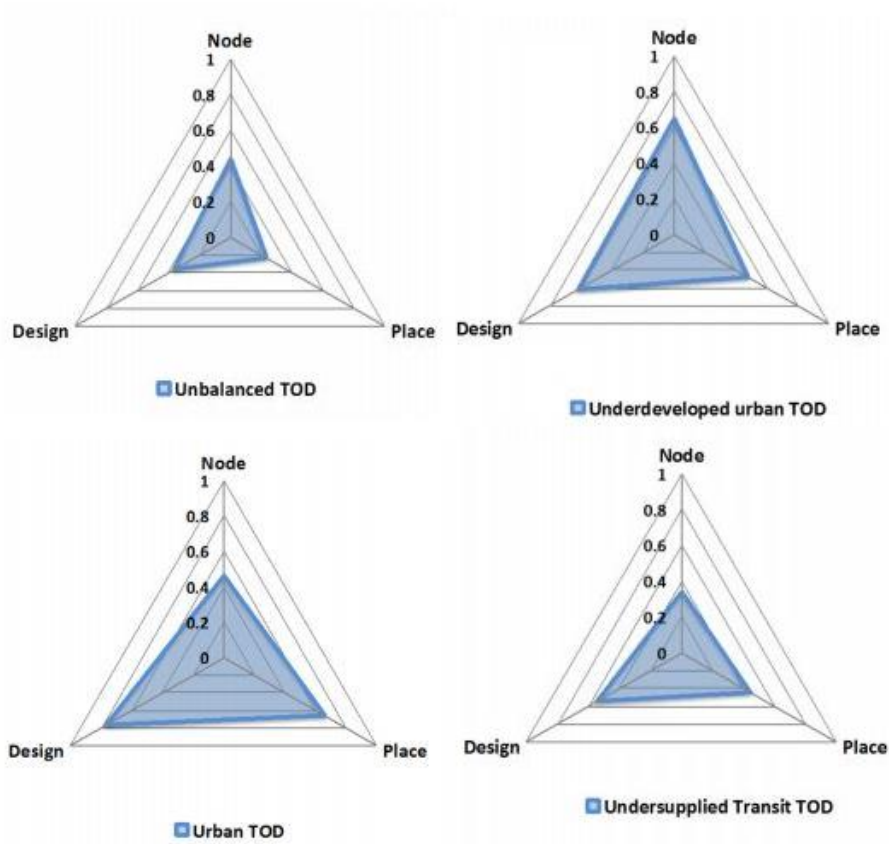
En annen sentral kritikk av Node-Place modellen går, som nevnt i seksjon 3.3, på tilkortkommenheten i å identifisere TAD fra TOD innenfor den balanserte typologien. Denne kritikken har bidratt til utvidelse av modellen til å bli Node-Place-Design modellen, og også åpnet opp for nye typologier (Vale, 2015). Nyere studier viser samlet et mangfold av typologier. Noen er unike for en lokal kontekst, men mange går igjen over flere studier fordi nodeprofilene er generelle. For Teheran er typologiene «TAD», «High TOD capability», «Urban TOD», «Future

TOD», «Undersupplied TOD» og «Critical TOD» definert (Pezeshknejad, et al., 2020) (Figur 3.6).

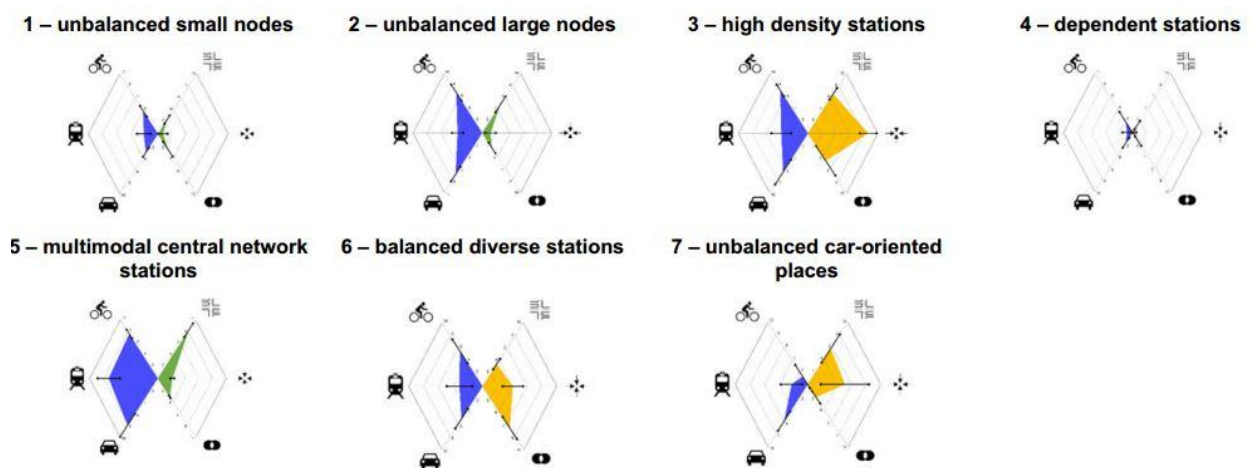


Figur 3.6 Typologier gjenkjent i Teheran etter evaluering av implementering av TOD med Node-Place-Design modellen. Kilde: (Pezeshknejad, et al., 2020).

I Lisboa ble typologiene «Urban TODs», «Balanced TADs», «Suburban TODs», «Undersupplied Transit TODs», «Unbalanced TODs» og «Car-dependent node-place» definert (Vale, 2015) (Figur 3.7). I Brussel definerte Caset, et al., (2018) typologiene «Unbalanced small node», «Unbalanced large node», «High density stations», «Dependent stations», «Multimodal central network stations», «Balanced diverse stations» og «Unbalanced car-oriented places» (Figur 3.8). Som vi ser går blant annet typologier og beskrivelser som «TAD», «Urban TOD», «Unbalanced» og «Undersupplied» igjen i flere studier. Vi ser også at størrelsen på indeksverdiene brukes deskriptivt for å skille noder med lignende profil men forskjellige verdinivåer.



Figur 3.7 Forskjellige typologier definert ved evaluering av tilstanden for TOD i Lisboa. Kilde: (Vale, 2015).

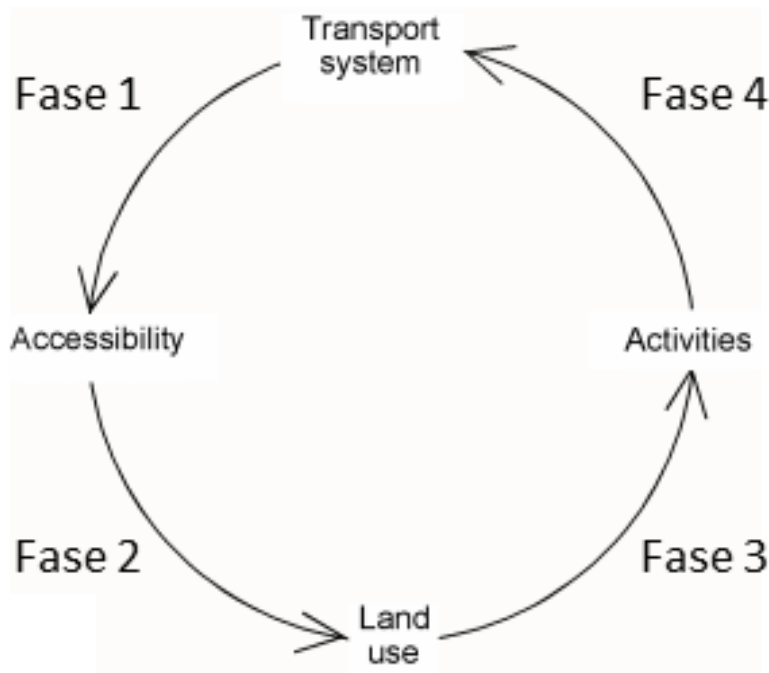


Figur 3.8 Node-Place-Design modellen med typologier for Brüssel gjennomført av (Caset, et al., 2018).

3.3.3. The Land-Use Transport Feedback Cycle

Nodene i transportsystemet er både beskrevet som komplementerende til hverandre, og som å være i et konkurranseforhold (Calthorpe, 1993; Bertolini, 1999). I tillegg må stasjonsområdene forstås som både noder i et transportnettverk og steder i byer og tettsteder. Følgene av denne tosidigheten er at utviklingen av stasjonsområdet kan være forskjellig for nodekvalitetene og steds-kvalitetene. Utviklingen kan ha gjort at stasjonsområdet er ubalansert mellom transport og sted, som illustrert gjennom flere eksempler på typologier i forrige seksjon. En av de sentrale problemstillingene i TOD er å løse opp i denne ubalansen (Dittmar & Poticha, 2004). Men selv om stasjonsområdene har en tosidighet mellom node og sted, er det også en avhengighet mellom disse to dimensjonene. Denne avhengigheten er konseptualisert gjennom «The Land-Use Transport Feedback Cycle» (Figur 3.9).

«The Land-Use Transport Feedback Cycle» baserer seg på teorier om samspillet mellom transport (node) og arealbruk (sted) med bakgrunn i både samfunnsvitenskap, økonomi og mobilitet (Wegener & Fürst, 1999). Samspillet kan grovt beskrives i fire forhold: Romlig fordeling av arealbruk påvirker lokalisering av menneskelig aktivitet; Romlig fordeling av menneskelig aktivitet påvirker transportsystemet; Transportsystem gir opphav til tilgjengelig; Tilgjengelighet gjennom transportsystemet påvirker fordelingen av arealbruken (Wegener & Fürst, 1999). Avhengig av hvor en node er i syklusen, driver enten arealbruken frem økt tilgjengelighet i nodedimensjonen eller transportsystemet driver frem økt tilgjengelighet i stedsdimensjonen.



Figur 3.9 "The Land-Use Transport Feedback Cycle" konseptualiserer forholdene mellom transport og arealbruk hvor de har påvirkningskraft på hverandre. Kilde: (Wegener & Fürst, 1999).

Fasene i «The Land-Use Transport Feedback Cycle» kan sees i sammenheng med forskjellige typologier og klassifiseringer for utvidet innsikt i tilstanden til implementering av TOD er i stasjonsområder. Eksempelvis vil et stasjonsområde som er en ubalansert node, etter Bertolini (1999), være i en fase av syklusen hvor tilgjengeligheten gjennom transportsystemet ikke enda har gitt balanserende utslag på utviklingen av arealbruken. Tilsvarende vil et ubalansert sted mangle tilfredsstillende tilgjengelighet i transportsystemet. Sett i sammenheng med tidligere nevnte typologier vil «Undersupplied TOD» være en parallell til ubalansert sted og manglende tilgjengelighet i transportsystemet relativt til stedskvalitetene (Pezeshknejad, et al., 2020; Bertolini, 1999). «The Land-Use Transport Feedback Cycle» spår at denne ubalansen vil drive frem utvikling av transportsystemet mot en balansert situasjon (Wegener & Fürst, 1999). Som med den opprinnelige Node-Place modellen kommer også «The Land-Use Transport Feedback Cycle» til kort i tilfeller hvor TAD og TOD skal differensieres mellom. Selv om stedskvalitet og designkvaliteter er relatert gjennom «The 5Ds» er ikke design direkte representert i «The Land-Use Transport Feedback Cycle». Det gjør det vanskelig å skille TOD og TAD fra hverandre i syklusen. Vi kommer derfor tilbake

til at kontekstbaserte typologier og TAD-TOD spektrumet egner seg best til å forstå tilstanden på implementeringen av TOD.

3.4. Urban design og morfologi

Urban design er skjæringspunktet for TOD og Node-Place-Design modellen med urban morfologi. Tetthet, funksjonsmangfold og design av det bygde miljø er viktige bestanddeler i TOD, og som indikatorer i Node-Place-Design modellen (seksjon 3.2-3.3).

Morfologi er en dimensjon innen urban design som befatter seg med de formgivende elementene som utgjør den urbane konteksten. Morfologi kan defineres som:

«The configuration of urban form and space, and the spatial patterns of infrastructure that support it» (Carmona, et al., 2010).

I urban design skilles det mellom to morfologiske hovedtyper, disse er (Carmona, et al., 2010):

- Den hvor bygninger er bestanddeler av urbane kvartaler som definerer og rammer inn det urbane rom («Traditional urban space»).
- Den hvor bygninger er frittstående objekter omringet av åpent landskap («Modernist urban space»).

Urban morfologi er en retning innen urban design og morfologi som tar for seg de fysiske endringene av det bygde miljø. Urban morfologi kan defineres som:

«The study of change in the physical form and shape of settlements over time» (Carmona, et al., 2010).

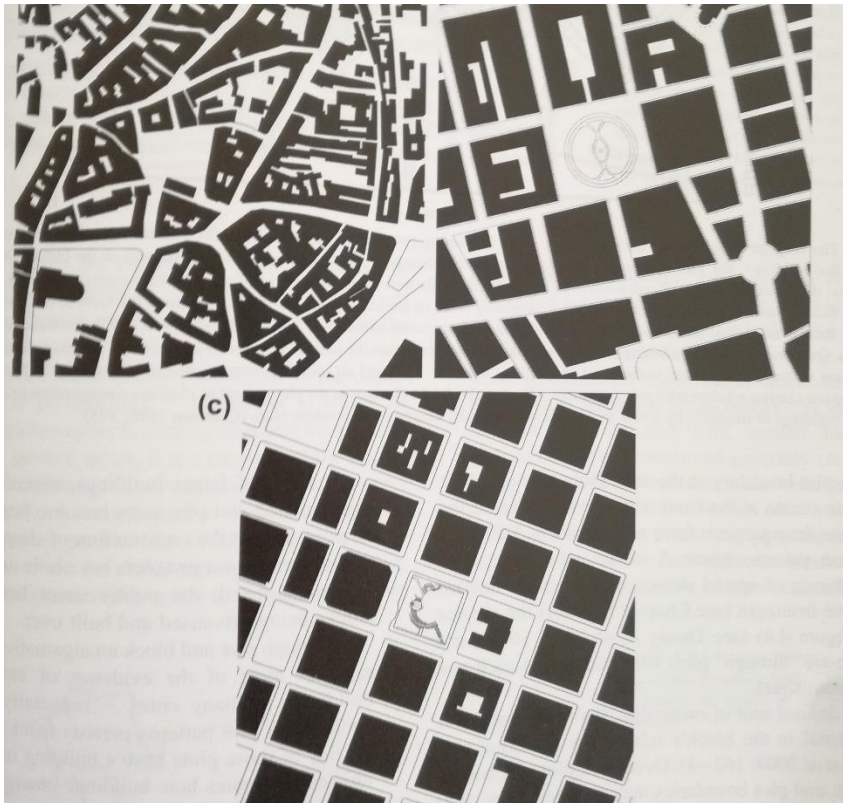
Urban morfologi handler derfor også om å forstå de kontinuerlige modningsprosessene som foregår og har foregått i byer. Innen morfologi defineres 4 relaterte hovedelementer som utgjøre en bosetning ((Cozen, 1960) via (Carmona, et al., 2010)). Disse hovedelementene sin rolle og betydning i en bosetning henger sammen med midlertidighet og stabilitet, altså endring i fysisk utstrekning og form. Disse er:

- Arealbruk («Land-use»).

- Bebyggelsesstruktur («Building structure»).
- Eiendomsstrukturen («Plot pattern»).
- Struktur på gatenettverk («Cadastral street pattern»).

Arealbruk er et midlertidig element på bakgrunn av at det relativt ofte, sammenlignet med de 3 andre elementene, kan endres som følge av omregulering. Bygninger og bygningsstruktur er mer stabil enn arealbruk. Dette eksemplifiseres ved at omregulering ofte bare fører til annen bruk av en eksisterende bygning i motsetning til rivning og nybygging. Hvis bygningen rives vil uansett ofte nybygget tilpasses bygningsstrukturen i området. Det er også individuelle forskjeller mellom bygningstyper. Bygninger som er landemerker eller har en offentlig funksjon er mer utholdende («robustness») enn andre typer bygg (Carmona, et al., 2010). Elementet eiendomsstrukturen er mer stabil enn både arealbruk og bebyggelses ettersom det endres sjeldnere enn begge disse elementene. Det mest utholdende og stabile morfologiske elementet er strukturen på gatenettverket. Eksempler på variasjon innenfor dette elementet er forgreinet eller rettvinklet nettverk. Variasjoner i internt i hovedelementene og sammensetningene mellom de 4 hovedelementene gir et stort spennvidde av urbane omgivelser. Distinktive, forskjellige urbane mønstre og miljø refereres til som «Urban tissue». I [Figur 3.10](#) vises 3 eksempler på «urban tissue».

I en typo-morfologisk tilnærming er det blitt definert typologier for forskjellige «urban tissue». Noen av disse typologiene vurderes som egnet for en by, mens andre er ikke det. Gatenettverk med struktur som gir høy grad av tilkobling («connectivity») og gjennomtrengelighet/permeabilitet egner seg i byer. Tilsvarende er også strukturer med korte urbane kvartaler vurdert som bra for en by (Jacobs, 1961; Carmona, et al., 2010; Cervero, et al., 1997). Dette er også kvaliteter som trekkes frem i «The 5Ds» som sentrale i TOD (seksjon 3.2) og virker som indikatorer i Node-Place-Design modellen.



Figur 3.10 3 eksempler på "urban tissue" i form av tradisjonelt, sammensatt og nettverk. Kilde: (Carmona, et al., 2010).

Den funksjonelle dimensjonen innen urban design tar for seg hvordan steder fungerer (Carmona, et al., 2010). Dette er en deskriptiv tilnæringsmåte til sammenhengen mellom det bygde miljø og funksjon. I en deskriptiv tilnærming søkes det å besvare spørsmål som «Hva er? Hvilke effekter? Hvordan fungerer det?». Denne deskriptive tilnærmingen har ledet frem til egne teorien og analyseverktøy innen urban design. (Van Nes, 2014; Carmona, et al., 2010). Space Syntax, Spacematrix, Mixed-Use Index og Form Syntax er eksempler på slike analyser.

3.4.1. Space Syntax

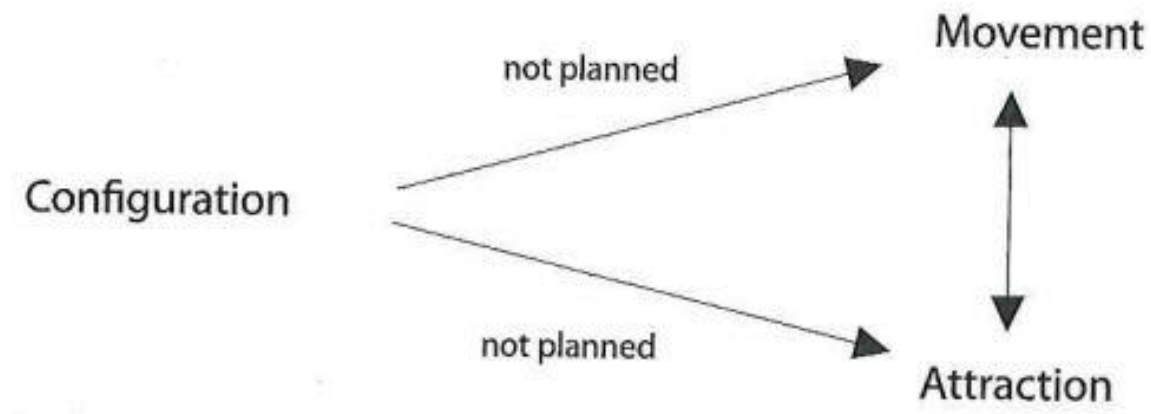
«The Theory of Natural Movement Economic Process» er en teori som er utviklet empiriske med analyseverktøyet Space Syntax (Hillier, et al., 1993; Carmona, et al., 2010). Empirisk er det vist at strukturen på gatenettverket har innflytelse på bevegelse og attraksjon som igjen henger sammen med sosiale, økonomiske og kognitive faktorer (Van Nes & Claudia, 2018; Carmona, et al., 2010; Van Nes, 2007; Van Nes & Lopez, 2010; Hillier, et al., 1993).

I teorien er egenskaper ved strukturen på gatenettverket i seg selv en generator for bevegelse igjennom seg, en «naturlig bevegelse» (Hillier, et al., 1993). Teorien argumenterer for at det ikke nødvendigvis er arealbruk som i et lengre perspektiv er den største generator for bevegelsen. Istedenfor forklarer teorien at arealbruken på et sted er en konsekvens av den naturlige bevegelsen og attraksjonen i gatenettverket på stedet (Figur 3.11). Gjennom byens modningsprosess styres arealbruk mot steder i nettverket hvor kvalitetene for bevegelse og attraksjon er størst. Det følger av at det er her flest mennesker samles, muligheten for å tiltrekke seg kunder er størst, og følgelig også potensialet for økonomisk aktivitet. (Hillier, et al., 1993; Van Nes & Claudia, 2018; Van Nes, u.d.; Van Nes, 2001). At kundebasert arealbruk vil være der det største kundegrunnlaget er, er den delen av teorien som adresserer økonomiske prosesser.

Ettersom strukturen på gatenettverket er det mest stabile morfologiske elementet er denne tilpasningen en modningsprosess som tar tid (Carmona, et al., 2010; Ye & Van Nes, 2013).

Teoriene er kritisert for å tillegge strukturen på gatenettverket for stor påvirkningskraft (Carmona, et al., 2010). Kritikken går ut på at arealbruk er noe som endres relativt fort, og hvis arealbruken inneholder «nødvendige aktiviteter» som eksempelvis arbeid så må også bevegelsesmønsteret tilpasse seg plasseringen av destinasjonen (Gehl, 1971; Carmona, et al., 2010). Kritikken er likevel ikke helt treffende fordi den tar for seg et annet tidsperspektiv enn teorien. Strukturen på gatenettverket er det mest stabile morfologiske elementet, og ifølge teorien vil med tiden og modningsprosesser arealbruk konsolidere seg på steder i nettverket hvor kvalitetene er slik at det genererer mest naturlig bevegelse og attraksjon. Det er likevel ikke til hinder for at det på relativt kort sikt skjer at arealbruk som er destinasjoner forsvinner fra disse stedene i nettverket. Eksempelvis så går bedrifter konkurs eller vokser og bygger nye lokaler andre steder. Dette er kortsiktige endringer som endrer bevegelsesmønsteret fordi en destinasjon er flyttet, men det endrer ikke kvaliteten i nettverket, den endres bare når selve nettverket endres (Carmona, et al., 2010). Hillier (1996) (via (Carmona, et al., 2010)) beskriver dette slik:

«Use cannot change the line's integration value. In other words, as the pattern of (natural) movement and of space come before the land use, the land use merely reinforces the basic movement pattern or system».



Figur 3.11 Relasjonene mellom strukturen på gatenettverket med bevegelse og attraksjon. Kilde: (Van Nes, 2014, p. 254).

Den naturlige bevegelsen manifesterer seg som bevegelse fra et sted til et annet sted i nettverket («To-movement»), eller bevegelse gjennom nettverket («Through-movement») (Carmona, et al., 2010). Kvaliteter i gatenettverket er blant annet tilkobling, permeabilitet og integrasjon (Hillier, et al., 1993; Carmona, et al., 2010). Kvalitetene reflekterer virkeligheten igjennom avstander mellom steder i nettverket, antall retningsforandringer og vinkelen på retningsforandringene.

Space Syntax er en metode for å analysere strukturen på gatenettverk og kvantifisere kvalitetene. Det er en matematisk tilnærming hvor den grunnleggende enheten for analysen er den enkelte geometriske linjen eller aksene (Van Nes, 2014). Disse aksene representerer siktlinjer gjennom gatenettverket. Alle disse overlappende siktlinjene registreres og utgjør samlet sett et aksekart (Figur 3.12). Med Space Syntax beregnes geometriske og topologiske sammenhenger mellom alle siktlinjene i hele nettverket (Van Nes, 2014). Resultatet av analysen er kvantifisering av egenskaper som tilkobling og integrasjon som eksisterer i nettverket. Disse egenskapene forstås i virkeligheten som kvaliteter som genererer naturlig bevegelse internt i nettverket, eller igjennom det («To-movement» og «Through-movement») (Van Nes, 2014).



Figur 3.12 Aksekart av Porsgrunn tegnet i ArcGIS Pro. Illustrasjon: Sverre Myklebust.

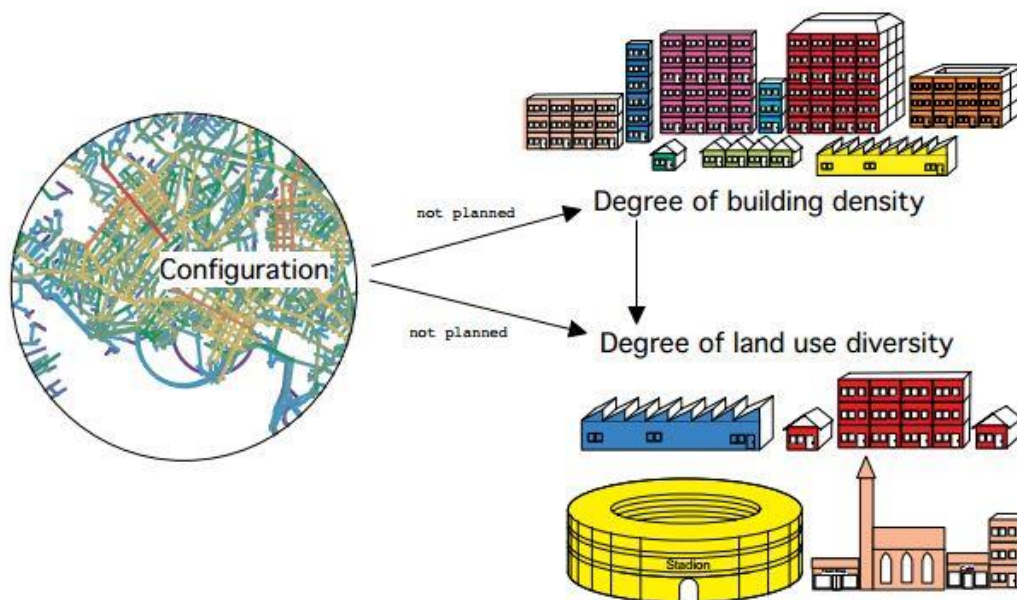
Ved å studere strukturen på gatenettverket i sammenheng med sosioøkonomiske faktorer er det etablert empiriske forbindelser. Studier har vist at sosiale og økonomiske forhold kan forstå i sammenheng med kvalitetene i gatenettverket. Eksempelvis er det vist sammenheng mellom manglende kvalitet i gatenettverket og innbrudd i boliger og biler (Van Nes & Lopez, 2010).

Det er også gjort studier hvor gatenettverket er sett i sammenheng med plassering av jernbanestasjoner, aktivitetsnivået og funksjonsmangfold (Mulders-Kusumo, 2005). Ifølge Mulder-Kusumo (2005) er hovedfaktoren for om jernbanestasjoner har en sentral lokasjon omgitt av kompakte sosioøkonomiske forhold at den er integrert i den lokale strukturen på gatenettverket. Den regionale tilgjengeligheten er mindre viktig. Paksukcharern (2003) har påvist at et gatenettverk som fortsetter inne i, og gjennom stasjonen, er spesielt viktig for stasjonens integrasjon:

«The main proposition for successfully creating a place out of a transport node such as a railway terminus is to embed its internal space into the local grid network so that the node itself becomes an integrated part of the local pedestrian movement system» (Paksukcharern, 2003).

3.4.2. The Theory of The Urban Transformation Process

Strukturen på gatenettverket er det mest stabile morfologiske elementet (Carmona, et al., 2010). Mens de morfologiske elementene arealbruk, bebyggelse og bebyggelsesstruktur endres relativt ofte forblir strukturen på gatenettverket forholdsvis konstant. I «The Theory of The Urban Transformation Process» argumenteres det for at strukturen på gatenettverket influerer de andre morfologiske elementene bebyggelse og arealbruk, eller rettere sagt «grad av bebyggelsestetthet» og «grad av funksjonsmangfold» (Ye & Van Nes, 2013; Ye & Van Nes, 2014). Bebyggelsestetthet og mangfold er å forstå som egenskaper ved de morfologiske elementene og derfor representativt for endringer som skjer ved dem (Figur 3.13).



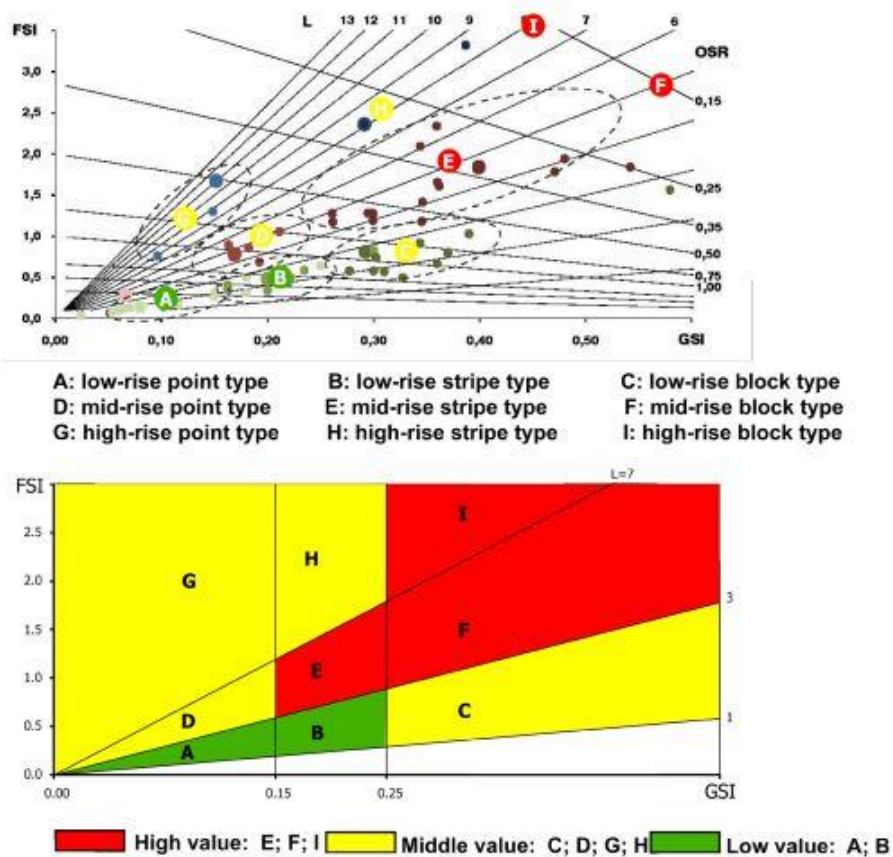
Figur 3.13 Sammenheng mellom strukturen på gatenettverket og graden av bebyggelsestetthet og graden av funksjonsblanding et "The Theory of Urban Transformation Process". Kilde: (Van Nes, 2019).

Ifølge teorien vil bebyggelsestetthet og funksjonsmangfold justeres seg i tråd med integrasjonskvalitetene i strukturen på gatenettverket. Teorien er bygget på empiriske forsøk hvor analysemetoder for bebyggelsesform og funksjonsmangfold er kombinert med Space Syntax for å studere mulige sammenhenger (Ye & Van Nes, 2013; Ye & Van Nes, 2014).

Space Syntax er metoden som brukes for å kvantifisere kvalitetene i gatenettverket. For å representere det morfologiske elementet bebyggelse og bebyggelsesstruktur benyttes analysen Spacematrix (Spacemate) (Berghauser Pont & Haupt, 2010). For å studere funksjonsmangfold benyttes analysen Mixed-Use Indeks (Hoek, 2008) via (Ye & Van Nes, 2013)). Kombinasjonen av disse analysene samles i en ny geodesign-analyse ved navn Form Syntax (Ye, et al., 2016). Form Syntax sees som et bidrag til geodesign, som er en vitenskap hvor det introduseres geografiske analyser inn i urban design-prosessen (Ye, et al., 2016).

3.4.3. Spacematrix

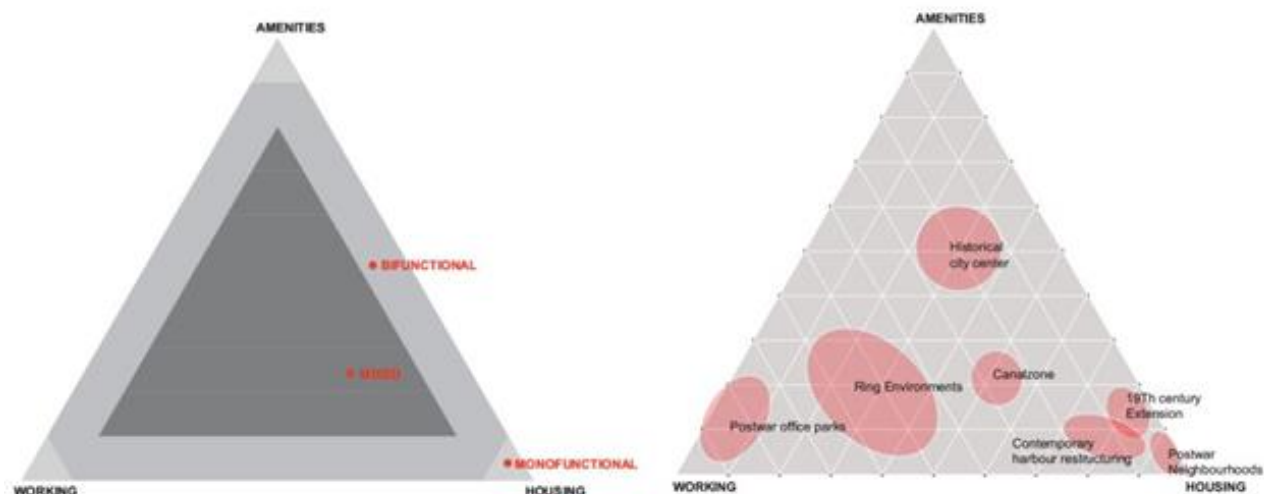
I Spacematrix studeres bebyggelsestetthet igjennom «Floor Space Index» (FSI), «Ground Space Index» (GSI), «Opens Space Index» (OSI) og «Levels» (L) (Rådberg, 1996; Berghauser Pont & Haupt, 2007; Berghauser Pont & Haupt, 2010). I norsk sammenheng kan FSI forstås som bruksareal (BRA), GSI som bebyggelsesareal/foravtrykk (BYA), OSI som forhold for uteoppholdsareal og L som antall etasjer. Når disse faktorene sees i sammenheng sier de noen om bebyggelsestypen. Bebyggelsestypen er også et uttrykk for en form på bebyggelsen, og følgelig har det sammenheng med morfologi. Ved å studere forskjellige forhold mellom indeksene kan det defineres forskjellige bebyggelsestypologier. Spacematrix er derfor en typomorfolgisk urban analyse (Rådberg, 1996). Gjennom analysen kan det skilles mellom forskjellige bebyggelsestyper med tilhørende profil på tetthet og form. Noen typologier identifiseres som egnet urban bebyggelse fordi de bidrar til mer urbanitet, mens andre har for lav tetthet og en form som ikke egner seg i urbane omgivelser (Figur 3.14). Eksempler på typologier som representerer urban form er kvartaler med middels eller høyt antall etasjer.



Figur 3.14 Spacematrix-analyse som viser profilen til forskjellige bebyggelsestyper. Vi ser at bebyggelsestypene E, F og I har en profil som karakteriseres som urban. Kilde: (Ye & Van Nes, 2013)

3.4.4. Mixed-Use Index

I Mixed-Use Indeks studeres funksjonsmangfoldet. Arealbruk kategoriseres som enten «bolig», «arbeid» eller «amenity». Forskjellige typer bolig plasseres følgelig i boligkategorien. Kontor, fabrikker og laboratorier plasseres i arbeidskategorien, mens fasiliteter som butikker, kino, museum og skoler plasseres i gruppen for «amenities». Gjennom Mixed-Use Index beregnes forholdet mellom de 3 forskjellige kategoriene. Hvis 1 kategori er dominerer med opp mot 100 % andel er det ikke snakk om mangfold av funksjoner, men om et «monofunksjonelt» område. Er det en relativt jevn fordeling av andelen mellom 2 kategorier, men lite av den tredje er det snakk om et «bifunksjonalitet». Er det en relativt jevn fordeling av andeler mellom kategoriene er det snakk om et «multifunksjonelt» område (Van Nes, et al., 2012; Ye, et al., 2016). Graden av funksjonsmangfold er også knyttet opp mot spesifikke typer urbane områder, som eksempelvis historiske bysentre eller nabolag bygget i etterkrigstiden (Van Nes, et al., 2012) (Figur 3.15).



Figur 3.15 Mixed-Use Index og fordelingen av funksjonsprofiler til forskjellige typer urbane områder. Kilde: (Van Nes, et al., 2012).

3.4.5. Form Syntax

Gjennom resultatene av Space Syntax, Spacematrix og Mixed-Use Indeks kan nye typologier for urbanitet defineres (Tabell 3.1). Typologiene uttrykker forholdene ved urban form knyttet til en lokasjon. Typologier synliggjør derfor stedsspesifikt hvor og hva som er problemet med den urbane formen på det aktuelle stedet. Resultatene av Form Syntax-analysen muliggjør derfor målrettede tiltak og ressursbruk.

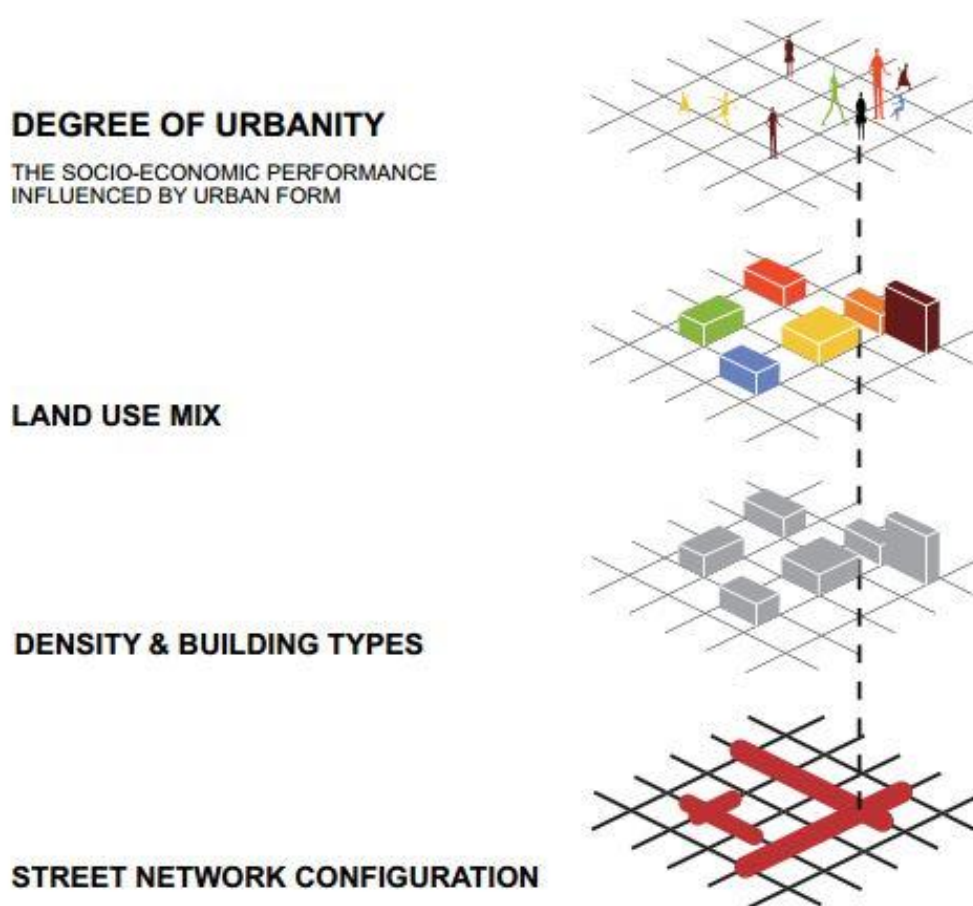
Tabell 3.1 7 forskjellige typologier for urbanitet introdusert gjennom Form Syntax-analysen. Kilde: (Ye & Van Nes, 2014).

Types of urban areas	The values of Space Syntax, Spacematrix and MXI belonging to each type	Degree of Balance
1) Suburban	L/L/L, M/L/L, L/L/M, L/M/L	Balanced with low-values
2) Low-urban	L/M/M, M/L/M, M/M/L	
3) In-between (low)	H/L/L, L/H/L, L/L/H	
4) In-between (medium)	H/M/L, M/H/L, L/M/H, H/L/M, L/H/M, M/L/H	Unbalanced with mixed-values
5) In-between (high)	H/H/L, H/L/H, L/H/H	
6) Medium-urban	M/M/H, M/H/M, H/M/M, M/M/M	Balanced with high-values
7) Highly-urban	H/H/H, H/M/H, M/H/H, H/H/M	

L = Low value, M = Medium value, H = High value

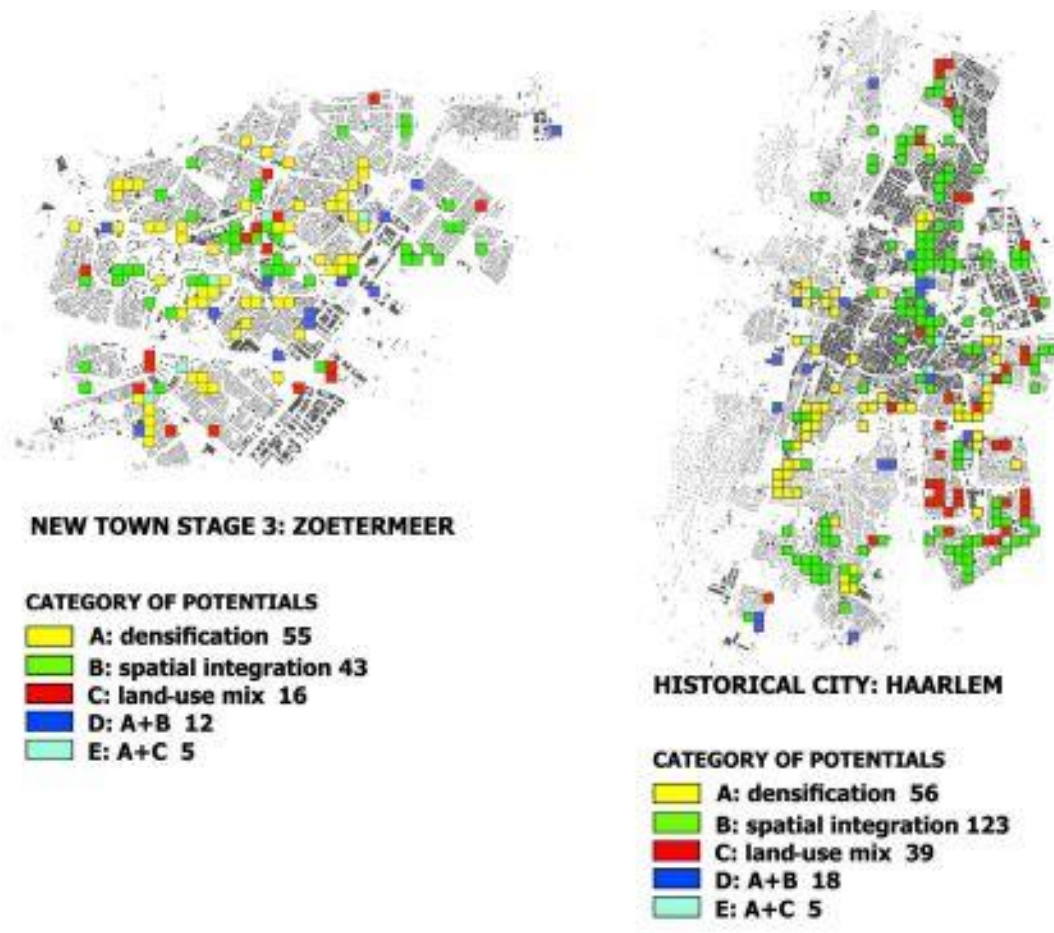
Kombinasjonen av analyser viser en sammenheng mellom strukturen på gatenettverket og multifunksjonalitet, og korrelasjon mellom bebyggelsesform og multifunksjonalitet (Van Nes, et al., 2012; Ye & Van Nes, 2014; Ye & Van Nes, 2013). Disse påviste sammenhengene er bakgrunnen for «The Theory of The Urban Transformation Process» (Ye & Van Nes, 2014).

Form Syntax og typologiene er også testet opp mot sosioøkonomiske faktorer representert ved menneskelig bevegelse i urbane omgivelser (Figur 3.16). En måte å gjøre dette på er registrering av menneskers bevegelse via GPSen i mobiltelefonen. Det er vist korrelasjon mellom typologier for høy urbanitet og tetthet av bevegelse. Satt opp mot Ewing & Cervero (2010) er dette en annen tilnærming til å bekrefte sammenhenger mellom bevegelse og urban form (Ye & Van Nes, 2014; Ye, et al., 2016).



Figur 3.16 Hvordan urban form har innflytelse på sosioøkonomiske forhold. Kilde: (Ye & Van Nes, 2013).

Gjennom Form Syntax er det mulig å synliggjøre lokaliteter med ubalanse mellom kvalitetene i bebyggelsesform, funksjonsmangfold og gatenettverket (Ye & Van Nes, 2014; Ye, et al., 2016). Kunnskap om ubalanser mellom morfologiske elementer det er påvist sammenhenger mellom gir grunnlag til å mer målrettede tiltak i byutvikling. Gjennom Form Syntax er det mulig å identifisere avgrensede lokaliteter og klassifisere dem ut ifra lave eller ubalanserte forhold mellom kvalitetene i urban form.



Figur 3.17 Klassifisering av forskjellige ubalanserte forhold mellom bebyggelsesform, gateintegrasjon og funksjonsmangfold basert på Form Syntax-analysen. Kilde: (Ye & Van Nes, 2014).

Helt konkrete problemer med urban form kan knyttes direkte til spesifikke eiendommer eller kvartaler. Dette gjør det mulig å tilføre «rett medisin til rett sted», altså konkrete tiltak rette mot konkrete problemer med urban form (Figur 3.17).

I en TOD-kontekst kan disse avgrensede kvartalene og eiendommen med lave eller ubalanserte morfologiske kvaliteter være potensielle TJD. Det kan i det minste forstås som effektive mål for fokusert satsing og ressursbruk i utviklingen av TOD, eller for å forskyve stasjonsområdet oppover på TAD-TOD spektrumet.

3.5. Integrering av Node-Place-Design modellen og Form Syntax

I seksjon 3.4 ble det redegjort for fagfeltet urban design som koblingen mellom TOD og Node-Place-Design modellen med urban morfologi gjennom «The 5 Ds» (Ewing & Cervero, 2010).

Det er vist at urban design i tråd med «The 5 Ds» kan øke tilgjengelighet og valgmuligheter og bidra til at flere velger kollektivtransport, gange og sykkel fremfor privatbilen (Cervero, et al., 1997; Ewing & Cervero, 2010). Det er blant annet påvist positive sammenhenger med mengden kvartaler med 4 fasader mot gaten (så lenge lengden på kvartalene er korte) (Cervero, et al., 1997). Innflytelsen av mengden gatekryss og gatetetthet og funksjonsmangfold er også sannsynliggjort (Cervero, et al., 1997; Ewing & Cervero, 2010).

Gjennom Form Syntax kombineres analyser som kvantifiserer kvaliteter ved urban form. I Spacematrix analyseres og kvantifiseres bebyggelsesform på bakgrunn av tetthet og etasjer. I metoden kan blant annet urbane former som kvartalsbebyggelse identifiseres. Spacematrix kan følgelig identifisere kvartalsbebyggelse som fremmer kollektivbruk og gange i tråd med funn av Cervero, et al., (1997). Dette gjør Spacematrix egnet som indikator i designindeksen i Node-Place-Design modellen.

I Mixed-Use Index-analysen kvantifiseres graden av funksjonsmangfold. Funksjonsmangfold er en vanlig indikator å ha med i stedsindeksen (Vale, 2015). Ofte er funksjonsmangfoldet basert på en formel for andeler av antall ansatte i forskjellige typer næringsliv (Reussser, et al., 2008; Bertolini, 1999). Et alternativ til en slik formel er å basere indikatoren for funksjonsmangfold på Mixed-Use Index-analysen. Formler for sammensetningen av funksjoner basert på areal er også brukt i modellen tidligere (Zhang, et al., 2019).

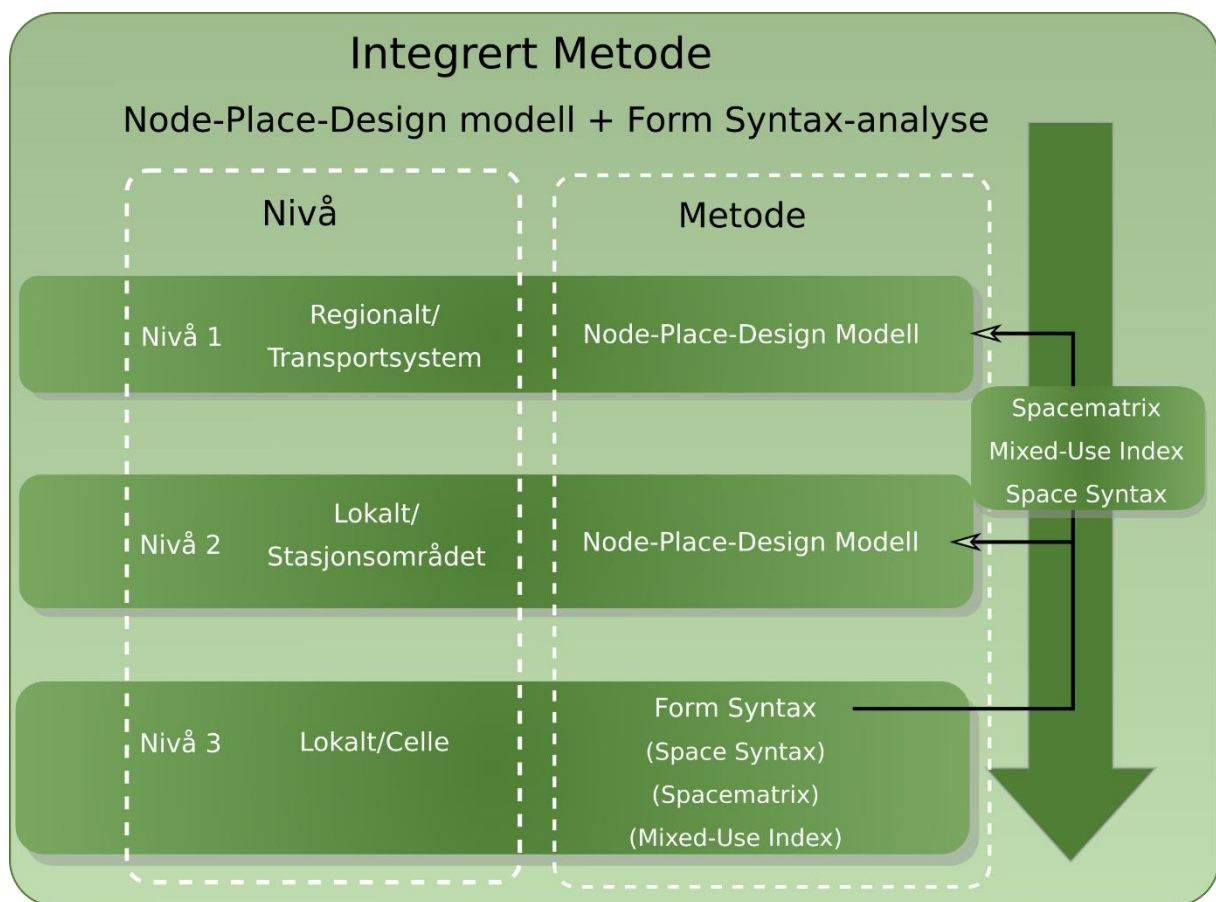
Med Space Syntax analyseres strukturen på gatenettverket. Dette innbefatter kvaliteter som mengde gatekryss, gatetetthet, andel 4-veis gatekryss i tillegg til mer komplekse forhold som integrasjon, «connectivity» og permeabilitet. Space Syntax kartlegger følgelig aspekter ved «The 5 Ds» som også er vist å ha innflytelse på gange, sykkel og kollektivtransport fremfor bilbruk (Ewing & Cervero, 2010). Funnene til Ewing & Cervero (2010) kommer i tillegg til en allerede uttømmende litteratur på strukturen på gatenettverkets påvirkning på bevegelse, attraksjon og byers modningsprosess. Space Syntax fremstår følgelig som en egnet indikator i designindeksen.

Van Nes & Stolck (2012) er et tidlig eksempel på Node-Place modellen satt i sammenheng med Space Syntax. Monajem & Nosratian (2015), Pezeshknejad et al. (2020) og Li et al. (2019) har siden videreutviklet Node-Place-Design modellen ved å ta inn Space Syntax som indikator. Monajem & Nosratian (2015) baserer 4 indikatorer på Space Syntax, 2 i nodeindeksen og 2 i stedsindeksen. Pezeshknejad, et al., (2020) og Li, et al., (2019) har basert indikatorer i designindeksen på Space Syntax. Korrelasjonsanalyser mellom indikatorer gjort i disse studiene sammenfaller med teoriene om strukturen på gatenettverket sin rolle (Hillier, et al., 1993; Ye & Van Nes, 2014). Blant annet er det vist korrelasjon mellom befolkningstall, arbeidsplasser og integrasjonsgraden i gatenettverket (Pezeshknejad, et al., 2020). Faktisk er noen av indikatorer for Space Syntax utelatt i den mest effektive fordi korrelasjonen var sterk nok til å forskyve resultatene (Pezeshknejad, et al., 2020). Et alternativ til Space Syntax i modellen har vært indikatorer basert på walkability, som eksempelvis «PedShed Ratio» (Vale, 2015; Lyu, et al., 2016; Vale, et al., 2018; Schlossberger & Brown, 2004).

Ved å benytte Space Syntax, Spacematrix og Mixed-Use Index til å beregne indikatorene i Node-Place-Design modellen skapes en toveis kobling mellom modellen og Form Syntax. Istedenfor at bruken av Node-Place-Design modellen og Form Syntax blir en sekvensiell og tydelig todelt prosess sveises de to stegene sammen. Det blir en integrert prosess hvor de to metodene parallellkobles og gjennomføres samtidig (Figur 3.18).

Som vi ser er det både praktisk mulig og faglig meningsfullt å integrere Form Syntax med Node-Place-Design modellen gjennom Space Syntax, Spacematrix og Mixed-Use Index som indikatorer i modellen. Det styrker også modellens forklaringssevne gjennom en sterkere faglig forbindelse til «The Theory of natural movement economic process» og til «The Theory of Urban Transformation Process» (Pezeshknejad, et al., 2020; Hillier, et al., 1993; Ye & Van Nes, 2014).

I neste kapittel beskrives den praktiske anvendelsen av den integrerte metoden.



Figur 3.18 Hvordan Node-Place-Design modellen og Form Syntax analysen integreres og gjøres både parallelt og sekvensielt som en helhetlig metode. Illustrasjon: Sverre Myklebust.

3.6. Kunnskapsgapet

I norsk sammenheng så vet vi at det er et stort fokus på samordning av areal og transport. Det vi vet mindre om er hvordan tilstanden på samordningen er utover at den er kommentert som for dårlig (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2018).

Hvordan er tilstanden for samordning i transportsystemer, noder og internt i nodene? For å si noen om tilstanden trengs det en forenende metode for evaluering over disse 3 nivåene. Det trengs et rammeverk for å evaluere implementeringen av samordnet areal og transport i Norge. Dette er kunnskapsgapet som denne oppgaven prøver å belyse gjennom problemstillingen:

- Hvordan kan samordningen av areal og transport evalueres langs InterCity-Triangelet?

Gjennom teorikapittelet er det gjort rede for at TOD-konseptet som en tilnærming til implementering av LUTI kan være et slikt rammeverk, og at Node-Place-Design modellen kan være metoden som anvendes for evaluering. I den sammenheng er det synliggjort 3 forskjellige evalueringsnivåer for samordnet areal- og transportplanlegging. Node-Place-Design modellen gjelder kun det helhetlige transportsystemet og nodene. Node-Place-Design modellen må følgelig utvides for å dekke alle 3 nivåer.

I teorikapittelet er det gjort rede for analysemetoden Form Syntax som kan anvendes på nivå 3, om forhold for samordning interne i noden. Det er også vist hvordan Node-Place-Design modellen og Form Syntax kan integreres til en enhetlig metode for evaluering over alle 3 nivåene.

Oppgavens hovedformål er:

- Å gjennomføre undersøkende forskning på hvordan samordnet areal- og transportplanlegging kan evalueres innenfor TOD-konseptet på et nodebasert transportsystem i en norsk kontekst (østlandsregionen).

I tråd med dette er integreringen av Node-Place-Design og Form Syntax som enhetlig metode for evaluering anvendt på det nodebaserte transportsystemet bestående av InterCity-triangelet.

I del 3 av oppgaven er den integrerte metoden anvendt på InterCity-nettverket og resultater presenteres. Dette gir innsikt i tilstanden for samordnet areal- og transportplanlegging, og om metoden er egnet som verktøy for evaluering.



Bilde 4 Tønsberg stasjon. Kilde: (Bane NOR)

4. Metode

I dette kapittel tas det sikte på forskningsformål 2 om å «Innovere og videreutvikle Node-Place-Design modellen som et rammeverk for analyse og evaluering, blant annet gjennom integrering med Form Syntax-analysen». Måten forskningsmålet kan nås på er gjennom besvarelse av forskningsspørsmål 2 og 3. Disse er:

- Hvilke tilpasninger trengs i Node-Place-Design modellen å være et rammeverk for evaluering i norsk kontekst?
- Hvordan kan Node-Place-Design modellen og Form Syntax-analysen integreres til et effektivt analyseverktøy som adresserer alle 3 nivåene i samordnet areal- og transportplanlegging?

Kapittelet består av 3 deler: Først beskrives forskningsmetoden for Node-Place-Design modellen. Deretter forskningsmetoden for Form Syntax og til slutt den metodiske integreringen av Node-Place-Design modellen og Form Syntax.

Form Syntax blir ikke fullstendig integrert med TOD i denne oppgaven ettersom Space Syntax ikke inngår som indikator i Node-Place-Design modellen. Dette henger sammen med oppgavens begrensede omfang og tilgang på data egnet til å gjøre Space Syntax-analyse med. Form Syntax som inkluderer Space Syntax blir fullført på casestudiene av enkelte stasjonsområder.

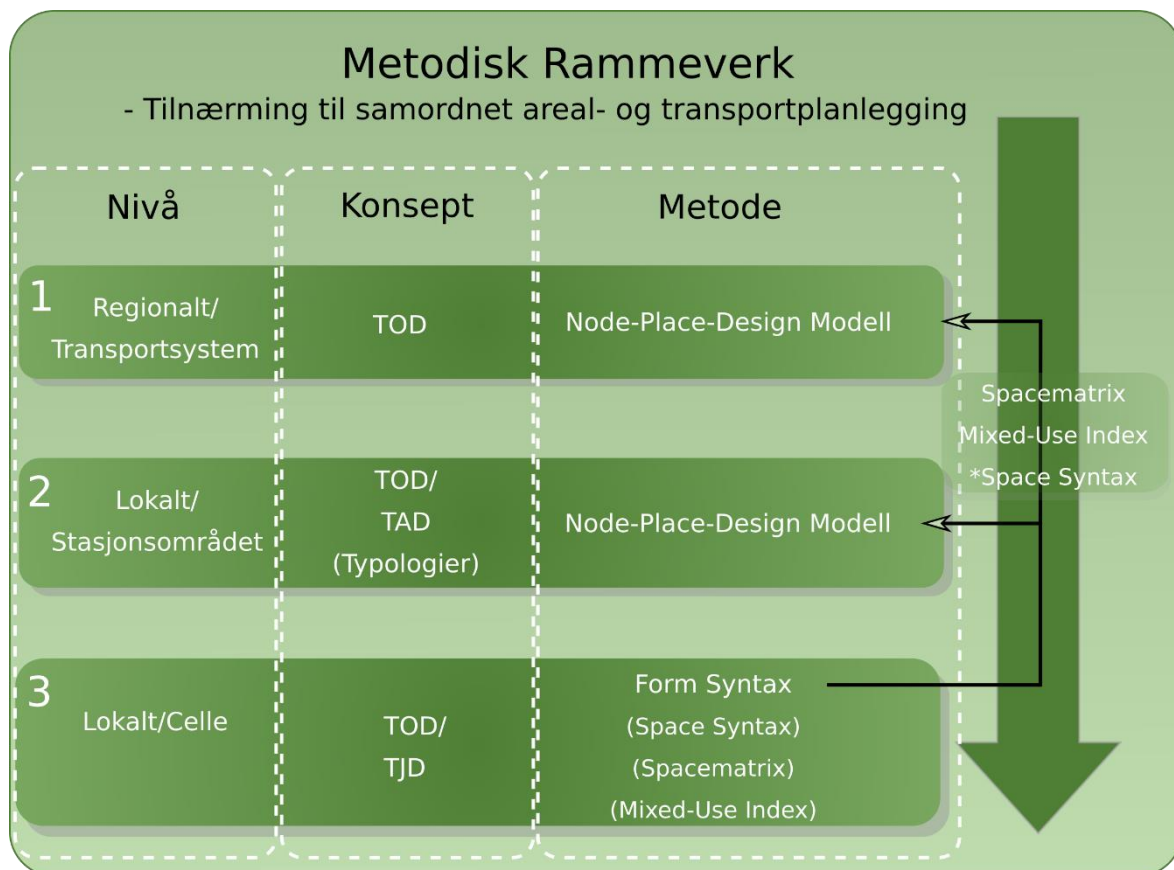
4.1. Forskningsdesign

Oppgaven er bygget opp av to lag med casestudier som tar for seg de 3 nivåer som er aktuelle når samordningen av areal- og transportplanlegging skal evalueres i norske kontekst (Figur 4.1). Dette er det regionale transportnettverket, nodene og internt i nodene. Resultatene av casestudien på InterCity-nettverket blir grunnlag for casestudier av interne forhold i et sett med stasjonsområder.

For casestudien av transportnettverket og nodene brukes Node-Place-Design modellen. For casestudier av interne forhold i stasjonsområder anvendes Form

Syntax. Samtidig er disse metodene brukt parallelt ettersom indikatorer fra Form Syntax inngår i Node-Place-Design modellen. Først blir forskningsmetoden for Node-Place-Design modellen beskrevet. Den tar for seg avgrensning av modellen, valg av indikatorer, innhenting av data, beregning av indikatorer og indekser, og hvordan resultatene klassifiseres. I neste omgang blir forskningsmetodene for Form Syntax beskrevet. Dette innbefatter beskrivelse av metoden for Space Syntax, Spacematrix og Mixed-Use Index. Underveis blir integrering av disse to forskningsmetodene beskrevet fortløpende som det faller naturlig i fremgangsmåten.

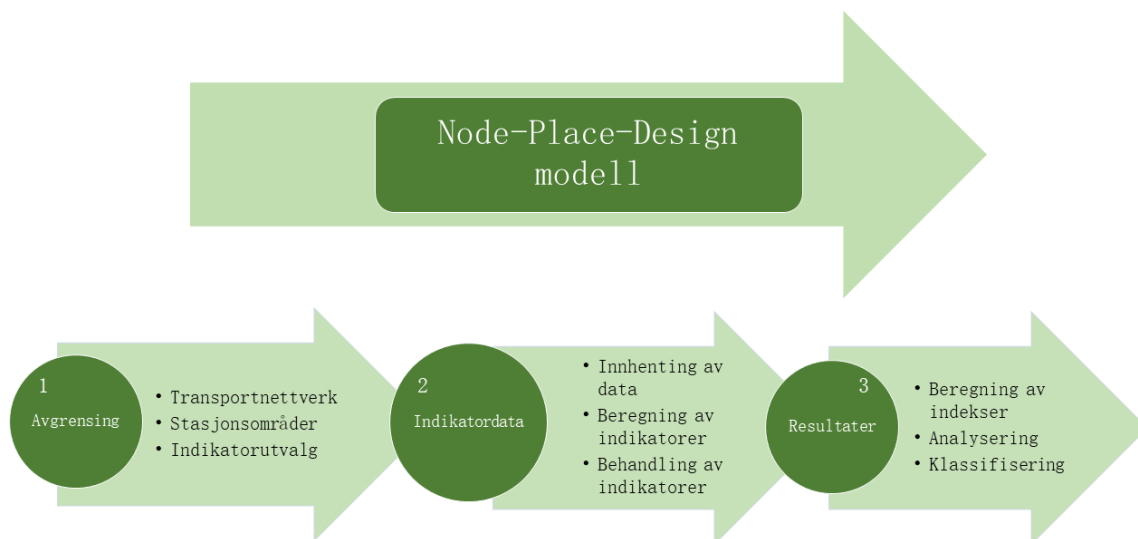
En viktig del av metodene er å tilpasse dem til norske forutsetninger med hensyn til formen og tilgjengeligheten til data og geodata.



Figur 4.1 Sammenhengen mellom konsepter og metode som brukes på de forskjellige evalueringnivåene. Viser også hvordan integreringen mellom Node-Place-Design modellen og Form Syntax-analysen skjer gjennom indikatorer. Illustrasjon: Sverre Myklebust

4.2. Forskningsmetode 1: Node-Place-Design modellen

Metoden brukt for Node-Place-Design modellen følger hovedsakelig fremgangsmåten beskrevet i tidligere studier (Vale, 2015; Lyu, et al., 2016; Vale, et al., 2018). Prosessen er illustrert konseptuelt i Figur 4.2. Først må transportnettverket for modellen og utstrekning av stasjonsområdene avgjøres. Så må indikatorene som det skal samles inn data for defineres. I neste fase gjøres grovarbeidet. Tallmateriale til indikatorene må innhentes, behandles og beregnes, før indeksene kan regnes ut. I tredje fase visualiseres resultatene og det bestemmes kategorier.



Figur 4.2 Prosessen for å anvende Node-Place-Design modellen i denne oppgaven.

I denne oppgaven definerer InterCity-triangelen utstrekningen på transportnettverket. Det er 31 noder/stasjonsområder i nettverket som blir med i modellen (Figur 1.3). Hønefoss og Sundvollen er utelatt ettersom Ringeriksbanen ikke er bygget enda, og ikke har noen togavganger på InterCity. Forskjellige avgrensinger av stasjonsområdet er brukt i forskningen med modellen, blant annet er det variasjon mellom studier gjort i Europa, eller USA og Canada. Avgrensningen er også avhengig av transportmoduset som studeres, eksempelvis om det er tog, T-bane eller Bussvei («Bus Rapid Transit» – BRT) (Caset, et al., 2018). I oppgaven er stasjonsområdene definert med en buffer på 800 meter radius rundt stasjonen, som er vanligst i USA og Canada. 700 meter er en vanlig buffer-radius i Europa. I

denne oppgaven brukes 800 meter for å kompensere for at InterCity er et ganske ruralt transportnettverk med mange mindre utviklede stasjonsområder.

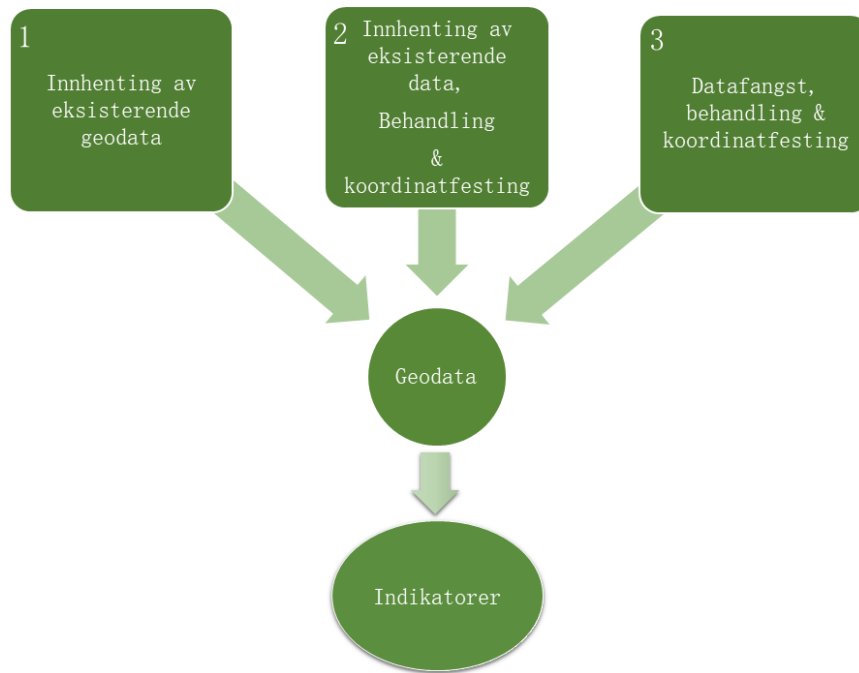
Det er definert totalt 25 indikatorer i modellen, hvorav 13 tilhører nodeindeksen, 8 tilhører stedsindeksen og 4 tilhører designindeksen. Det er altså 31 stasjonsområder hvor det for hver enkelt skal samles data til 25 indikatorer. Totalt skal det altså samles, behandles og beregnes 775 indikatorer. Indikatorene som utgjør modellen er beskrevet i [Tabell 4.1](#). Det er valgt ut noen flere indikatorer enn i eksempelvis Vale, et al., (2018) eller Lyu, et al., (2016) hvor det brukes 18. Hovedgrunnen til at det er valgt å supplere med en del ekstra indikatorer er på bakgrunn av forskningsformålet om å innovere, videreutvikle og tilpasse modellen til en norsk kontekst.

Når indikatorene er definert kan det samles inn data. Datainnhentingene gjøres på 3 forskjellige måter avhengig av dataens natur ([Figur 4.3](#)). Sluttproduktet for dataen er geodata. Dette er data som er koordinatfestet og inneholder egenskaper til stasjonsområdene. I første tilfellet hentes det inn eksisterende geodata, som eksempelvis bygningsdata, grunnkretser og kommuner. I andre tilfellet eksisterer dataen, men må kobles til stasjonsområdene. Eksempler på dette er tallmateriale over antall bosatte eller sysselsatte i grunnkrets eller kommuner. I det tredje tilfellet eksisterer ikke dataen. Da måtte dataen «fanges» manuelt, behandles og kobles til stasjonsområdene. Eksempler på dette er manuell telling av avganger med tog eller buss innenfor stasjonsområdet, eller antall stasjoner som nås innen 45 minutter.

.

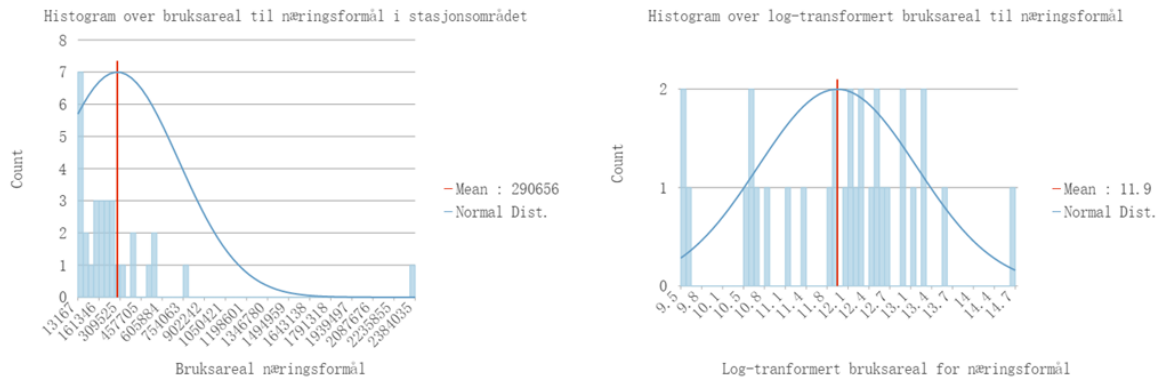
Tabell 4.1 Oversikt over indikatorene brukt i Node-Place-Design Modellen på InterCity-triangelet.
 *Mixed-Use Index og *Spacematrix er brukt i sammenheng med Form Syntax.

Indikatorer brukt til å beregne indeksene i Node-Place-Design modellen	
Indikatorbeskrivelse	Beregning
Nodeindeks	
Antall toglinjer fra stasjonen	y1 = Antall toglinjer som går fra stasjonen
Avgangsfrekvens med tog i rushtid	y2 = Antall avganger med tog fra stasjon en representativ hverdag og lørdag (07:00-09:00 og 15:00-17:00)
Antall togstasjoner innen 45 minutter resietid	y3 = Antall togstasjoner som kan nås innen 45 minutter inkludert linjebytte
Antall passasjerer på togavganger fra stasjon i rushtiden	y4 = Antall passasjerer på togavganger fra stasjon en representativ hverdag og lørdag (07:00-09:00 og 15:00-17:00)
Antall bussruter som går fra stasjonsområdet	y5 = Antall bussruter som går fra stasjonsområdet
Avgangsfrekvens med buss i rushtiden	y6 = Antall avganger med buss fra stasjonsområde en representativ hverdag og lørdag (07:00-09:00 og 15:00-17:00)
Antall kollektivtransportmoduser med avganger fra stasjonsområdet i rushtiden	y7 = Antall moduser for kollektivtransport fra stasjonsområdet en representativ hverdag og lørdag (07:00-09:00 og 15:00-17:00)
Mulighet for parkering	y8 = Antall bilparkeringsplasser tilhørende stasjonen
Mulighet for pendlerparkering	y9 = Antall bilparkeringsplasser dedikert til pendlere tilhørende stasjonen
Antall sykkelruter	y10 = Antall sykkelruter som er i, eller passerer gjennom stasjonsområdet
Mulighet for sykkelparkering	y11 = Antall sykkelparkeringsplasser tilhørende stasjonen
Mulighet for sykkelparkering i sykkelhotell	y12 = Antall sykkelparkeringsplasser i sykkelhotell tilhørende stasjonen
Antall HC-plasser	y13 = Antall bilparkeringsplasser reservert for HC tilhørende stasjonen
Stedsindeks	
Antall beboere innenfor stasjonsområdet	x1 = Antall mennesker som bor innenfor stasjonsområdet estimert på BRA andelen mellom grunnkretser og stasjonsområdet
Antall sysselsatte	x2 = Antall mennesker som arbeider innenfor stasjonsområdet estimert på forholdet mellom næringsbyggareal innenfor stasjonsområdet og hele kommunen
BRA til boligformål innenfor stasjonsområdet	x3 = Bruksareal definert som boligformål ut ifra bebyggelseskode
BRA til arbeid innenfor stasjonsområdet	x4 = Bruksareal definert som arbeid ut ifra bebyggelseskode
BRA til amenity innenfor stasjonsområdet	x5 = Bruksareal definert som amenity ut ifra bebyggelseskode
Variasjon i arealbruk	x6 = Poengsum for stasjonsområdet basert på klassifisering av celler etter Mixed-Use Index*
Antall steder av interesse	x7 = Antall amenities innenfor stasjonsområdet
Variasjon i type steder av interesse	x8 = Antall typer steder av interesser innenfor stasjonsområdet
Designindeks	
Pedshed ratio	w1 = Nedslagsfelt for fotgjenger basert på gangnettverk og områdeavgrensing
Gatekrysstetthet	w2 = Antall gatekryss innenfor stasjonsområdet pr kvadratmeter
Tilgjengelig lengde på gatenettverket	w3 = antall lengdemeter med gate tilgjengelig for fotgjengere innenfor stasjonsområdet
Type bebyggelse tilstøtende gate	w4 = Poengsum for stasjonsområdet basert på klassifisering av celler etter SpaceMatrix*



Figur 4.3 De 3 forskjellige måtene data er hentet inn til indikatorer i modellen på.

Når tallmaterialet er hentet inn må indikatorene ofte beregnes gjennom formler. Videre må indikatorene behandles for å få riktig format til bruk i Node-Place-Design modellen. Dette gjøres i flere steg. I den opprinnelige Node-Place modellen er indikatorene normalisert (Bertolini, 1999; Vale, 2015). Første steg er derfor å undersøke om indikatorene er normalfordelte. I denne oppgaven er denne undersøkelsen gjort visuelt. Det er brukt grafverktøyene i ArcGIS Pro til å lage histogrammer og normalfordelingskurvene for hvert enkelt indikatorene. Et histogram er verdien til den aktuelle indikatoren i alle de 31 stasjonsområdene som utgjør transportnettverket. Det lages egne histogrammer for hver enkelt av de 25 indikatorene med verdiene fra stasjonsområdene. I Figur 4.4 vises et eksempel på et slikt histogram. Hvis en indikator ikke er normalfordelt må den normaliseres. Normaliseringen kan gjøres på flere måter, blant annet gjennom «log transformasjon» eller «klipping» av uteliggende data for å redusere skjevheter (Reussser, et al., 2008). I tilfeller hvor laveste verdi for en indikator i et stasjonsområde, sett bort i fra 0, er 1, blir $\log(x+1)$ benyttet i tråd med (Zhang, et al., 2019).

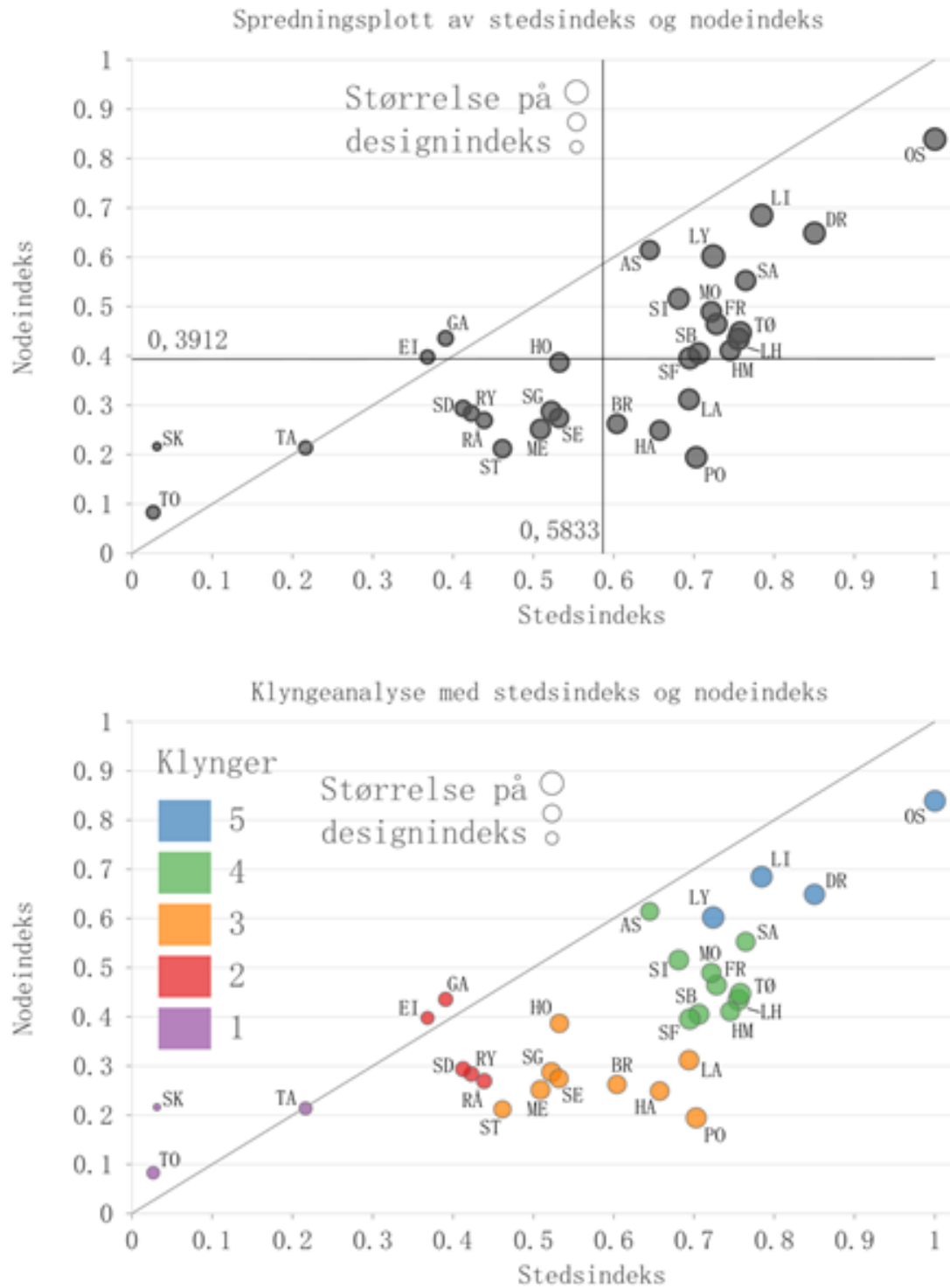


Figur 4.4 Undersøkelse av om indikatorer er normalfordelt. Hvis ikke log-transformeres den (høyre histogram).

I neste steg skaleres indikatoren, vanligvis til en verdi mellom 0 og 1 (Monajem & Nosratian, 2015). Hver indikator får lik vekt i utregningen av indeksen (Vale, 2015). Indeksen er summen av indikatorene dividert på antall indikatorer (Bertolini, 1999; Vale, 2015).

Når indeksene er beregnet kan de plottes som et spredningsplott for å illustrere situasjonen i transportnettverket og nodene (Figur 4.5). Det gjøres en multivariabel klyngeanalyse på settet av indekser som et ledd mot å definere typologier og klassifisere stasjonsområdene etter dem. For klyngeanalysene brukes ArcGIS Pro sitt innebygde geoprosesseringsverktøy «Multivariable clustering».

På bakgrunn av kategoriseringen gjøres utvalg av stasjonsområder som skal inngå i casestudier.



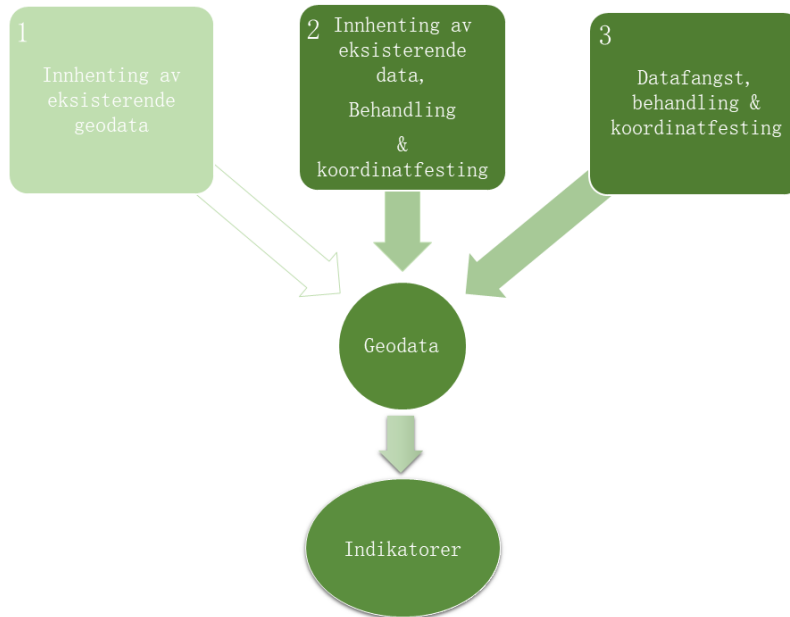
Figur 4.5 Resultatene av Node-Place-Design modellen og klyngeanalyse fremstilt gjennom spredningsplot.

4.2.1. Indikatorer i nodeindeksen

Tabell 4.2 Oversikt over indikatorene brukt i nodeindeksen.

Indikatorer brukt til å beregne nodeindeks	
Indikatorbeskrivelse	Beregning
Nodeindeks	
Antall toglinjer fra stasjonen	y1 = Antall toglinjer som går fra stasjonen
Avgangsfrekvens med tog i rushtid	y2 = Antall avganger med tog fra stasjonen representativ hverdag og lørdag (07:00-09:00 og 15:00-17:00)
Antall togstasjoner innen 45 minutter reisetid	y3 = Antall togstasjoner som kan nås innen 45 minutter inkludert linjebytte
Antall passasjerer på togavganger fra stasjon i rushtiden	y4 = Antall passasjerer på togavganger fra stasjonen representativ hverdag og lørdag (07:00-09:00 og 15:00-17:00)
Antall bussruter som går fra stasjonsområdet	y5 = Antall bussruter som går fra stasjonsområdet
Avgangsfrekvens med buss i rushtiden	y6 = Antall avganger med buss fra stasjonsområde en representativ hverdag og lørdag (07:00-09:00 og 15:00-17:00)
Antall kollektivtransportmoduser med avganger fra stasjonsområdet i rushtiden	y7 = Antall moduser for kollektivtransport fra stasjonsområdet en representativ hverdag og lørdag (07:00-09:00 og 15:00-17:00)
Mulighet for parkering	y8 = Antall bilparkeringsplasser tilhørende stasjonen
Mulighet for pendlerparkering	y9 = Antall bilparkeringsplasser dedikert til pendlere tilhørende stasjonen
Antall sykkelruter	y10 = Antall sykkelruter som er i, eller passerer gjennom stasjonsområdet
Mulighet for sykkelparkering	y11 = Antall sykkelparkeringsplasser tilhørende stasjonen
Mulighet for sykkelparkering i sykkelhotell	y12 = Antall sykkelparkeringsplasser i sykkelhotell tilhørende stasjonen
Antall HC-plasser	y13 = Antall bilparkeringsplasser reservert for HC tilhørende stasjonen

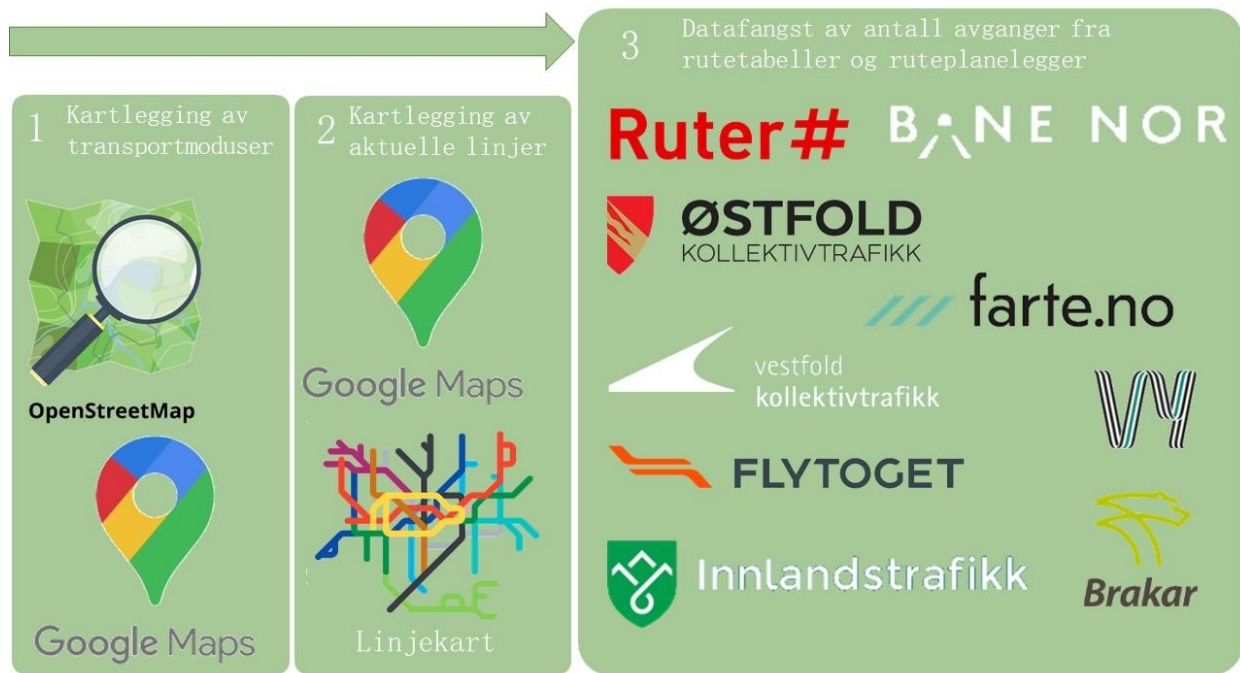
I denne seksjonen redegjøres det for valg av indikatorer til nodeindeksen, samt innhenting og behandling av tallmaterielt som utgjør indikatorene (Tabell 4.2). De 13 indikatorene i nodeindeksen er en utvidelse fra lignende studier med Node-Place-Design modellen (Vale, 2015; Vale, et al., 2018). Argumentene for utvidelsen er: tilpassing til lokal kontekst, datatilgjengelighet og forsøke å forbedre og utvikle modellen gjennom integrering med Form Syntax. Innhenting av nodeindikatorer består av 2 av de 3 innhentingmåtene nevnt tidligere (Figur 4.6).



Figur 4.6 Innhentingsmåter for data til indikatorer i nodeindeksen.

4.2.1.1. Valg av indikatorer og innhenting av tallmateriale til nodeindeksen

Indikatorene $\{y_1, y_2, y_3, y_4\}$ i Tabell 4.2 gjelder tog. Indikatorene $\{y_1, y_2, y_3\}$ er opprinnelig fra (Bertolini, 1999), og er standard indikatorer å bruke i modellen som illustrert ved gjennomgangen i Vale (2015). Disse er innhentet ved manuell telling. Metoden og kildene for manuell telling er illustrert i Figur 4.7. Først er transportmodusene innenfor stasjonsområdene kartlagt, deretter ruter og linjer som så er oppsøkt i ruteplanleggere og tabeller hvor antall avganger i tidsintervallene er telt og notert i regneark. Tall for indikator $\{y_4\}$ er passasjertall utlevert av Jernbanedirektoratet ved signering av taushetsplikt (Jernbanedirektoratet, 2020). Passasjertall som indikator sees brukt i Monajem & Nosratian (2015), Pezeshknejad, et al., (2020) og Li, et al., (2019).



Figur 4.7 Proses for datafangst gjennom manuell telling av linjer, ruter og avganger. Illustrasjon: Sverre Myklebust.

Indikatorene $\{y_5, y_6, y_7\}$ gjelder buss og annen kollektivtransport. Dette er opprinnelige indikatorer, men i oppgaven er buss valgt behandlet som et eget tema, istedenfor å grupperes sammen med trikk, t-bane og ferge slik som i Zhang, et al., (2019) Vale, et al., (2018) og Vale (2015). Argumentet for dette er at buss er den eneste lokale kollektivtransportmodusen i stasjonsbyene utenom InterCity. Det er kun Oslo som har trikk og T-bane, og kun et fåtall steder har ferge (Fredrikstad, Moss). Innhenting av tallmateriale til disse indikatorene følger også metoden illustrert i Figur 4.7.

Indikatorene $\{y_8, y_9\}$ gjelder bil. Indikator y_8 for antall parkeringsplasser er en opprinnelig indikator og går igjen i flere av studiene med modellen (Vale, 2015; Lyu, et al., 2016). Indikatorene $\{y_9\}$ er en ny indikator tilført modellen i denne oppgaven. Den gjelder antall pendlerparkeringer for bil. Grunnen til dette er at pendlerparkering er viktig for togbruken i mange av de mindre stedene langs InterCity. Pendlerparkering er i seg selv ikke i tråd med TOD-konseptet, men hvis alternativet er å kjøre privatbilen til et annet stasjonsområde for arbeid er det relevant. Inkluderingen av pendlerparkering er en lokal tilpasning av modellen. Indikatorene $\{y_8, y_9\}$ er hentet fra Bane NOR sine hjemmesider med oversikt over stasjonsområdene (Bane NOR, u. d.).

Indikatorene {y10, y11, y12} gjelder sykkel. Indikatorer for antall sykkelruter og antall sykkelparkeringer er opprinnelige indikatorer fra (Bertolini, 1999). Utover (Reussser, et al., 2008) har de i liten grad blitt videreført i seinere studier. I (Vale, 2015) ble sykkel utelatt fordi transportmodusandelen med sykkel i Lisboa var under 1 %. Her er det tatt med 3 indikatorer for sykkel som en lokal tilpasning av modellen. Argumentet for dette er at i Norge satses det på sykkel i sammenheng med stasjonsområdene, og dette reflekteres i gjennomført og planlagt utbygging av sykkelhoteller langs InterCity (Bane NOR, 2020). I TOD-konseptet er også sykkel en transportmodus det søkes at flest mulig skal bruke. Flere sykkelindikatorer er også en måte å i noe grad veie opp for vektingen av bilindikatorer {y8, y9}.

Indikator {y10} for antall sykkelruter er hentet fra Open Street Map sitt kollektivkart (OpenStreetMap-bidragsterene, 2004). Her er antall sykkelruter i stasjonsområdet optelt manuelt. Indikator y11 for antall sykkelparkeringsplasser er hentet fra bilder på Bane NOR sine nettsider over stasjonsområder, eller ved bruk av Street View-funksjonen i Google Maps (Bane NOR; Google). Med Google Street View er stasjonsområdet gjennomgått ved å «bla seg» seg frem og tilbake rundt stasjonsområdet, se etter sykkelstativer og anslagsvis telle antall parkeringer. Tallene er notert i regneark. For indikator {y12} er tall for sykkelhotell funnet på Bane NOR sine hjemmesider (Bane NOR, 2020).

Indikatoren {y13} er antall parkeringsplasser reservert for handicap. Å inkludere denne indikatoren er i tråd med TOD-konseptets ambisjoner om tilgjengelighet. Det er også en lokal tilpasning ettersom universell utforming er et fokusområde gjennom blant annet Plan- og bygningsloven (Plan- og bygningsloven, 2008). Tallmaterialet er hentet fra Bane NOR sine hjemmesider for hver enkelt stasjon (Bane NOR).

4.2.1.2. Behandling og beregning av nodeindeksen

Alle indikatorene i nodeindeksen er log-transformert utenom {y7}. {y7} er klassifisert med verdiene [0, 0,33, 0,67, 1] etter om det var 0,1,2, eller 3 kollektivtransportmoduser tilknyttet stasjonsområdet. I tillegg er indikatoren

{y13} klippet som følge av stor skjevhet. Antall over 30 er klippet ned til denne maksgrensen for å redusere skjevheten i dataen. {y13} er så log-transformert.

I neste steg er indikatorene skalert til å inneha verdier for stasjonsområdene mellom 0 og 1. Det er brukt helt vanlig normalisering for å skalere verdiene. Så er nodeindeksen regnet ut ved å summere indikatorene og dividere på antall nodeindikatorer, som er 13. Utregningen er gjort gjennom «Field calculator» på attributt Tabellen i ArcGIS Pro.

4.2.1.3. Feilkilder for node-indikatorer

Innhenting av tallmaterialet til node-indikatorer er hovedsakelig skjedd på to måter:

- Tall oppgitt fra ekstern kilde som Bane NOR eller Jernbanedirektoratet.
- Manuell telling av antall fra rutetabeller, planleggere, kart og bilder.

Begge måtene er potensielt eksponert for menneskelig feil, men manuell telling anses å være den hvor dette er mest aktuelt.

Tall som er hentet fra eksterne kilder forutsettes å generelt være av høy kvalitet. For data hentet fra Bane NOR er usikkerhet knyttet til om de holdes jevnlig oppdatert. Passasjertall fra Jernbanedirektoratet er basert på sensortelling, hvor av- og påstigninger registreres.

I [Figur 4.7](#) vises metoden for innhenting av data med manuell tellingen. Det er rom for flere feilkilder gjennom denne 3-delte prosessen. I første steg er det mulig at ikke alle transportmodusene fanges opp. Dette anses som usannsynlig fordi trikk, t-bane og ferge finnes få steder i transportnettverket, og det er allment kjent hvilke dette er. I andre steg er det brukt linjekart fra kollektivtransportleverandører og ruteoversikt fra holdeplasser i Google Maps. Linjekartene ansees å være troverdige. Ruteoversikten i Google Maps vurderes å ha større usikkerhet. Det er lite kjennskap til rutiner for oppdatering, og det er blant annet observert at noen holdeplasser ikke er registrert. Ved å gå igjennom alle registrerte holdeplasser innenfor stasjonsområdet antas likevel at mangler ved en holdeplass kompenseres ved at ruten finnes igjen på en annen. I tredje steg

er avganger innenfor definerte tidsrom telt manuelt i rutetabeller og planleggere. Dette er et meget krevende og ensidig arbeid. Rutetabellene har ofte liten skrift og ulike oppsett av tabeller som kan være forvirrende og uoversiktlig. I tellingen er det forsøkt å utvise stor nøyaktighet, og stram registerføring. For hver rute er det gjort opp til 8 registreringer avhengig av om ruten har avganger i to retninger. I tillegg er morgenintervallet og kveldsintervallet, samt hverdag og helg talt hver for seg. Disse er telt hver for seg for å stykke opp tellingen og redusere risikoen for feil.

Tallmaterialet er også hentet inn gjennom telling fra kart og bilder. Her og er det et spørsmål om kvaliteten på datakilden. Open Street Map er en open source-løsning og avhengig av at frivillige skal registrer geodata. Det er derfor mulig at noen stasjonsområder er mindre oppdatert enn andre. For bildekilder er også datakilden usikker. Det kan være endringer siden bildene ble tatt, eller de kan være tatt i vinkler som utelater sykkelparkeringene fullstendig eller gjør dem vanskelig å telle. Tilsvarende gjelder det for Google Street View at bildene kan være utdaterte, at det mangler bilder eller at vinklene ikke viser de tilfellene som skal telles.

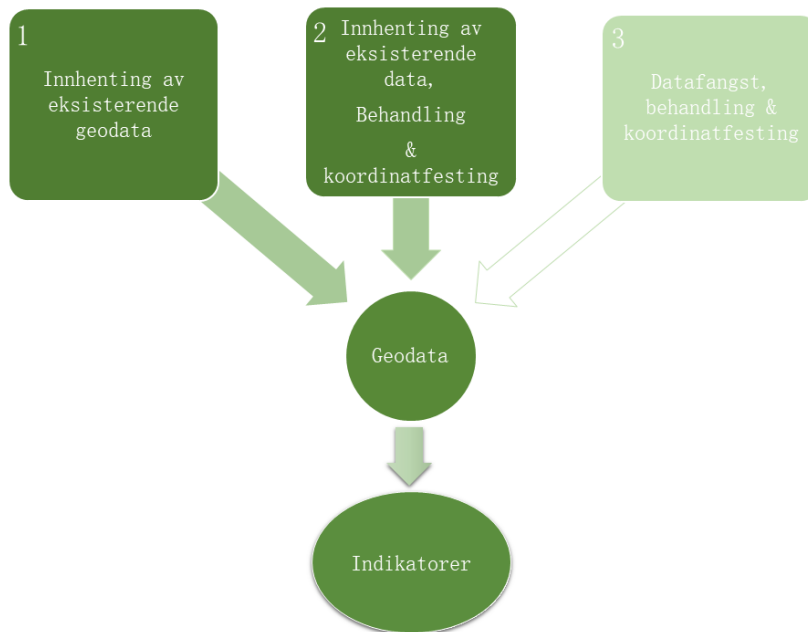
Det er lagt ned mye innsats i å få tallmaterialet så korrekt som mulig, men med hensyn til arbeidsmengden og tidsfrister kan ikke feil utelukkes. Relativt til det store tallmaterialet vil mindre feil ha liten effekt på det endelige resultatet.

4.2.2. Indikatorer i stedsindeksen

Tabell 4.3 Oversikt over indikatorene brukt i stedsindeksen.

Indikatorer brukt til å beregne stedsindeks	
Indikatorbeskrivelse	Beregning
<i>Stedsindeks</i>	
Antall beboere innenfor stasjonsområdet	x1 = Antall mennesker som bor innenfor stasjonsområdet estimert på BRA andelen mellom grunnkretser og stasjonsområdet
Antall sysselsatte	x2 = Antall mennesker som arbeider innenfor stasjonsområdet estimert på forholdet mellom næringsbyggareal innenfor stasjonsområdet og hele kommunen
BRA til boligformål innenfor stasjonsområdet	x3 = Bruksareal definert som boligformål ut ifra bebyggelseskode
BRA til arbeid innenfor stasjonsområdet	x4 = Bruksareal definert som arbeid ut ifra bebyggelseskode
BRA til amenity innenfor stasjonsområdet	x5 = Bruksareal definert som amenity ut ifra bebyggelseskode
Variasjon i arealbruk	x6 = Poengsum for stasjonområdet basert på klassifisering av celler etter Mixed-Use Index
Antall steder av interesse	x7 = Antall amenities innenfor stasjonsområdet
Variasjon i type steder av interesse	x8 = Antall typer steder av interesser innenfor stasjonsområdet

I denne seksjonen redegjøres det for valg av indikatorer til stedsindeksen, samt innhenting og behandling av dataen som utgjør indikatorene. De 8 indikatorene som brukes for å beregne stedsindeksen finnes igjen i flere av studiene gjort med Node-Place-Design modellen. Det er noen variasjoner for om det brukes sysselsatte eller arealbruk til å representere funksjonsmangfold (Vale, et al., 2018; Lyu, et al., 2016). Den største forskjellen for stedsindeksen i denne oppgaven er bruken Mixed-Use Index til å beregne indikatoren $\{y_6\}$ for funksjonsmangfold. Dette gjøres som et ledd i integreringen mellom Node-Place-Design modellen og Form Syntax beskrevet i seksjon 3.5 (Hoek, 2008; Ye, et al., 2016). Argumentene for bruken av de 8 indikatorene i stedsindeksen er, i tillegg til utvikling av modellen, datatilgjengelighet og at de eger seg i den lokale konteksten. Innhenting av stedindikatorer består av 2 av de 3 innhentingsmåtene nevnt tidligere (Figur 4.8).



Figur 4.8 Måtene data til indikatorene i stedsindeksen er samlet inn.

4.2.2.1. Valg av indikatorer og innhenting av tallmateriale til stedsindeksen

Indikatorene $\{x_1, x_2\}$ gjelder hvor mange som bor og jobber innenfor stasjonsområdet. Indikatoren $\{x_1\}$ er opprinnelig fra Bertolini (1999), og har også blitt brukt i de fleste påfølgende studiene (Vale, 2015; Pezeshknejad, et al., 2020). I Bertolinis opprinnelige studie, og mange påfølgende studier er ikke indikator $\{y_2\}$ for antall sysselsatte med som egen indikator, men antall sysselsatte er flere indikatorer fordelt på flere forskjellige næringssegmenter (Bertolini, 1999; Vale, 2015; Monajem & Nosratian, 2015). Det er likevel noen tilfeller hvor den er med (Zhang, et al., 2019; Lyu, et al., 2016). Tallmaterialet for indikator $\{x_1\}$ er hentet fra Statistisk Sentralbyrå sin statistikkbank og tabell 04317: Grunnkretsens befolkning som xlsx-filer (Statistisk Sentralbyrå, 2020). Tilsvarende er tallmateriale for indikator x_2 hentet fra statistikkbanken og tabell 07984 (Statistisk Sentralbyrå, 2019). Geodata for grunnkretsene og kommunenes geografiske plassering og utstrekning er hentet fra GeoNorge sin kartkatalog med åpne datasett (GeoNorge).

Indikatorene {x3, x4, x5, x6} gjelder mengden bruksareal (BRA) innen funksjonene bolig, arbeid og «amenities». {x4, x5} er en parallell til antall sysselsatte i forskjellige næringssegmenter, ettersom beregningen av sysselsatte kan basere seg på en vektig med BRA (Vale, 2015). Mengden BRA for forskjellig arealbruk er også en indikator som er brukt i studier direkte (Zhang, et al., 2019). Indikatoren x6 er en opprinnelig indikator som også er en av de vanligste å ta med i modellen. Den er et uttrykk for graden av funksjonsmangfold og er ofte en variant av en formel hvor sysselsatte eller arealbruk inngår (Bertolini, 1999; Vale, 2015; Lyu, et al., 2016; Zhang, et al., 2019). I denne oppgaven er grad av funksjonsmangfold regnet ut gjennom analysen Mixed-Use Index som et ledd i integreringen mellom modellen og Form Syntax.. Analysen gjennomføres en gang, men resultatene kan brukes både i Node-Place-Design modellen og i casestudiene på stasjonsområder for å identifisere potensielle ubalanser og potensielle TJD. I tillegg til å være faglig begrunnet er det et argument at analysen effektiviserer arbeidsflyten og metoden fordi den ved hjelp av GIS gjøres samtidig på alle stasjonsområdene og benyttes i både casestudien med Node-Place-Design modellen og i casestudiene av enkelte stasjonsområder. Tilgjengeligheten av data for å gjennomføre analysen er også god.

Tallmaterialet til {x3, x4, x5} er hentet inn som geodata gjennom Høgskulen på Vestlandets (HVL) tilganger og abonnementer fra leverandører av geodata. Det er hentet inn polygondatasett for bebyggelse med BYA (bebyggelsesareal/fotavtrykk) fra Felles Kartdatabase (FKB) og fra punktdatasett med BRA fra Ambita Infoland (Statens Kartverk; Ambita Infoland)

Indikatorene {x7, x8} gjelder antall steder av interesse og mangfoldet av steder av interesse («Points of Interest» (POI)). Indikatorene ble først introdusert i Vale, et al., (2018), og er seinere inkludert i Zhang, et al., (2019) og Pezeshknejad, et al., (2020). Argumentet for å inkludere disse indikatorene er at de bidrar til å beskrive stasjonsområdets variasjon i destinasjoner (Vale, et al., 2018). Punktdata med beskrivelse av hva punktet representerer er hentet inn fra Open Street Map gjennom tilleggsprogrammet «QGIS OSM Plugin» i QGIS.

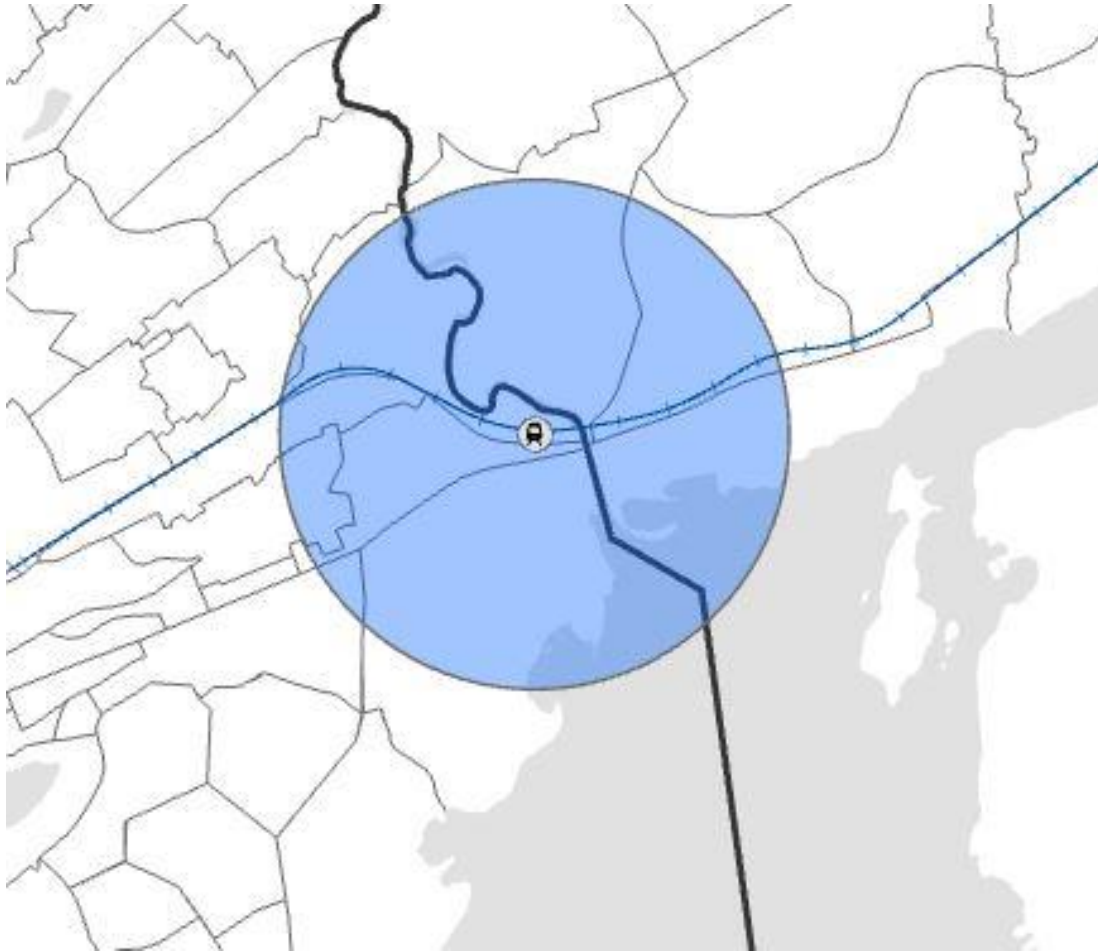
4.2.2.2. Behandling og beregning av stedsindeksen

Etter at tallmaterialet er hentet inn må en del indikatorer beregnes og behandles gjennom forskjellige formler, GIS-prosessering og analyser.

Indikator x_1 må beregnes med en vektig av BRA for bolig. Vektingen finnes ved bruk av forskjellige GIS-prosesser. Tallmaterialet fra SSB er på grunnkrets nivå, mens stasjonsområdet generelt overlapper flere grunnkretser delvis. Det er derfor nødvendig å regnet ut totalt antall BRA for bolig i grunnkretsen, og tilsvarende totalt BRA som er både i grunnkretsen og stasjonsområdet. Forholdet er så brukt som vektig for å estimere antall beboere innenfor stasjonsområdet. I [Figur 4.9](#) vises overlapp mellom grunnkretser, kommuner og fylker i Lysaker stasjon.

Indikator x_1 er «klippet» nedad ved 100 beboere som følge av utslagsgivende skjevheter og så log-transformert.

Indikator x_2 må beregnes med en vektig av BRA for næringsbebyggelse. Prinsippet er det samme som beskrevet for indikator $\{x_1\}$ ovenfor. Utgangspunktet er antall sysselsattes arbeidssted på kommunenivå, og det er brukt BRA for næringseiendom. Basert på bygningskoder som representerer forskjellige typer næring er det gjort et utvalg av typer næringsbebyggelse som er aktuelle som arbeidsplasser (Statistisk Sentralbyrå). I [Tabell 4.4](#) vises en oversikt over hvordan de forskjellige bygningskodene er kategorisert. $\{x_2\}$ er normalisert gjennom log-transformasjon.



Figur 4.9 Hvordan grunnkretser og kommuner i fylkene Oslo og Viken overlapper i Lysaker.

Indikatorene {x3, x4, x5, x6} må også beregnes. Det er gjort i sammenheng med Mixed-Use Index, og fremgangsmåten blir gjennomgått i seksjon 4.3.3. Indikatorene {x3, x4, x5} er totalt BRA for bolig, arbeid og «amenities» innenfor stasjonsområdet kategorisering etter nevnte bygningskoder. Indikator x6 er en poengsum basert på antall celler i Mixed-Use Index-analysen som har klassifisering som lav, medium eller høy grad av funksjonsmangfold. Lav gir 0 poeng, medium gir 1 poeng og høy gir 2 poeng. I indikatorene {x3, x5} har dataen store skjevheter gjennom enkelte uteliggere. Disse er «klippet» for å normalisere indikatorene. Indikatorene {x3, x4, x5} er normalisert ved log-transformasjon. {x6} var naturlig normalfordelt.

Tabell 4.4 Oversikt over fordelingen av bygningskoder på de 3 funksjonene arbeid, bolig og "amenities".

Arbeid	Amenities	Bolig
211 - Fabrikbygning	32 - Forretningsbygg	11 - Enebolig
212 - Verkstedsbygning	330 - Messe- og kongressbygning	12 - Tomannsbolig
219 - Annen industribygning	412 - Jernbane- og Tbanestasjon	13 - Rekkehus, Kjedehus, andre småhus
23 - Lagerbygning	511 - hotellbygning	14 - Store boligbygg
31 - Kontorbygning	53 - Restaurantbygning	15 - Bygning for bofelleskap
321 - Kjøpesenter	61 - Skolebygning	
322 - Butikkbygning	62 - Universitet- og høgskulebygning	
411 - Ekspedisjonsbygning, flyterminal, kontrolltårn	64 - Museum- og biblioteksbygning	
415 - Godsterminal	65 - Idrettsbygning	
416 - Postterminal	66 - Kulturhus	
419 - Annen ekspedisjon- og terminalbygning	671 - Kirke, Kapell	
51 - Hotellbygning	672 - Bedehus, menighetshus	
521 - Hospits, pensjonat	674 - Synagoge, moske	
612 - Barnehage	7 - Helsebygning	
613 - Barneskole	830 - Monument	
614 - Ungdomsskole	840 - Offentlig toalett	
615 - Kombinert barne- og ungdomsskole		
616 - Videregående skole		
62 - Universitet- og høgskulebygning		
661 - Kinobygning, teaterbygning, opera/konserthus		
7 - Helsebygning		
819 - Fengselsbygning		
821 - Politistasjon		
822 - Brannstasjon, Ambulansesstasjon		

Indikatorerne {x7, x8} er blitt tilpasset for å inngå i Node-Place-Design modellen.

I Vale, et al., (2018) er steder av interesse fordelt på de 6 kategoriene: detaljhandel, samfunnsmessig og institusjonelt, underholdning, matrelatert, kontor, rekreasjon. I denne oppgaven er det 4 kategorier: Detaljhandel, samfunnsmessig og institusjonelt, underholdning, matrelatert. Argumentet for reduksjonen av kategorier gjelder tilgjengelighet. Datasettet for amenities som ble benyttet inneholdt ikke kontor og rekreasjon. Steder av interesse innenfor disse 4 kategoriene er talt, og samlet antall er indikator {x7}. Indikator {x8} er antall forskjellige kategorier som er dekket innenfor stasjonsområdet.

Stasjonsområdene blir tilegnet poeng mellom 0 og 1 basert på dette. 0 gir 0 poeng, mens 1,2,3 eller 4 gir henholdsvis poeng 0,25; 0,5; 0,75; 1,0. x8 er tilnærmet

normalfordelt, og skalert gjennom poengsystemet. Indikator {x7} er undersøkt og normalisert ved log-transformasjon.

Alle stedsindikatorene utenom {x7} er i tillegg skalert i etterkant til verdier mellom 0 og 1 for å gi dem lik vektning i utregning av stedsindeksen. Stedsindeksen er regnet ut ved å summere indikatorene og dividere på antallet stedsindikatorer, som er 8. Utregningen er gjort gjennom «Field calculator» på attributt Tabellen i ArcGIS Pro.

4.2.2.3. Feilkilder for stedsindikatorer

Data brukt til å beregne stedsindikatorer består av to typer, vist i Figur 4.8:

- Eksisterende data som er blitt koordinatfestet.
- Eksisterende geodata.

Det er varierende kvalitet på dataen som er hentet inn. Variasjonen skyldes i all hovedsak kvaliteten på FKB-data med bebyggelseslaget fra «Matrikkelen».

Matrikkelen har en del større mangler i innhenting og oppdatering av geodata.

Dette er en kjent problemstilling innenfor fagfeltene hvor matrikkelen benyttes.

En stor mangel er at bebyggelseskartlaget ikke har BRA som en egenskap. Det må derfor gjennom en GIS-prosessering for å påkobles denne egenskapen. Som nevnt i seksjon 4.2.1.3 kan data hentet fra Open Street Map også ha varierende kvalitet. Dette er hovedsakelig knyttet til usikkerhet rundt fullstendigheten av data i de forskjellige stasjonsområdene. Tallmateriale fra SSB og geodata fra GeoNorge for stedfestede grunnkretser og kommuner ansees å ha høy kvalitet.

En mulig feilkilde i stedsindikatorene {x1, x2, x3, x4, x5, x6} er utregningen av BRA. BRA ligger i et punktdatasett for bebyggelse, mens fotavtrykket til bebyggelsen er et eget polygondatasett. Ettersom punkter ikke har utstrekning er de enten utenfor eller inne i stasjonsområdet, mens BRA egentlig hører til en bygning med en utstrekning og kan være delvis innenfor eller utenfor stasjonsområdet. Punktdataen er derfor slått sammen med tilhørende bygningsavtrykk for å få med BRA på den delen av bygningene som ligger innenfor stasjonsområdet. Ved gjennomgang av de to datasettene er det avdekket noen tilfeller hvor

punktdataen med BRA og polygonlaget med bygningsavtrykket ikke sammenfaller geografisk. I de tilfellene får ikke bygningen tilført BRA som ny egenskap. I de tilfellene er BRA blitt erstattet med BYA, istedenfor å være 0. Dette er et fåtall av hendelser, og antas ikke å få vesentlig utslag for resultatene.

En annen mulig feilkilde er bruken av bygningskoder for å klassifisere bebyggelse og næring. Dette er en uunngåelig feilkilde ettersom det er slik dataen er konstruert. I datasettene oppgis kun primærfunksjonen til bygningen. Hvis et bygg er både bolig og næring, men primærfunksjonen er bolig vil bygningskoden kun angi bolig. Datasettet vil angi mengden BRA som er næringsdelen av bygget, men ikke hvilken type næring det gjelder. Tilsvarende hvis et bygg består av flere typer næring vil kun den største av disse oppgis som bygningskode. Dette kan ha noe effekt på resultatene, men med det eksisterende datagrunnlaget er det ingen vei utenom denne feilkilden.

4.2.3. Indikatorer i designindeksen

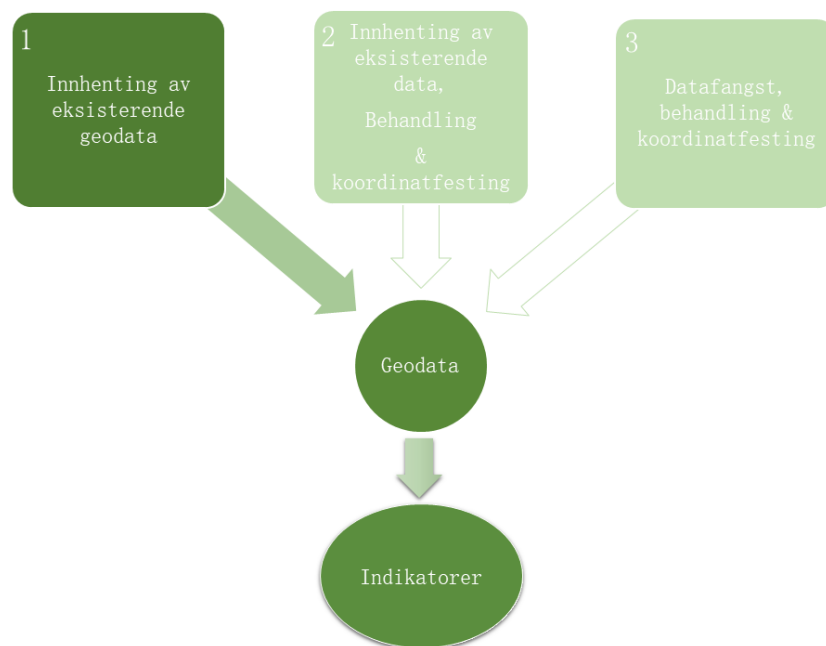
Tabell 4.5 Oversikt over indikatorene som inngår i designindeksen.

Indikatorer brukt til å beregne designindeks	
Indikatorbeskrivelse	Beregning
Designindeks	
Pedshed ratio	w1 = Nedslagsfelt for fotgjenger basert på gangnettverk og områdeavgrensing
Gatekrysstetthet	w2 = Antall gatekryss innenfor stasjonsområdet pr kvadratmeter
Tilgjengelig lengde på gatenettverket	w3 = antall lengdemeter med gate tilgjengelig for fotgjengere innenfor stasjonsområdet
Type bebyggelse tilstøtende gate	w4 = Poengsum for stasjonsområdet basert på klassifisering av celler etter SpaceMatrix

For designindeksen er det tatt utgangspunkt i (Vale, et al., 2018). I tillegg er det i denne oppgaven tilført en indikator som representerer bebyggelsesform.

I denne seksjonen redegjøres det for valg av indikatorer til designindeksen, samt innhenting og behandling av dataen som utgjør indikatorene, vist i Tabell 4.5. Av de 4 indikatorene som brukes for å beregne stedsindeksen er 3 å finne igjen i flere av studiene gjort med Node-Place-Design modellen (Lyu, et al., 2016; Vale, et al., 2018; Zhang, et al., 2019).

Den største forskjellen i fra disse studiene er tilførselen av en fjerde designindikator som representerer bebyggelsesform. Dette er gjort ved å anvende Spacematrix-analysen, som inngår i Form Syntax, for å også ta høyde for urban form som en designfaktor og som et ledd i integreringen mellom Node-Place-Design modellen og Form Syntax (Berghauser Pont & Haupt, 2010; Ye, et al., 2016). Alle 4 indikatorene er i tillegg egnet i den lokale konteksten og data er tilgjengelig. Geodata er innhentet for å beskrive indikatorene (Figur 4.10).



Figur 4.10 Hvordan data er hentet inn til indikatorer i designindeksen.

4.2.3.1. Valg av indikatorer og innhenting av tallmateriale til designindeksen

Indikatorene $\{w_1, w_2, w_3\}$ er nye i Node-Place modellen gjennom utvidelsen til Node-Place-Design modellen. «Walkability» gjennom indikatoren for «PedShed ratio» som mål på designkvalitet ble først inkorporert i Vale (2015). Indikatorene $\{x_2, x_3\}$ er en utvidelse av designindeksen som også er sett i Lyu, et al., (2016), Vale, et al., (2018), Zhang, et al., (2019) og Li, et al., (2019). For å beregne indikator $\{w_1\}$ er et nettverksdatasett fra ESRI benyttet. Dette datasettet er direkte tilgjengelig gjennom ArcGIS Pro på HVL sin lisens. For å beregne indikatorene $\{w_2, w_3\}$ er kartlaget «vegsystem» hentet ned fra Nasjonal Vegdatabank

(NVDB). Dette er Statens Vegvesen sin offentlig tilgjengelige geodatabase over vegdata (NVDB) (Statens Vegvesen, 2020). Kartlaget er et lag med linjer som representerer vegsystemet. Geodataen hentes ned fra NVDB via et tilleggsprogram til ArcGIS Pro utviklet av Statens Vegvesen og Geodata AS (Statens Vegvesen, 2017).

Argumentet for å inkludere indikatorene {w1, w2, w3} er at disse gir mulighet for å ta høyde for gangvennlighet som en designfaktor og er de indikatorene som er vanligst brukt for dette i modellen (Cervero, et al., 1997; Vale, et al., 2018).

Indikator w4 er en ny indikator tilført Node-Place-Design modellen i denne oppgaven. Indikatoren er et mål på bebyggelsesform og baserer seg på BYA og BRA. Det er samme geodata som er beskrevet innhentet for stedsindeksen. I denne oppgaven brukes Spacematrix-analysen til å estimere bebyggelsestyper. Spacematrix er en eksisterende analyse innen urban morfologi som lar seg kombinere med Mixed-Use Index og Space Syntax til den samlede analysen Form Syntax (Ye, et al., 2016). Analysen kan, som Mixed-Use Index, gjennomføres en gang med resultater som brukes i både Node-Place-Design modellen og i casestudiene på stasjonsområder. Designindeksen fokuserer på gangvennlighet gjennom forskjellige mål på gatenettverket og walkability. En viktig faktor for gangvennlighet er også hvordan gatene er rammet inn av bebyggelsen. Et godt innrammet gateløp gir gående noe å se på, unngår at det blir kjedelig og leder veien (Gehl, 1971; Jacobs, 1961).

I tillegg til å være faglig begrunnet er det et argument at analysen effektiviserer arbeidsflyten og metoden. Den gjøres én gang samtidig på alle stasjonsområdene og benyttes i både casestudien med Node-Place-Design modellen og i casestudiene av enkelte stasjonsområder. Tilgjengeligheten av data for å gjennomføre analysen er også god.

4.2.3.2. Behandling og beregning av designindeksen

Etter at geodataen for designindikatoren er hentet inn må det igjennom en del GIS-prosessering og tilpasning får designindeksen kan regnes ut.

Indikator w_1 er «PedShed ratio» for stasjonsområdet. Det er forholdet mellom delen av stasjonsområdet som kan nås langs vegnettet innen 800 meter, og hele arealet på stasjonsområdet. For å beregne nedslagsfeltet til gangnettverket innenfor hvert enkelt stasjonsområde er analysen «service area» brukt i ArcGIS Pro. Her er stasjonspunktet brukt som startsted og så er arealet langs gatenettverket beregnet ut ifra startstedet. Resultatet fra analysen er så dividert på arealet av stasjonsområdet for å finne «PedShed ratio», indikator w_1 . En verdi nærmere 1 er bedre ettersom overlappen mellom arealene da er større, og mer av stasjonsområdet kan nås langs vegnettet. Indikatoren er normalfordelt og naturlig skalert.

Indikatorene $\{w_2, w_3\}$ er basert på kartlaget «vegsystem» hvor vegnettet er representert som linjer. Indikator $\{w_2\}$ er antall vegkryss innenfor stasjonsområdet per dekar. Dette er regnet ut ved å splitte opp alle kryssende linjer og summere alle startnoder. Ettersom alle linjer har en retning som er tilfeldig definert vil startnoder fungere som et estimat av vegkryss. Når denne metoden brukes likt i alle stasjonsområder vil også forholdet mellom stasjonsområdene ivaretas. Antall startnoder er delt på arealet av stasjonsområdet i dekar. Indikatoren er naturlig normalfordelt, men er skalert til verdier mellom 0 og 1. Indikator $\{w_3\}$ er lengden av hele vegnettet innenfor stasjonsområdet. Dette er beregnet ved å summere lengden på alle linjene som er innenfor stasjonsområdet ved analysen «summarize within» i ArcGIS Pro. Indikatoren er naturlig normalfordelt, men skalert til verdier mellom 0 og 1.

Indikator $\{w_4\}$ er beregnet med Spacematrix-analysen, og metoden blir redegjort for i seksjon 4.3.2. $\{w_4\}$ er en poengsum basert på antall celler i Spacematrix-analysen som har bebyggelsesform klassifisert som lav, medium eller høy etter urbanitetskriterier. Lav gir 0 poeng, medium gir 1 poeng og høy gir 2 poeng. Indikatoren er naturlig normalfordelt, men skaleres til verdier mellom 0 og 1.

Designindeksen er så regnet ut ved å summere indikatorene $\{w_1, w_2, w_3, w_4\}$ og dividere på antallet designindikatorer, som er 4. Utregningen er gjort gjennom «Field calculator» på attributt Tabellen i ArcGIS Pro.

4.2.3.3. Feilkilder for designindikatorer

Det er hentet inn eksisterende geodata til å beregne stedsindikatorer, illustrert i Figur 4.10.

Feilkildene til designsindikatorerne er forventet å være knyttet til kvaliteten på geodataen og forenklinger gjort i beregning av indikatorerne. Som redegjort for i seksjon 4.2.2.3 er kvaliteten på bebyggelsesdataen varierende. Dette vil også ha innflytelse på indikatoren w_4 regnet ut med Spacematrix-analysen. $\{w_4\}$ regnes ut som et forhold mellom BYA og BRA, og feil i BRA vil følgelig ha effekt på resultatet. I Spacematrix-analysen gjøres også noen valg knyttet til klassifisering og avgrensning av celler som kan virke som feilkilder. Disse feilkildene blir redegjort for i seksjon 4.2.2.3, men de skyldes hovedsakelig to forhold:

- Tilpasning til norske kontekst og bebyggelsestyper.
- Geodata i Matrikkel for eiendommer har dårlig kvalitet.

I indikator w_1 er det brukt et nettverksdatasett fra ESRI. Dette datasettet har et annet koordinatsystem enn punktet for startstedet og stasjonsområdet.

Koordinatsystemene har lite avvik mellom hverandre så forskjellen antas å ha liten effekt. I tillegg er forskjellen gjeldene i alle stasjonsområdene, og slik sett jevnet ut. Kvaliteten på nettverksdatasettet er ikke kjent i den forstand at det kan være ufullstendig. Det er et ESRI-forvaltet datasett og en leverandørtjeneste de tar betalt for og må følgelig antas å inneha tilstrekkelig kvalitet uten vesentlige mangler.

Statens Vegvesen oppgir at NVDB kan inneholde feil og mangler (Statens Vegvesen, 2020). Datasettet «vegsystemer» kan derfor inneholde feil og mangler. Det er observert noen manglende gatesegmenter ved undersøkelse av datasettet. Manglene antas basert på dette å være små og ikke ha mindre utslag på resultatet. En annen mulig feilkilde ved indikatoren $\{w_2\}$ er kryssing av linjer som ikke er vegkryss i virkeligheten, som eksempelvis broer og tunneler. Slike krysninger er forsøkt fjernet, men er en krevende jobb og derfor er det fokusert på større byer.

4.2.4. Resultater og klassifisering

I denne seksjonen beskrives behandlingen av resultatene fra Node-Place-Design modellen. Dette består av tre steg. I første steg beskrives transportnettverket InterCity som en helhet basert på resultatene i modellen opp mot «Land-Use Transport Feedback Cycle». Dette gjøres på bakgrunn av beskrivende statistikk og korrelasjoner mellom indikatorer og indekser for modellen. I neste steg analyseres resultatene av Node-Place-Design modellen med hensyn til stasjonsområdene langs InterCity-triangelen. Dette gjøres med beskrivende statistikk og gjennom visualisering ved plotting av indeksene. I tredje steg gjøres en klyngeanalyse på modellen og det foreslås typologier for klassifisering av stasjonsområdene tilpasset den norske konteksten.

4.2.4.1. Transportsystemet som en helhet

Ved å regne ut og visualisere beskrivende statistikk kan implementering av samordnet areal- og transportplanlegging for det regionale nivået evalueres. Gjennomsnitt, minimum, maksimum og standardavvik er statistiske variabler som bidrar til å beskrive nettverket (Vale, et al., 2018). Ved å regne ut statistiske variabler som gjennomsnitt og lignende er det også grunnlag for sammenligning med transportnettverket i andre studier hvor dette også er gjort (Vale, 2015; Vale, et al., 2018). Den beskrivende statistikken visualiseres også i «Box-Plots». Basert på den beskrivende statistikken kan karakteristikk ved transportnettverket som en helhet ses i sammenheng med «Land-Use Transport Feedback Cycle», og systemet kan forstås i en syklisk sammenheng (Wegener & Fürst, 1999). Videre genereres spredningsmatriser som viser korrelasjoner mellom indikatorer internt og mellom indekser. Disse gjennomgås og kommenteres for å gi en dypere forståelse av tilstanden for implementeringen av samordnet areal- og transportplanlegging i transportsystemet. Gjennomgangen belyser også sammenhenger mellom indikatorer og indekser som et kunnskapsgrunnlag til seinere anvendelse av modellen.

4.2.4.2. Stasjonsområder i modellen

I neste steg sees resultatene med hensyn til nivået noden/stasjonsområde. Det genereres beskrivende statistikk for de enkelte stasjonsområdene og indeksene

plottes i 2D-spredningsdiagram. I spredningsplottet for Node-Place vises også resultatene etter opprinnelig modell som et sammenligningsgrunnlag til tidligere studie (Bertolini, 1999). Dette er også interessant opp mot påfølgende klyngeanalyse og typologier fordi det viser potensialet for differensiering mellom TOD og TAD og plassering av stasjonsområdet på TAD-TOD spektrumet. Spredningsplottene av stasjonsområdene sees også i sammenheng med geografisk plassering.

4.2.4.3. Typologier og klassifisering av stasjonsområder

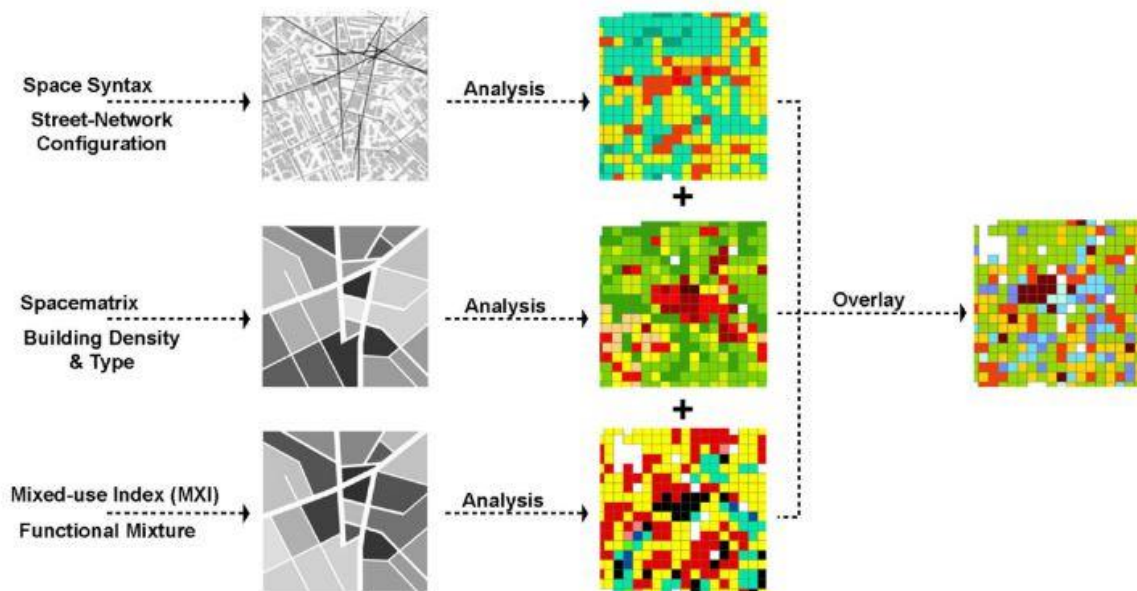
I neste steg gjøres en klyngeanalyse. For å avgjøre antall klynger beregnes en «F-Score». Ved bruk av geoprosesseringsverktøyet «Multivariate clustering» i ArcGIS Pro uten inndata om antall klynger gjennomføres samtidig en «Optimized Pseudo-F Statistic». Basert på denne statistikken kan det mest meningsfylte antall klynger for analysen bestemmes og brukes. Klyngeanalysen «Multivariate clustering» kjøres så på nytt med det valgte antall klynger.

Klyngeanalysen gir grunnlag for å definere typologier for stasjonsområdene knyttet opp mot TOD-konseptet. Det er i forskningen oppnådd en viss konsensus rundt vanlige kategorier i Node-Place-Design modellen, men det er også rom for lokale varianter (Vale, 2015; Lyu, et al., 2016; Vale, et al., 2018). Ved å vurdere nodeindeksen, stedsindeksen og designindeks i de forskjellige klyngene kan kvalitetene kobles opp til reelle situasjoner i stasjonsområdet. En TAD vil ha balanserte node- og stedsindeks, men gjøre det svakt på designindeksen (Cervero, et al., 2002). Nodene blir så klassifisert i de lokalt tilpassede typologiene. Denne klassifiseringen blir grunnlag for utvelgelsen av stasjonsområder til casestudier med Form Syntax.

4.3. Forskningsmetode 2: Form Syntax

I denne seksjonen beskrives forskningsmetoden med analysen Form Syntax brukt i oppgaven. Metoden i oppgaven for Form Syntax-analysen følger hovedsakelig fremgangsmåten beskrevet i tidligere studier og illustrert i [Figur 4.11](#) (Van Nes, et al., 2012; Ye & Van Nes, 2013; Ye & Van Nes, 2014; Ye, et al., 2016). De 3

analysene Spacematrix, Mixed-Use Index og Space Syntax gjennomføres hver for seg, men noe av grunnlagsdataen er felles. De kombineres så under samleanalysen Form Syntax. Verdiene fra Spacematrix og Mixed-Use Index brukes som inndata til indikatorene $\{x6, w4\}$ i Node-Place-Design modellen. Som nevnt i seksjon 4.2 brukes kartlag over bebyggelse med attributter for bygningskoder, BRA og BYA. For Space Syntax er det tegnet egne aksekart i ArcGIS Pro som grunnlag for analysen. Opptegning av aksekart er en tidkrevende og møysommelig prosess, og er hovedgrunnen til at Form Syntax i denne oppgaven i praksis ikke er fullstendig integrert med Node-Place-Design modellen. Spacematrix og Mixed-Use Index egner seg å gjennomføre med norsk geodata, og kan effektivt beregnes for alle stasjonsområdene samtidig.

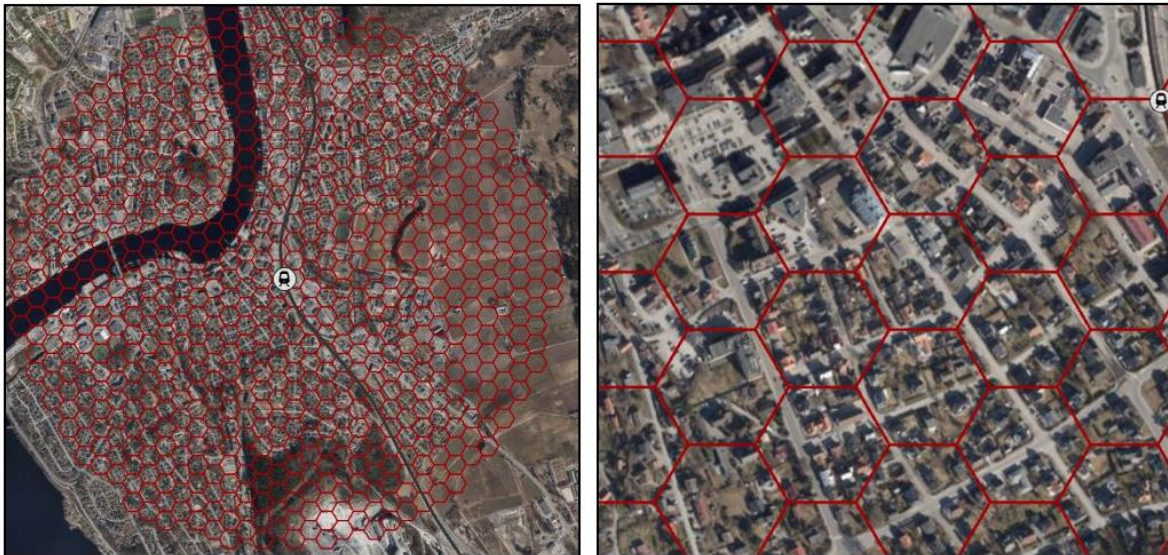


Figur 4.11 Skjematisert fremstilling av stegene som gjøres i Form Syntax-analysen. Kilde: (Ye, et al., 2016).

4.3.1. Avgrensning av stasjonsområdet i casestudier

Først defineres utstrekningen på analyseområdet. Dette er i utgangspunktet definert gjennom Node-Place-Design modellen, og er 800 meter. Det er i oppgaven valgt å utvidet avgrensingen på stasjonsområdet i casestudiene til 1500 meter. Dette er gjort for å få en mer dyptgående analyse, samt unngå kanteffekter fra spesielt Space Syntax analysen. I neste omgang er det definert et nettverk av celler innenfor studieområdet. Formålet er å samle kvaliteter fra både

bebyggelsen, arealbruken og gatenettverket i alle cellene. Ettersom bebyggelse og gatenettverket ligger separert er det nødvendig å ha celler som er store nok til å overlape begge disse morfologiske elementene. Samtidig må de ikke være for store ettersom et for grovt cellenettverk forringer detaljkunnskapen (Ye & Van Nes, 2014). I andre anvendelser av Form Syntax er det brukt 150 x 150 meter, mens i denne oppgaven er det valgt å bruke celler på 100 x 100 meter (Ye & Van Nes, 2014). Det er også valgt å bruke heksagonformede celler for å kompensere noe for den mindre cellestørrelsen (Figur 4.12). Heksagonal form antas å i større grad enn kvadratiske form sikre overlapping med både bebyggelse og gate. Det er valgt mindre celler i oppgaven fordi mange av stasjonsområdene er små steder hvor også 150 x 150 meter vil kunne være for grovt.

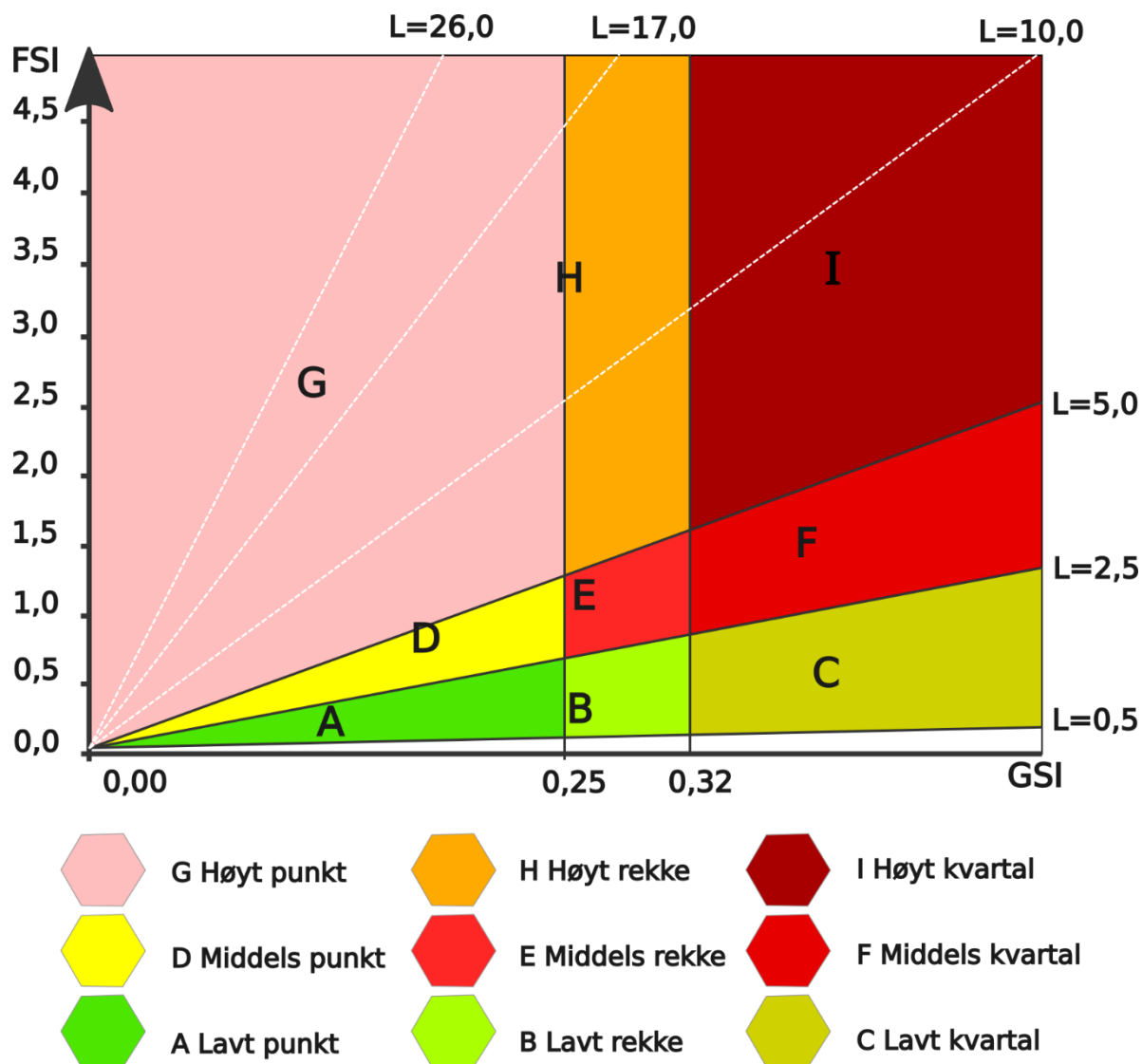


Figur 4.12 Nettverk av heksagonalformede over Porsgrunn by med senter i jernbanestasjonen.

4.3.2. Spacematrix

For Spacematrix-analysen er inndataen kartlag med BYA og BRA. Kartlag med denne informasjonen er lagt over cellenettverket og splittet opp basert på hvor stort overlappet mellom cellen og bebyggelsen er. Det er så brukt geoprosesseringsverktøyet «summarize within» i ArcGIS Pro for å summere alle BYA og BRA i cellen. Med dette som utgangspunkt er forholdet FSI/GSI (BRA/BYA) beregnet sammen med L og OSI. Bebyggelsesformen er så klassifisert basert på

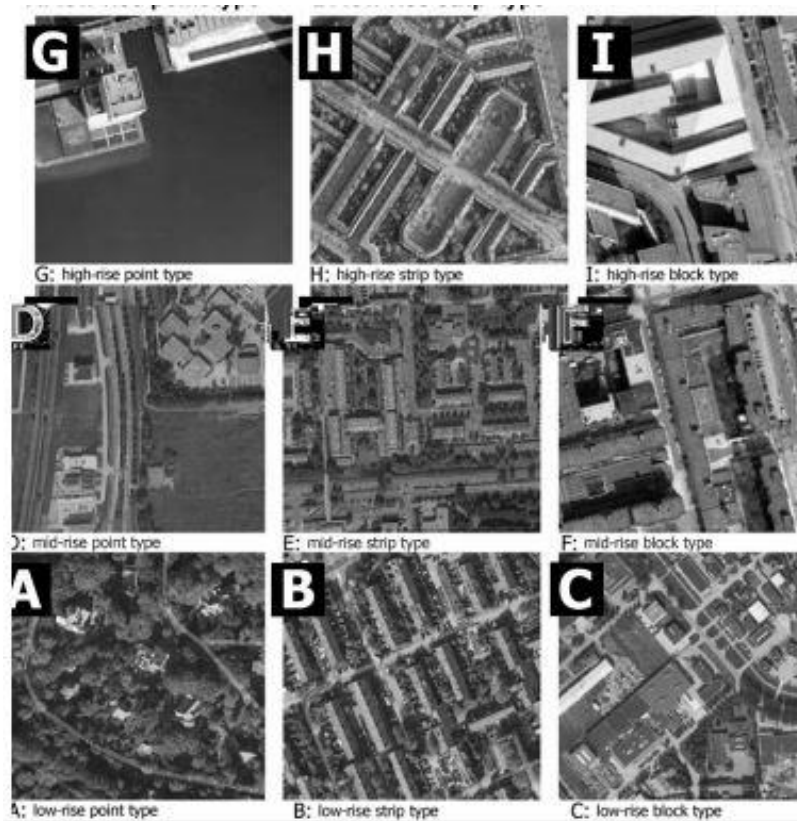
kriterier fra teorien (Figur 4.13, Figur 4.14) (Berghauser Pont & Haupt, 2010; Van Nes, et al., 2012).



Figur 4.13 Verdiintervallene som forskjellige bebyggelsestyper havner i.

I oppgaven er det gjort noe endring av kriteriene som en tilpasning til en norske kontekst, samt brukt heksagonale celler som grunnenhet til beregning. Justeringen av kriteriene er et resultat av prøving og feiling. Problemstillingen har vært den store mengden eneboliger i norske byer og tettsteder helt opp til jernbanestasjonen. I tillegg ligger mange av disse relativt tett. Samtidig er det ikke brukt eiendomsareal som grunnenhet for beregningen, men 100 x 100 celler som overlapper med mye gateareal. For å kompensere for dette er den øvre grensen for punktbebyggelse (A, D, G) flyttet opp fra en FSI på 0,15 til 0,25, og er nå i intervallet [0,15 , 0,25]. I tillegg er etasjekriteriet for lav bebyggelse (A, B,

C) justert fra $[1, 3]$ til å være i intervallet $[0,5, 2,5]$ etasjer. Tilsvarende er båndet for stripebebyggelse (B, E, H) forskjøvet fra FSI-intervallet $[0,15, 0,25]$ til intervallet $[0,25, 0,32]$. Etasjeintervallet for middels bebyggelse også forskjøvet fra intervallet $[3, 7]$ til $[2,5, 5]$. Nedre grense for FSI for kvartalsbebyggelse (C, F, I) er følgelig her FSI på 0,32, mens nedre grense for høy bebyggelse (G, H, I) er 5 etasjer (Figur 4.13).



Figur 4.14 Forskjellige bebyggelsestypene sett ovenfra. Kilde: (Ye & Van Nes, 2014).

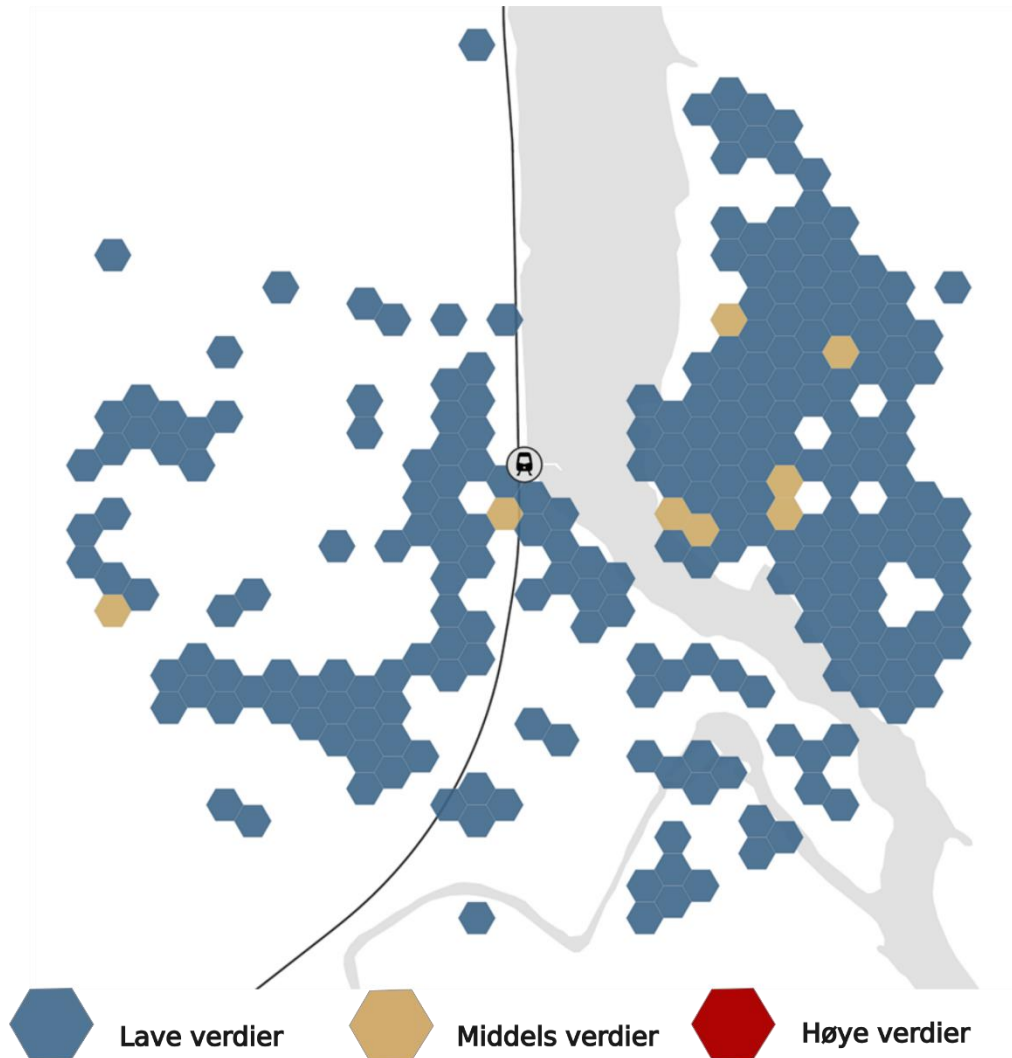
Det er tatt utgangspunkt i kategoriseringsskjemaer fra tidligere studier for å re-klassifisere cellen i tråd med Form Syntax, se Tabell 4.6.

Tabell 4.6 Re-klassifisering av forskjell bebyggelsestyper i Spacematrix etter Form Syntax. Kilde: (Ye & Van Nes, 2014).

Spacematrix	The content of this classification
High value	Mid-rise strip or block types; high-rise block types
Medium value	Low-rise block or mid-rise point; high-rise point or strip types
Low value	Low-rise point and low-rise strip types

Når Spacematrix er brukt som indikator i Node-Place-Design modellen er det basert på denne klassifiseringen. Celler i kategorien «Lav» får 0 poeng, celler i

kategorien «Middels» får 1 poeng og celler i kategorien «Høy» får 2 poeng. Så summeres det opp en samlet poengsum for hvert enkelt stasjonsområdet som blir inndataen som utgjør indikatoren w4.



Figur 4.15 Eksempel på re-klassifisering i tråd med Form Syntax for Eidsvoll. Illustrasjon: Sverre Myklebust

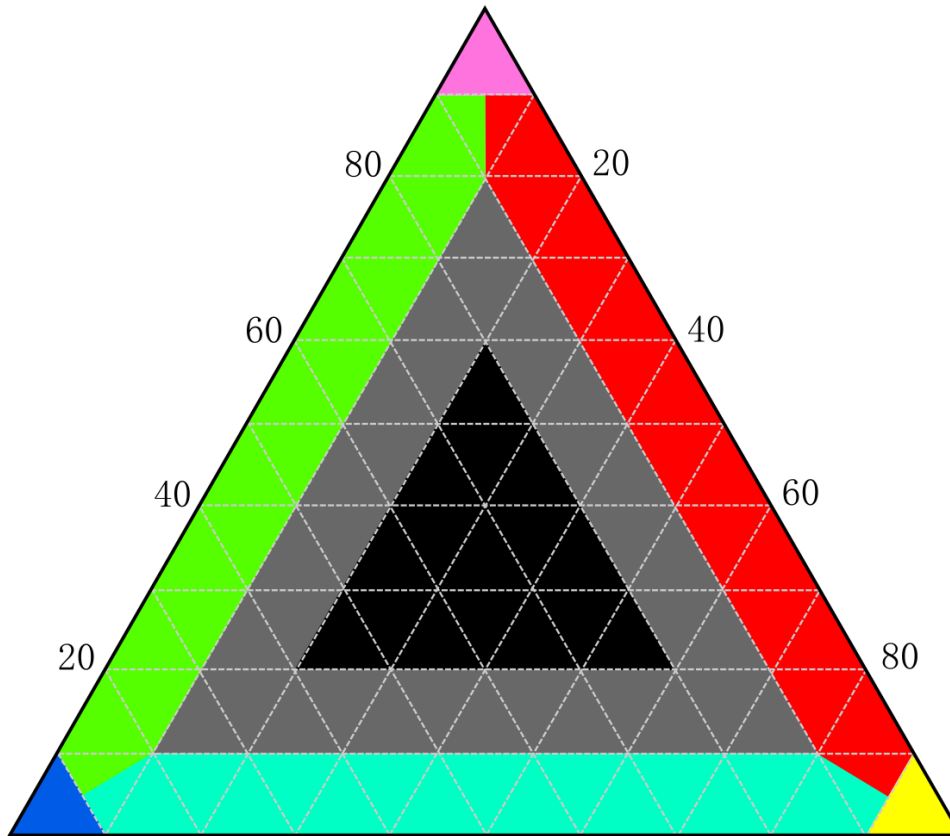
4.3.3. Mixed-Use Index

For Mixed-Use Index-analysen er inndataen bebyggelseskartlag med BRA og bygningskoder. Bebyggelsen fordeles på cellene som ved spacematrix, så summeres mengden BRA i cellen etter kategoriene «bolig», «arbeid» og «amenities». Bygningskoden klassifiseres etter grupperingene vist i Figur 4.16. Denne klassifiseringen avviker noe fra den opprinnelige Mixed-Use Index analysen, hvor blant annet skoler er kun sett på som «amenities» (Hoek, 2008). Dette er valgt å gjøre fordi blant annet sykehus og skoler også er store arbeidsplasser. Kriteriene

for analysen er ellers fulgt i tråd med (Ye & Van Nes, 2014). Hvis en funksjon står for 90 % eller mer av BRA i cellen klassifiseres cellen som monofunksjonell. Er det mer enn 10 % av to forskjellige kategorier, men mindre enn 10 % av den tredje er cellen bifunksjonell. Hvis alle kategoriene er mer en 10 % av BRA, men to av de er mindre enn 20 & er cellen multifunksjonell av lav grad. Hvis alle kategoriene tillegges mer enn 20 % av BRA i cellen klassifiseres cellen som multifunksjonell av høy grad (Ye & Van Nes, 2014; Ye, et al., 2016).

Som ved spacematrix-analysen re-klassifiseres cellene på nytt med «lav», «middels» eller «høy» verdi i tråd med tidligere studier om Form Syntax (Tabell 4.7 og Figur 4.17) (Ye & Van Nes, 2014). Celler i kategorien «Lav» får 0 poeng, celler i kategorien «Middels» får 1 poeng og celler i kategorien «Høy» får 2 poeng. Så summeres det opp en samlet poengsum for hvert enkelt stasjonsområdene som blir inndataen som utgjør indikatoren x_6 i Node-Place-Design modellen.

Amenities



Jobb

Bolig

Jobb (J)
Mono



Amenities (A)
Mono



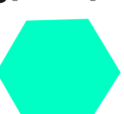
Bolig (B)
Mono



(J) + (A)
Bi



(J) + (B)
Bi



(B) + (A)
Bi



MXI
Lav



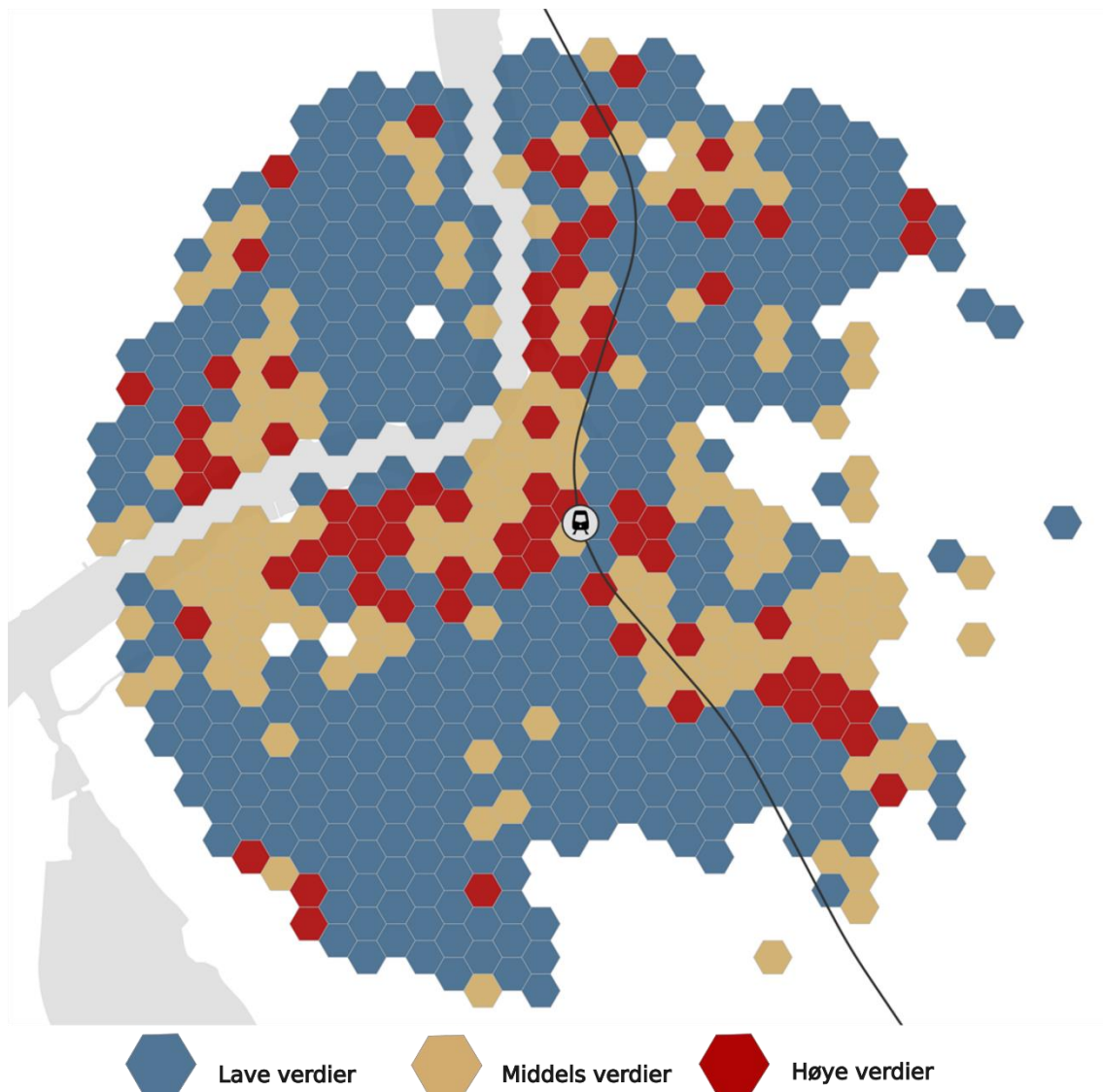
MXI
Høy



Figur 4.16 Verdiintervallene for forskjellige typer og grader funksjonsblanding av Mixed-Use Index-analysen.

Tabell 4.7 Oversikt over kriteriene for re-klassifisering av typene funksjonsblanding etter kriteriene i Form Syntax. Kilde (Ye & Van Nes, 2014).

MXI	The content of this classification
High value	Mixture of three functions
Medium value	Bifunctional areas
Low value	Monofunctional areas

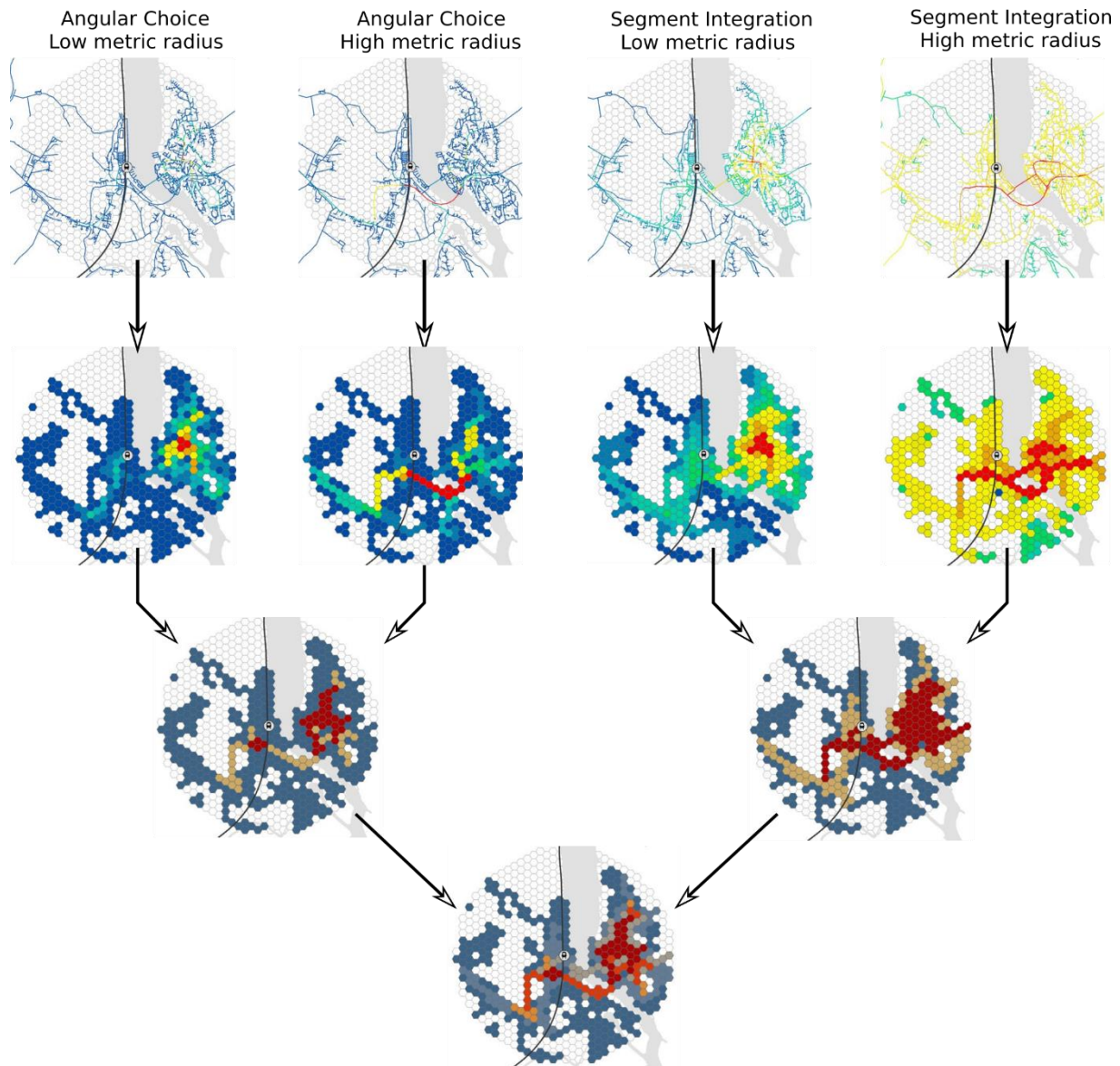


Figur 4.17 Re-klassifisering av Mixed-Use Index etter Form Syntax for Eidsvoll.

4.3.4. Space Syntax

For Space Syntax analysen er inndata aksekart tegnet opp i ArcGIS Pro etter satellittfoto som vist i seksjon 3.4.1. Aksekartene er tegnet opp innenfor stasjonsområdet med avgrensning på 1500 meters radius. I tillegg er de største fartsårene tegnet opp utenfor dette frem til første større veikryss for å unngå kanteffekter. Aksekartene er så konvertert til dxf-filer og importert til Depthmap, som er en programvare for å gjennomføre Space Syntax analysene (UCL Space Syntax). I Depthmap er «unlinks» lagt til hvor det i virkeligheten er broer og tunneler for å unngå feile gatekryss. Etter konvertering til aksialkart og gjennomføring av standard integrasjonsanalyse er kartene igjen konvertert, denne gangen til segmentkart (Van Nes, et al., 2019). Det er så kjørt «Angular Choice» og «Segment Integration» med lav og høy metrisk radius. «Angular Choice» viser kvalitetene ved strukturen i gatenettverket som genererer «To-movement». Segment Integration viser kvalitetene ved strukturen i gatenettverket som genererer «Through-movement». Lav radius viser kvaliteten på lokal skala, mens høy metrisk radius viser det på regional eller global skala. Resultatene av analysene er eksportert fra Depthmap som MapInfo-filer som kan leses i QGIS. Fra QGIS er resultatene igjen eksporter, denne gangen som Shapefiler. Shapefilene er importert i ArcGIS Pro og videre behandling med cellenettverket skjer her.

I tråd med tidligere fremgangsmåter er segmentet med den høyeste verdien av integrasjon valgt som representativ for cellen (Ye & Van Nes, 2014). Dette er gjort for de 4 forskjellige versjonene av Space Syntax-analysen. Cellene er så reklassifisert med utgangspunkt i skjemaet fra Ye & Van Nes (2014). Det er gjort tilpasninger til skjemaet (Figur 4.18) ettersom det i denne oppgaven er gjort både «Angular Choice» og «Segment Integration» med lav og høy metrisk radius. Klassifisering av «lav», «middels» eller «høy» er gjort med utgangspunkt i en inndeling av verdiene fra analysen i 10 like store intervaller. De cellene med høyeste integrasjonsverdi lavere enn den fjerde intervallgrensen ble tillagt «lav» verdi.



Figur 4.18 Beregning av integrasjonsverdier for celler og re-klassifisering etter Form Syntax. Illustrasjon: Sverre Myklebust.

Celler med integrasjonsverdien mellom fjerde og syvende intervallgrense ble tillagt «middels» verdi, mens alle celler med integrasjonsverdier over syvende intervallgrense fikk tillagt «høy» verdi. Se kriterier for re-klassifisering i Tabell 4.8. .






Tabell 4.8 Re-klassifisering av integrasjonsverdier i tråd med Form Syntax-analysen. Kilde: (Ye & Van Nes, 2014).

Space Syntax	The content of this classification
High value	High values in both metric and topological analyses; One analysis with high value and the other with medium value
Medium value	Medium values in both metric and topological analyses; One analysis with high value and the other with low value
Low value	Low values in both metric and topological analyses One analysis with medium value and the other with low value

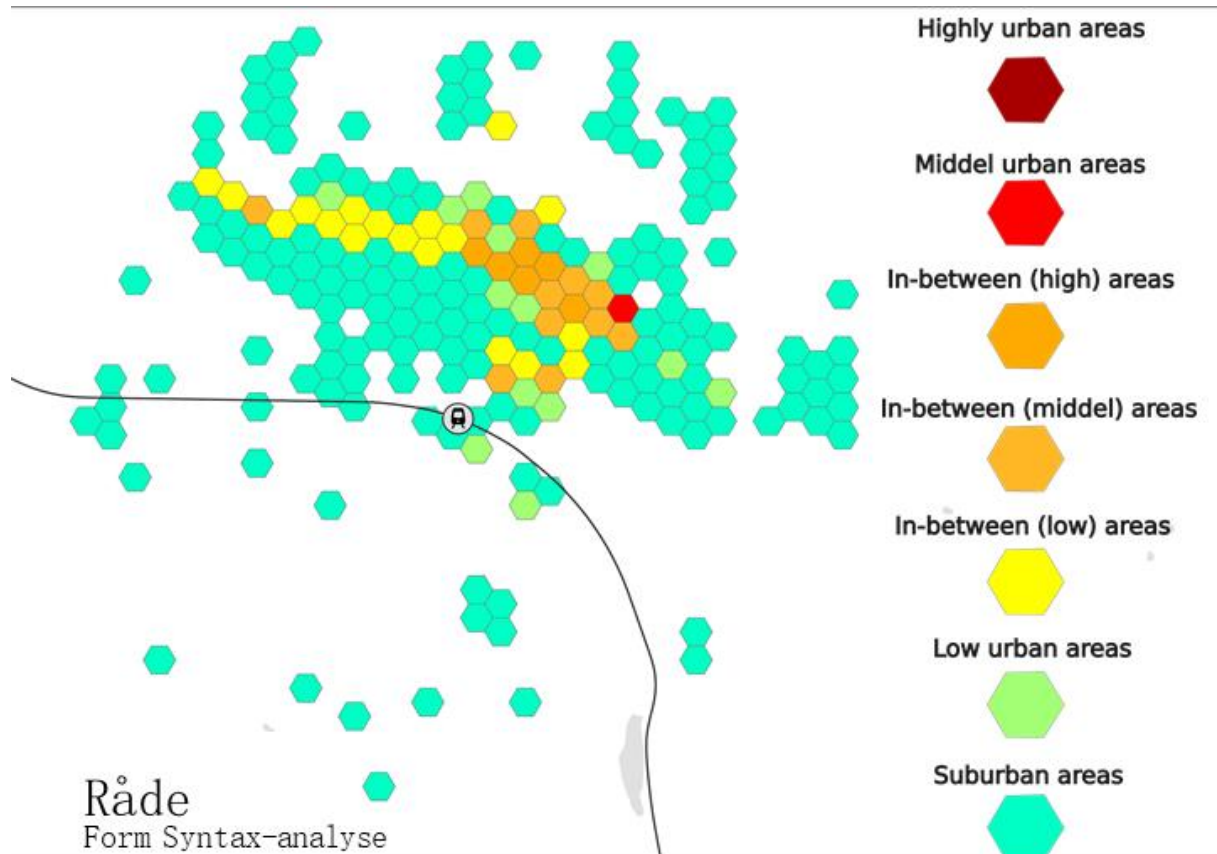
4.3.5. Form Syntax

Når de 3 analysene er gjennomført og klassifisert som «lav», «middels» eller «høy», kan de kombineres til Form Syntax. Dette gir rom for 27 (3x3x3) forskjellige kombinasjoner av lave, middels og høyde verdier. De forskjellige kombinasjonene er igjen klassifisert basert på hvordan de representerer urbane områder. Vi ser i Tabell 4.9 at områder som har lave verdier over alle 3 analysene klassifiseres i kategorien «Suburban areas», mens 3 middelverdier klassifiseres i kategorien «Middle urban areas» (Ye & Van Nes, 2013). Totalt er det 7 slike kategorier. I TOD sammenheng er det åpenbart ønskelig med mest mulig «Highly urban areas» og «Middle urban areas» i stasjonsområdet. Områder som er «Suburban areas», «Low urban areas» eller «In-between areas» vil ikke kunne utnytte potensialet av å ligge nært kollektivtransport fullstendig. De har også suboptimal urban bebyggelse med hensyn til form og tetthet. Disse områdene stikker seg derfor ut som potensielle TJD-prosjekter. Ressursbruken og satsinger kan rettes mot det morfologiske elementene som har lavest verdi for det aktuelle området. Hvis Spacematrix har gitt den laveste verdien i kombinasjonen bør tetthet og urban form være et viktig satsingspunkt i utviklingen av området i cellen. I tillegg er huller i cellenettverket, spesielt nær jernbanestasjonen, viktig å være bevisst på. Dette er steder hvor det fullstendig mangler en eller flere av de morfologiske elementene. Dette kan skyldes at det en park eller friområde, men det kan også være en parkeringsplass, som i TOD-perspektivet ofte ikke er optimal arealutnyttelse. Se Figur 4.19 for eksempel på resultat av Form Syntax-analysen.

Tabell 4.9 De 7 kategoriene som urbane områder kan klassifiseres etter gjennom Form Syntax-analysen.
Kilde: (Ye & Van Nes, 2013).

Categories of urban areas	The division of values from space syntax, spacematrix and MXI	Examples
1) Suburban areas	L/L/L, M/L/L, L/L/M, L/M/L	
2) Low urban areas	L/M/M, M/L/M, M/M/L	
3) In-between (low) areas	H/L/L, L/H/L, L/L/H	
4) In-between (middle) areas	H/M/L, M/H/L, L/M/H, H/L/M, L/H/M, M/L/H	
5) In-between (high) areas	H/H/L, H/L/H, L/H/H	
6) Middle urban areas	M/M/H, M/H/M, H/M/M, M/M/M	
7) highly urban areas	H/H/H, H/M/H, M/H/H, H/H/M	

L = Low values, M = Middle values, H = High values



Figur 4.19 Form Syntax-analyse av Råde. Illustrasjon: Sverre Myklebust.

Spesiell oppmerksomhet rettes til celler hvor det er stor ubalanse mellom verdiene. Dette er celler hvor potensialet for TJD er ekstra stort, fordi en satsing som tilfører balanse vil ha ekstra stor effekt. Cellen med sterk ubalanse, og karakteristikken i ubalansen, løftes frem gjennom en ny runde med kategorier. Se Tabell 4.10 for oversikt over kriteriene i klassifisering, og Figur 4.20 for eksempel på analyseresultat. Det er 5 kategorier basert på hva som bør satses på; en for økt fortetting (A), en for økt gateintegrasjon (B), og en for økt funksjonsmangfold (C). I tillegg er det to kategorier hvor det er potensial ved kombinasjonen av henholdsvis økt fortetting og gateintegrasjon (D), og økt fortetting og funksjonsmangfold (E) (Ye & Van Nes, 2014).

Tabell 4.10 Klassifisering av områder basert på balanseforhold i Form Syntax-analysen. Kilde: (Ye & Van Nes, 2014)

In-between (low): High, Low, Low			
Potentials	A	B	D=A+B
MXI	Low	Low	High
Spacematrix	Low	High	Low
Space Syntax	High	Low	Low

In-between (medium): High, Medium, Low						
Potentials	E=A+C	A	C	A	B	B
MXI	Low	Medium	Low	High	High	Medium
Spacematrix	Medium	Low	High	Low	Medium	High
Space Syntax	High	High	Medium	Medium	Low	Low

In-between (high): High, High, Low			
Potentials	C	B	A
MXI	Low	High	High
Spacematrix	High	High	Low
Space Syntax	High	Low	High

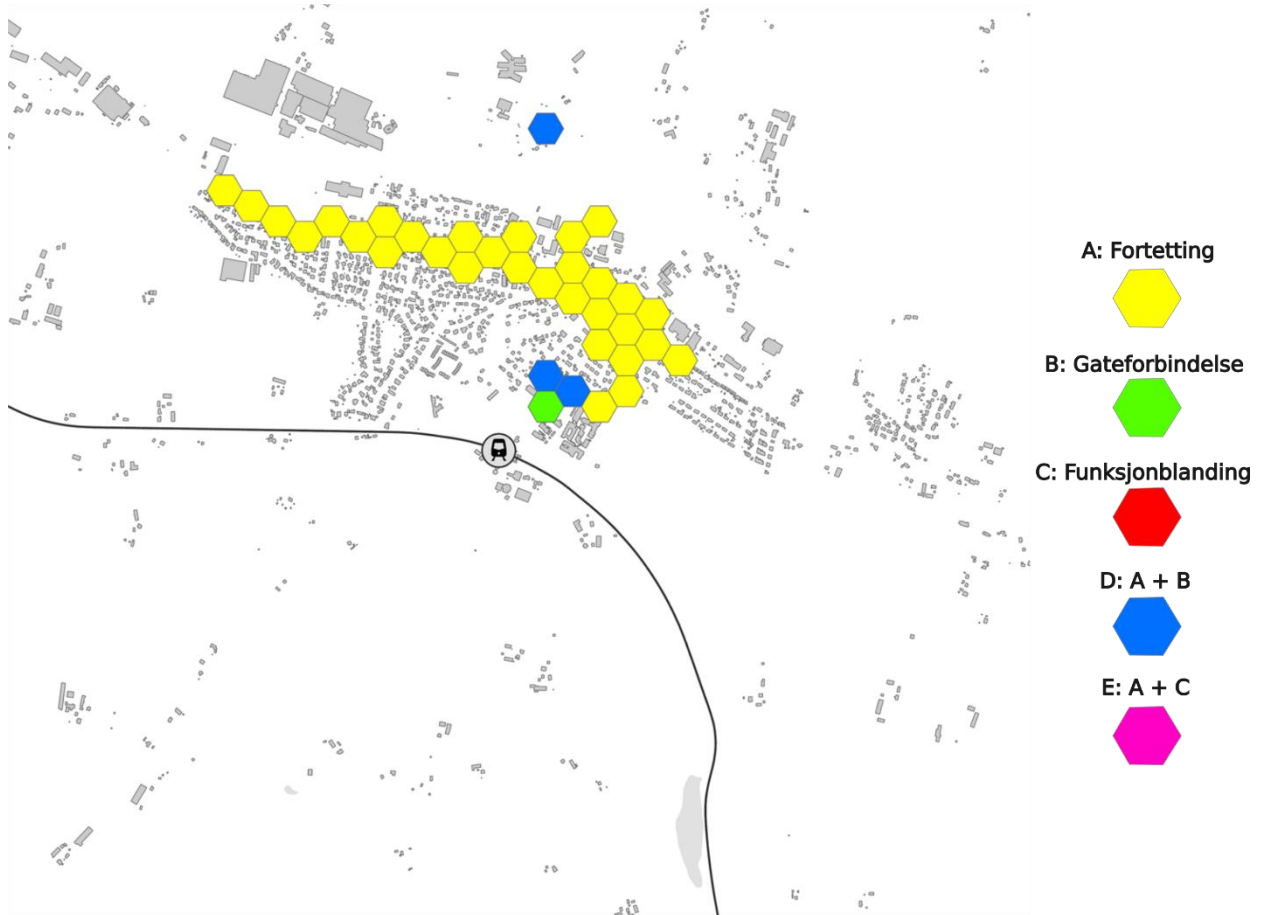
A: Potential for densification / morphological developments

B: Potential for spatial integration developments

C: Potential for land-use mix developments

D: Containing both potentials as described under point A and B

E: Containing both potentials as described under point A and C



Figur 4.20 Form Syntax-analyse med kategorisering i Råde basert på ubalanserte verdier.

DEL 3

Kap. 5 Resultater Node-Place-Design modellen s. 120

Kap. 6 Form Syntax og forbedringsstrategier (Nivå 3) s.160

Kap. 7 Oppsummering og konklusjon s. 194



Bilde 5 Holmestrand stasjon. Kilde: (Bane NOR)

I del 3 av oppgaven presenteres resultatene med påfølgende analyse og diskusjon. Del 3 består av 3 kapitler. I kapittel 5 presenteres og kommenteres resultatene fra casestudien av InterCity-triangelet med Node-Place-Design modellen. I kapittel 6 presenteres og kommenteres resultatene fra de utvalgte casestudiene av stasjonsområder. I kapittel 7 diskuteres og konkluderes oppgaven.

Gjennom kapittel 5 og 6 søkes det å besvare forskningsformål 3 om å «teste og raffinere Node-Place-Design modellen i en norsk kontekst». Dette gjøres blant annet ved å foreslå typologier egnet for den norske konteksten. I tillegg så søkes det å besvare forskningsspørsmål 4 og 5 som et steg mot hovedformål og forskningsformål med oppgaven:

- Hva er tilstanden for samordningen av areal og transport langs InterCity-nettverket og nodene i nettverket?
- Hvilke typologier kan defineres for nodene i nettverket?

Vet å kunne si noe om tilstanden for samordnet areal- og transporttransport langs InterCity-triangelet vises det at metoden brukt i denne oppgaven kan anvendes til å «evaluere samordnet areal- og transportplanlegging langs InterCity-triangelet» Slik besvares hovedproblemstillingen i oppgaven.

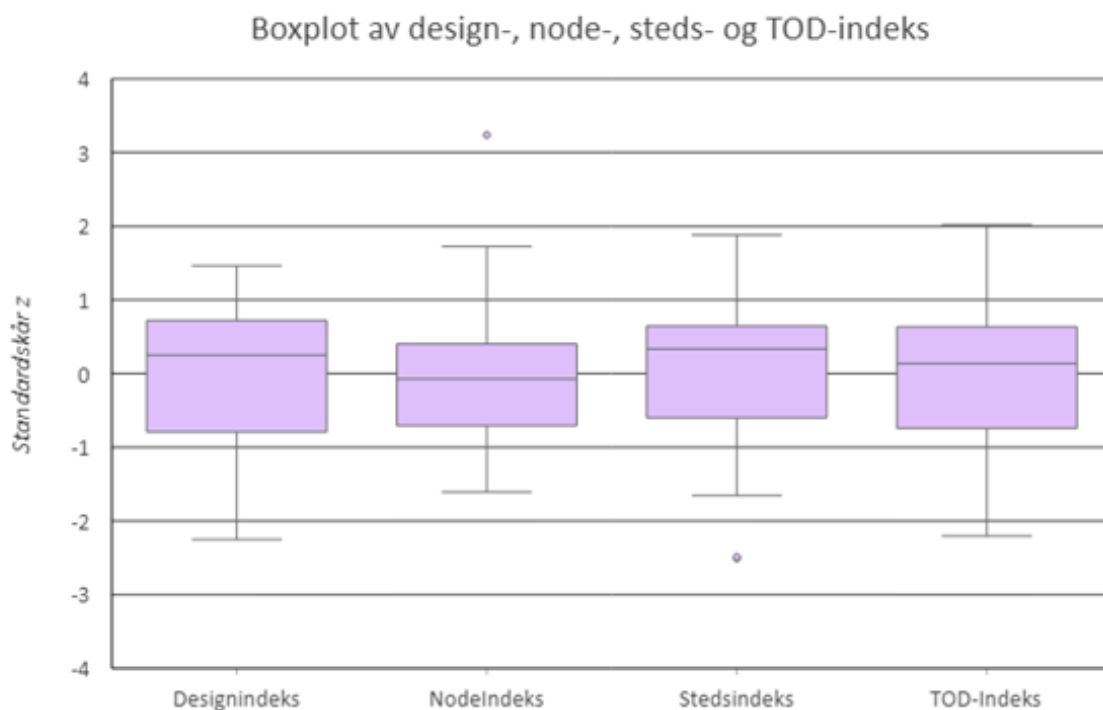
5. Resultater Node-Place-Design modellen

I dette kapittelet vises, kommenteres og analyseres resultatene av Node-Place-Design modellen på InterCity-triangelet. Først sees det på kvalitetene i transportnettverket som en helhet opp mot «Land-Use Transport Feedback Cycle», samt sammenhenger mellom indikatorer og indekser. I neste omgang sees det på stasjonsområdene; deres kvaliteter og plassering i modellen. I tredje omgang gjennomgås resultatene fra klyngeanalysen og det defineres representerbare typologier for stasjonsområdene i systemet etter en norsk kontekst. Disse ses i sammenheng med «Land-Use Transport Feedback Cycle» og TAD-TOD spektrumet.

5.1. Tilstanden på det helhetlige transportsystemet (Nivå 1)

Gjennomgangen i denne seksjonen tar utgangspunkt i forskningsspørsmål 4: «Hva er tilstanden for samordningen av areal og transport lang InterCity-nettverket og nodene i nettverket?», med fokus på det helhetlige nettverket.

I [Figur 5.1](#) vises beskrivende statistikk for transportsystemet InterCity fra Node-Place-Design modellen. Dette er grunnlag for evaluering av det helhetlige transportsystemet. Nodeindeksen har gjennomsnitt og median med henholdsvis 0,39 og 0,40. Den interkvartile bredden er 0,21 og standardavviket er 0,17. Stedsindeksen har henholdsvis gjennomsnitt og median på 0,58 og 0,66, mens interkvartil bredde og standardavvik er henholdsvis 0,28 og 0,22. Designindeksen har henholdsvis gjennomsnitt og median på 0,49 og 0,55, mens interkvartil bredde og standardavvik er henholdsvis 0,33 og 0,22.

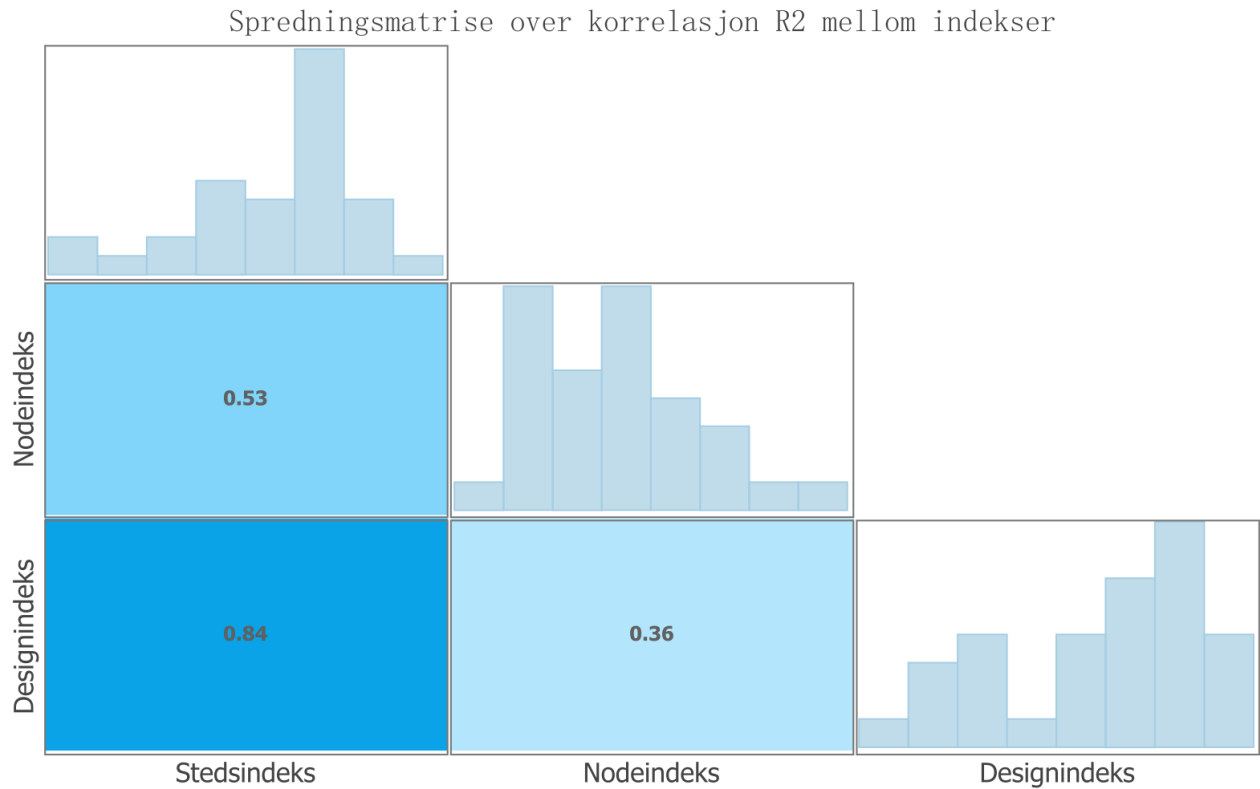


Beskrivende statistikk for nodeindeks, stedsindeks, designindeks og TOD-indeks

Indeks	Minimum	1. Kvartil	Median	Gjennomsnitt	3. Kvartil	Maksimum	Interkvartil bredde	Std. Avvik
Node	0,08	0,27	0,40	0,39	0,48	0,84	0,21	0,17
Sted	0,03	0,45	0,66	0,58	0,73	1,00	0,28	0,22
Design	0,00	0,32	0,55	0,49	0,65	0,82	0,33	0,22
TOD	0,08	0,35	0,51	0,49	0,61	0,87	0,26	0,18

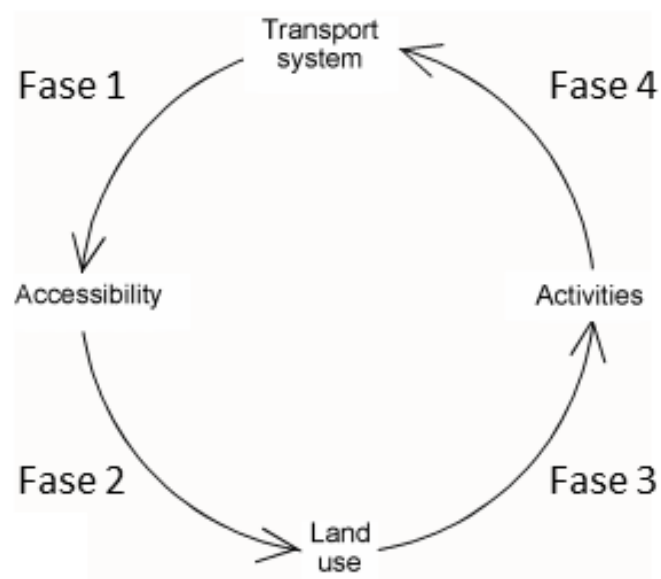
Figur 5.1 "Box-plot" og tabell med beskrivende statistikk for InterCity-nettverket. Illustrasjon: Sverre Myklebust.

Ut ifra den beskrivende statistikken er nodeindeksen betydelig lavere enn stedsindeksen i transportnettverket. Generelt så kan det tolkes som at stasjonsområdene i transportsystemet er kommet langt i stedsutviklingen sammenlignet med transporttilbudet. Det tyder også på at transport og sted generelt skjer i nærhet av hverandre, men at transporttilbudet er relativt belastet. Designindeksen ligger midt mellom nodeindeks og stedsindeks. Det tyder på at transport og sted generelt er delvis integrert og er tilgjengelig. Som vist i Figur 5.2 er det en svært sterk korrelasjon mellom designindeks og stedsindeks, og dette kan påvirke designindeksen noe oppover med tanke på den høye stedsindeksen.



Figur 5.2 Spredningsmatrise med korrelasjonsfaktoren mellom indekser.

Det er også mulig å danne seg et bilde av den generelle situasjonen i transportsystemet gjennom betraktning i sammenheng med *Land-Use Transport Feedback Cycle* i Figur 5.3.



Figur 5.3 Fremstilling av "Land-Use Transport Feedback Cycle". Kilde: (Wegener & Fürst, 1999).

Ut ifra de generelle resultater fra transportnettverket kan InterCity sees i lys av «Land-Use Transport Feedback Cycle» og kobles til en fase i syklusen. Ettersom nodeindeksen er betydelig lavere enn stedsindeksen tyder det på at stedsutviklingen har respondert på transportsystemet og tilgjengeligheten det fører med seg. Stasjonsområder er utviklet med tilhørende aktiviteter og destinasjoner. Generelt så tyder dette på at InterCity befinner seg i fase 4, hvor det er et behov for et bedre transporttilbud.

I Figur 5.1 viser den beskrivende statistikken at det er store variasjoner mellom for eksempel minimums- og maksimumsverdier for indeksene. Dette skyldes til dels store individuelle forskjeller mellom stasjonsområder innad i InterCity-systemet. Å trekke konklusjoner om enkelte stasjoner fra et generelt perspektiv er følgelig ikke nødvendigvis fruktbart, men en generell evaluering av InterCity bidrar samtidig med et inntrykk av den samlede tilstanden i transportsystemet og hvor det er mest å hente på prioritering av ressurser.

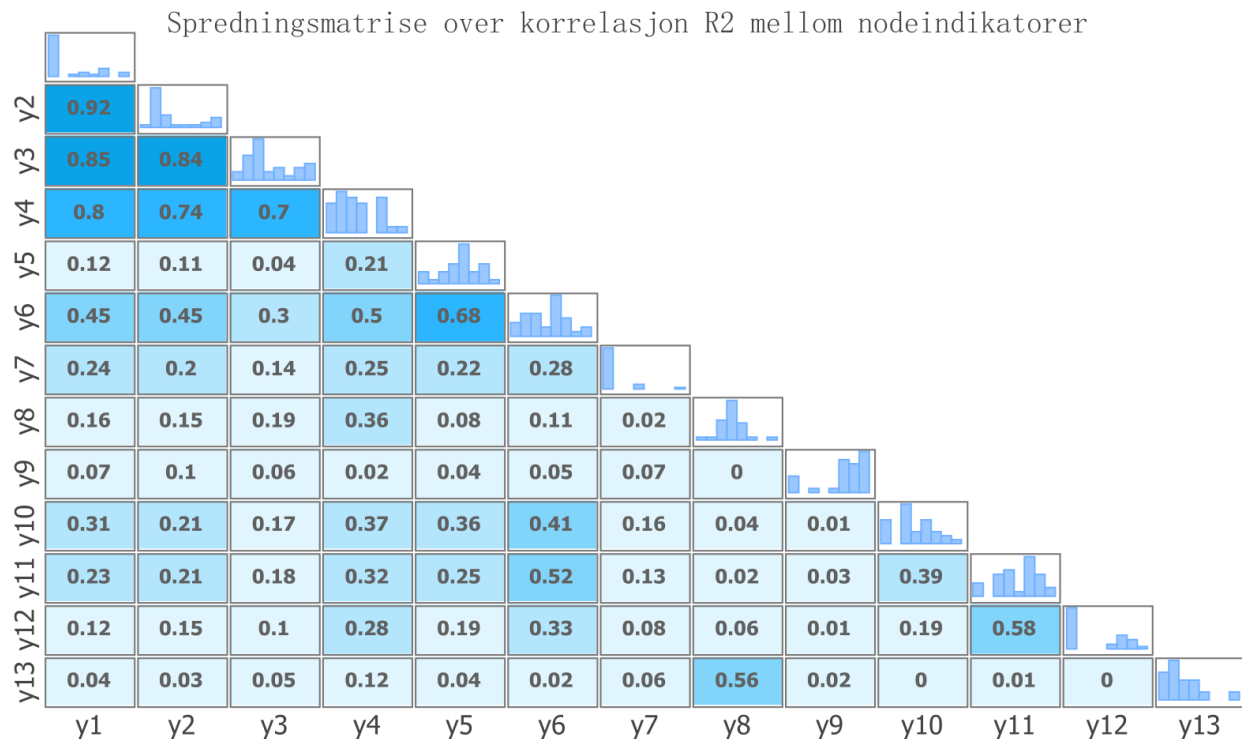
I de neste seksjonene går jeg nærmere inn på hvordan indikatorer og indikatortemaer henger sammen og nyanserer bildet av hvilken fase InterCity befinner seg i, i «Land-Use Transport Feedback Cycle». Dette viser en måte å evaluere nodene i transportsystemet på.

5.1.1. Nodeindeks og sammenheng mellom nodeindikatorer

Utbyggingen av InterCity er underveis med delmål om ferdigstillelse av Indre InterCity i 2026, og Ytre InterCity i 2034 (seksjon 2.2). Utbyggingen vil øke avgangsfrekvens og redusere reisetid, noe som vil heve nodeindeksen gjennom økning av indikatorene $\{y_1, y_2, y_3, y_4\}$ (Tabell 4.2).

Den relative effekten av forbedringene vil kunne være størst i Ytre InterCity hvor nodene er usentralt plassert i transportnettverket. Samtidig vil sentrale noder i nettverket få størst absolutt effekt blant annet gjennom $\{y_3\}$ fordi det ligger flere stasjoner tett på. Ettersom indeksene er forholdsmessig sammenkoblet vil de relative forbedringene gi størst utslag og påvirke statistikken for indeksene mest. Utbyggingen vil derfor kunne føre til lavere variasjon og høyere

gjennomsnitt for nodeindeksen. Slik sett vil nodeindeksen nærme seg stedsindeksen. Spørsmålet blir da i hvilken fase av «Land-Use Transport Feedback Cycle» utbyggingen vil føre til at systemet havner i.



Figur 5.4 Spredningsmatrise over korrelasjoner mellom indikatorer i nodeindeksen.

Nodeindeksen består også av 9 indikatorer til som gjelder annen transport enn tog. Tognettverket omtales som «ryggraden i et transportsystem» (Samferdselsdepartementet, 2017, p. 44), og økt kapasitet vil kunne forventes å ha innflytelse på flere av disse 9 andre indikatorene. Av Figur 5.4 vises en moderat korrelasjon mellom indikatorene {y1, y2, y4, y6}. Sykkelindikatorene {y10, y11} viser en svak korrelasjon med {y1, y2}, men er noe sterkere for passasjerantall {y4}. Bussindikatoren {y6} har en moderat korrelasjon med sykkelindikatorene {y10, y11}. Det antyder at modusene sykkel og buss har sterkere transportmessige sammenheng enn tog og sykkel. Dette er noe som adresseres gjennom satsingen på utbygging av sykkelhotell (indikator {y12}) på stasjonsområdene. Så langt sees kun en svak korrelasjon mellom {y4}, {y6} og {y12}. Som vist av histogrammet for {y12} i Figur 5.4 har de fleste stasjonsområdene ikke sykkelhotell og dette vil påvirke korrelasjonen ettersom det det forventes å være kausalitet her.

Det sees ingen eller svært svak korrelasjon mellom tog-, buss- og sykkelindikatorer med bilindikatorer {y8}. For tog kan forklaringen være at det er like mange eller flere parkeringsplasser usentralt i transportnettverket som sentralt, og derav lite sammenheng med for eksempel avgangsfrekvens. Forskjellen er gjerne om parkeringsplassene er lokalisert som store parkeringsplasser på bakkeplan, eller i mer arealeffektive parkeringshus. Buss og sykkel kombineres gjerne ikke med bilkjøring, og lav korrelasjon er slik sett forventet. Mangelen på forventet korrelasjon mellom {y8} og {y9} kan skyldes at flere av de sentrale stasjonsområdene ikke har, eller har oppgitt pendlerparkering. Det er også en forventet korrelasjonen mellom {y8} og antall HC-plasser {y13}.

5.1.2. Nodeindikators sammenheng med steds- og designindikator

Gjennom utbyggingen av InterCity kan transporttilbudet økes og bidra til å jevne ut forskjellen mellom nodeindeksen og stedsindeksen. Dette kan også føre transportnettverket inn i nye faser av «Land-Use Transport Feedback Cycle». Utbyggingen av transportnettverket skjer i sammenheng med kommunale planer om byutvikling. Dette vil kunne heve stedsindeksen både samtidig og på sikt med InterCity-utbyggingen. Skjer byutviklingen uten nok bevissthet knyttet til transporttilbudet kan fase 4 igjen komme brått på (Figur 5.3).

Med en økt kapasitet for kollektivtransport med tog er det interessant å danne seg et bilde på hvordan dette kan påvirke steds- og designkvaliteter. I Figur 5.5 vises oversikten over korrelasjonen mellom node, steds,- og designindikatorer.

Den omvendte situasjonen vil også kunne eksistere, men ikke i stor nok grad til at det blir en samlet negativ korrelasjon. Da er togtilbudet ikke godt nok sammenlignet med antall beboere og boligbebyggelse i gangavstand. Dette kan føre til trengsel eller uforholdsmessig ventetid som også er en reisekostnad.

Konsekvensene er som nevnt over, og man har en uforløst tilgjengelighet i systemet som ikke omsettes i stor nok grad til bærekraftig mobilitet.

Korrelasjonen mellom $\{y_1, y_2, y_3, y_4\}$ og antall sysselsatte i $[x_2]$ skiller seg ut som moderat (Figur 5.5). Dette reflekteres også i indikator $\{x_4\}$ (beskrevet i Tabell 4.3). Dette tyder på en sammenheng mellom togtilbudet med arbeidsplasser og sysselsatte. Dette gir mulighet for de som pendler med toget til å ha gangavstand til arbeidsplassen. Innenfor TOD-konseptet er dette et viktig moment. Samtidig er også funksjonsblanding et sentralt aspekt. Når indikatorene $\{x_5, x_6\}$ også vurderes sees det svak til veldig svak korrelasjon. Etersom mye bruksareal til «amenities» også er arbeidsplasser er noe korrelasjon her å forvente. Den veldig svake korrelasjonen med funksjonsblanding henger nok også sammen med den veldig svake korrelasjonen med befolkning og boligbebyggelse. Lav funksjonsblanding er ikke i tråd med TOD-konseptet, og det er et aber at tilbudet med «ryggraden i kollektivtransportssystemet» ikke henger bedre sammen med dette. Dette gir grunnlag for å spekulere i to situasjoner:

- I enkelttilfeller eksisterer en form for overflødig mobilitet i et ellers belastet transportnettverket som ikke manifesterer seg i målet om tilgjengelighet.
- Det finnes overflødig tilgjengelighet som ikke manifesteres som bærekraftig mobilitet.

Med tanke på at InterCity som helhet hører til i fase 4 av «Land-Use Transport Feedback Cycle» er den første situasjonen nok mest representert.

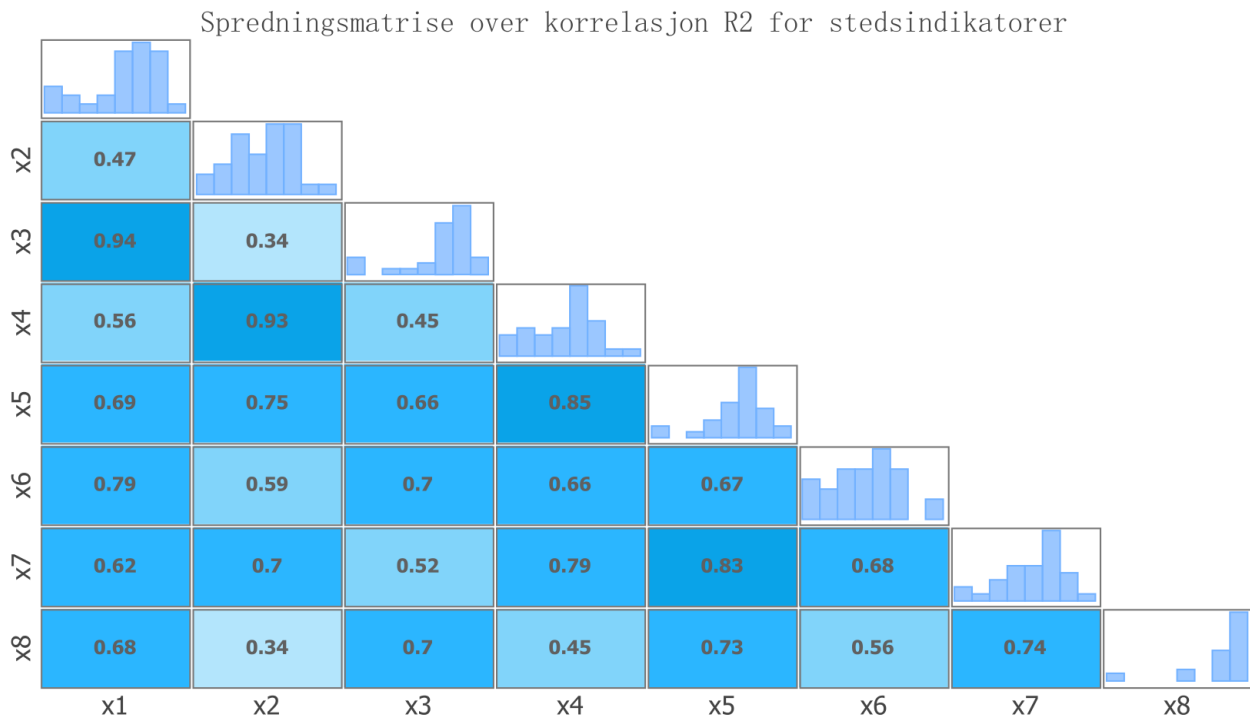
En helt annen situasjon er den sterke korrelasjonen mellom $\{y_5, y_6\}$ med omtrent alle stedsindikatorne. Dette tyder på at et godt busstilbud i mye større grad enn togtilbudet henger sammen med stedskvalitetene. Korrelasjonen med $\{x_1, x_3\}$ er moderat, mens den for $\{x_2, x_4\}$ er sterk til svært sterk. For indikatorene $\{x_5, x_6\}$ for bruksareal til «amenities» og funksjonsblanding sees samme trend som for tog,

men nå er korrelasjonen sterk. Noe av forklaringen bak dette kan ha med at buss er en mer dynamisk faktor i et kollektivtransportsystem. Holdeplasser, ruter og avgangsfrekvens er i mye større grad fleksible og kan justeres i tråd med stedskvaliteter. Jernbane er mindre fleksibel og har en gitt kapasitet som hvis nådd vil kreve store investeringer å øke. Samtidig er denne mangelen på fleksibilitet og den tilsvarende stabiliteten som nettopp gjør at jernbanenettverket er «ryggraden» i et kollektivtransportsystem. Med tanke på {y6} sin svært sterke korrelasjon med stedsindikatorer, og den moderate korrelasjonen mellom {y1, y2, y3, y4} og {y6}, er det igjen et tegn på at togtilbudet i mange tilfeller ikke står i stil med busstilbudet og stedskvalitetene.

Generelt så sees det også korrelasjon mellom indikatorer {y10, y11, y12} for sykkeltilbudet med stedsindikatorene. Spesielt skiller {y11} seg ut med blant annet sterk korrelasjon med {x1} og moderat med {x3}. Korrelasjonen er også moderat for indikatorer {x2, x4}, og noe høyere for «amenities». Forklaringen til dette kan blant annet være at det er lettere å sykle mellom bolig og jernbanestasjon og låse sykkelen, enn arbeidssted og jernbanestasjon.

Det sees lite korrelasjon mellom bilindikatorer og stedsindikatorer. Noe av dette kan som nevnt skyldes at parkeringsplasser kan løses relativt arealeffektivt i parkeringshus, eller veldig lite effektivt som «asfaltørkner».

I denne sammenhengen er det også interessant å se på den interne sammenhengen mellom stedsindikatorer. Generelt er inntrykket at det er moderate til sterke sammenhenger mellom indikatorene her (Figur 5.6). Med tanke på funksjonsblanding nevnt tidligere i seksjonen sees en noe sterkere korrelasjon mellom {x6} med beboerindikatorene {x1, x3} enn med arbeidsindikatorene {x2, x4}.



Figur 5.6 Spredningsmatrise over korrelasjoner mellom indikatorer i stedsindeksen.

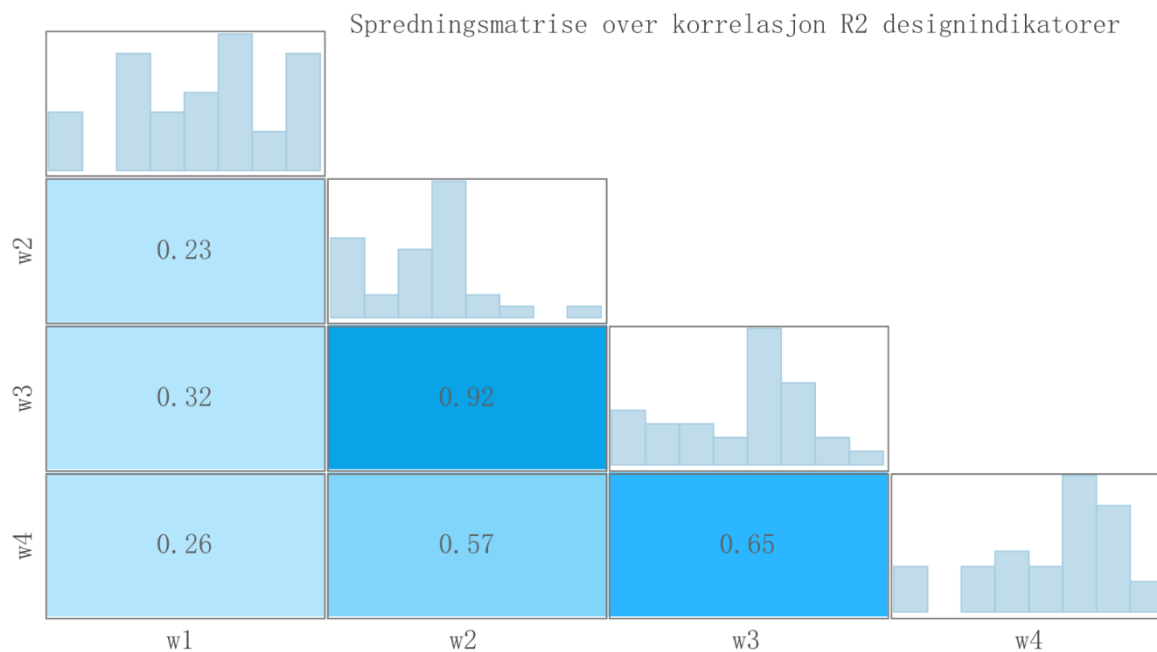
Ellers er korrelasjonen mellom $\{x4\}$ og $\{x5, x7\}$ som forventet svært sterk. Dette bildet nyanseres litt når $\{x2, x4\}$ sees i sammenheng med $\{x8\}$ hvor det er brukt en annen kategorisering av «amenities» enn bygningskodene i $\{x5\}$. Kategoriene detaljhandel, samfunnsmessig og institusjonelt, underholdning, matrelatert kan tenkes å ha ganske få ansatte pr. kvadratmeter sammenlignet med for eksempel kontorarbeidsplasser. Korrelasjonen mellom $\{x2, x4\}$ med $\{x8\}$ er svak til moderat og gir et inntrykk av at variasjonen i «amenities» i sammenheng med arbeidsplasser kunne vært høyere med tanke på funksjonsblanding og $\{x6\}$. Indikatorene $\{x5, x7, x8\}$ korrelerer hovedsakelig sterkt med $\{x1, x3\}$ og antyder at mengde og variasjonen i «amenities» er tilgjengelig der folk bor uavhengig av gjeldende kategoriseringsskjema.

Når det gjelder nodeindikatorer og designindikatorer ser vi et lignende bilde som for stedsindikatorer, men noe svakere (Figur 5.5) Korrelasjonen mellom togindikatorer og designindikatorer er svak, mens det er generelt høyere for buss, og sykkelindikatorer. Dette peker mot at busstilbudet er godt integrert med stasjonsområdet gjennom design. Spesielt er $\{w4\}$ hvor kvartalsbebyggelse med høy grad av utnyttelse som rammer inn gatene er svært sterkt korrelert med $\{y6\}$. Sykkelindikatoren $\{y11\}$ er moderat korrelert med $\{w2, w3, w4\}$, mens sykkelruter

{y10} bare er svakt korrelert med disse. Det kan tyde på at man kan få god effekt av flere sykkelruter i sammenheng med lange gatenettverk med mange gatekryss. Samlet sett virker det å være rom for bedre integrasjon mellom sykkelkvaliteter og stedskvaliteter gjennom design i transportsystemet som helhet.

Det sees generelt sterke korrelasjoner mellom designindikatorer og stedsindikatorer, som også gjelder indeksene som helhet (Figur 5.5 og Figur 5.2). Spesielt er korrelasjonen mellom {w4} med {x2, x4, x5, x7, x8} svært sterk. Dette tyder på at kvartalsbebyggelse ofte er dedikert til arbeidsplasser og noe variert «amenities», mens i mindre grad huser boligenheter gjennom {x1, x3}. De nevnte korrelasjonene kan forklare den sterke korrelasjonen mellom {w4} og {x6}.

Korrelasjonsunntaket er indikator {w1} for «PedShed ratio». Det er ingen korrelasjon til nodeindikatorer. Det er moderat korrelasjon med {x1, x3}, som tyder på at hvis stasjonsområdet har mange beboere og mye boligbebyggelse er det ofte god gangtilgjengelighet der. Internt i designindeksen viser {w1} svak korrelasjon (Figur 5.7). Dette er uventet fordi det vil være naturlig at det er en sterk sammenheng med {w2, w3}. En del av avviket kan henge sammen med gjennomføringen av PedShed-analysen. Startstedet er her et offentlig definert punkt på jernbanestasjonen, oftest på perrongen. For eksempel i Oslo er stasjonen også et svært kjøpesenter som skiller perrongen fra gatenettverket. For å nå gatenettverket må man derfor traversere kjøpesenteret først. Konsekvensen er at avstanden mellom startsted og gatenettverk inkluderes i beregningen, men er ikke inkludert som «service area». Følgene for dette er en lavere «PedShed ratio» enn hvis gatenettverket var definert helt opp til perrongen. Samtidig er gatenettverket i Oslo det mest finmaskede med flest gatekryss og lengdemeter, som dermed gir negativ korrelasjon med «PedShed ratio». Samlet sett kan dette balansere ut den forventede korrelasjonen mellom indikatorene. At {w3} og {w4} har sterk korrelasjon er interessant å se ettersom kartalsbebyggelse og gatekryss ofte går sammen i fysisk utforming, og tilsvarende «cul-de-sac» og manglende gatekryss i spredde eneboligstrøk.

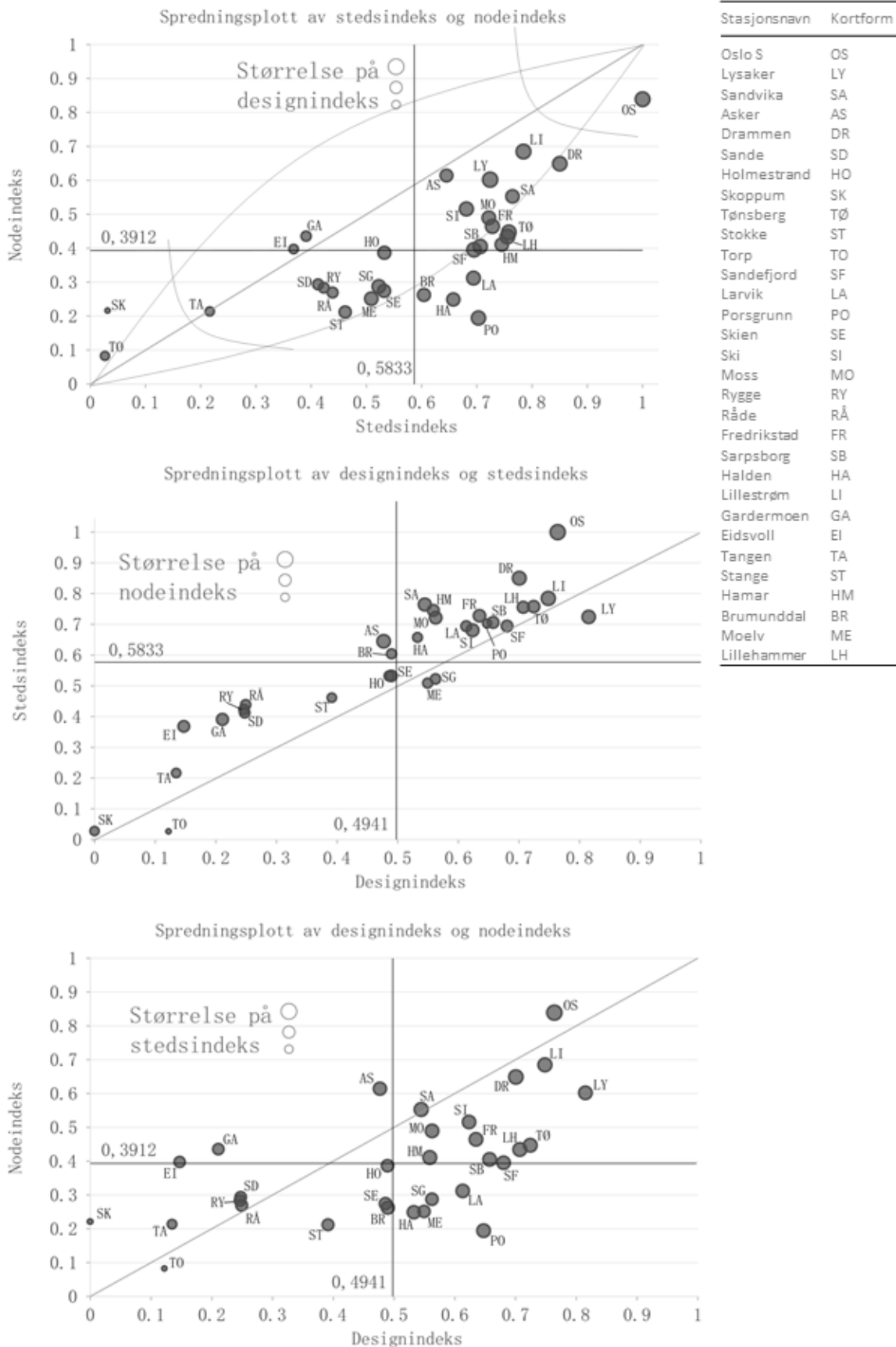


Figur 5.7 Spredningsmatrise over korrelasjoner mellom indikatorer i designindeksen.

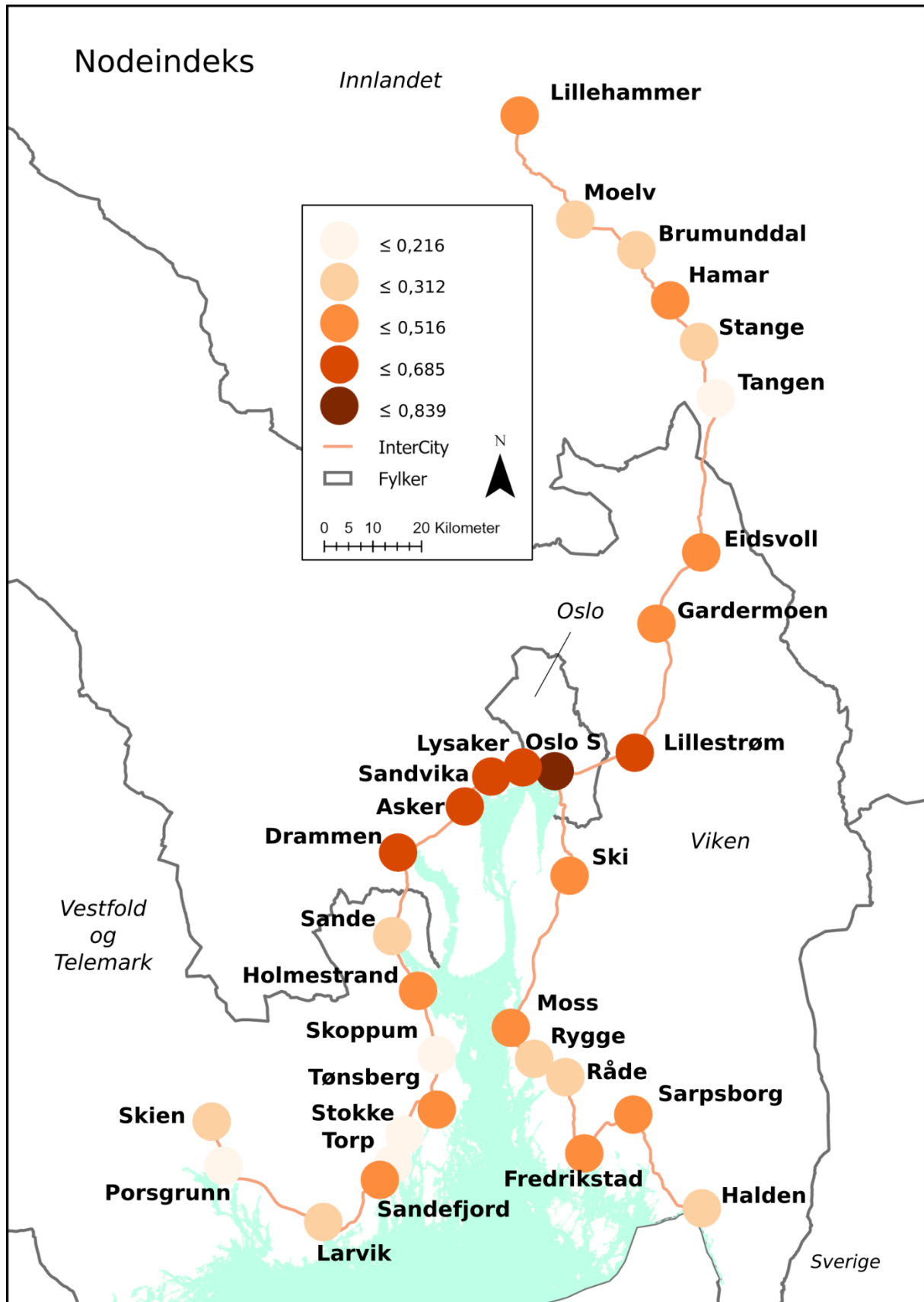
5.2. Node-Place-Design modellen og stasjonsområdene (Nivå 2)

I foregående seksjon ble InterCity som helhet betydningen av indikatorene, og sammenhenger mellom dem kommentert. I denne seksjonen vises og kommenteres resultatene av Node-Place-Design modellen på nodenivå som et ledd i hvordan en kan evaluere samordnet areal- og transportplanlegging langs et transportsystem. Gjennomgangen er med utgangspunkt i forskningsspørsmål 4: «Hva er tilstanden for samordningen av areal og transport lang InterCity-nettverket og nodene i nettverket?», men med fokus på nodene/stasjonsområdene i transportnettverket.

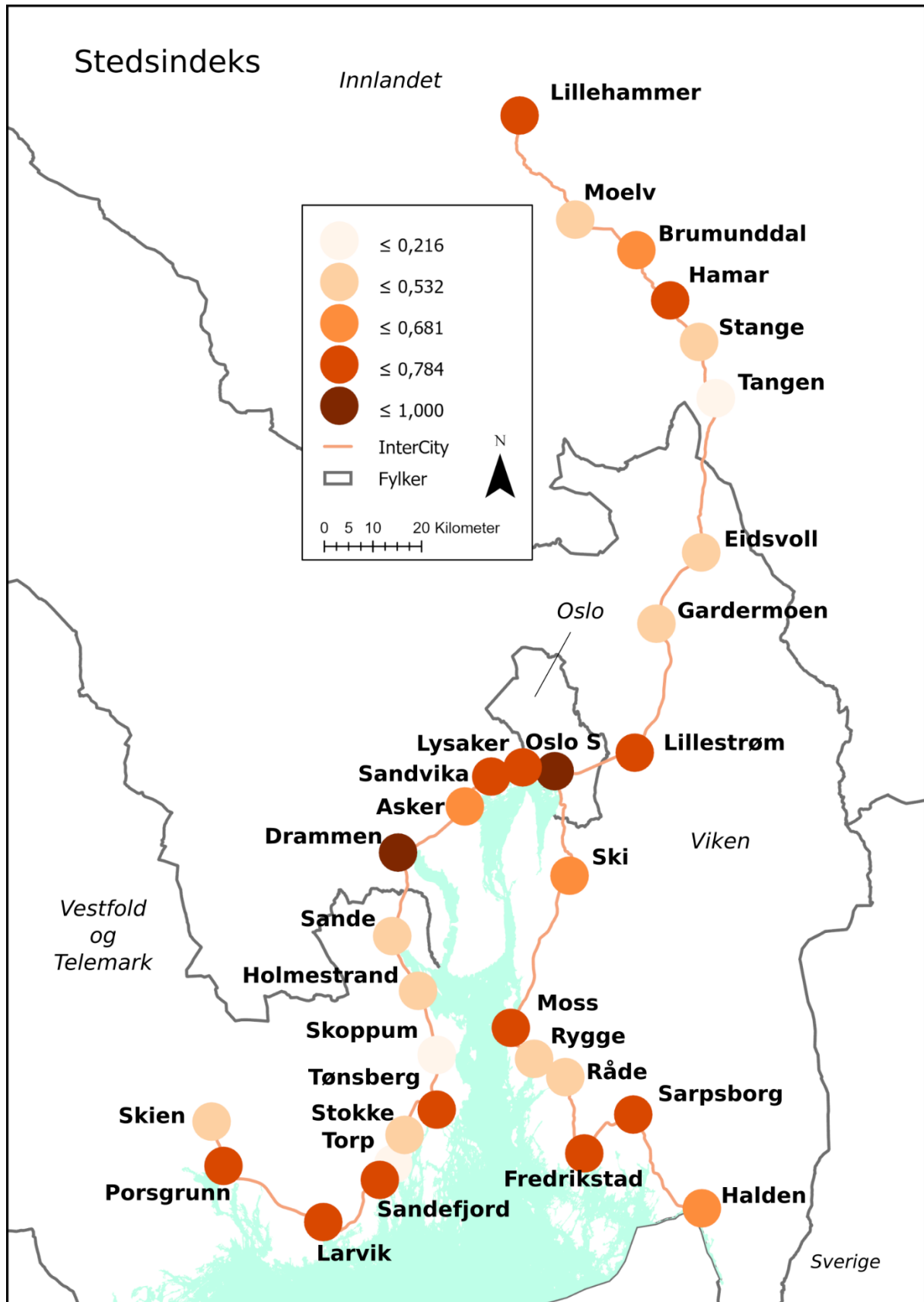
I Figur 5.8 vises resultatene som spredningsplot, og i Figur 5.9 – Figur 5.11 vises kart over indeksenes geografiske fordeling over stasjonsområdene langs InterCity-nettverket. I Figur 5.8 vises 3 grafer hvor de 3 indeksene i Node-Place-Design modellen er plottet mot hverandre for å illustrere forholdet mellom stasjonsområdene langs InterCity.



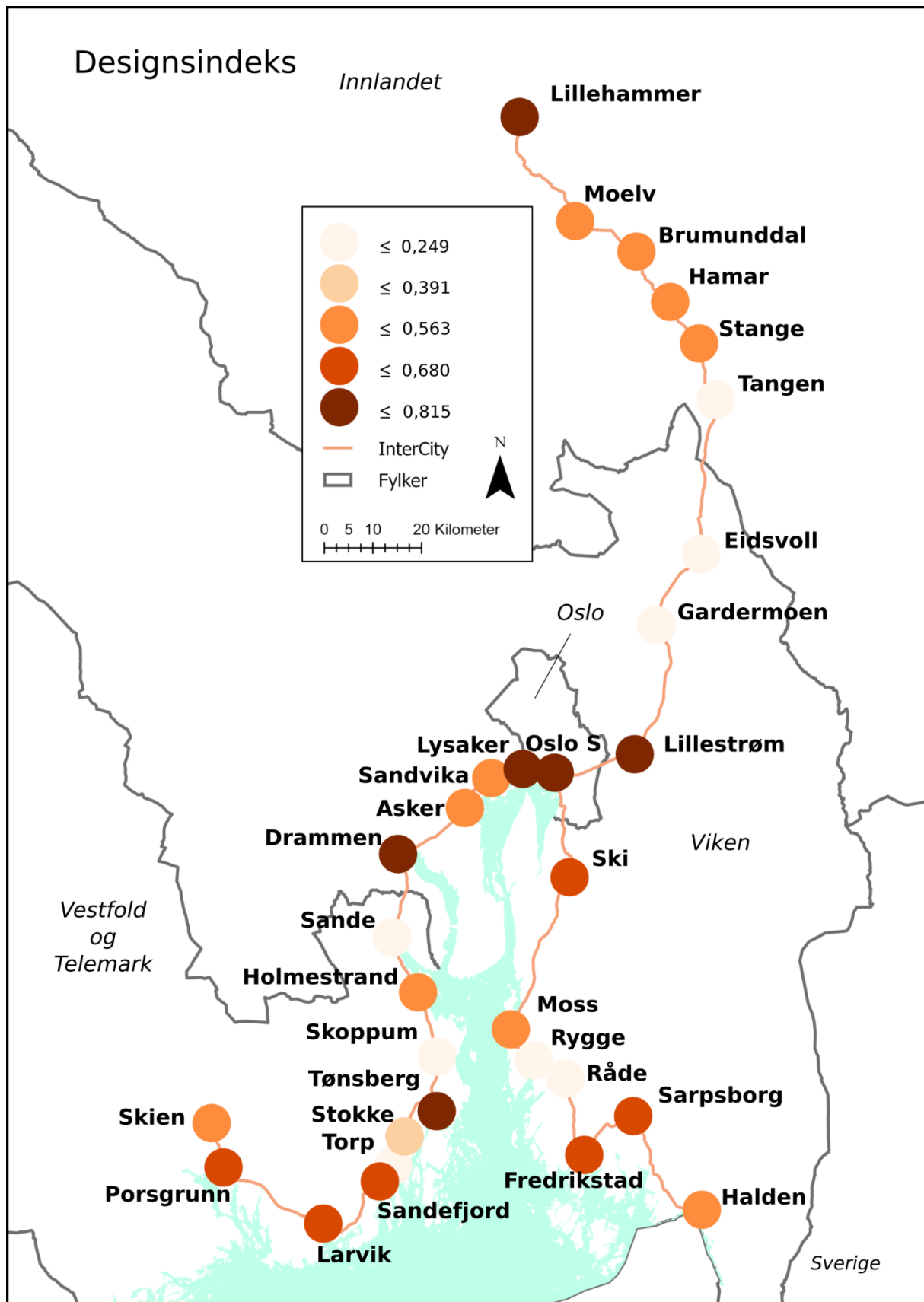
Figur 5.8 Spredningsdiagrammer for stasjonsområdene etter indeksverdier. Illustrasjon: Sverre Myklebust.



Figur 5.9 Kart som viser geografisk spredning for nodeindeksen over stasjonsområdene, Illustrasjon: Sverre Myklebust.



Figur 5.10 Kart som viser geografisk spredning for stedsindeksen over stasjonsområdene,



Figur 5.11 Kart som viser geografisk spredning for designindeksen over stasjonsområdene,

Spredningsplottet av steds- og nodeindeks i [Figur 5.8](#) er opprinnelig fra Bertolini (1999), og det er tegnet inn provisoriske markører for å vise hvilke kategorier de forskjellige stasjonsområdene ville havnet i originalt. Dette er en interessant sammenligning når det i neste seksjon fokuseres inn på resultater og kategorisering gjennom klyngeanalysen. I spredningsplottene er også gjennomsnittsverdien for de forskjellige indeksene tegnet inn som referanse for hvordan situasjonen er i nettverket og hvor stasjonsområdene plasserer seg relativt til disse. Indeksen som ikke er plottet på aksene er vist visuelt gjennom størrelsen på symbolet til stasjonsområdet. Det er brukt akronymer for å identifisere stasjonsområdene. Sammenheng mellom akronym og stasjonsnavn er også vist i [Figur 5.8](#).

Av spredningsplottet for stasjonsområdene over steds- og nodeindeksen ser vi at det generelt er høyere stedsindekser enn nodeindeksen, og nesten alle stasjonsområdene befinner seg under den diagonale likevektslinjen. Det er ingen «ubalanserte noder», men flere «ubalanserte steder». Det er også 2 «avhengige steder» i Skoppum og Torp, mens Oslo er det eneste «belastede» stasjonsområdet. Tangen, Gardermoen, Eidsvoll og Asker er de stasjonsområdene som ligger nærmest likevektslinjen og er «balansert». At disse stasjonene er nærmest likevektslinjen i den opprinnelige modellen er interessant med hensyn på tidligere avklaringer mellom TOD og TAD i seksjon 3.2.1, og sees også nærmere på under klyngeanalysen og definering av typologier i seksjon 5.3. Det ser også ut til at symbolstørrelsen som indikerer designindeksen generelt er økende fra venstre til høyre, i tråd med korrelasjonen til stedsindeksen ([Figur 5.2](#)).

Geografisk kan det sees at nodekvaliteten er høyest i stasjonsområdene nærmest Oslo ([Figur 5.9](#)). Disse stasjonsområdene er Oslo S, Lillestrøm, Lysaker, Sandvika, Asker og Drammen. Utenom Drammen er dette stasjoner som ligger sentralt i jernbanenettverket rundt Oslo, og har flere linjer som stopper på stasjonen ved siden av InterCity. Ut over de to høyeste klassifiseringene av nodeindeksene virker det ikke som avstand til Oslo er det styrende, eksemplifisert gjennom Lillehammer.

Spredningsplottet for steds- og nodeindeks støtter opp under oppfatning av at transportsystemet InterCity som helhet befinner seg i fase 4 i «Land-Use Transport Feedback Cycle». Samtidig så nyanseres det gjennom den store variasjonen av stasjonsområder over og under gjennomsnittet, som også ble pekt på i den beskrivende statistikken for systemet i seksjon 5.1.

Tabell 5.1 Indeksverdiene til de forskjellige stasjonsområdene.

Oversikt over indekser for stasjonsområdene					
Stasjonsnavn	Akronym	Nodeindeks	Stedsindeks	Designindeks	TOD-Indeks
Oslo S	OS	0,84	1,00	0,76	0,87
Lysaker	LY	0,60	0,72	0,82	0,71
Sandvika	SA	0,55	0,76	0,54	0,62
Asker	AS	0,61	0,65	0,48	0,58
Drammen	DR	0,65	0,85	0,70	0,73
Sande	SD	0,29	0,41	0,25	0,32
Holmestrand	HO	0,39	0,53	0,49	0,47
Skoppum	SK	0,22	0,03	0,00	0,08
Tønsberg	TØ	0,45	0,76	0,72	0,64
Stokke	ST	0,21	0,46	0,39	0,35
Torp	TO	0,08	0,03	0,12	0,08
Sandefjord	SF	0,40	0,69	0,68	0,59
Larvik	LA	0,31	0,69	0,61	0,54
Porsgrunn	PO	0,19	0,70	0,65	0,51
Skien	SE	0,27	0,53	0,49	0,43
Ski	SI	0,52	0,68	0,62	0,61
Moss	MO	0,49	0,72	0,56	0,59
Rygge	RY	0,28	0,42	0,25	0,32
Råde	RÅ	0,27	0,44	0,25	0,32
Fredrikstad	FR	0,46	0,73	0,63	0,61
Sarpsborg	SB	0,41	0,71	0,66	0,59
Halden	HA	0,25	0,66	0,53	0,48
Lillestrøm	LI	0,68	0,78	0,75	0,74
Gardermoen	GA	0,44	0,39	0,21	0,35
Eidsvoll	EI	0,40	0,37	0,15	0,30
Tangen	TA	0,21	0,22	0,13	0,19
Stange	ST	0,29	0,52	0,56	0,46
Hamar	HM	0,41	0,75	0,56	0,57
Brumunddal	BR	0,26	0,60	0,49	0,45
Moelv	ME	0,25	0,51	0,55	0,44
Lillehammer	LH	0,43	0,76	0,71	0,63

Spredningsplottet for designindeksen og stedsindeksen er nytt med Node-Place-Design modellen (Figur 5.8). De fleste stasjonsområdene befinner seg over gjennomsnittet for begge indeksene, mens de som befinner seg under har mye lavere

verdier som kompenserer noe for antallet. Det ser også ut til å være to tydelige grupperinger i transportsystemet; stasjonsområder med høye indekser og de med veldig lave. Unntaket er her Stokke som ligger grafmessig i ingenmannsland. Vi ser også at stasjonsområder som Gardermoen og Eidsvoll, som var balanserte i spredningsplott for steds- og nodeindeks, har svært lav designindeks. Ellers så ser man at både Skoppum og Torp har de aller laveste verdiene for designindeks.

Skoppum sin plassering henger sammen med en svakhet i anvendelsen av metoden i oppgaven, hvor vedtatt ny stasjonslokasjon er brukt istedenfor dagens plassering. Situasjonen til Skoppum belyser hva man mister hvis man velger en stasjonslokasjon på et sted utenfor etablert bebyggelse. Eksempelet setter også situasjonen for Torp og Tangen i perspektiv ettersom disse stasjonene ligger nærmest Skoppum i spredningsplottet.

Lysaker markerer seg ellers som stasjonsområdet med høyest designindeks og følgelig forventet best samordning av areal- og transport. Det er også interessant å se at designindeksen for Oslo S er såpass lav relativt til stedsindeksen. Dette kan også i noe grad knyttes til indikator $\{wl\}$, som redegjort for i seksjon 5.1.2. Geografisk er det, som for nodeindeksen, stasjonsområdene rundt Oslo som har høyest verdier for stedsindeksen (Figur 5.10). Unntaket her er stasjonsområdet for Asker. Utover dette virker ikke avstanden fra Oslo å være styrende, eksemplifisert godt ved Lillehammer.

Spredningsplottet for design- og nodeindeksen viser som forventet en del likheter som plottet mellom steds- og nodeindeksen (Figur 5.8). To tydelige forskjeller er at grupperinger er mindre konsolidert og at stasjonsområder som lå på likevektslinjen nå ligger betydelig over den. Det er også et tydeligere skille mellom over og under gjennomsnittet på designindeksen, hvor Stokke igjen markerer seg som et sted midt-i-mellom.

Geografisk har stasjonsområdene rundt Oslo igjen høyest designsindeks, utenom Sandvika og Asker (Figur 5.11). Ettersom Sandvika spesielt ligger høyt på node- og stedsindeks kan det virke som om designet som skal integrere transport og sted kunne vært bedre her. Asker ligger relativt lavt på både steds- og designindeksen, noe som tyder på potensial for bedre utnyttelse av transportkvalitetene.

5.3. Klassifisering og typologier for stasjonsområder (Nivå 2)

I denne seksjonen søkes det å imøtekomme forskningsformål 3 og 4 om å

- Teste og raffinere Node-Place-Design modellen i en norsk kontekst.
- Utvikle og formidle Node-Place-Design modellen som et prioritert verktøy for utforming og grunnlag for beslutninger for planleggere på regionalt og lokalt nivå..

Dette gjøres med utgangspunkt i forskningsspørsmål 4 og 5 med fokus på nodene:

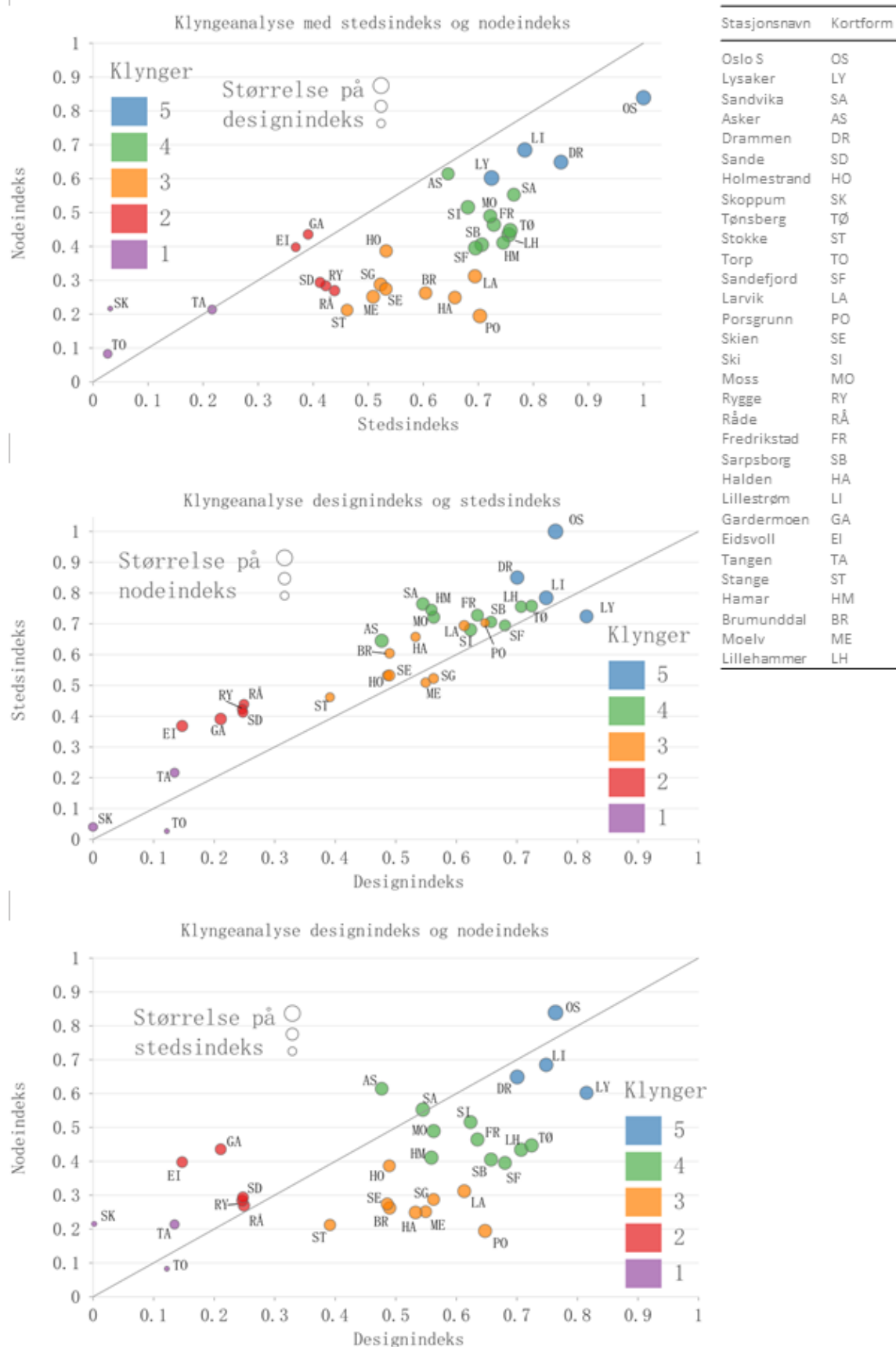
- Hva er tilstanden for samordningen av areal og transport lang InterCity-nettverket og nodene i nettverket?
- Hvilke typologier kan defineres for nodene i nettverket?

For å klassifisere stasjonsområdene langs InterCity er det gjort en klyngeanalyse som grunnlag for å definere forskjellige typologier. Det er brukt en «optimized pseude-F score» sammen med en «multivariable clustering» for å finne egnet antall klynger basert på dataens natur. Antall klynger som var mest meningsfylt å bruke var 5 klynger med den høyeste lokale F-score på 50,5. Defineringen av typologiene tar utgangspunkt i Vale, et al., (2018), men det tilføres lokale tilpasninger i tråd med forskningsformålet.

I Tabell 5.2 vises gjennomsnittsverdiene for indeksene i klyngene, og i Figur 5.12 vises spredningsplot av indeksene sammen med klassifisering fra klyngeanalysen.

Tabell 5.2 Gjennomsnittverdier for indekser innenfor klyngene.

Gjennomsnittsverdi for klynger					
Indeks \ Klynge	Klynge 1	Klynge 2	Klynge 3	Klynge 4	Klynge 5
Node	0,17	0,34	0,27	0,47	0,69
Sted	0,09	0,41	0,58	0,72	0,84
Design	0,09	0,22	0,53	0,62	0,76
TOD	0,12	0,32	0,46	0,60	0,76
Antall stasjoner	3	5	9	10	4



Figur 5.12 Spredningsdiagrammer av stasjonsområdene etter indeksverdier og klassifisert etter klynge basert på klyngeanalyse. Illustrasjon: Sverre Myklebust.

Klynge 1 består av 3 stasjonsområder som viser generelt lave verdier, men med en nodeindeks som er markant høyere enn stedsindeks (Figur 5.12). Dette kan tyde på et stasjonsområde som er underutviklet som sted. Klynge 2 inneholder 5 stasjoner og har en markant høyere nodeindeks enn designindeksen, og noe høyere stedsindeks enn designindeksen. Dette tyder på at nodekvaliteter og stedskvaliteter er ganske balansert, men at integreringen mellom dem mangler. Dette fremstår som «balansert» i den opprinnelige Node-Place modellen, men i realiteten ligner det mer på et TAD. Vi ser også i steds- og nodegrafene at det er små forskjeller mellom Sande, Rygge og Råde med Stokke og Moelv i klynge 3.

Klynge 3 består av 9 stasjoner hvor nodeindeksen er markant lavere enn de to andre indeksene. Dette antyder et «ubalansert sted» hvor en utbedring av transporttilbudet kan ha effekt. Det er store overlapp til klynge 4 i design- og stedsgraf hvor Larvik, Porsgrunn og til dels Halden skiller seg ut. Størrelsen på symbolene illustrerer tydelig at skillet mellom klyngene skyldes nodekvaliteter, som også sees på disse stasjonsområdene i grafene hvor nodeindeks vises langs aksene.

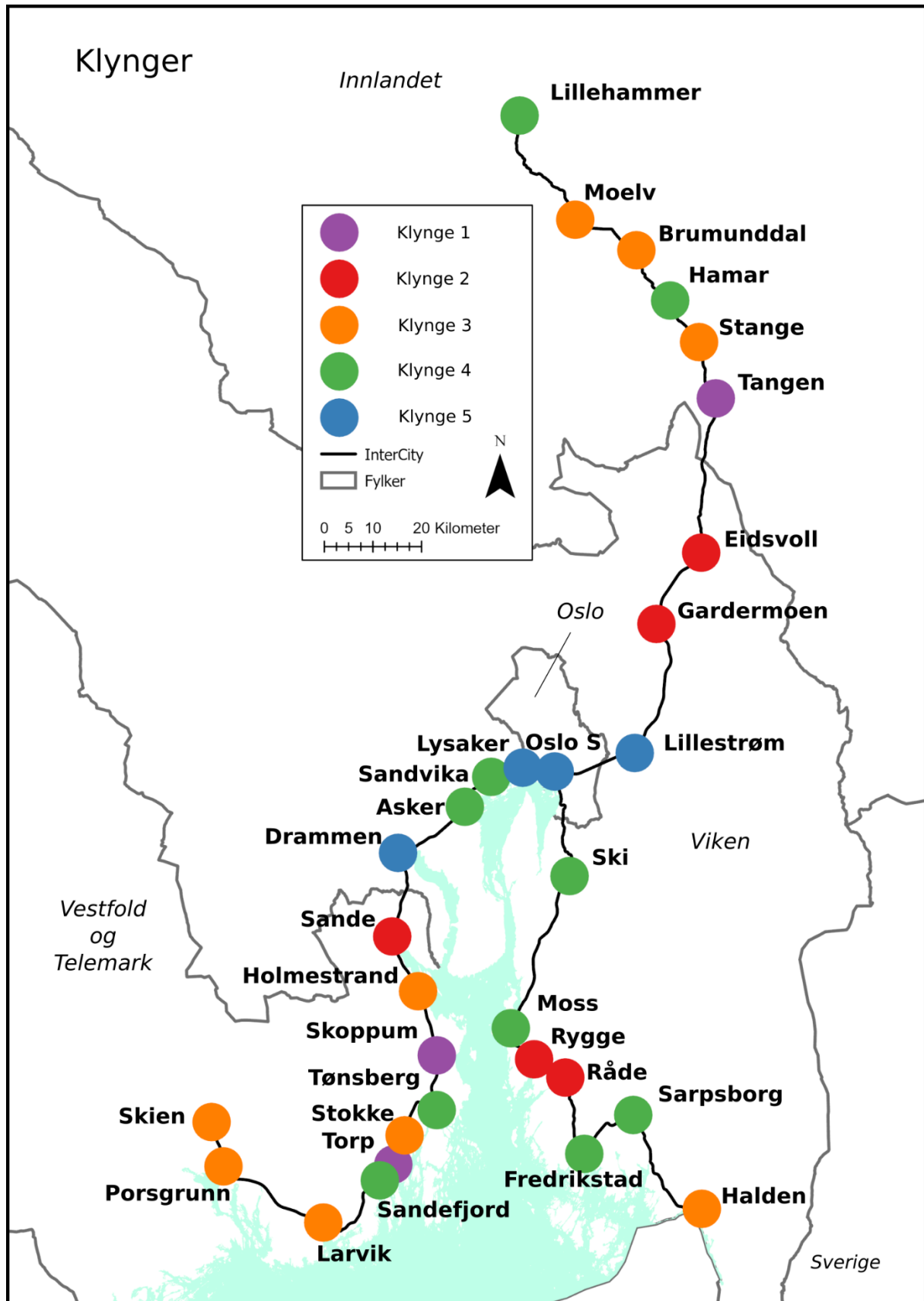
De 10 stasjonene i klynge 4 viser omtrent samme forhold mellom indeksene som klynge 3, men med generelt høyere verdier. Designindeksen er noe lavere enn stedsindeksen, som antyder at en bedring i transporttilbudet bør skje i sammenheng med utbedring av designfaktorer som gangvennlighet. Asker skiller seg noe ut internt i klyngen med markant overlapp med klynge 3 i design- og stedsgrafene. Sandvika og Asker nærmer seg også klynge 5 hva gjelder nodekvaliteter, men Lillehammer og Tønsberg er nærmest med tanke på sted- og designindekser.

De 4 stasjonene i klynge 5 er i bedre balanse enn klynge 3 og 4, men har samtidig lignende tendenser med en lavere nodeindeks. Lysaker er nærmest klynge 4 med hensyn til nodekvalitet, men skiller seg ut med høy designindeks.

Det samlede inntrykket av klyngene er at nodeindeksen generelt er lavere enn de andre indeksene. Med tanke på plassering av InterCity i fase 4 i «Land-Use Transport Feedback Cycle» er dette forventet, men det er interessant å se hvor avvikene er. Klynge 1 er liten i antall og noe fordreid som følge av metodisk valg i oppgaven for Skoppum sin lokalisering. Det er interessant å se at klynge 2 har

en nodeindeks som er høyere en designindeksen. I [Figur 5.13](#) vises den geografiske fordelingen av klyngene. Konsentrasjonen av klynge 4 og 5 er tydelig rundt Oslo. Man ser også en del tilfeller av klynge 4 ellers på transportnettverket, som Lillehammer, Sandefjord, Moss og Fredrikstad..

I de neste seksjonene sees det nærmere på de enkelte klyngene og det foreslås typologier i tråd med forskningsspørsmål 5.



Figur 5.13 Geografisk fordeling av klyngene. Illustrasjon: Sverre Myklebust.

5.3.1. Klynge 1 - «Underutviklet TAD»

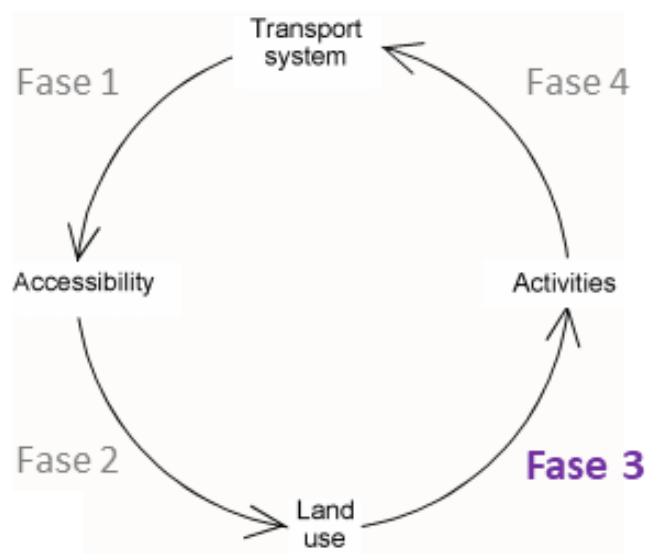
Stasjonsområdene i klynge 1 er generelt svært lavt utviklet. Skoppum fordreier resultatene noe samtidig som vi ser at Torp ikke er mye bedre. At Skoppum har designindeks på 0 forklares av at det nå er dyrket mark (Tabell 5.3). Nodeindeksen til Skoppum er bedre enn for Torp og lik med Tangen. Torp er flyplassen kort avstand utenfor Sandefjord, og holdeplassen her skyldes forbindelsen med flyplassen. Noe utvikling av Torp vanskeligjøres av denne nærheten samtidig som at alle indeksene er svært lave. Den lave nodeindeksen forklares med at utover InterCity er det svært dårlig bussforbindelser til Torp.

Tabell 5.3 Indeksverdier for stasjonsområder i klynge 1.

Stasjonsområder i Klynge 1					
Stasjonsnavn	Akronym	Nodeindeks	Stedsindeks	Designindeks	TOD-indeks
Skoppum	SK	0,22	0,03	0,00	0,08
Torp	TO	0,08	0,03	0,12	0,08
Tangen	TA	0,21	0,22	0,13	0,19
Gjennomsnitt		0,17	0,09	0,09	0,12

Sett vekk i fra Skoppum sin misvisende steds- og designindeks er Tangen og Skoppum mindre tettsteder med jernbanestasjon i ytterkant av bebyggelsen. Det er planlagt ny stasjon på Tangen på andre siden av tettstedet, men også det i ytterkanten. For Tangen ser vi en balanse mellom node- og stedsindeksen, mens designindeksen er lavere. Dette tyder på at de få transport- og steds kvalitetene som er der også er dårlig samordnet. Dette er parallelle egenskaper som definert i typologien «balansert TAD» hos Vale (2015). For å tilpasses en lokal kontekst foreslås det her typologien «Underutviklet TAD» ettersom det er en kobling til et bærende transportnettverk, men fortsatt er svært lave verdier for indeksene. Eidsvoll vil åpenbart plassere seg langt nede i retning TAD på TAD-TOD spektrumet (Renne, 2009). Det er utfordrende å plassere TADs i «Land-Use Transport Feedback Cycle» ettersom design er det avgjørende karaktertrekket, mens syklusen først og fremst beskriver en prosess for transport og sted. Det kan argumenteres for at Tangen befinner seg i en form for limbo i fase 3 i syklusen fordi det er balanse mellom node og sted, men er dårlig integrert (Figur 5.14).

Tangen er stasjonsområdet som pekere seg ut som mest interessant for casestudie.



Figur 5.14 Foreslått fase for Klynge 1 og typologien "Underutviklet TAD" i «Land-Use Transport Feedback Cycle». Illustrasjon basert på kilde: (Wegener & Fürst, 1999).

5.3.2. Klynge 2 - «TAD» og «Ubalansert tettsted»

Tabell 5.4 Indeksverdier for stasjonsområder i klynge 2.

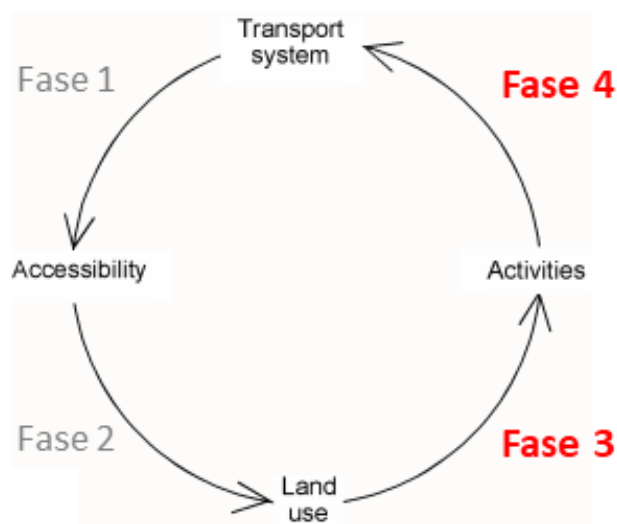
Stasjonsområder i Klynge 2					
Stasjonsnavn	Akronym	Nodeindeks	Stedsindeks	Designindeks	TOD-indeks
Sande	SD	0,29	0,41	0,25	0,32
Rygge	RY	0,28	0,42	0,25	0,32
Råde	RÅ	0,27	0,44	0,25	0,32
Gardermoen	GA	0,44	0,39	0,21	0,35
Eidsvoll	EI	0,40	0,37	0,15	0,30
Gjennomsnitt		0,34	0,41	0,22	0,32

I Tabell 5.4 vises indeksene for de 5 stasjonsområdene i klynge 2. Av tabellen og spredningsgrafene i Figur 5.12 vises det noe diskordans internt i klyngen med hensyn til nodeindeksen. Eidsvoll og Gardermoen har betydelig høyere nodeindeks enn de 3 andre stasjonsområdene Sande, Rygge og Råde. Disse har derimot en noe høyere stedsindeks enn Eidsvoll og Gardermoen. Dette gjør det utfordrende å definere en dekkende typologi for klyngen. Det illustrerer også utfordringen med

denne metoden, hvor en hensiktsmessig mengde klynger må balanseres mot betydningen av variasjonen i dataen i praksis. Vi ser også at Eidsvoll har god balanse mellom node- og stedsindeks, men en markert lavere designindeks innad i klyngen og generelt i modellen. Gardermoen er Norges hovedflyplass, med store parkeringsanlegg og ingen innbyggere. Den gjør det likevel bedre enn Eidsvoll på sted og design. Dette kan ha med at Gardermoen trekkes opp av antall sysselsatte, BRA til arbeidsplasser, «amenities» og bebyggelse, mens Eidsvoll gjør det generelt svakt over hele linjen. Jernbanestasjonen på Eidsvoll ligger på andre siden av elven til hovedsentrum, og er omkranset av en svær parkeringsplass på en side og elven Vormo på den andre. I Figur 5.8 fremstår Eidsvoll som et balansert sted, men designindeksen er svært lav og viser at areal og transport ikke er samordnet. Det samme kan sies om Gardermoen, men i mindre grad. I tillegg er Gardermoen en flyplass, og må forstås i den konteksten. Eidsvoll er i en balansert situasjon, men hvor stedsutviklingen ikke har tilført nødvendig tilgjengelighet mellom transport og sted. Med tanke på TAD-TOD spektrumet er Eidsvoll klart nærmest TAD (3.2.1). Sammenlignet med Tangen fremstår Eidsvoll derfor som et «TAD» med generelt høyere verdier. Eidsvoll blir derfor som Tangen plassert i fase 3 i «Land-Use Transport Feedback Cycle», (Figur 5.15).

Sande, Rygge og Råde er mindre steder omtrent parallelt plassert langs transportnettverket fra Oslo S på henholdsvis Vestfoldbanen og Østfoldbanen. De har omtrent identiske verdier innenfor de 3 indeksene. De har en høyere stedsindeks enn node- og designindeks, noe som antyder at det er en ubalanse mellom sted og transport. På TAD-TOD spektrumet er de å oppfatte som nærmere TOD, ettersom problemene ikke først og fremst er koblet til design. De er nå et sted mellom fase 3 og fase 4 i «Land-Use Transport Feedback Cycle», og det tyder på at disse stedene vil ha god effekt av økt kapasitet i transportsystemet gjennom InterCity-prosjektet (Figur 5.15). Situasjonen i disse stedene reflekteres gjennom typologien «Ubalansert tettsted».

I denne klyngen er det Eidsvoll som peker seg ut som det mest interessante tilfellet aktuell for casestudie.



Figur 5.15 Foreslått fase for Klynge 2 og typologiene "TAD" og "Ubalansert tettsted" i «Land-Use Transport Feedback Cycle». Illustrasjon basert på kilde: (Wegener & Fürst, 1999).

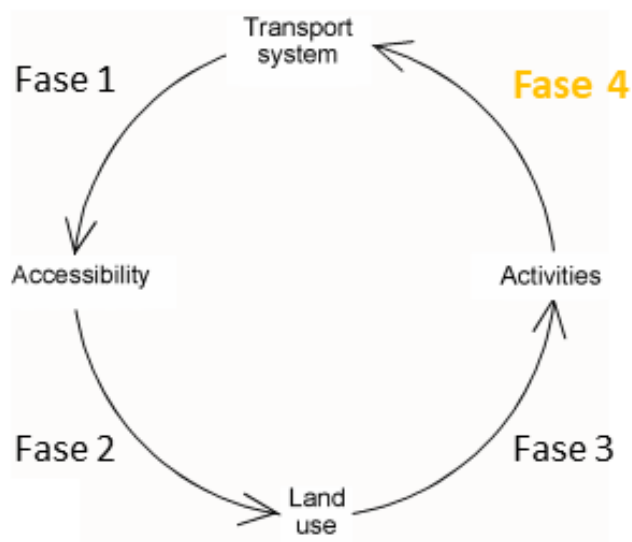
5.3.3. Klynge 3 - «Underforsynt TOD»

Tabell 5.5 Indeksverdier for stasjonsområder i klynge 3.

Stasjonsområder i Klynge 3					
Stasjonsnavn	Akronym	Nodeindeks	Stedsindeks	Designindeks	TOD-indeks
Holmestrand	HO	0,39	0,53	0,49	0,47
Stokke	ST	0,21	0,46	0,39	0,35
Larvik	LA	0,31	0,69	0,61	0,54
Porsgrunn	PO	0,19	0,70	0,65	0,51
Skien	SE	0,27	0,53	0,49	0,43
Halden	HA	0,25	0,66	0,53	0,48
Stange	ST	0,29	0,52	0,56	0,46
Brumunddal	BR	0,26	0,60	0,49	0,45
Moelv	ME	0,25	0,51	0,55	0,44
Gjennomsnitt		0,27	0,58	0,53	0,46

I Tabell 2.1 vises indeksene for de 9 stasjonsområdene i klynge 3. Vi ser at nodeindeksen generelt ligger lavere enn steds- og designindeksen. Holmestrand skiller seg ut med en markert høyere nodeindeks enn resten av de 8 stasjonsområdene. Tilsvarende skiller Porsgrunn og Stokke seg ut med markert lavere nodeindeks, lavere enn hva som sees i klynge 2. Stedsindeksen er den høyeste med et gjennomsnitt på 0,58. Stokke markerer seg med merkbar lavere stedskvaliteter, mens Porsgrunn, Larvik og til dels Halden markerer seg positivt.

I designindeksen tegnes det samme bildet med Porsgrunn og Larvik som de positive bidragene, mens Stokke igjen havner lavest. Stokke har også en betydelig lavere TOD-indeks enn resten av klyngen, etterfulgt av Skien. På TAD-TOD spektrumet er de å oppfatte som nærmest TOD, ettersom problemene gjelder for lave transportkvaliteter og ikke design. I «Land-Use Transport Feedback Cycle» plasserer klynge 3 seg i fase 4 på bakgrunn av den relativt høye steds- og designkvaliteten sammenlignet med transporttilbudet (Figur 5.16). Det trekkes en parallell til typologien «underforsynt transit TOD» i Vale (2018), men for å passe til den lokale konteksten og relativt lave indeksene i klyngen foreslås typologien «Underforsynt TOD».



Figur 5.16 Foreslått fase for Klynge 3 og typologien "Underforsynt TOD" i «Land-Use Transport Feedback Cycle». Illustrasjon basert på kilde: (Wegener & Fürst, 1999).

I denne klyngen oppfattes spesielt Porsgrunn og Stokke som interessante tilfeller for casestudier.

5.3.4. Klynge 4 - «Underforsynt TOD», «Ubalansert TOD» og «TAD».

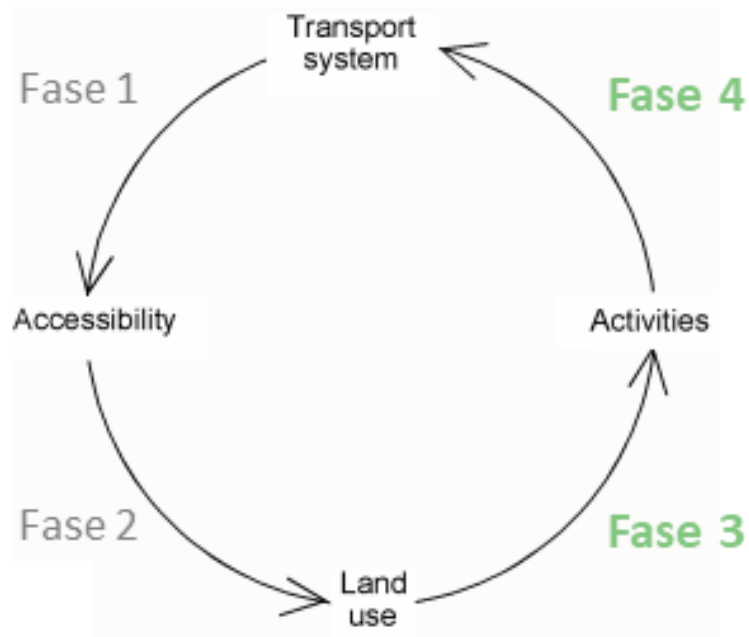
Tabell 5.6 Indeksverdier for stasjonsområder i klynge 4.

Stasjonsområder i Klynge 4

Stasjonsnavn	Akronym	Nodeindeks	Stedsindeks	Designindeks	TOD-indeks
Sandvika	SA	0,55	0,76	0,54	0,62
Asker	AS	0,61	0,65	0,48	0,58
Tønsberg	TØ	0,45	0,76	0,72	0,64
Sandefjord	SF	0,40	0,69	0,68	0,59
Ski	SI	0,52	0,68	0,62	0,61
Moss	MO	0,49	0,72	0,56	0,59
Fredrikstad	FR	0,46	0,73	0,63	0,61
Sarpsborg	SB	0,41	0,71	0,66	0,59
Hamar	HM	0,41	0,75	0,56	0,57
Lillehammer	LH	0,43	0,76	0,71	0,63
Gjennomsnitt		0,47	0,72	0,62	0,60

I Tabell 5.6 vises indeksene til de 10 stasjonsområdene i klynge 4. Igjen så ligger nodeindeksen generelt lavere enn både steds-, og designindeksen, hvor stedsindeksen er høyest. Asker og til dels Sandvika skiller seg ut med høyest nodeindeks. Dette er de stedene som ligger nærmest Oslo i denne klyngen, et poeng som er trukket frem tidligere (seksjon 5.2). I motsatt ende ligger Sandefjord tett etterfulgt av Sarpsborg og Hamar. For stedsindeksen presterer igjen Sandvika bra med delt høyeste verdi sammen med Tønsberg og Lillehammer. I kontrast til nodeindeksen har Asker derimot klyngens laveste stedsindeks. Variasjonen i stedsindeksen er likevel lav, så utslagene er ikke de største mellom lavest og høyest. I designindeksen gjør igjen Tønsberg og Lillehammer det skarpt, mens Asker og til dels Sandvika gjør det svakest. Samlet sett tegnes det et noe sammensatt bilde av klynge 4. Sandvika, Hamar og Moss ligger tydelig høyere på stedsindeksen enn node- og designindeks. Asker ligger jevnt på node- og stedsindeks, men lavt på designindeks. De resterende stasjonsområdene ligger noenlunde jevnt på steds- og designindeks, men lavt på nodeindeks. På TAD-TOD spektrumet er de nærmere TOD, fordi det er transport og ikke design som er utfordringen. De fleste stasjonsområdene representeres best gjennom typologien «Underforsynt TOD», og er i fase 4 av «Land-Use Transport Feedback Cycle» (Figur 5.17). Sandvika, Hamar og

Moss passer bedre inn under typologien «Ubalanserte TOD» i fase 3 til 4 av «Land-Use Transport Feedback Cycle». Asker har sterke likehetstrekk til Eidsvoll i klynge 2 og Tangen i klynge 1, men på et generelt høyere nivå. I TAD-TOD spektrumet er Asker tydelig langt på TAD-siden av spektrumet. Asker representeres derfor også best gjennom typologien «TAD» som er plassert i fase 3 i «Land-Use Transport Feedback Cycle» (Figur 5.17).



Figur 5.17 Foreslått fase for Klynge 4 og typologiene «Underforsynt TOD», «Ubalansert TOD» og «TAD» i «Land-Use Transport Feedback Cycle». Illustrasjon basert på kilde: (Wegener & Fürst, 1999).

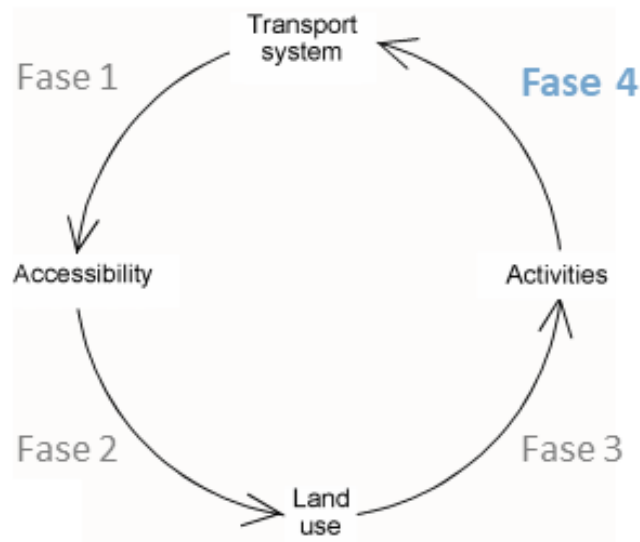
Ut ifra gjennomgangen av klynge 4 peker Asker seg ut som det mest aktuelle tilfellet for casestudie, men også Sandvika, Hamar og Moss er muligheter.

5.3.5. Klynge 5 - «Underforsynt urban TOD»

Tabell 5.7 Indeksverdier for stasjonsområder i klynge 5.

Stasjonsområder i Klynge 5					
Stasjonsnavn	Akronym	Nodeindeks	Stedsindeks	Designindeks	TOD-indeks
Oslo S	OS	0,84	1,00	0,76	0,87
Lysaker	LY	0,60	0,72	0,82	0,71
Drammen	DR	0,65	0,85	0,70	0,73
Lillestrøm	LI	0,68	0,78	0,75	0,74
Gjennomsnitt		0,69	0,84	0,76	0,76

I Tabell 5.7 vises indeksene til de 4 stasjonsområdene i klynge 5. Hvis vi først ser på nodeindeksen er det tydelig at Oslo S her ligger et godt stykke høyere enn de 3 andre stasjonsområdene som ellers er ganske jevne, men hvor Lysaker har lavest verdi. Det samme bildet tegnes av stedsindeksen, men her maksimerer Oslo S skalaen med full pott. I andre enden ligger Lysaker med noe avstand opp til Lillestrøm og Drammen. Det er interessant å se at Lysaker topper designindeksen med tanke på de relativt lave verdiene for node- og stedsindeksen. Oslo S ligger her på det jevne omtrent likt med Lillestrøm. Vi ser at Oslo S, Lillestrøm og Drammen utviser lignende profil med tanke på forholdet mellom de forskjellige indeksene, mens Lysaker skiller seg ut med en annen profil. Med tanke på typologi sees en parallell til «Urban TODs» i (Vale, et al., 2018). Samtidig er det noe ubalanse mellom transport og sted, som ellers virker å være godt integrert gjennom design. Det kan kommenteres at Oslo S har verdier som antyder større potensial for integrering gjennom design. For klynge 5 foreslås typologien «Underforsynt urban TOD». Den plasseres langt i retning TOD på TAD-TOD spektrumet, og i fase 4 av «Land-Use Transport Feedback Cycle» (Figur 5.18).



Figur 5.18 Foreslått fase for Klynge 4 og typologiene "Underforsynt urban TOD" i «Land-Use Transport Feedback Cycle». Illustrasjon basert på kilde: (Wegener & Fürst, 1999)

I denne klyngen er det Lysaker som skiller seg mest ut og kan være en interessant casestudie, selv om alle stasjonsområder i denne klyngen er aktuelle.

5.4. Typologier oppsummert

Fra gjennomgangen av klyngene viser det seg at det er såpass store forskjeller internt i noen av klyngene at de fordeler seg på flere typologier. Dette viser at det ikke fungerer å stole blindt på klyngeanalysen som standard fasit for typologier. Dette gjelder gjerne spesielt for modeller hvor det i den beskrivende statistikken avdekkes stor variasjon i de forskjellige indeksene (Figur 5.1).

Samtidig var dette klyngeinndelingen som passet best med datasettet. I Tabell 5.8 vises de foreslåtte typologiene for stasjonsområdene langs InterCity.

Tabell 5.8 De 6 forskjellige typologiene for noder langs InterCity-triangelet.

<u>Typologier</u>	<u>Antall stasjoner</u>
Underutviklet TAD	1
TAD	2
Ubalansert tettsted	3
Ubalansert TOD	3
Underforsynt TOD	15
<u>Underforsynt Urban TOD</u>	4

Oversikten viser omtrent halvparten av stasjonene havner i typologien «Underforsynt TOD», og totalt 19 stasjonsområder er underforsynt. Dette bildet stemmer godt overens med oppfatningen av systemet som helhet som underforsynt transportmessig. I [Tabell 5.9](#) vises oversikten over stasjoner, faser og klynger.

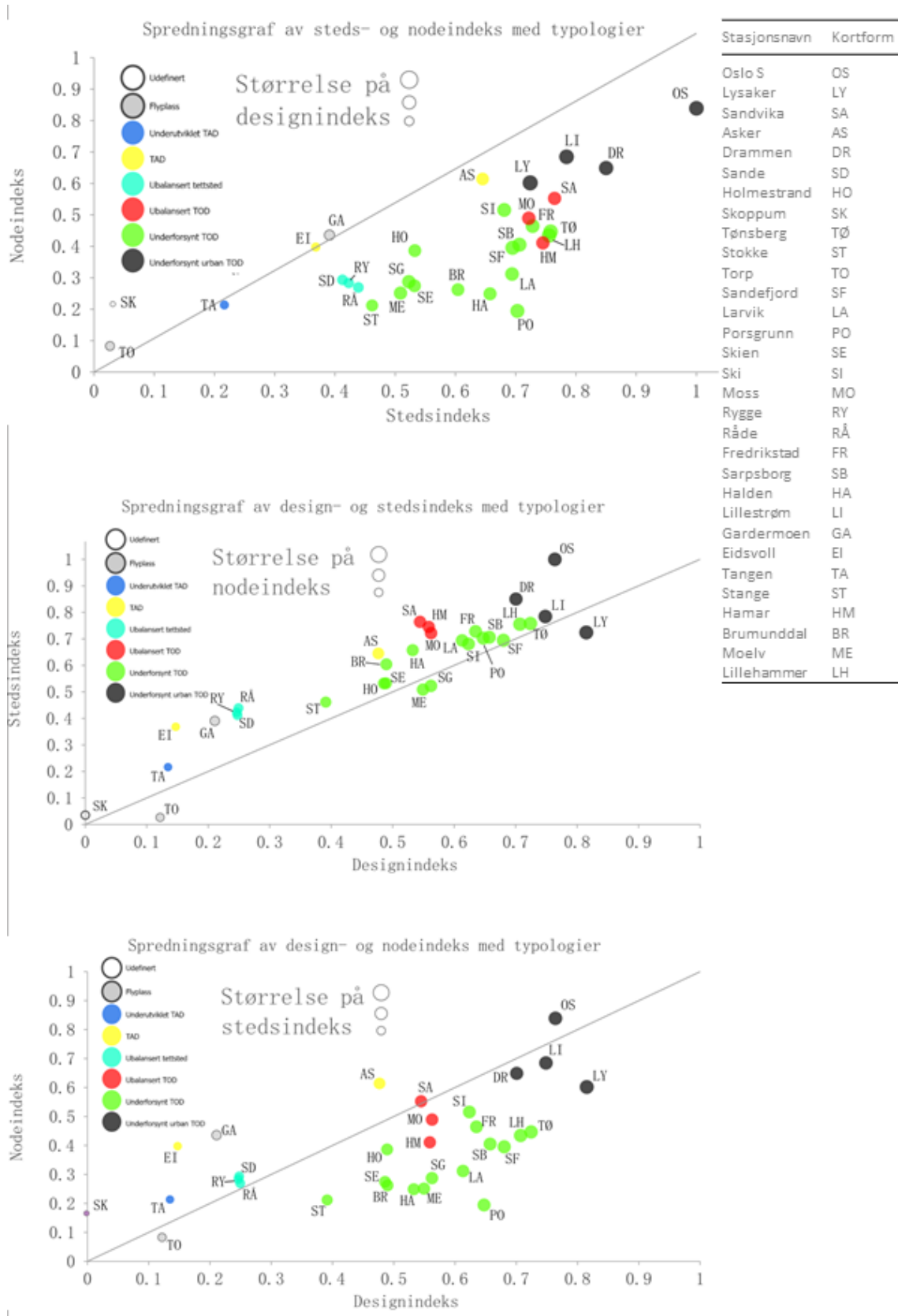
Tabell 5.9 Oversikt over stasjonsområder med tilhørende typologi, fase og klynge.

Oversikt over stasjonsområder, typologier, klynge og fase i Land-use transport feedback cycle

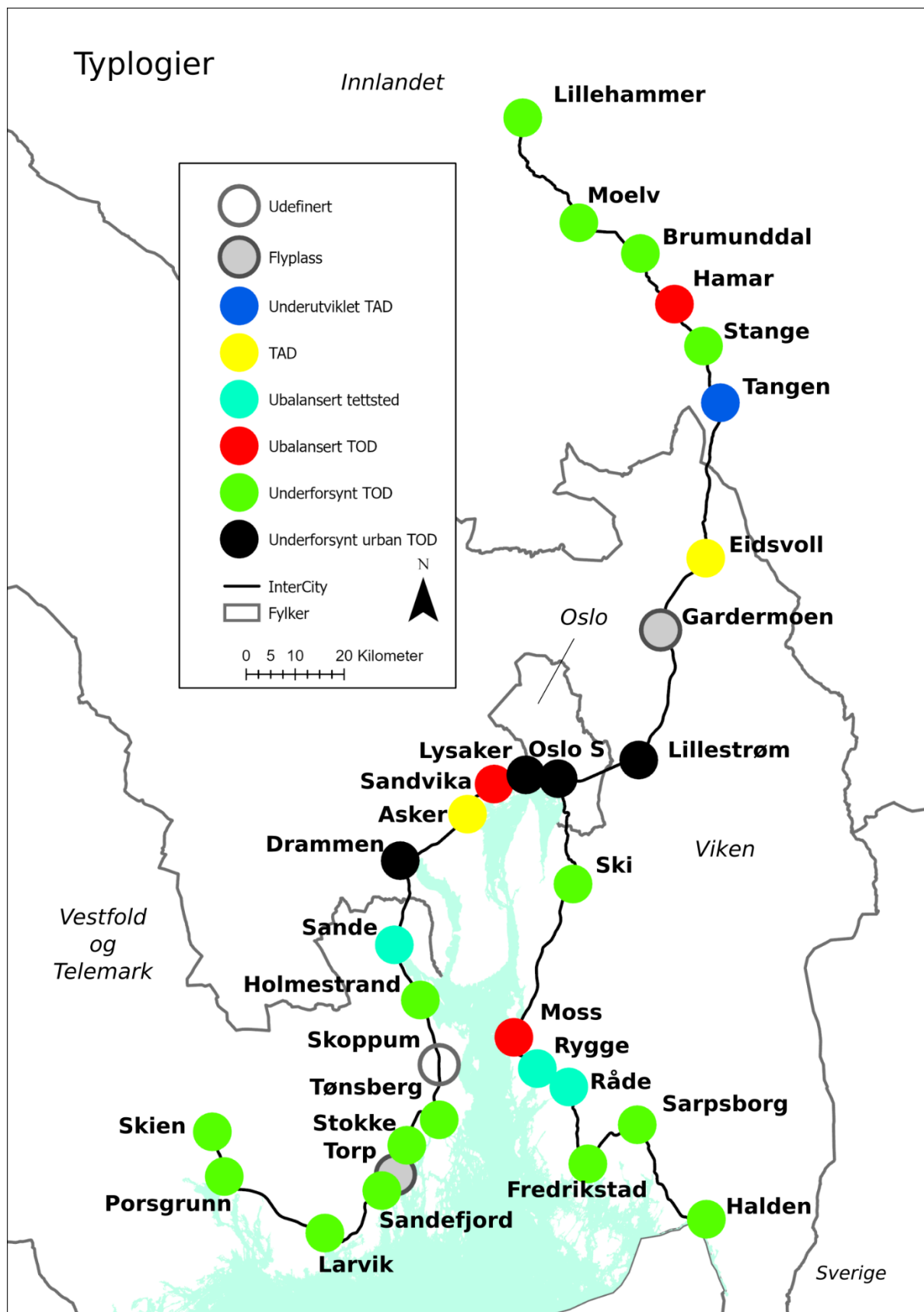
Stasjonsnavn	Kortform	Typologi	Fase	Klynge
Skoppum	SK	Udefinert	Udefinert	1
Torp	TO	(Flyplass)	Udefinert	1
Gardermoen	GA	(Flyplass)	Udefinert	2
Tangen	TA	Underutviklet TAD	3	1
Eidsvoll	EI	TAD	3	2
Asker	AS	TAD	3	4
Sande	SD	Ubalansert tettsted	3/4	2
Rygge	RY	Ubalansert tettsted	3/4	2
Råde	RÅ	Ubalansert tettsted	3/4	2
Sandvika	SA	Ubalansert TOD	3/4	4
Moss	MO	Ubalansert TOD	3/4	4
Hamar	HM	Ubalansert TOD	3/4	4
Holmestrand	HO	Underforsynt TOD	4	3
Stokke	ST	Underforsynt TOD	4	3
Larvik	LA	Underforsynt TOD	4	3
Porsgrunn	PO	Underforsynt TOD	4	3
Skien	SE	Underforsynt TOD	4	3
Halden	HA	Underforsynt TOD	4	3
Stange	ST	Underforsynt TOD	4	3
Brumunddal	BR	Underforsynt TOD	4	3
Moelv	ME	Underforsynt TOD	4	3
Tønsberg	TØ	Underforsynt TOD	4	4
Sandefjord	SF	Underforsynt TOD	4	4
Ski	SI	Underforsynt TOD	4	4
Fredrikstad	FR	Underforsynt TOD	4	4
Sarpsborg	SB	Underforsynt TOD	4	4
Lillehammer	LH	Underforsynt TOD	4	4
Oslo S	OS	Underforsynt Urban TOD	4	5
Lysaker	LY	Underforsynt Urban TOD	4	5
Drammen	DR	Underforsynt Urban TOD	4	5
Lillestrøm	LI	Underforsynt Urban TOD	4	5

I Figur 5.19 vises typologiene i spredningsdiagrammer. Det gir et bedre inntrykk av hvordan typologiene plasserer seg i forhold til hverandre. Blant annet er «Ubalansert tettsted» og «Ubalansert TOD» veldig tydelige grupperinger. «TAD» er spredt som følge de store avstandene i verdier mellom Eidsvoll og Asker, men ligger omtrent likt i alle 3 grafene med hensyn til hverandre og til likevekstlinjen.

I Figur 5.20 vises den geografiske fordelingen av de forskjellige typologiene. Geografisk er det spesielt interessant å se typologiene for Ski, Asker og Sandvika, med hensyn på sin relative nærhet til Oslo.



Figur 5.19 Spredningsdiagrammer of stasjonsområder etter indeksverdier og sortert på typologier, samt udefinerte og flyplass. Illustrasjon: Sverre Myklebust.



Figur 5.20 Kart over geografisk spredning av typologier langs InterCity-triangelet. Illustrasjon: Sverre Myklebust.



Bilde 6 Porsgrunn stasjon. Kilde: (Bane NOR)

6. Form Syntax og forbedringsstrategier (Nivå 3)

I dette kapitlet vises og kommenteres resultatene av Form Syntax analysen på 3 utvalgte stasjonsområder i casestudier. Resultatene fra Space Syntax, Spacematrix og Mixed-Use Index vises hver for seg og kommenteres. Analysene kombineres jamført metodikken for Form Syntax beskrevet i seksjon 4.3. Her vises klassifisering av urbanitetsgrad og ubalanserte lokaliteter/celler. Dette er et grunnlag for myndighetene å utarbeide konkrete forbedringsstrategier avhengig av ubalansens karakter, hvor også TJD kan være en del av strategien.

I kapitlet søkes det i hovedsak å imøtekomme forskningsformål 4 om å «Utvikle og formidle Node-Place-Design modellen som et prioritert verktøy for utforming og grunnlag for beslutninger for planleggere på regionalt og lokalt nivå».

Casestudier av interne forhold i nodene er nivå 3 (Figur 1.2) av de nivåene som inngår når en ser på problemstillingen: «Hvordan kan samordningen av areal og transport evalueres langs InterCity-Triangelet?»

6.1. Valg av stasjonsområder til casestudiene

Til casestudiene er de 3 stasjonsområdene Eidsvoll, Råde og Porsgrunn valgt ut (Tabell 6.1). De er valgt ut på bakgrunn av analysene gjort i kapittel 5. De representerer hver sin typologi med tilhørende karakteristikker og forskjellige utfordringer basert på Node-Place-Design modellen. Eidsvoll er definert med typologien «TAD», og er innenfor denne oppgaven høyaktuell som casestudie. Råde er et «Ubalansert tettsted» hvor kommende bedring i transporttilbudet må møte tilsvarende bedringer i designdimensjonen. Porsgrunn er definert som et «Underforsynte TOD», hvor transporttilbudet er svært skjevt sammenlignet med både steds- og designindeksen. Porsgrunn er det stasjonsområdet med størst skjevhet mellom node- og stedskvaliteter.

Optimalt ville det blitt valgt en casestudie fra hver av de 6 typologiene, men oppgavens omfang begrenser denne muligheten.

Tabell 6.1 Oversikt over stasjonsområder for casestudie.

Stasjonsnavn	Kortform	Typologi	Fase	Klynge	Nodeindeks	Stedsindeks	Designindeks	TOD-indeks
Eidsvoll	EI	TAD	3	2	0,40	0,37	0,15	0,30
Råde	RÅ	Ubalansert tettsted	3/4	2	0,27	0,44	0,25	0,32
Porsgrunn	PO	Underforsynt TOD	4	3	0,19	0,70	0,65	0,51

6.2. Casestudie av Eidsvoll med Form Syntax



Figur 6.1 Satellittfoto av Eidsvoll hentet fra ArcGIS Pro.

Under følger resultatene av Form Syntax analysen av Eidsvoll (Figur 6.1). Eidsvoll er definert som et «TAD» fordi nodekvaliteten fremstår mye bedre enn designkvalitetene. Gjennom Form Syntax-analysen vil det synliggjøres at mye av dette skyldes togstasjonens posisjon utenfor sentrum av Eidsvoll, som ligger på andre siden av elven Vorma som deler Eidsvoll i to. Forbedringsstrategier for Eidsvoll bør prioritere forbindelser samt tetthet i sammenheng med stasjonen.

6.2.1. Space Syntax-analyse av Eidsvoll

Av Space Syntax-analysen ser vi at sentrumsområdet på østsiden av Vorma er relativt godt integrert med gatenettverket (Figur 6.2). Det er også en integrert hovedpassasje som følger hovedveien over Vorma fra øst til vestsiden og nærmere selve jernbanestasjonen. Det kommer tydelig frem at jernbanestasjonen i liten grad er tilknyttet gatenettverket ellers. Gangbruen over Vorma bidrar noe til integrering, men det mangler forbindelse for å gjøre det til en høyverdig integrasjon. Fra analysen ser det følgelig ut som at området nærmest stasjonen mangler integrering med gatenettverket, mens området på østsiden av Vorma er godt integrert. En utfordring for Eidsvoll er følgelig at det er lav romlig tilgjengelighet mellom jernbanestasjonen og sentrum på østsiden av Vorma. Dette vil påvirke bevegelsesflyten mellom disse to stedene, og er ugunstig sett i et TOD-perspektiv. Designmessig bidrar dette til oppfattelsen av at Eidsvoll hører til i typologien «TAD».

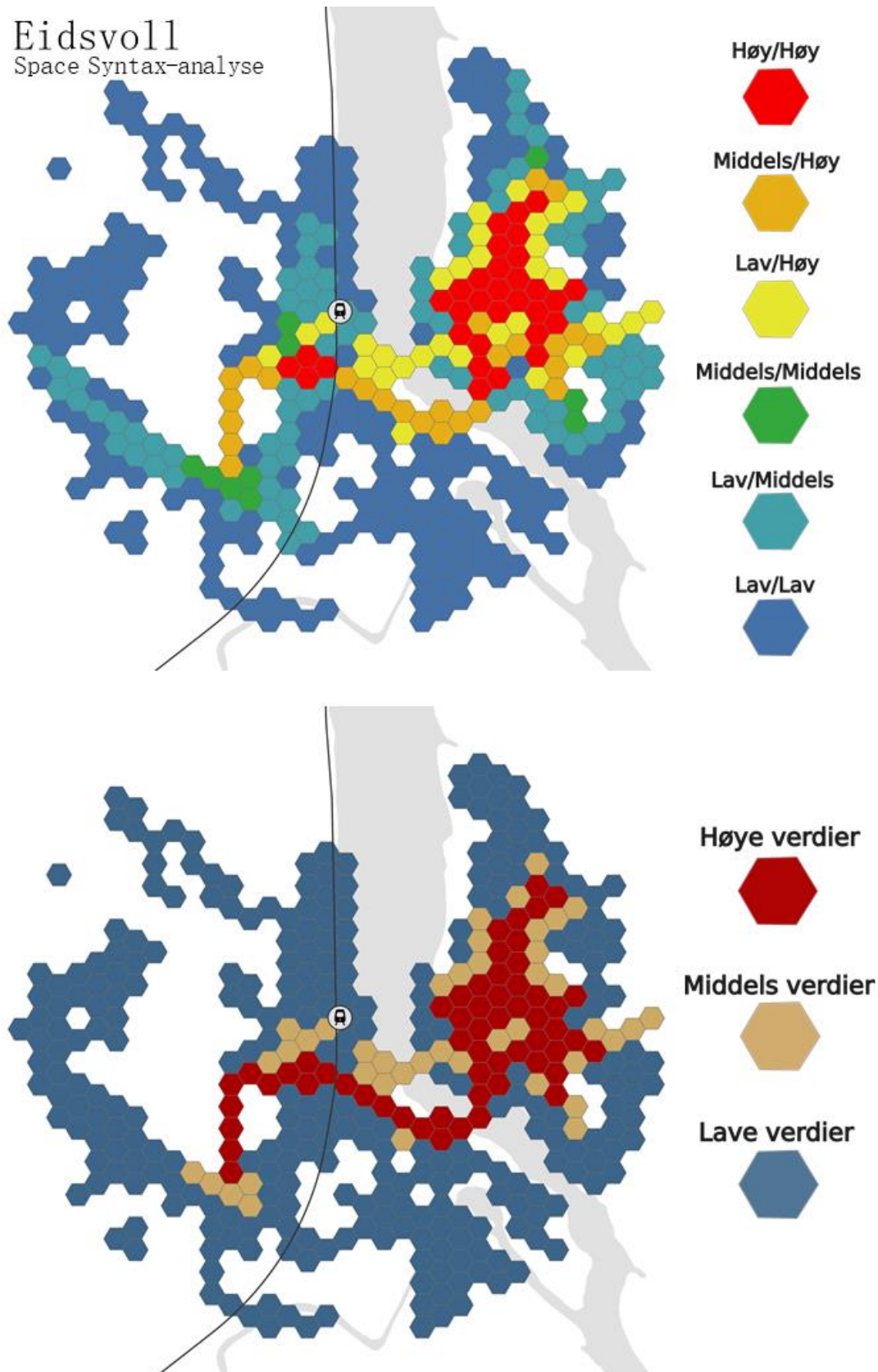
6.2.2. Spacematrix-analyse av Eidsvoll

Av Spacematrix-analysen ser vi at hele 95,1% av bebyggelsesformene i Eidsvoll kan klassifiseres som lav punktbebyggelse, eksempelvis frittliggende eneboliger (Figur 6.3). Dette er bebyggelsestypen som er minst urban både tetthetsmessig og formmessig. Det er registrert noe lav stripe og kvartalsstruktur på østsiden av Vorma i det som i praksis er sentrum av Eidsvoll. Dette utgjør henholdsvis 1,6% og 2,1% av bebyggelsen. I Figur 6.4 vises reklassifisering til lav, middels eller høy verdi. Denne mangelen på urban form i Eidsvoll støtter opp under inntrykket av manglende kvaliteter i designdimensjoner. Som med resultatene av Space Syntax-analysen peker også Spacematrix-analysen i retning TAD for Eidsvoll.

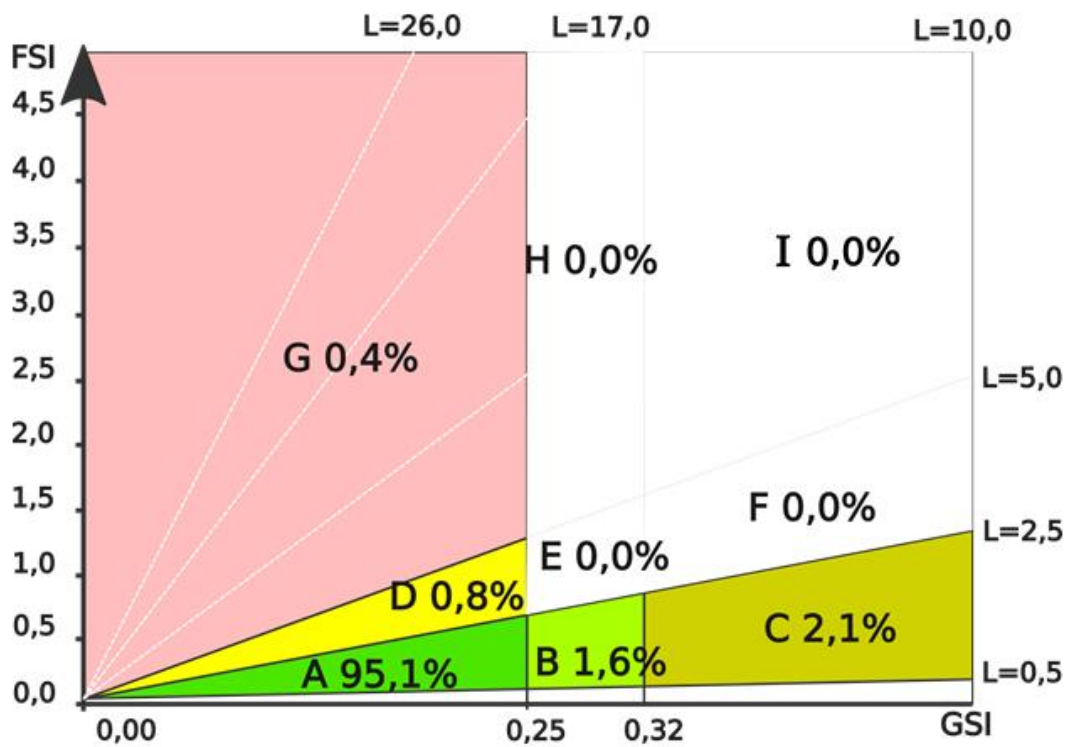
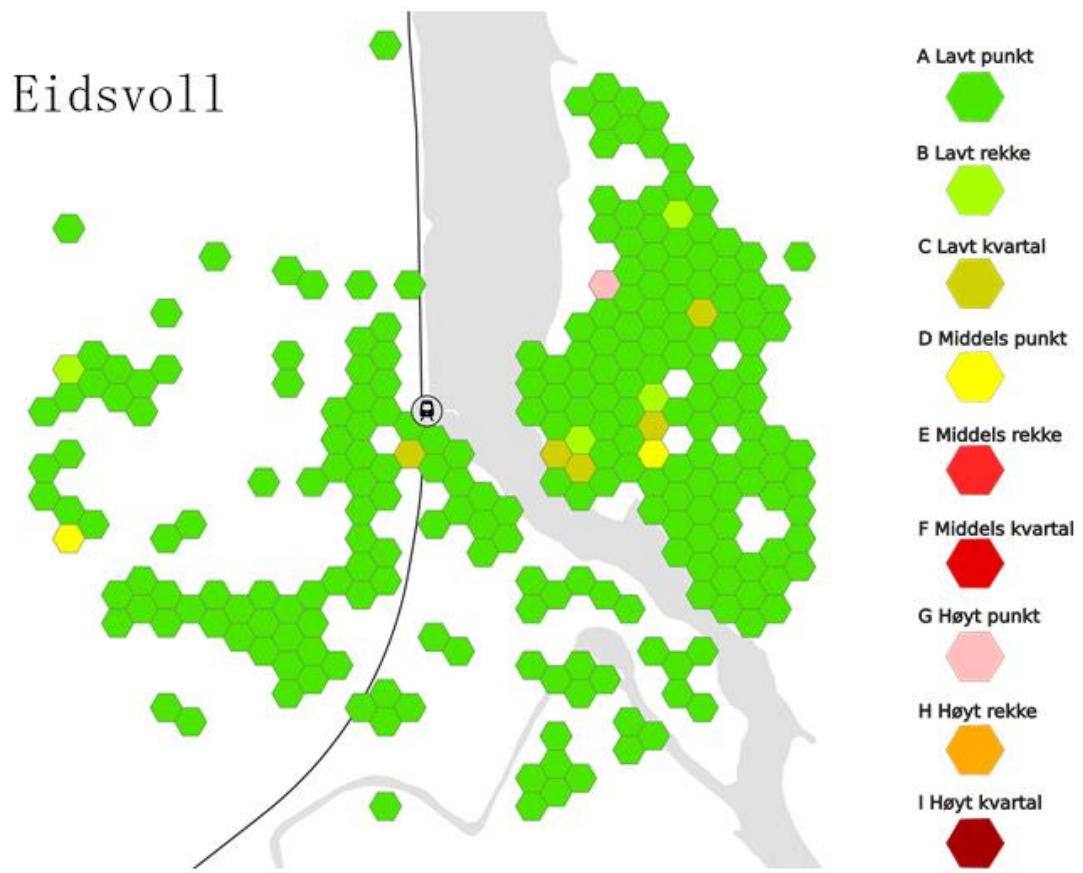
6.2.3. Mixed-Use Index-analyse av Eidsvoll

Av Mixed-Use Index-analysen ser vi at omtrent 60% av arealformålet er monofunksjonelt boligformål (Figur 6.5). Det er omtrent 11% arbeidsformål og 16,6% kombinert arbeid og «amenities». Samlet utgjør monofunksjonelle arealformål 70,8%.

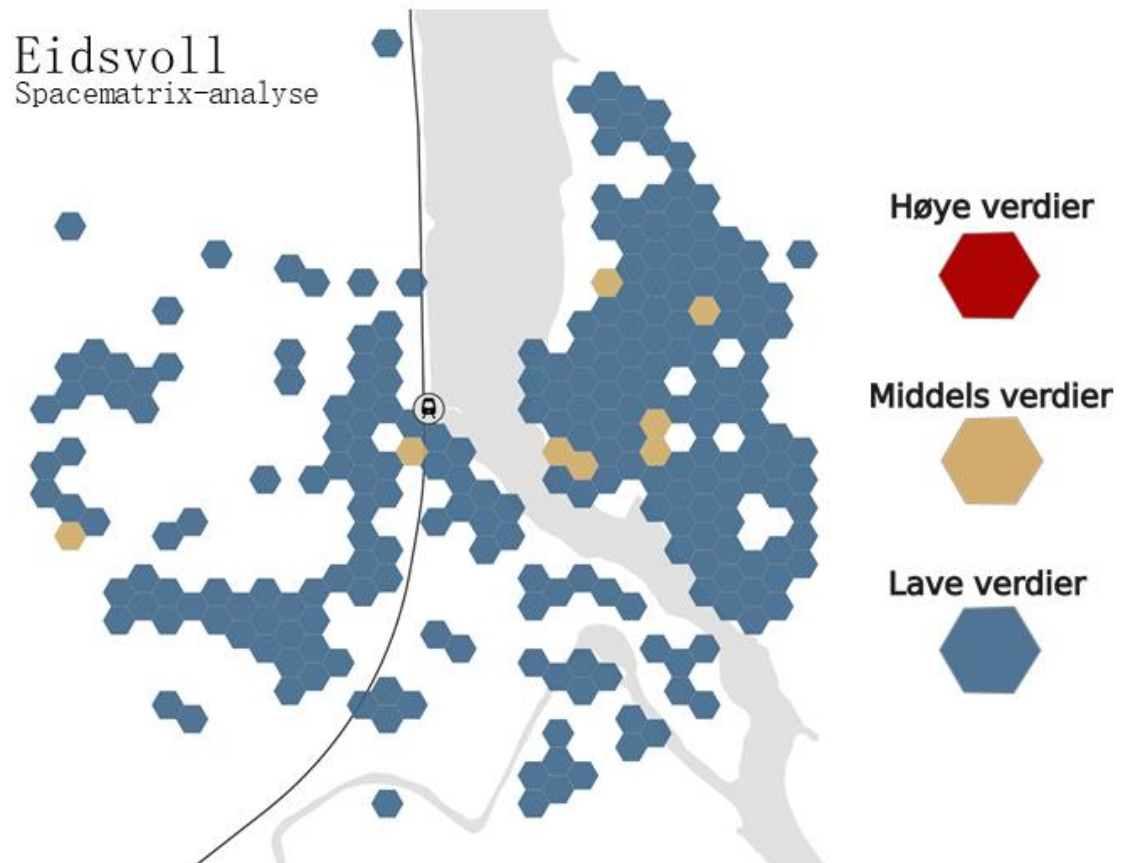
Tilsvarende er det 6,3% kombinert arbeid og bolig. Totalt er det 5,9% multifunksjonelle arealformål. Det kommer tydelig frem at en del forskjellige kombinasjoner av funksjonsmangfold er konsolidert i sentrum av Eidsvoll, mens monofunksjonelt boligformål flyter noe mer utover i randsonene. Også rundt jernbanestasjonen er det en del bifunksjonalitet, men i mye mindre grad enn i sentrum. Eidsvoll fremstår som relativt funksjonsblandet og, noe som også reflekteres i stedindeksen hvor Mixed-Use Index inngår som en indikator (Figur 6.6).



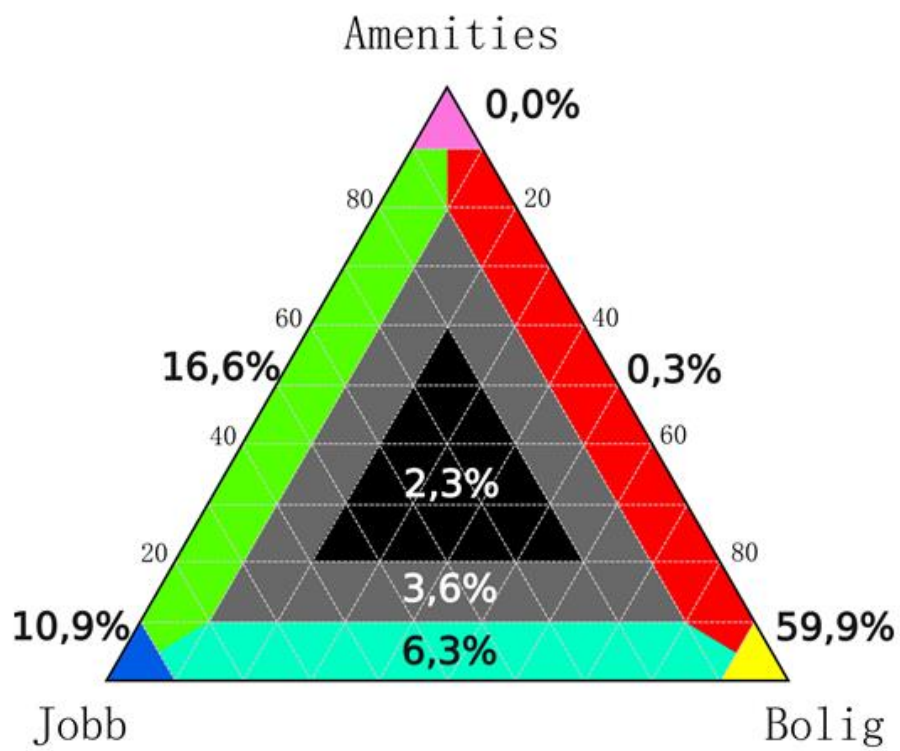
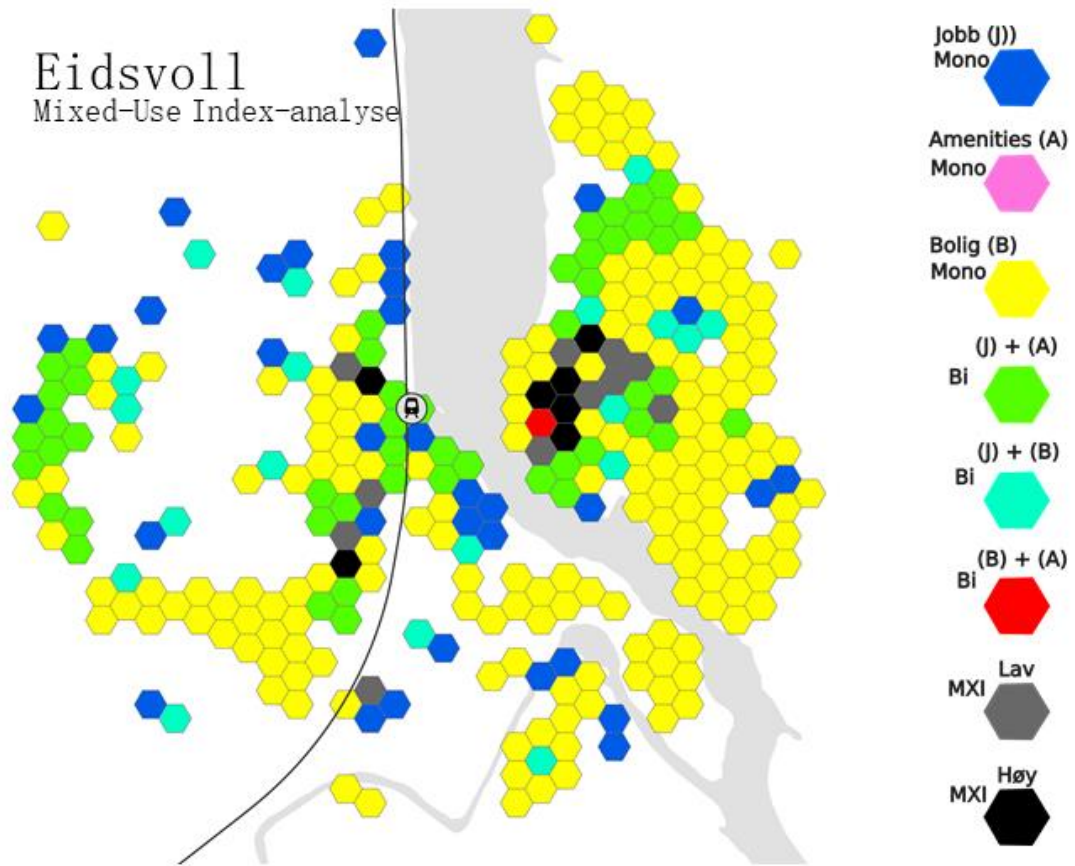
Figur 6.2 Space Syntax-analyse av Eidsvoll..



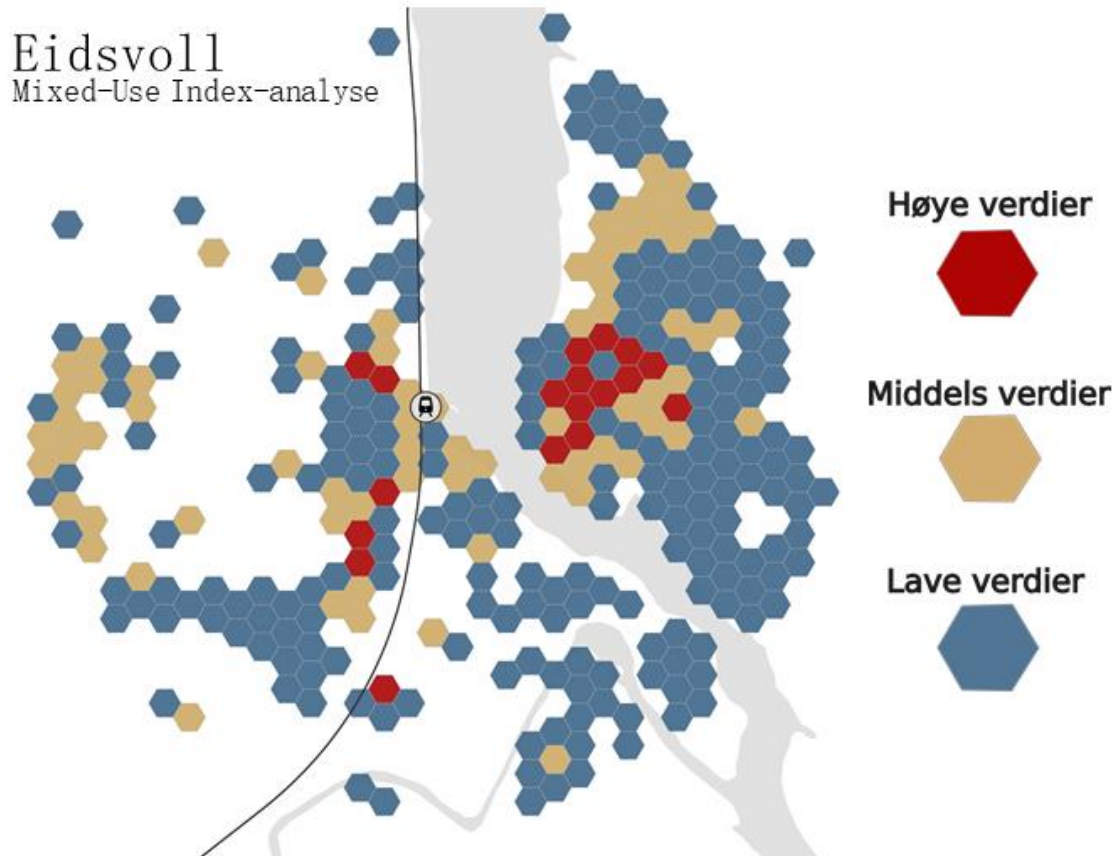
Figur 6.3 Spacematrix-analyse av Eidsvoll med fordelingsoversikt.



Figur 6.4 Re-klassifisering av Spacematrix-analysen etter Form Syntax.



Figur 6.5 Mixed-Use-Index-analyse av Eidsvoll med fordelingstriangel.

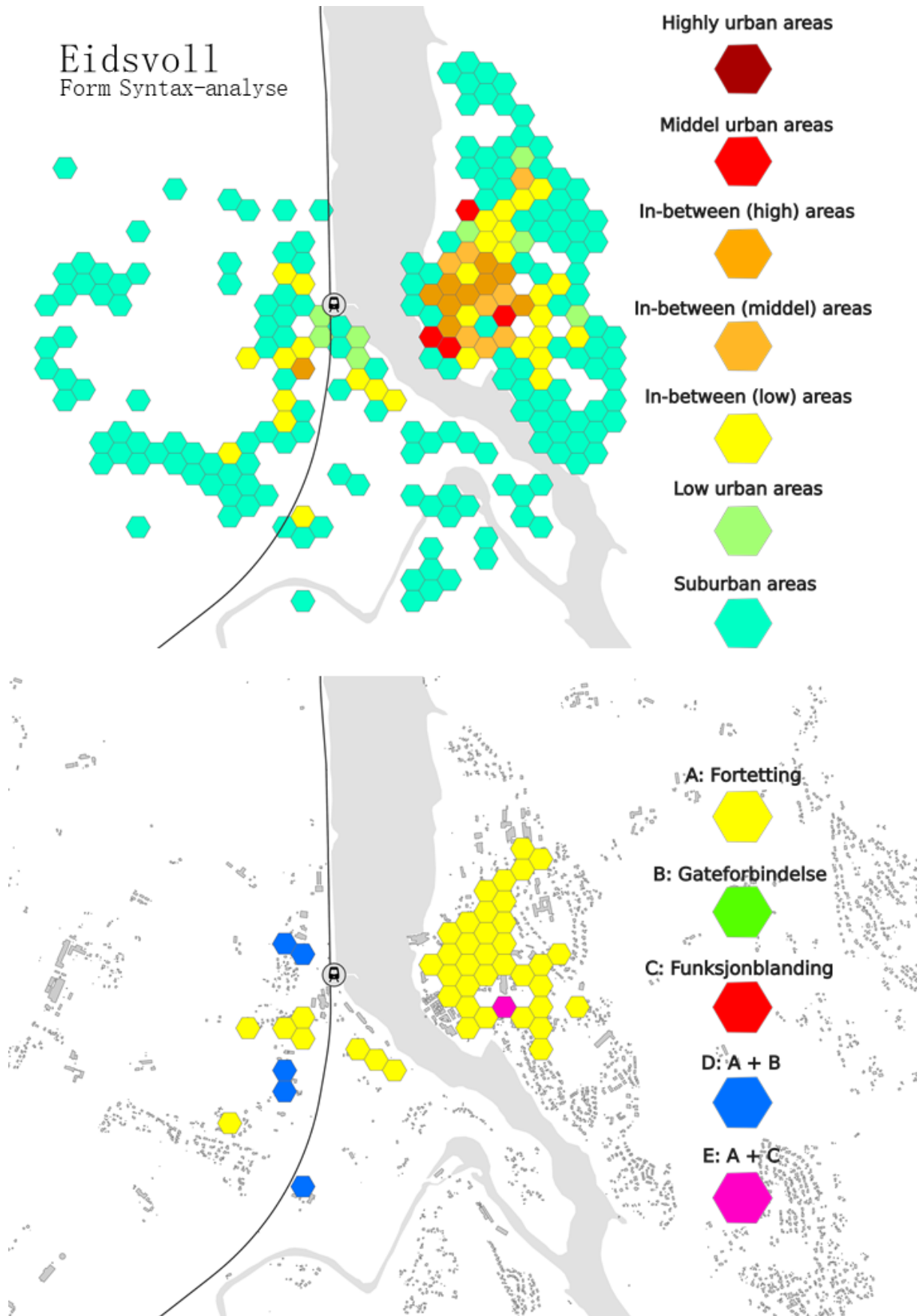


Figur 6.6 Re-klassifisering av Mixed-Use Index-analysen etter Form Syntax.

6.2.4. TJD og Form Syntax av Eidsvoll

Av Form Syntax analysen ser vi at Eidsvoll ikke har noen områder som karakteriseres som «Highly urban areas», men er par områder i sentrum som er «Medium urban areas» (Figur 6.7). Ellers er sentrum hovedsakelig bestående av «In-between areas». Randsonen her dominert av «Suburban areas». Også områdene tetttest på jernbanestasjonen er hovedsakelig klassifisert som «suburban areas» eller «low urban areas». Det er også et fåtall «In-between (low) areas». Resultatene av Form Syntax-analysen viser tydelig at områdene tetttest rundt jernbanestasjonen mangler urbanitet. Det er her ressurser og satsing bør rettes for å flytte seg oppover på TAD-TOD spektrumet, og ut fra TAD sjiktet.

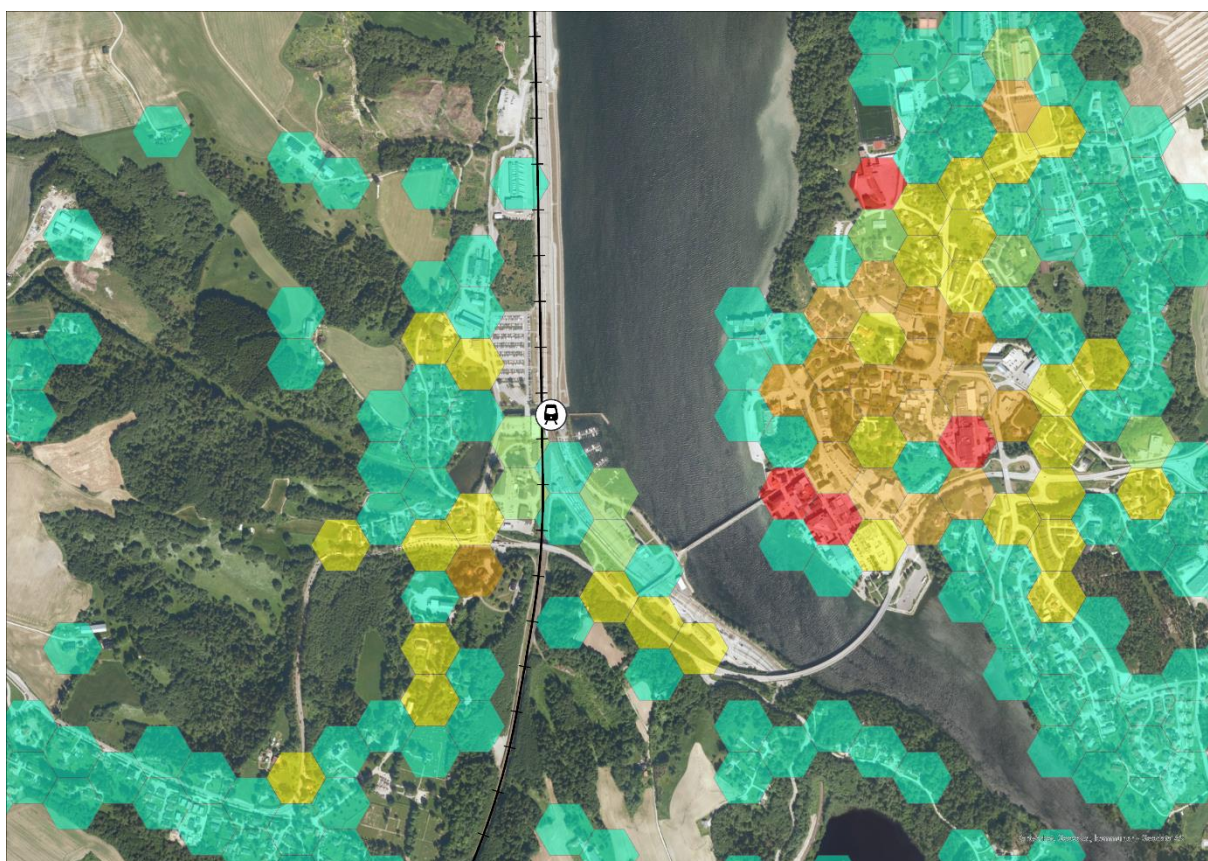
Vi ser at potensialet med hensyn på ubalanserte morfologiske forhold er konsolidert over hele sentrumsområdet. Det er økt fortetting som vil balansere ut forholdene.



Figur 6.7 Forbedringsstrategier i henhold til Form Syntax-analyse av Eidsvoll.

At det er fortetting som har størst potensial er forventet med tanke på hvor svakt denne delen av Eidsvoll presterte i Spacematrix-analysen hvor omtrent 96 % er lav punktbebyggelse (Figur 6.3). Samtidig så viste gatenettverket seg å ha relativt høye kvaliteter, mens funksjonsmangfoldet også presterte greit. Det er også ubalanse tilstøtende til jernbanestasjonen. Dette gjelder både fortetting og utbedring av gatenettverket. Sees dette i sammenheng med at det meste av området her er klassifisert som suburbant, vil dette være gode utgangspunkt for forbedringsstrategier med sikte på å få til effektive tiltak som hever urbanitetsgrad tett inntil stasjonen.

Disse ubalanserte områdene tett inntil stasjonen, omkranset av suburbanitet, skiller seg ut som de med størst potensiale. Fortetting i sammenheng med TJD kan være en forbedringsstrategi som løfter Eidsvoll ut av TAD og inn i TOD på spektrumet.



Figur 6.8 Satellittfoto av Eidsvoll sett i sammenheng med urbanitetsgrader fra Form Syntax-analysen: Illustrasjon: Sverre Myklebust.

6.3. Casestudie av Råde med Form Syntax

Under følger resultatene av Form Syntax analysen av Råde (Figur 6.9). Råde er definert som et «Ubalansert tettsted» fordi stedskvaliteten fremstår en del bedre enn designkvalitetene. Gjennom Form Syntax-analysen vil de morfologiske behovene til Råde forsøkes belyst med tanke på fremtidig bedring av nodekvalitetene, men også som generell tettstedsutvikling. Det vil blant annet synliggjøres et stort potensial for fortetting langs hovedgaten.



Figur 6.9 Satellittfoto av Råde hentet fra ArcGIS Pro.

6.3.1. Space Syntax-analyse av Råde

Av Space Syntax-analysen ser vi at den romlige kjernen i Råde er hovedgaten (Figur 6.10). Dette er gaten som genererer mest naturlig bevegelse til og gjennom seg. Gaten strekker seg gjennom hele Råde. Krysset øst i gaten er også godt integrert i gatenettverket, og gode passasjer inn til hovedgaten. Selve jernbanestasjonen ligger noe sør for sentrum, i utkanten av tettstedet. Det er middels god forbindelse i denne retningen, men selve stasjonen er lite integrert i strukturen.

Av analysen ser man også at integrasjonsnivået i strukturen raskt avtar ut fra hovedgaten. Det tilsier at det er lite naturlig bevegelse mellom andre steder enn til-, fra og gjennom hovedgaten. Det samlede inntrykket er at Råde har en sterk hovedgate, men ellers lite kvalitet i strukturen. Dette kan forklare noe av den lave designindeksen. Jernbanestasjonen er lite integrert med Råde sentrum og tilgjengeligheten frem til stasjonen er lav.

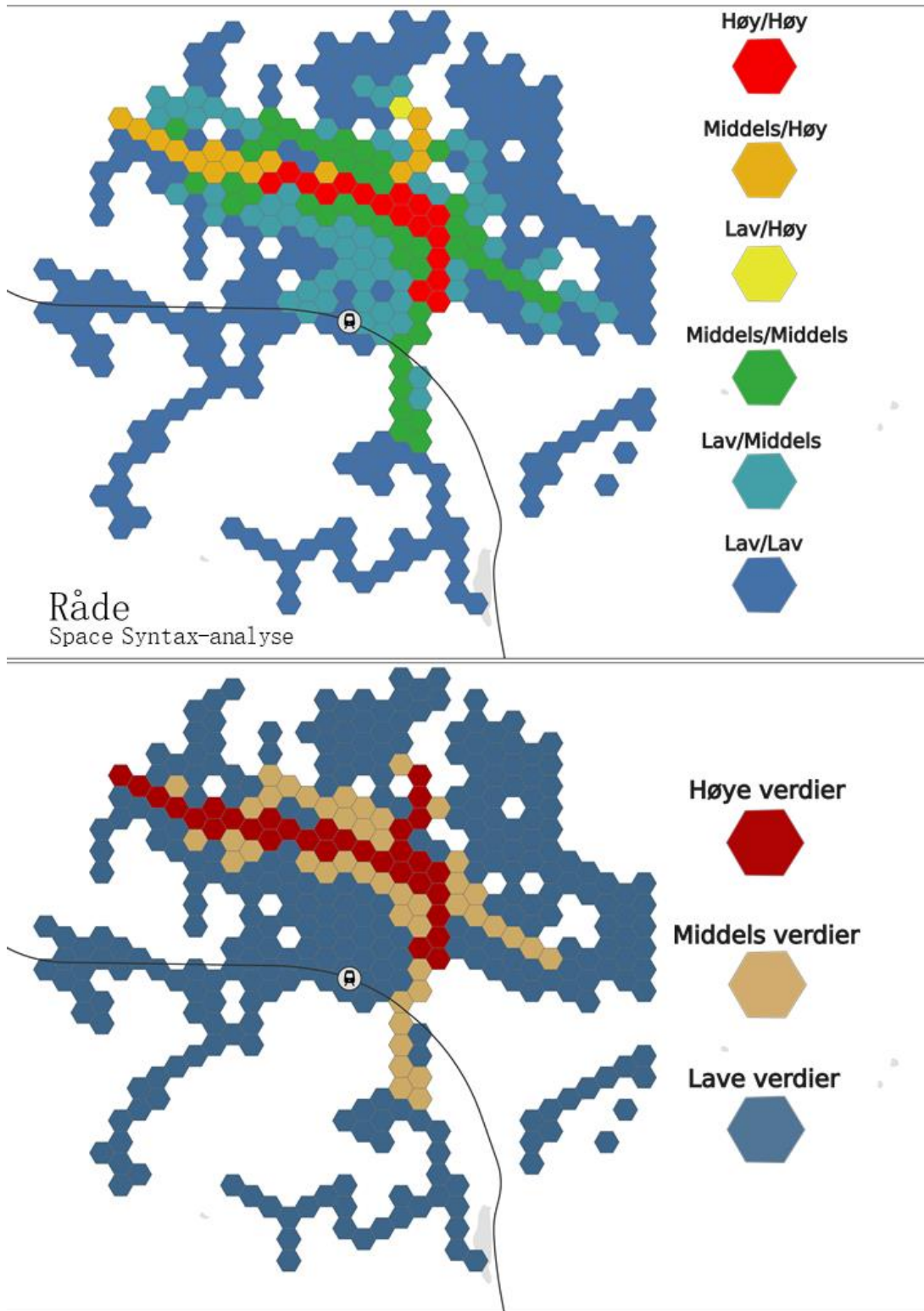
6.3.2. Spacematrix-analyse av Råde

Av Spacematrix-analysen ser vi at det i all hovedsak kun eksisterer morfologisk lav bebyggelse i Råde (Figur 6.11). Hele 91,5% av bebyggelsesformen faller inn under definisjonen lav punktbebyggelse, som eneboliger. Kun 3% er lav stripe, og 5,6% er lav kvartalsbebyggelse. Det er verdt å merke seg at omtrent all bebyggelse tilknyttet hovedgaten er lav punktbebyggelse. Andre bebyggelsesformer henger sammen med offentlige bygg, som en skole ved jernbanestasjonen, eller større fabrikk/næringsbebyggelse nordvest i Råde. Vi ser at selve jernbanestasjonen ellers er omkranset av mye ubebygde arealer, som igjen stadfester poenget om at den ligger helt i utkanten av tettstedet, og tilgjengeligheten gjennom avstand til bolig er svak (Figur 6.12). Bebyggelsesmessig ligner Eidsvoll og Råde, og de samler også lignende verdier for stedsindeksen. Forskjellen er at i Råde er det ingen tendenser til konsolidering av urban bebyggelsesform i det som skal være sentrum, mens Eidsvoll har tendenser.

6.3.3. Mixed-Use Index-analyse av Råde

Av Mixed-Use Index-analysen ser vi at 44,6% av arealformålet i Råde er monofunksjonelt boligformål (Figur 6.13). Det er 24,3% arbeidsformål og 1% «amenities». Samlet utgjør følgelig monofunksjonalitet omtrent 70% av alt arealformålet. Hoveddelen av bifunksjonalitet er kombinasjonen jobb og bolig med 16,6%, mens kombinasjonen jobb og amenities står for 7,8%. «Amenities» og bolig sammen står for kun 0,3%. Totalt er det 5,4% med multifunksjonelle arealformål. Fordelingen mellom mono-, bi- og multifunksjonalitet er sammenlignbar med Eidsvoll, men Råde er noe bedre balanse mellom monofunksjonelle arealformål. Fra

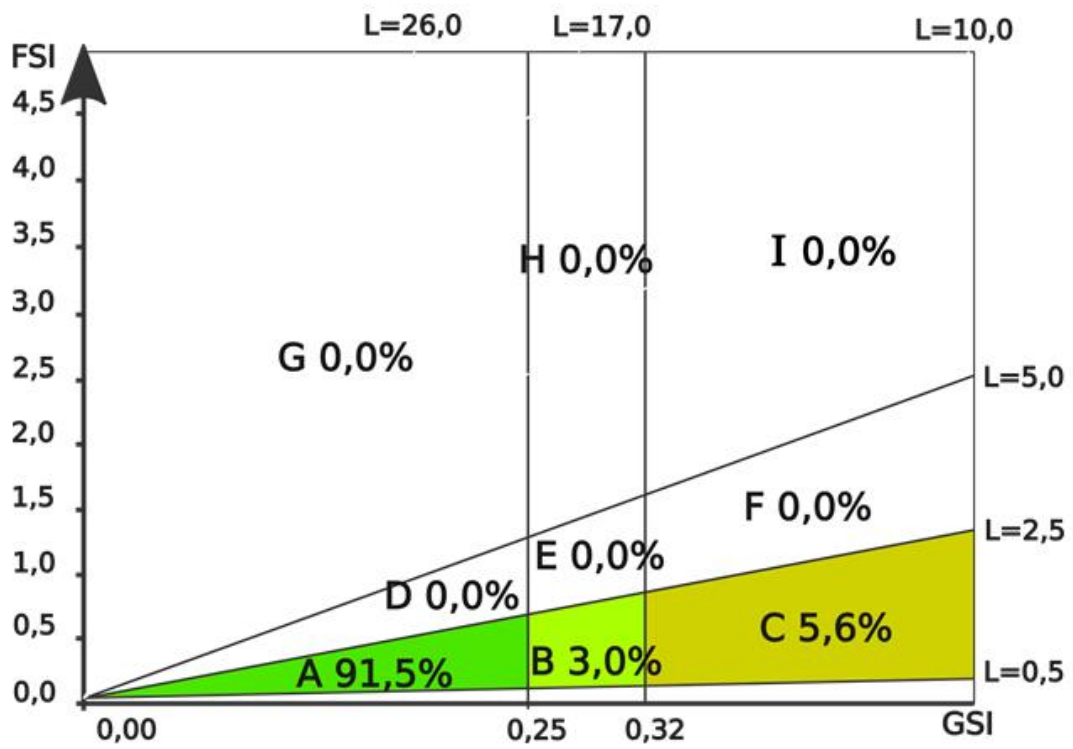
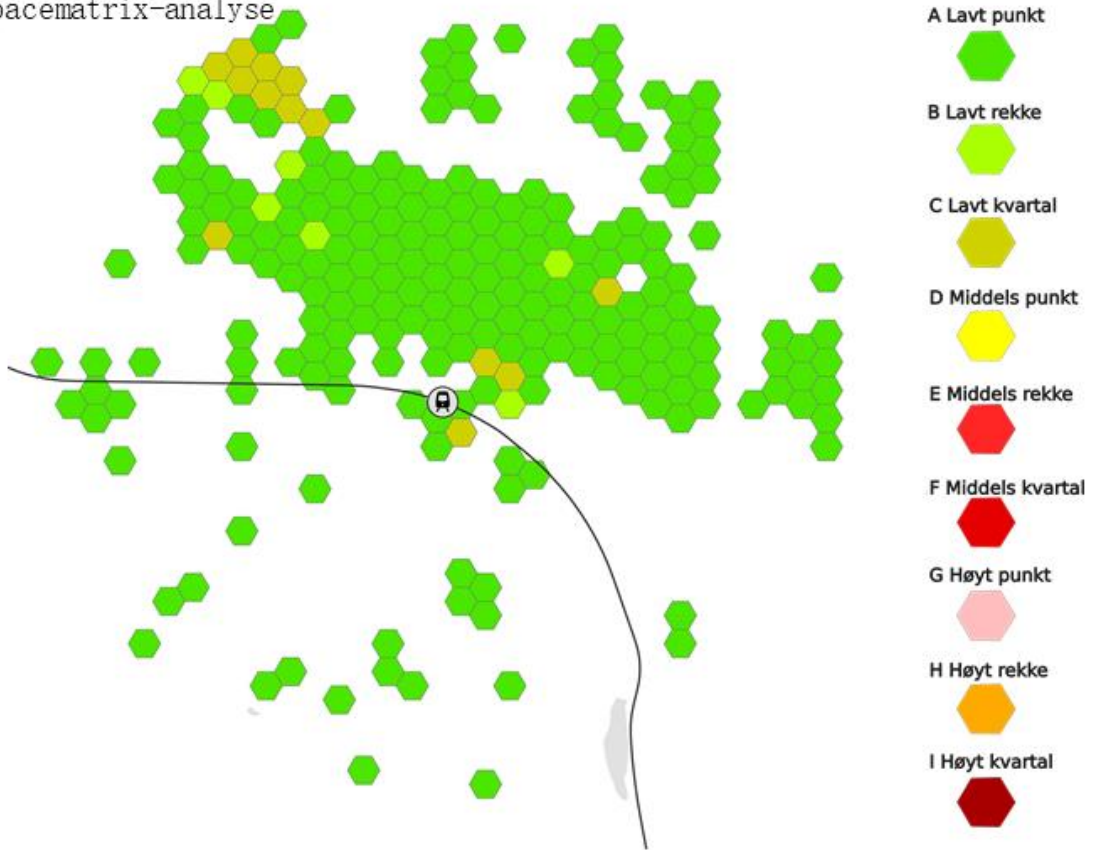
analysen ser man at det er høyeste funksjonsmangfold i sammenheng med hovedgaten og i krysset hvor den deles i flere retninger. Råde har her et ganske mangfoldig sentrum her med både multifunksjonelle enkeltceller og en konsolidering av flere celler med varierte arealformål som samlet gjør et større område mangfoldig. Det mangfoldige sentrum ligger midt mellom to større soner med boligformål. Det gjør at tilgjengeligheten til funksjoner fremstår som ganske bra her (Figur 6.14).



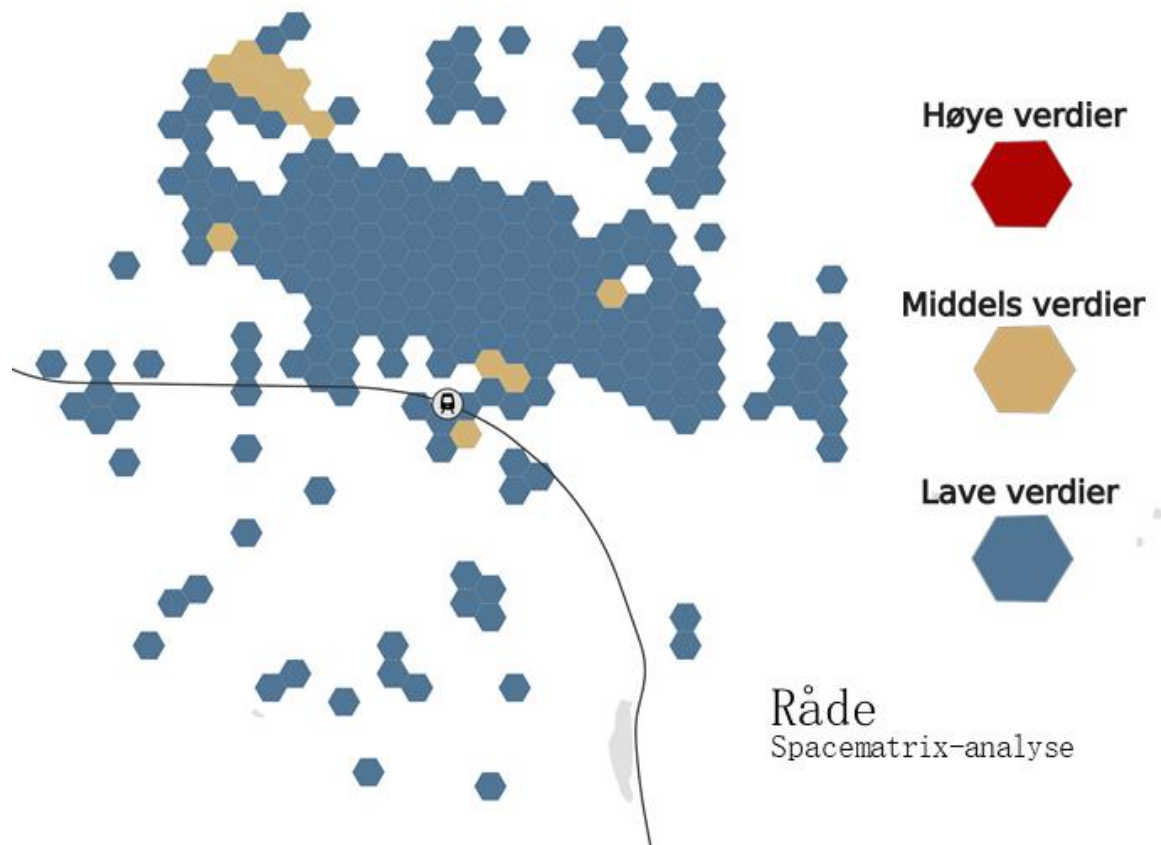
Figur 6.10 Resultat av Space Syntax-Analyse av Råde. Illustrasjon: Sverre Myklebust.

Råde

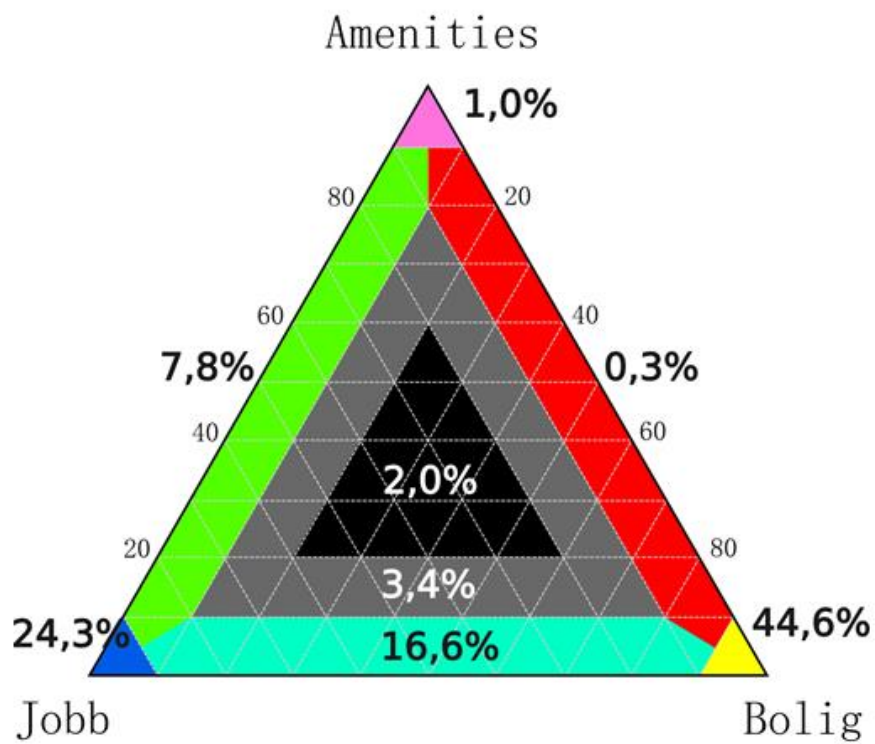
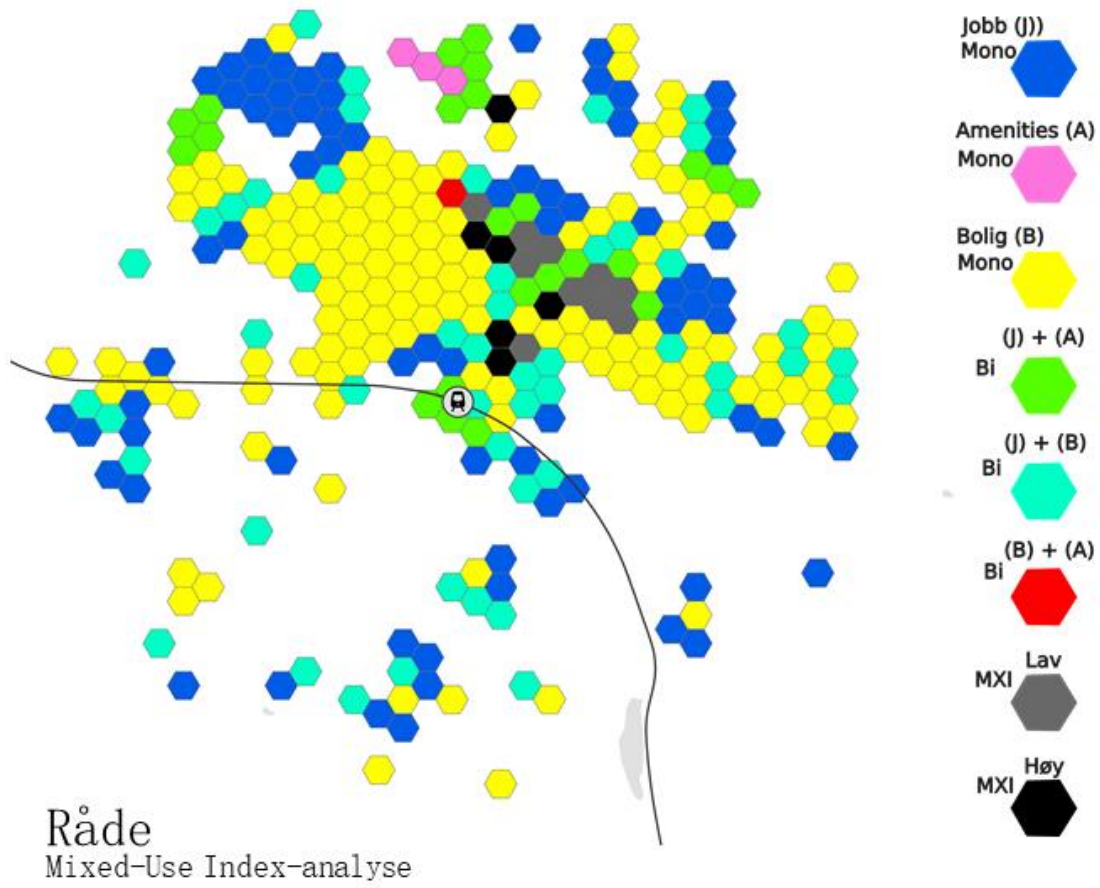
Spacematrix-analyse



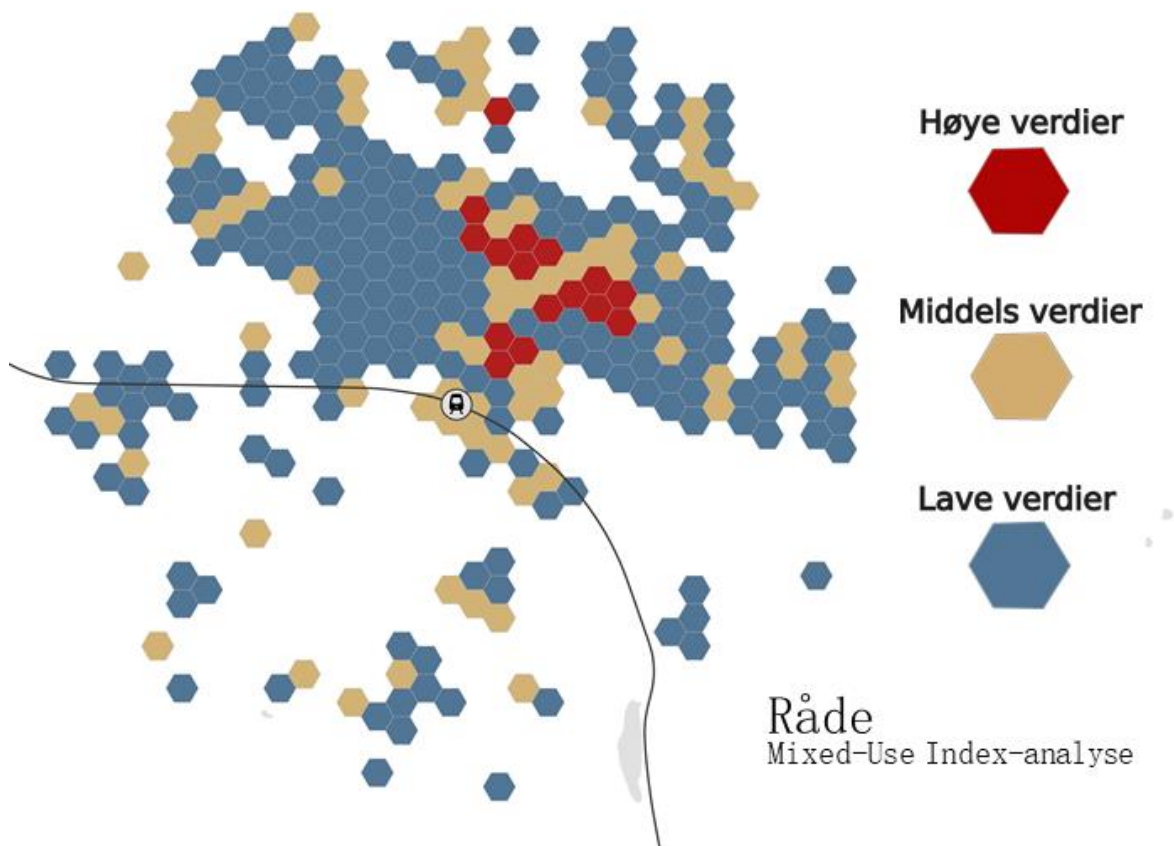
Figur 6.11 Spacematrix-analyse av Råde med fordelingsgraf.



Figur 6.12 Re-klassifiseringen av Spacematrix-analysen over etter Form Syntax.



Figur 6.13 Mixed-Use Index-analyse av Råde med tilhørende fordelingstriangel.



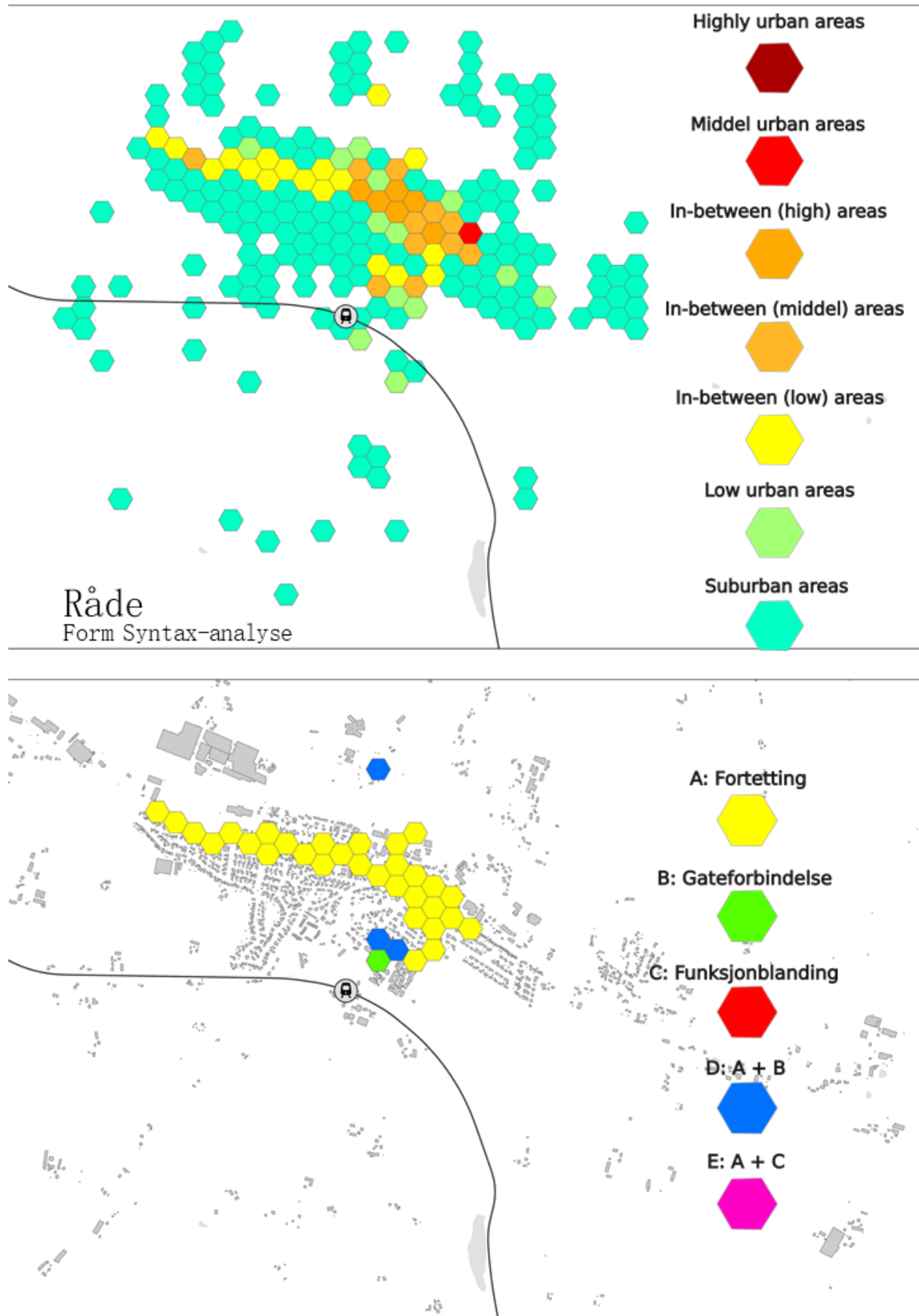
Figur 6.14 Re-klassifisering av Mixed-Use Index-analysen etter Form Syntax.

6.3.4. TJD og Form Syntax for Råde

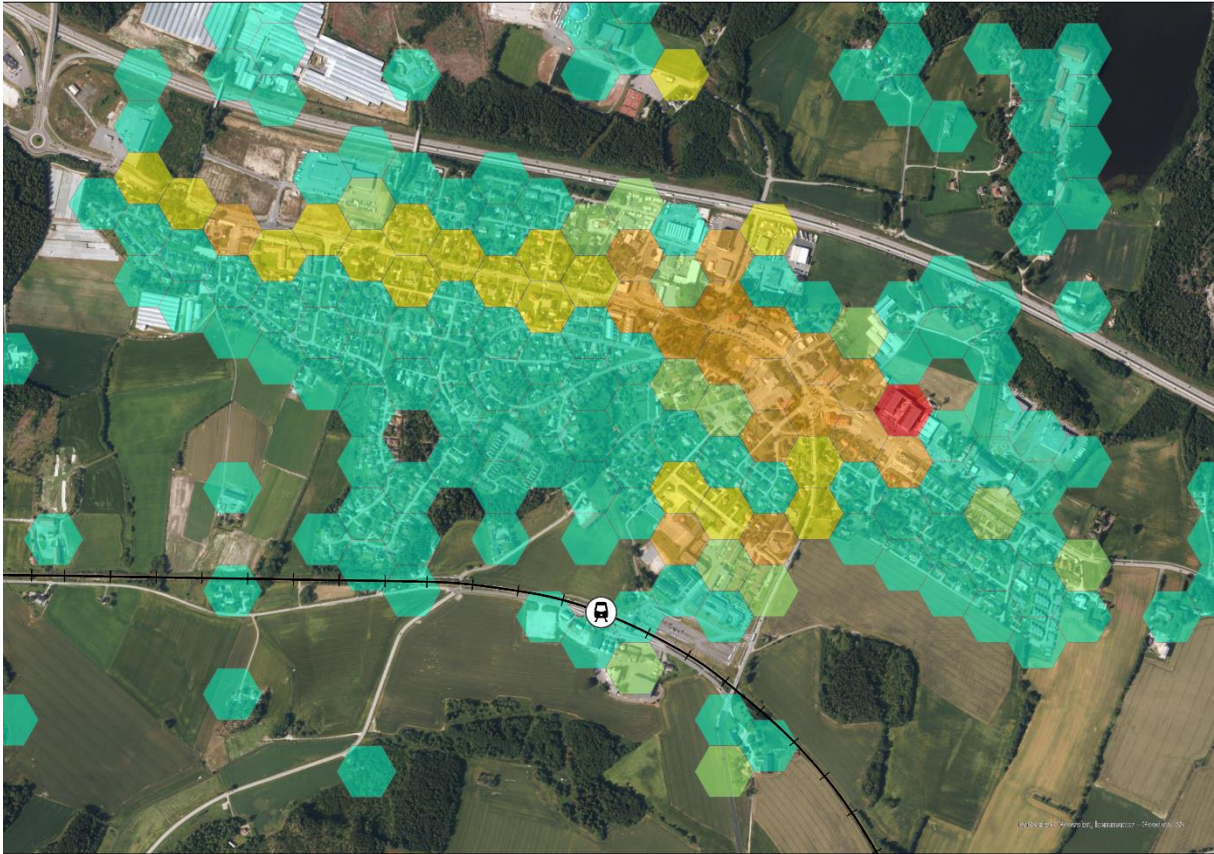
Av analysen ser vi at Råde har ingen «Highly urban areas» og kun et «Medium urban area» (Figur 6.15). Derimot er det flere «In-between areas» av høy og middels grad. Disse er konsolidert rundt X-krysset i hovedgaten. Ellers ser man at hovedgaten og avstikkeren ned mot jernbanestasjonen er omkranset av «suburban areas». Det er en positiv tendens at det er en semi-urban forbindelse mellom hovedgaten og jernbanestasjonen. Samtidig ser man at helt tett rundt stasjonen er områdene suburbane eller tomme. Dette peker på en mangel på tilgjengelighet langs alle de morfologiske elementene som inngår i analysen. Det vil kreve satsing langs alle disse dimensjonen for å gjøre dette området urbant tilgjengelig.

Potensialet for urbanisering i Råde viser seg også å være markant (Figur 6.15). Omtrent hele hovedgaten viser seg å være i ubalanse med hensyn til bebyggelsesform og tetthet. Urbanisering og fortetting langs hele hovedgaten vil kunne være et

kjempeløft for Råde i et TOD-perspektiv. En forbedringsstrategi som innbefatter fortetting av hovedgaten og økt forbindelse til jernbanen kan implementeres som TJD, ettersom det vil være av interesse for både næringslivet og offentlige transportleverandør. At ubalansen skyldes lite urban bebyggelse er ikke overraskende med tanke på at hovedgaten er såpass godt integrert (Figur 6.10), mens all tilstøtende bebyggelse er lav punktform (Figur 6.11). Potensialet for fortetting er også synlig langs gaten i retning av jernbanestasjonen. Her vises også et kombinert potensial for utbedring av gatenettverket. Effekten av å implementere en forbedringsstrategi som gjelder helt opp til stasjonen virker å kunne være høy i dette tilfellet. Både for tilgjengeligheten til stasjonen og sentrum gjennom gatenettverket, og gjennom reduserte avstand som følge av økt tetthet.



Figur 6.15 Forbedringsstrategier i henhold til Form Syntax-analyse av Råde.



Figur 6.16 Satellittfoto av Råde sett i sammenheng med urbanitetsgrader fra Form Syntax-analysen: Illustrasjon: Sverre Myklebust.

6.4. Casestudie av Porsgrunn Form Syntax



Figur 6.17 Satellittfoto av Porsgrunn hentet fra ArcGIS Pro.

Porsgrunn er definert som et «Underforsynt TOD» gjennom Node-Place-Design modellen. Det er det stasjonsområdet i modellen hvor forskjellen mellom nodekvaliteten og stedskvalitetene er størst. Nodeindeksen er nest lavest i hele systemet, kun høyere en Torp. Steds- og designmessig er Porsgrunn sammenlignbar med Fredrikstad, Sarpsborg og Ski. Gjennom Form Syntax-analysen synliggjøres stedskvalitetene i Porsgrunn og viser områdene som bør prioriteres gjennom forbedringsstrategier i sammenheng med økt kapasitet i transporttilbudet.

6.4.1. Space Syntax-analyse av Porsgrunn

Av analysen er det et tydelig sentrum i gatenettverket for Porsgrunn. Dette er området som går langs Porsgrunnselva og krysser broen i vest. Selve jernbanestasjonen ligger rett i ytterkant av området hvor kvaliteten går over fra middels til lav (Figur 6.18). Sentrum av gatenettverket er et sammenhengende område, og stasjonen er ganske tett på dette. Områder med middels verdi strekker

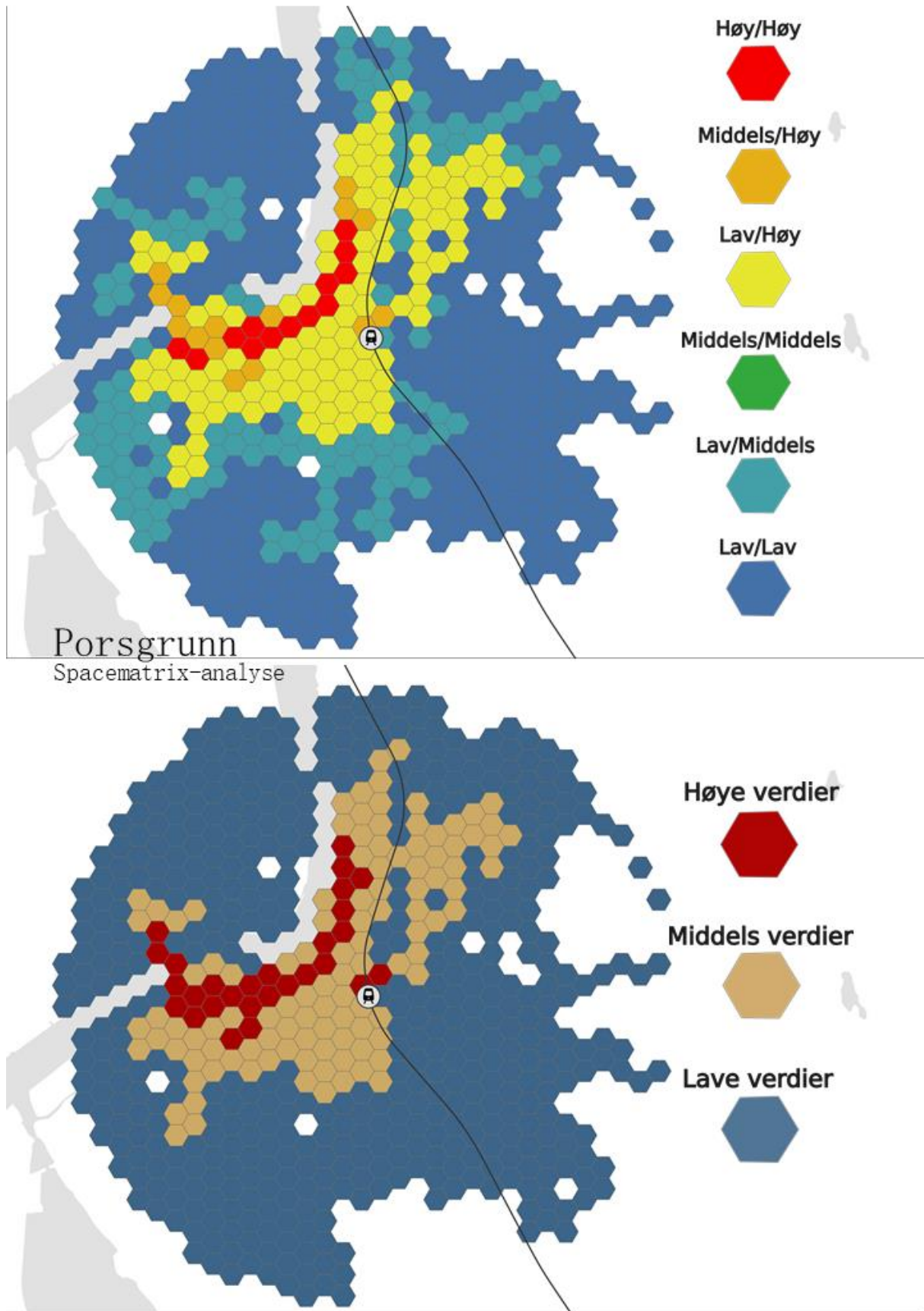
seg et stykke ut fra sentrum i retning sør. Dette er i sammenheng med et eneboligfelt som er organisert i en nettverksstruktur (Figur 6.17). Det er også et lite område ved stasjonen som er høyt integrert i forbindelse med en gangvei under jernbaneskinnene som knytter sammen øst- og vestsiden.. Selv om stasjonen ikke er fullstendig integrert i sentrum er den tett på og det kan virke som gode forutsetninger for enda høyere integrering. Sammenlignet med Eidsvoll og Råde er Porsgrunn mye bedre stilt fordi stasjon, sentrum og nettverk er samstemt.

6.4.2. Spacematrix-analyse av Porsgrunn

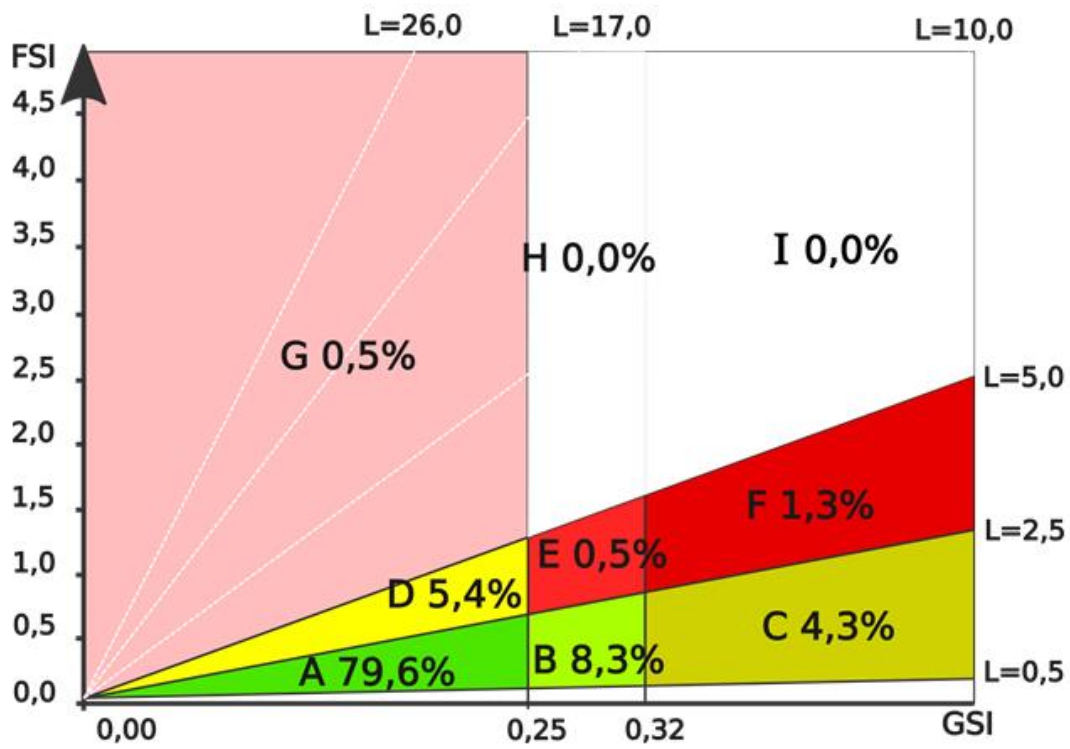
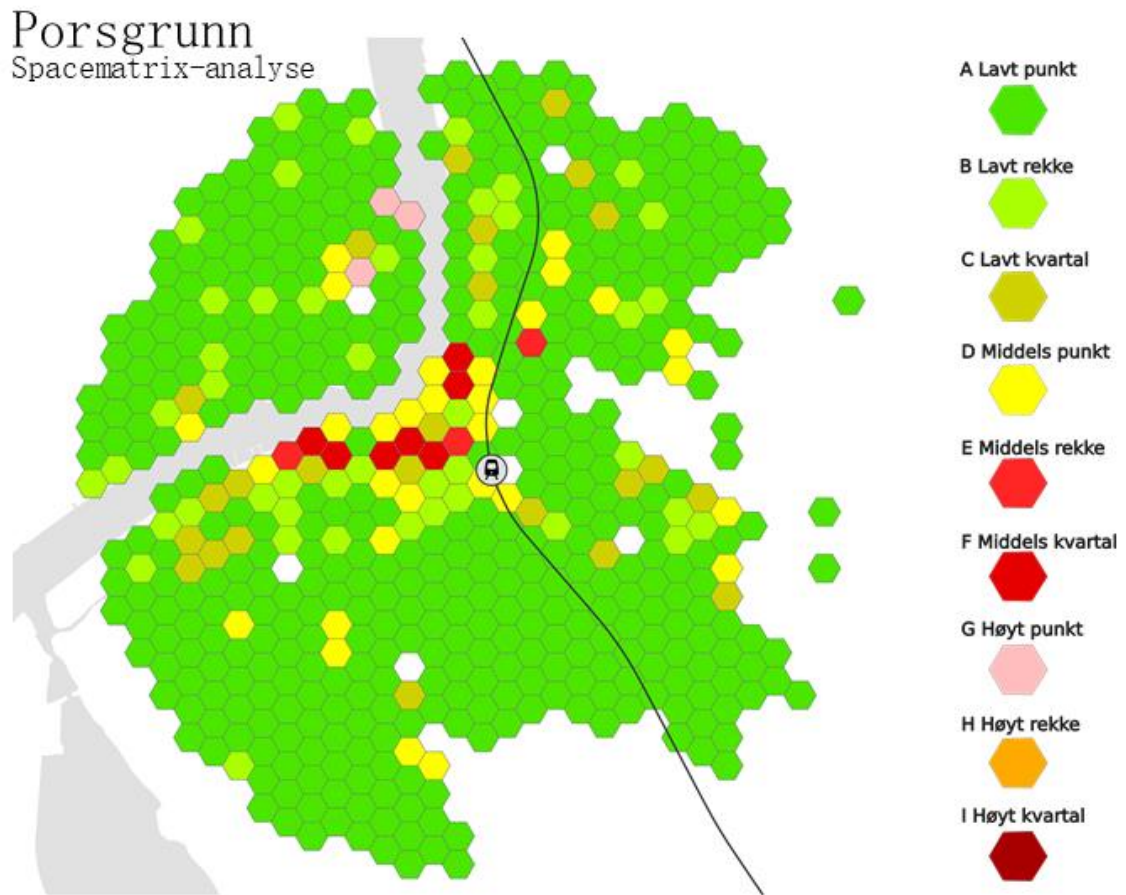
Av analysen ser vi at Porsgrunn har et konsolidert sentrum mellom jernbanestasjonen og ned langs Porsgrunnselva. Her er det flere områder med urban bebyggelse, som middels høye striper og kvartal (Figur 6.19). Dette utgjør likevel bare 1,8% av bebyggelsesformen. Det er en gradvis overgang fra mer urbane former til lav punktbebyggelse, men man skal ikke langt ut fra sentrum før det omtrent bare er lav punktbebyggelse. Frittliggende eneboliger og annen lav punktbebyggelse utgjør hele 79,6%, mens lav bebyggelse samlet utgjør 88,2%. Bebyggelsesmessig er jernbanestasjonen en del av ytterkanten av det urbane sentrum, og spesielt på østsiden av jernbanesporet er tettheten lavt utnyttet (Figur 6.20).

6.4.3. Mixed-Use Index-analyse av Porsgrunn

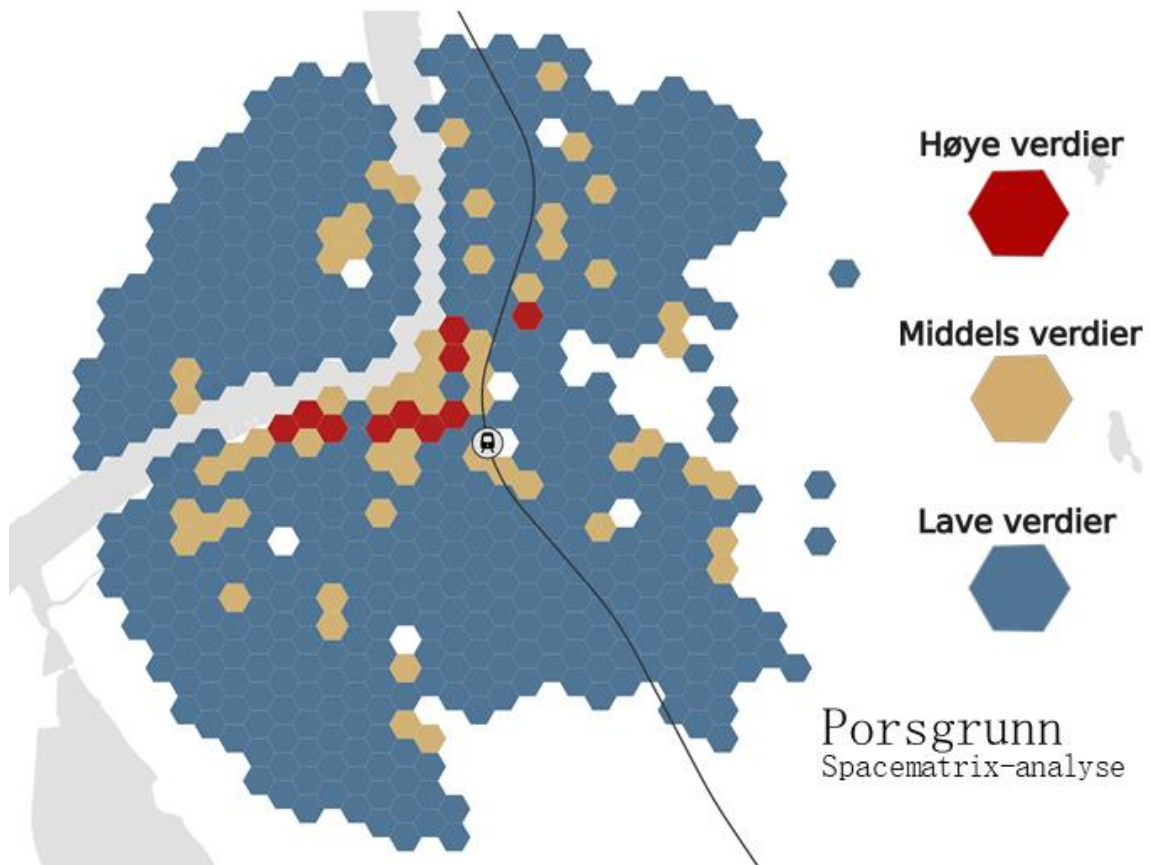
Vi ser at Porsgrunn har et belte med langs sørsiden av Porsgrunnselva med mye bifunksjonelt og multifunksjonelt mangfold (Figur 6.21). Samtidig er det en betydelig del monofunksjonelt boligformål med 59,8%. Nord for jernbanestasjonen er jernbanetraseen et tydelig skille mellom boligområder og det multifunksjonelle Porsgrunn langs elven. Totalt er 63,2% av Porsgrunn monofunksjonelt, 24% er bifunksjonelt og 12,7% er multifunksjonelt. Utover sentrum er det også en del bifunksjonalitet nordøst for jernbanestasjonen i sammenheng med Universitetet i Sørøst-Norge sitt campus og en del næringsbebyggelse langs riksvei 32. Det er også en del spredt bifunksjonalitet av jobb og bolig innimellom de monofunksjonelle boligområdene (Figur 6.22).



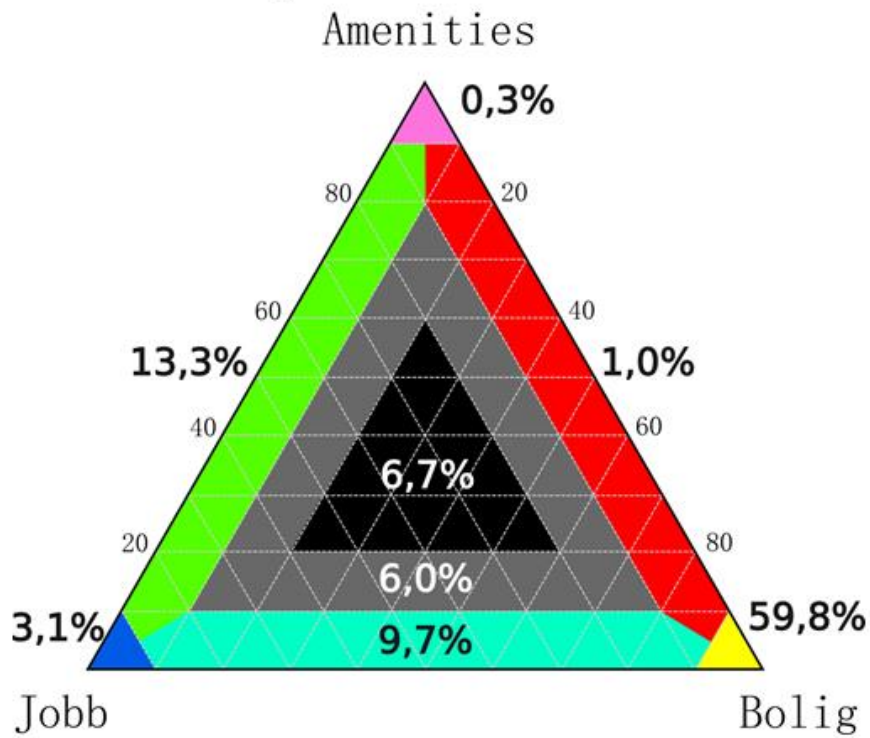
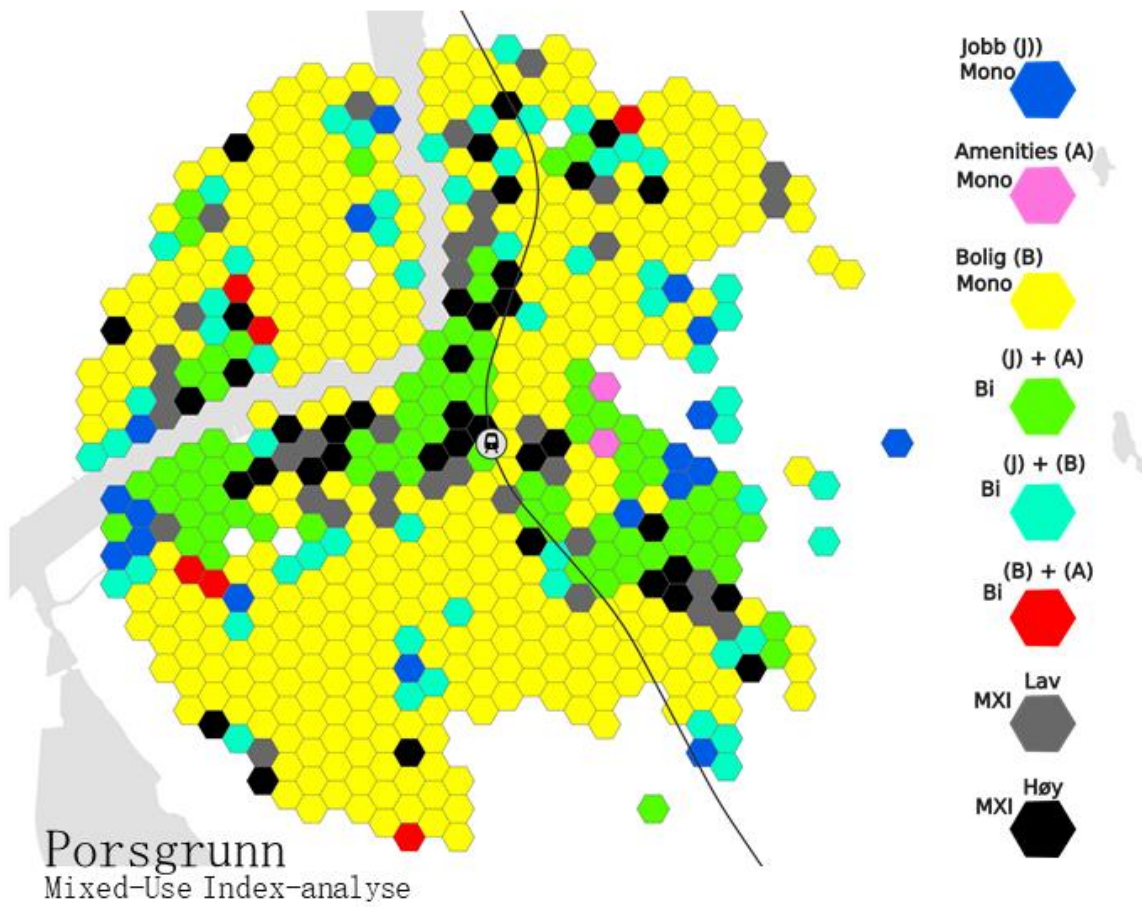
Figur 6.18 Space Syntax-analyse av Porsgrunn.



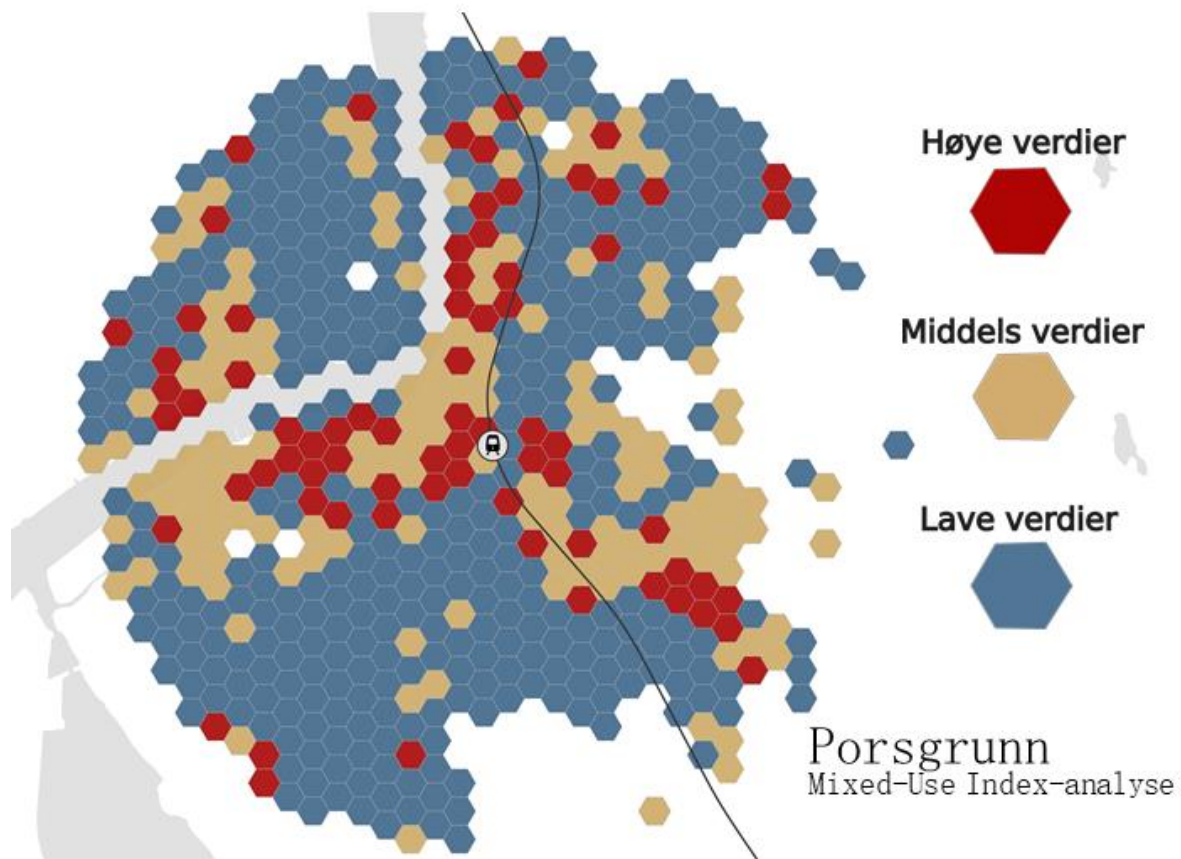
Figur 6.19 Spacematrix-analyse av Porsgrunn med tilhørende fordelingsgraf.



Figur 6.20 Re-klassifisering av Spacematrix-analysen etter Form Syntax.



Figur 6.21 Mixed-Use Index-analyse av Porsgrunn med fordelingstriangel.



Figur 6.22 Re-klassifisering av Mixed-Use Index-analysen etter Form Syntax.

6.4.4. TJD og Form Syntax for Porsgrunn

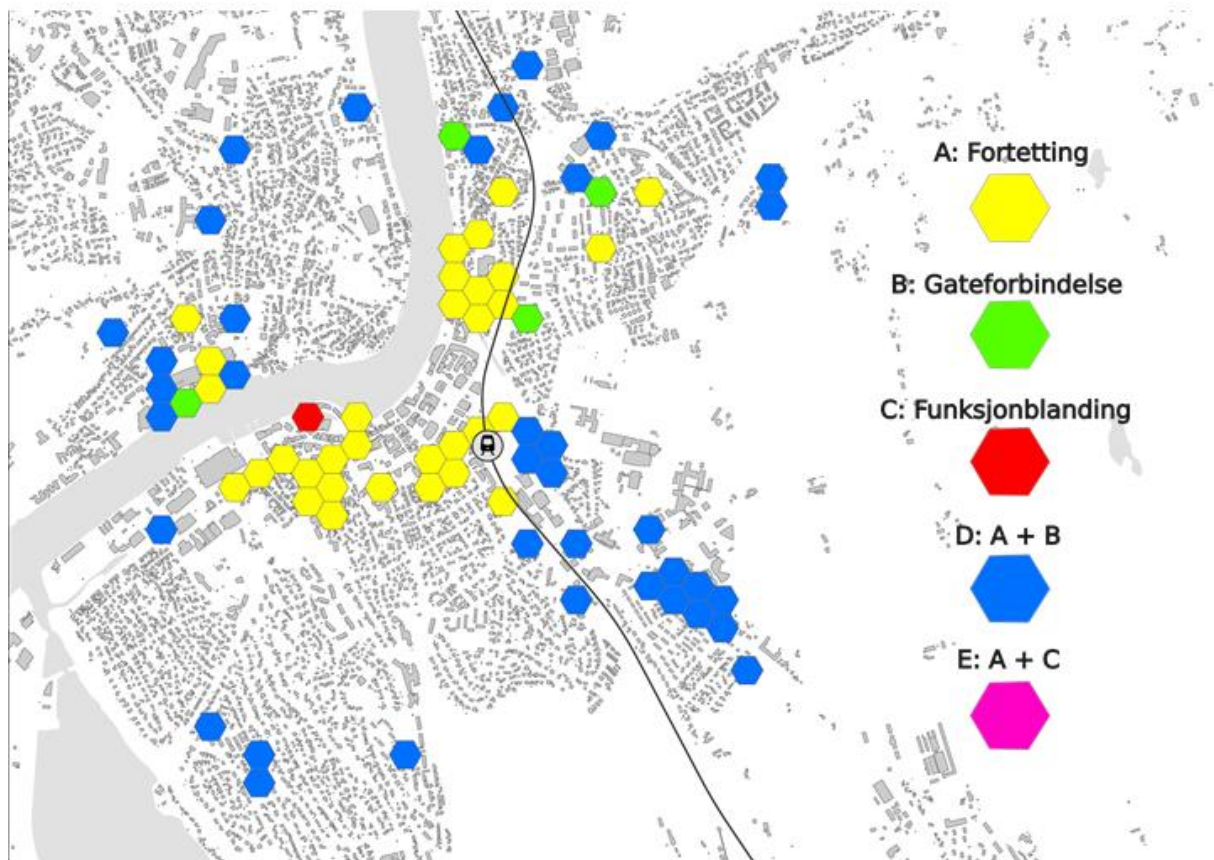
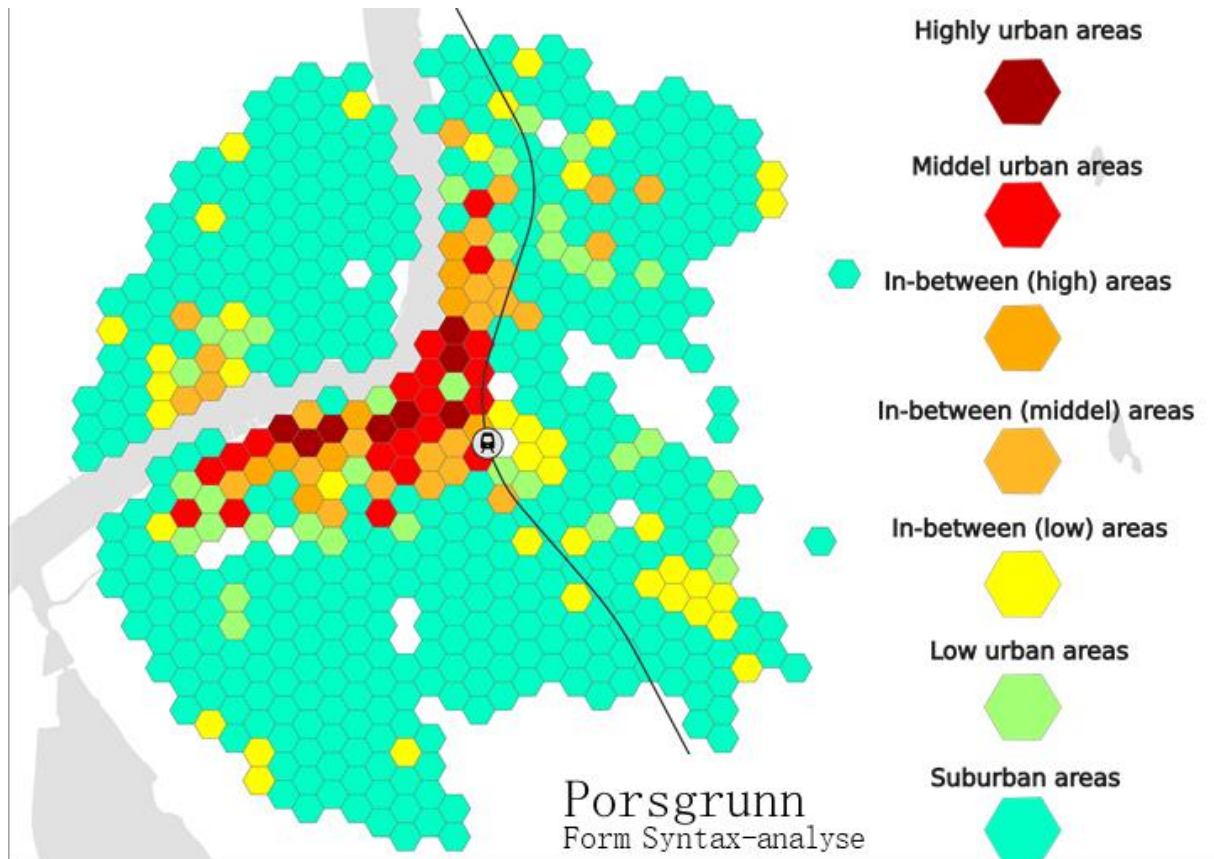
Langs sørøstsiden siden av elven har Porsgrunn et sentrum med stor andel høyt eller middels høye urbane områder (Figur 6.23). Jernbanestasjonen ligger tett opp til dette i et «In-between (high) area». Dette tyder på god tilgjengelighet mellom stasjon og sentrum, som kan bidra til at flere velger toget til transport. Vi ser også at overgangen mellom høy urbanitet og suburbant er brå, det er lite som tyder på en gradvis nedtrapping ut fra sentrum. Man er enten i urbane omgivelser, eller så er man i suburbia.

Av analysen for forbedringsstrategier ser vi at ubalanserte områder nettopp er i sammenheng med denne brå overgangen (Figur 6.24). Ettersom gatenettverket ut i boligområdene sør for sentrum er av nettverksstruktur med god integrasjon inn til sentrum synliggjøres et stort potensial for fortetting. Tettere bebyggelse med urban form kan forlenge sentrum, og i hvert fall gi en noe mer gradvis overgang

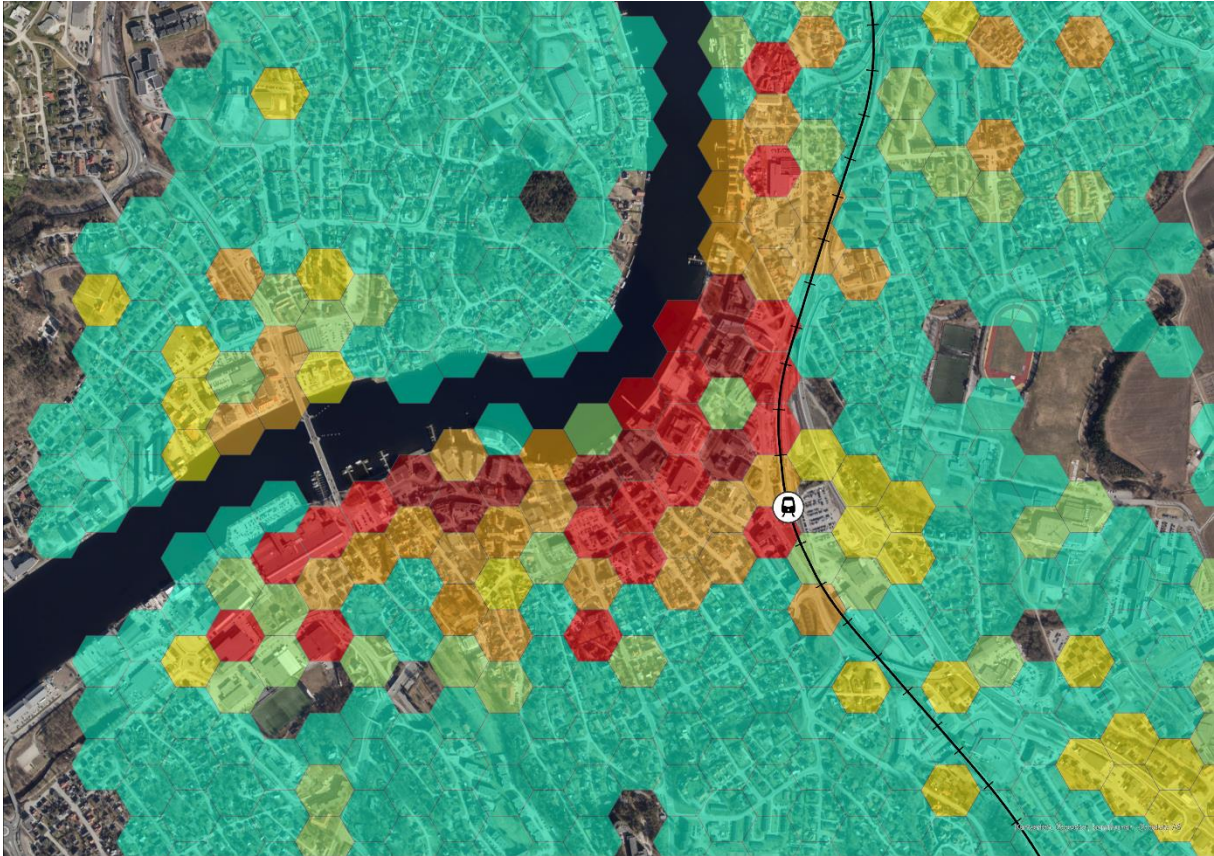
mellom områder. Fortettingspotensialet er også synlig rundt jernbanestasjonen. Forbedringsstrategier for Porsgrunn bør inneholde fortetting nært sentrum, og involvere offentlig transportleverandør i byutvikling rundt togstasjonen etter TJD-konseptet. Dette vil kunne bedre Porsgrunns allerede relative høye stedskvaliteter til også i større grad gjelde nærområdet til togstasjonen. Porsgrunns største behov er fortsatt økt tilbud på transportsiden, men strategier for å bedre stedskvalitetene rundt stasjonen vil kunne bidra til å fasilitere dette blant annet gjennom å besørge en tilstrekkelig brukermasse.

I næringsområdet sørøst for jernbanestasjonen er også ubalanse avdekket med hensyn til svake gateforbindelser og urban form. Av Mixed-Use Index-analysen var dette et område med mye multifunksjonalitet, men som med sin tilknytning til en hovedvei ikke er særlig urban, eller vennligstilt for mennesker å gå eller sykle i.

Det samlede inntrykket er at Porsgrunn har veldig gode steds- og designkvaliteter i sentrumsområdet langs elven, men at disse avtar fort når man beveger seg utenfor dette området. Jernbanestasjonen er i ytterkant av sentrumsområdet, og drar fordeler av dette, samtidig som potensialet for fortetting er til stede og forbedringsstrategier bør adressere dette.



Figur 6.23 Forbedringsstrategier i henhold til Form Syntax-analyse av Porsgrunn.



Figur 6.24 Satellittfoto over Porsgrunn i sammenheng med urbanitetsgrader i byen.

6.5. Oppsummerende om Form Syntax og resultater

I oppgaven er det brukt Form Syntax integrert med Node-Place-Design modellen på en måte som ikke tidligere er gjort. Gjennom Form Syntax undersøkes det hvordan samordningen av areal- og transportplanlegging kan evalueres internt i nodene. Dette er i oppgaven referert til som nivå 3, hvorav nivå 1 er hele transportsystemet og nivå 2 er nodene som egne helheter i systemet (Figur 1.2).

Med Node-Place-Design modellen gis det en kontekst gjennom nodens typologi for casestudien. Med Form Syntax brukt i denne konteksten skaffes stedsspesifikk kunnskap om forhold internt i noden som kan sees i lys av typologiene.

Stedsspesifikk kunnskap kommer i form av cellens plassering og tilhørende urbanitetsgrad. Det er grunnlag for videre undersøkelser opp mot eiendommer og kvartaler som overlapper med cellene og utarbeiding av forbedringsstrategier. Kvalitetsheving internt i cellene vil også løfte nodens kvaliteter som en helhet, som igjen vil slå ut i Node-Place-Design modellen. Dette vil forskyve noden og

forhold i modellen. Slik er det mulig å kvalitetssjekke effekten av interne tiltak opp mot tilstanden i hele systemet.

Eksempelvis ser vi av casestudiene at Eidsvoll defineres som «TAD» kan forklares med utgangspunkt i at jernbanestasjonen (transport) ikke er integrert med sentrum (sted). Kvalitet på gatenettverk, bebyggelsesform og funksjonsblanding er i sentrum, mens det mangler rundt jernbanestasjonen. Heves disse kvalitetene vil Eidsvoll bevege seg i Node-Place-Design modellen og kunne nærme seg typologier for TOD.



Bilde 7 Lillehammer stasjon. Kilde: (Bane NOR)

7. Oppsummering og konklusjon

I denne oppgaven er Node-Place-Design modellen videreutviklet gjennom integrasjon med Form Syntax på en måte som ikke før er gjort. Den integrerte modellen er et fullstendig og innovativt bidrag til hvordan å evaluere implementeringen av samordnet areal- og transportplanlegging. Det er vist hvordan Node-Place-Design modellen og Form Syntax utfyller hverandre og samlet adresserer de 3 nivåene for samordnet areal- og transportplanlegging.

Gjennom testing av den integrerte metoden, er den vist operativ og presis. Det er gjort en faglig begrunnet og kontekstbasert utvelgelse av indikatorer til modellen, og prosesser for innsamling av data er beskrevet. Det er beskrevet helt nye typologier tilpasset den norske konteksten, her representert ved InterCity-Triangelet.

Videreutviklingen av den integrerte evalueringemetoden bidrar til å løse flere utfordringer. Først er det vist som en operativ evalueringemetode for tilstanden på implementeringen av samordnet areal- og transportplanlegging. Det gir grunnlag for en forståelse av forholdet mellom transport, sted og design i alle 3 nivåene av transportnettverk som ikke tidligere er oppnådd. Økt forståelse gir nytt grunnlag for bevilgning av midler og prioritering mellom prosjekter, og satsing innad i prosjekter.

For det andre er det, gjennom testing av modellen, tilført konkret ny kunnskap om tilstanden på samordnet areal- og transportplanlegging i Norge på system, node og lokalt nivå. Dette er objektiv informasjon fra analyser som egner seg som kunnskapsgrunnlag inn i strategi- og planarbeid i forbindelse med InterCity-nettverket og tilhørende stasjonsområder. Stasjonsplassering, strategier for transport og mobilitet, temaplaner eller forbedringsstrategier for fortetting eller byutforming er alle eksempler hvor resultatene fra denne oppgaven vil være relevant.

For det tredje er den integrerte metoden vist egnet som et praktisk verktøy til fremtidig planarbeid. Metodikken en gjennom oppgaven formidlet på en detaljert og lettfattelig måte, forankret i faglig substans. Innhenting og behandling av tilgjengelig data fra nasjonale og internasjonale kilder er forklart og kan enkelt replikeres. Metoden er relativ enkel, har faglig ballast, gir resultater egnet for presentering, og som grunnlag for inferens. Transport, stedskvaliteter og design, samt balansen mellom dem, er håndgripelige faktorer som alle kan forholde seg til. Det gir metoden appell som et prioritert verktøy for utarbeide beslutningsgrunnlag for planleggere på regionalt og lokalt nivå.

7.1. Oppsummering av tilstand på samordning

Konkret så viser testing av den integrerte metoden at InterCity-Triangelet mangler transportkapasitet. Dette er i tråd med NTP og bakgrunnen for utvidelsen og oppskalering av transportnettverket frem mot 2036. Resultatene viser også at det internt i transportsystemet er store indeksvariasjoner mellom stasjonsområder, og også internt i samme stasjonsområde. Nettverket inneholder alt fra større stasjonsområder av internasjonal karakter (Oslo S) til små tettsteder med et par 100-talls innbyggere (Torp, Tangen, Eidsvoll, Sande). Variasjonene er reflektert i de nyformulerte og kontekstbaserte typologiene for nettverket. Typologiene er «Underutviklet TAD», «TAD», «Ubalansert tettsted», «Ubalansert TOD», «Underforsynt TOD» og «Underforsynt urban TOD». Alle typologiene representerer en form for ubalanse, enten gjennom å være underforsynt transportmessig eller fordi stedsindeksen dominerer. Det er også identifisert TADs langs nettverket representert ved Tangen, Eidsvoll og Asker. Disse bør tillegges en egen form for oppmerksomhet ettersom de innehar en ettertraktet balanse mellom transport og sted som blir forringet grunnet mangelfull urban design.

Det heterogene systemet med store variasjonene mellom nabonoder gir opphav til to mulige tilstander lokalt i systemet^{1,2}. Disse to tilfellene vil henholdsvis kunne ha spesielt god effekt av at flere fikk tilgang til stasjonen, eller ekstra transportkapasitet til alle som allerede har tilgang. Å identifisere slike

tilfeller vil være en god strategi for å kunne prioriter satsingsområder og prosjekter langs transportsystemet.

¹«I enkelttilfeller eksisterer en form for overflødig mobilitet i et ellers belastet transportnettverket som ikke manifesterer seg i målet om tilgjengelighet.» - Seksjon 5.1.2.

og

²«Det finnes overflødig tilgjengelighet som ikke manifesteres som bærekraftig mobilitet.» - Seksjon 5.1.2.

Det er også vist at togtransport i mindre grad direkte korrelerer med steds- og designkvaliteter. Korrelasjonen er høyere for buss og sykkel med tog, og buss og sykkel med steds- og designkvaliteter. Tar man hensyn til lav korrelasjon mellom befolkningstall og togtransport også peker dette mot en sammenheng hvor det er lettere å ta buss og sykkel fra boligen til togstasjonen enn å gå. Tilsvarende viser modellen at tilgjengeligheten mellom arbeidsplass og togstasjon med gange er noe høyere.

I casestudiene er det i 3 stasjonsområder påvist mye suburbanitet og ubalanse, også tett opp til jernbanestasjonen. I Eidsvoll ligger jernbanestasjonen et helt annet sted enn sentrum. Økt tilgjengelighet gjennom reduserte avstander med fortetting og transformasjon i sammenheng med utbedring av gatenettverket bør være sentralt i en forbedringsstrategi.

I Råde er også hovedgaten et stykke unna jernbanestasjonen, og integreringen mellom dem er svak. Hovedgaten har stort potensial for tilgjengelighet som bør forløses gjennom fortetting. Fortetting rundt stasjonen og flere snarveier til hovedgaten bør også inngå i en forbedringsstrategi.

I Porsgrunn er det mye urbanitet, og jernbanen er tilstøtende dette. Samtidig er det stor potensiale for å utnytte tilgjengeligheten som ligger latent i gatenettverket. I Porsgrunn er det også transportkapasiteten som er hovedutfordringen. Prioritering av infrastruktur for sykkel og økt busskapasitet

sammen med fortetting i kvartalene i områdene rundt stasjonen bør være elementer som inngår i en forbedringsstrategi.

7.2. Videre forskning

Dette er første forsøk på implementering av Node-Place-Design modellen og Form Syntax. Gjennom oppgaven er det synliggjort en del forbedringsmuligheter ved metodikken. Det er også sett muligheter for videre utvikling, innovering, raffinering og testing.

Det er rom for endring i indikatorbruken og datagrunnlaget. Hvilke indikatorer som skal anvendes, samt hvor og hvordan dataen kan innhentes. Eksempelvis er bysykler et mer og mer vanlig transporttilbud som bidrar til mobilitet. Å i større grad få hentet inn eksisterende data og unngå manuell telling vil effektivisere og redusere sjansen for feilkilder.

En fullstendig anvendelse av Space Syntax i modellen vil også være et naturlig steg i videre utvikling for å bedre grunnlaget til designindeksen (Pezeshknejad, et al., 2020; Van Nes & Stolk, 2012). Ekstra bevissthet rundt kartlegging av gatenettverk som forlenging inn og gjennom jernbanestasjon i sammenheng med Space Syntax kan være en veldig relevant innovering som kan bidra med mye forståelse (Paksukcharern, 2003).

Form Syntax på eiendoms- eller kvartalsnivå er også noe som gjøres, men er ikke blitt tatt i bruk i denne oppgaven (Ye, et al., 2016). Dette er aktuelt ettersom eiendomsforhold ofte er styrende i byutviklingsprosjekter.

Det er også spørsmål knyttet til avgrensning av stasjonsområdene. Andre studier (Caset, et al., 2018; Vale, et al., 2018) har pekt på tilpasning ut ifra transportmoduset som definerer transportnettverket, og også utvidelse av nedslagsfeltet for å bedre forstå mobilitet i sammenheng med sykling. Sykling er satset på i Norge, så en slik videreutvikling vil være aktuell.

Det vil også være aktuelt å gjøre disse endringene i anvendelsen i sammenheng med testing på et annet transportnettverk i Norge. Dette kan være Oslo t-bane, Bybanen i Bergen eller Bussveien (BRT) i Stavanger.

Vedleggsliste

Vedlegg 1: Indikatordata.xlsx - Innsamlet data til beregning av indikatorer

BIBLIOGRAFI

Ambita Infoland, u.d. *Ambita Infoland*. [Internett]

Available at: <https://infoland.ambita.com/#/>

[Funnet 14 Januar 2020].

Bane NOR, 2018. *Om InterCity*. [Internett]

Available at: <https://www.banenor.no/Prosjekter/prosjekter/intercity/hvorfor-intercity/>

[Funnet 26 April 2020].

Bane NOR, 2020. *Sykkelparkering på stasjonen*. [Internett]

Available at: <https://www.banenor.no/Jernbanen/Sykle-til-stasjonen-/>

[Funnet 15 Mars 2020].

Bane NOR, u.d. *Stasjonene A-Å*. [Internett]

Available at: <https://www.banenor.no/Jernbanen/Stasjonsok/>

[Funnet Februar 2020].

Banister, D., 2008. The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, Volum 15, pp. 73-80.

Berghauser Pont, M. & Haupt, P., 2007. The relation between urban form and density. *Urban Morphology*, 11(1), pp. 62-66.

Berghauser Pont, M. & Haupt, P., 2010. *Space, Density and Urban Form*. Amsterdam: Upublisert.

Bertolini, L., 1996. Nodes and places: complexities of railway station redevelopment. *European Planning Studies*, Juni, Volum 4, pp. 331-345.

Bertolini, L., 1999. Spatial development patterns and public transport: The application of an analytical model in the Netherlands. *Planning Practice & Research*, 14(2), pp. 199-210.

- Bertolini, L., 2017. Integrating Urban and Transport Planning. I: *Planning the Mobile Metropolis*. s.l.:Macmillan Education UK, pp. 101-127.
- Calthorpe, P., 1993. *The new American metropolis: Ecology, Community and the American dream*. New York: Princeton Architectural Press.
- Carlton, I., 2009. *Histories of Transit-oriented development: Perspectives of development of the TOD concept*. s.l.:UC Berkley - Institute of urban and regional development.
- Carmona, M., Tiesdell, S., Heath, T. & Oc, T., 2010. *Public places - Urban Spaces*. 3. red. Oxford: Routledge.
- Caset, F., Vale, D. & Viana, C., 2018. Measuring the Accessibility of Railway Stations in the Brussels Regional Express Network: a Node-Place Modeling Approach. *Networks and Spatial Economics*, Volum 18, pp. 495-530.
- Cervero, R., Ferrel, C. & Murphy, S., 2002. Transit-Oriented development and joint development in the United States - A litterature review. *Result research digest*, Oktober. Issue 52.
- Cervero, R., Kockelman & Kara, 1997. Travel demand and the the 3Ds: Density, Diversity and design. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, September, 2(3), pp. 199-219.
- Chapman, D., 2013. Does TOD Need the T? On the Importance of Factors Other Than Rail Access. *Journal of the American Planning Association*, pp. 17-31.
- Chorus, P. & Bertolini, L., 2011. An Application of the node place model to explore the spatial development dynamics of station areas in Tokyo. *The journal of transport and land use*, 4(1), pp. 45-58.
- Cozen, M., 1960. Alnwick: A study in town plan analysis. *Transactions of the Institute of British Geographers*, Volum 27, pp. 1-122.
- Crane, R., 2016. The Influence of Urban Form on Travel: An Interpretive Review. *Journal of Planning Literature*, Volum 15, pp. 3-23.

Curtis, C., 2012. Delivering the 'D' in Transit-Oriented Development: Examining the town planning challenge. *The Journal of transport and land use*, 5(3), pp. 83-99.

Dadvand, P. & Nieuwenhuijsen, M., 2019. Green Space and Health. I: M. Nieuwenhuijsen & H. Khreis, red. *Integrating Human Health into Urban Transport Planning*. s.l.:Springer Nature 2019, pp. 409-424.

Dittmar, H. & Poticha, S., 2004. Defining Transit-Oriented Development: The New Regional Building Block. I: G. Ohland & H. Dittmar, red. *The New Transit Town: Best Practices in Transit-Oriented Development*. Washington D.C.: Island Press, pp. 19-40.

Ewing, R. & Cervero, R., 2010. Travel and the Built Environment. *Journal of the American Planning Association*, Volum 76, pp. 265-294.

Gehl, J., 1971. *Livet mellom husene*. 4. red. s.l.:Arkitektenes forlag.

GeoNorge, u.d. *GeoNorge - Kartkatalogen*. [Internett]
Available at: <https://kartkatalog.geonorge.no/>
[Funnet 25 Februar 2020].

Giles-Corti, B. et al., 2019. Built Environment and Physical Activity. I: M. Nieuwenhuijsen & H. Khreis, red. *Integrating Human Health into Urban Transport Planning*. s.l.:Springer Nature 2019, pp. 347-382.

Google, u.d. *Google Maps*, s.l.: s.n.

Hale, C., 2014. TOD Versus TAD: The Great Debate Resolved...(?). *Planning Practice & Research*, Volum 29, pp. 492-507.

Hansen, G. S., Hofstad & Hege, 2015. *Kompakt byutvikling - Muligheter og utfordringer*. 1. red. Oslo: Universitetsforlaget.

Haugrønning, B. et al., 2011. *Planlegging, vern og utbygging: En introduksjon til plan- og bygningsloven*. 2 red. s.l.:s.n.

Hillier, B., 1996. *Space is the machine*. Cambridge: Cambridge University Press.

Hillier, B. et al., 1993. Natural movement: or, configuration and attraction in urban pedestrian movement. *Environment and planning B: Planning and Design*, Volum 20, pp. 29–66.

Hoek, J. v. d., 2008. The mixed-use index as planning tool for (new) towns in the 21st century. I: *New Towns for the 21st Century: the Planned vs the Unplanned city*. Amsterdam: SUN Architecture, pp. 198–207.

Jacobsen, J. & Forsyth, A., 2008. Seven American TODs: Good practices for urban design in Transit-Oriented Development projects. *Journal of Transport and Land Use*, Høst, 1(2), pp. 51–88.

Jacobs, J., 1961. *The death and life of great american cities*. s.l.:Modern Library.

Jernbanedirektoratet, 2020. *Passasjertall for stasjoner langs InterCity-triangelet*. s.l.:Jernbanedirektoratet ved Marie Engseth Proctor.

Jernbaneverket, 2016. *Konseptdokument for InterCity-strekningene: Revisjon 02A*. s.l.:Jernbaneverket.

Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2014. Statlige planretningslinjer for samordnet bolig-, areal- og transportplanlegging Fastsett ved kgl. res. av 26.09 2014, jf. plan- og bygningsloven av 27. juni 2008, § 6-2.. 27 Juni.

Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2018. *Byvekstavtaler*. [Internett]
Available at: <https://www.regjeringen.no/no/tema/kommuner-og-regioner/by--og-stedsutvikling/Byvekstavtaler>
[Funnet 25 April 2020].

Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2019. *Areal og transportplanlegging*. [Internett]
Available at: <https://www.regjeringen.no/no/sub/stedsutvikling/ny-emner-og-eksempler/areal-og-transportplanlegging-ny>
[Funnet 25 April 2020].

Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2019. Nasjonale forventninger til regional til regional og kommunal planlegging 2019–2023 Vedtatt ved kongelig resolusjon 14. mai 2019. 14 Mai.

Li, Z. et al., 2019. Transit oriented development among metro station areas in Shanghai, China: Variations, typology, optimization and implications for land use planning. *Land use policy*, Volum 82, pp. 269–282.

Low, N., 2013. *Transforming urban transport – the etics, politics and practices of sustainable mobility*. 1. red. Londong and New York: Routledge.

Lyu, G., Bertolini, L. & Pfeffer, K., 2016. Developing a TOD typology for Beijing metro station areas. *Journal of Transport Geography*, Volum 55, pp. 40–50.

Monajem, S. & Nosratian, F. E., 2015. The evaluation of the spatial integration of station areas via the node place model; An application to subway station areas in Teheran. *Transport Research Part D*, Volum 40, pp. 14–27.

Mulders-Kusumo, C., 2005. *Is a railway station "central" urban space?*. s.l., s.n.

Nieuwenhuijsen, M. & Khreis, H., 2019. Urban and Transport Planning, Environment and Health. I: M. Nieuwenhuijsen & H. Khreis, red. *Integrating Human Health into Urban and Transport Planning*. s.l.:Springer Nature 2019, pp. 3–16.

OpenStreetMap-bidragsterene, 2004. *Open Street Map – Open Database License*. [Internett]

Available at: <https://www.openstreetmap.org/>

[Funnet Mars 2020].

Paksukcharern, K., 2003. Node and place – A study on the spatial process of railway terminus area redevelopment in central London. *Upublisert doktoravhandling*.

Pezeshknejad, P., Monajem, S. & Mozafari, H., 2020. Evaluating sustainability and land use integration of BRT stations via extended node place model, an application on BRT stations of Tehran. *Journal of Transport Geography*, Volum 82.

Plan- og bygningsloven, 2008. *Lov om planlegging og byggesaksbehandling LOV-2019-06-21-68*. s.l.:s.n.

Renne, J., 2009. From transit-adjacent to transit-oriented development. *ocal Environment*, Januar, Volum 14, pp. 1-15.

Renne, J., Bartholomew, K. & Wontor, P., 2011. Transit-Oriented and Joint Development: Case studies and leagal issues. *Transit Cooperative Research - Legal Research Digest*, Issue 36.

Reusser, D. E., Loukopoulos, P., Stauffacher, M. & Scholz, R. W., 2008. Classifying railway stations for sustainable transitions - balancing node and place functions. *Journal of Transport Geography*, Volum 16, pp. 191-202.

Rådberg, J., 1996. *Towards a theory of sustainability and urban quality*. Stockholm, 14th Conference of the International Association for people-environmental studies.

Samferdselsdepartementet, 2017. *Nasjonal Transportplan 2018-2029*, s.l.: Samferdselsdepartementet.

Schlossberger, M. & Brown, N., 2004. Comparing Transit Oriented Developments Based on Walkability Indicators. *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*, Volum 1887, pp. 34-42.

Statens Kartverk, u.d. *FKB*. [Internett]

Available at: <https://www.kartverket.no/Systemsider/Ordbok/F/FKB/>
[Funnet 30 April 2020].

Statens Vegvesen, 2017. *Vegdata.no*. [Internett]

Available at: <https://www.vegdata.no/2017/07/07/rask-tilgang-til-nvdb-data-i-arcmap/>
[Funnet 11 April 2020].

Statens Vegvesen, 2018. *Veileder for helhetlig knutepunktsutvikling*. s.l.:Statens Vegvesen.

Statens Vegvesen, 2020. *Nasjonal vegdatabank (NVDB)*. [Internett]

Available at: <https://www.vegvesen.no/fag/teknologi/nasjonal+vegdatabank>
[Funnet April 2020].

Statistisk Sentralbyrå, 2019. *07984: Sysselsatte, etter bosted, arbeidssted, kjønn, alder og næring (17 grupper, SN2007). 4. kvartal (K) 2008 – 2019.*

[Internett]

Available at: <https://www.ssb.no/statbank/table/07984/>

[Funnet 18 April 2020].

Statistisk Sentralbyrå, 2020. *04317: Grunnkretsenes befolkning (G) 1999 – 2020.*

[Internett]

Available at: <https://www.ssb.no/statbank/table/04317/>

[Funnet Mars 2020].

Statistisk Sentralbyrå, u.d. *Standard for bygningstype / Matrikkelen.* [Internett]

Available at: <https://www.ssb.no/klass/klassifikasjoner/31/koder>

[Funnet 25 Januar 2020].

Tan, W. G. Z., Bertolini, L. & Janssen-Jansen, L., 2014. Identifying and conceptualising contextspecific barriers to transit-oriented development strategies: the case of the. *Transport Planning Review*, Volum 85, pp. 639–663.

Tan, W. G. Z., Janssen-Jansen, L. & Bertolini, L., 2014b. The Role of Incentives in Implementing Successful Transit-Oriented Development Strategies. *Urban Policy and Research*, Volum 32, pp. 33–51.

Tennøy, A., Øksenholt, K., Tønnesen, A. & Hagen, O., 2017. *Kunnskapsgrunnlag: Areal- og transportutvikling for klimavennlige og attraktive byer*, Oslo: Transportøkonomisk Institutt.

Tumlin, J. & Millard-Ball, A., 2003. How to make Transit-Oriented Development work. *Planning*, Volum 69.

UCL Space Syntax, u.d. *UCL Space Syntax.* [Internett]

Available at: <http://otp.spacesyntax.net/software-and-manuals/depthmap/>

[Funnet 17 Mai 2020].

Vale, D., 2015. Transit-oriented development, integration of land use and transport, and pedestrian accessibility – Combining node-place model with pedestrian shed ratio to evaluate and classify station areas in Lisboa. *Journal of transport geography*, Volum 45, pp. 70–80.

- Vale, D., Vianna, C. & Pereira, M., 2018. The extended node-place model at the local scale: Evaluating the integration of land use and transport for Lisbon's subway network. *Journal of Transport Geography*, Volum 69, pp. 282-293.
- Van Nes, A., 2001. *Road Building and Urban Change: A morphological and configurative explanation of how ring roads change the pattern of distribution of shops in city and town centres*. Atlanta, s.n.
- Van Nes, A., 2007. The spatial conditions for a vital compact city - The structure of the street net and its impact on urban sustainability. *NIBR Working Paper*.
- Van Nes, A., 2014. Space Syntax in Theory and Practice. I: D. Lee, red. *Geodesign by Integrating Design and Geospatial Science*. s.l.:Springer International Publishing, pp. 237-257.
- Van Nes, A., 2019. *Introduksjon til Space Syntax - Analyse av gate og vegnett*. s.l.:Høgskulen på Vestlandet, Kronstad.
- Van Nes, A., Berghauser Pont, M. & Mashhoodi, B., 2012. *Combination of space syntax with spacematrix and the mixed use index: The Rotterdam South test case*. Santiago, s.n., pp. 3-29.
- Van Nes, A. & Claudia, Y., 2018. Space Syntax: a method to measure urban space related to social, economic and cognitive factors. I: *The Virtual and the Real in Planning and Urban Design: Perspectives, Practices and Applications*. Oxon, UK / New York, USA: Routhledge, pp. 136-150.
- Van Nes, A. & Lopez, M., 2010. Macro and micro scale spatial variables and the distribution of residential burglaries and theft from cars. *Journal of space syntax*, Volum 2.
- Van Nes, A., u.d. *Typology of shopping areas in Amsterdam*. [Internett]
Available at:
[https://www.researchgate.net/publication/266089579 Typology of shopping areas in Amsterdam](https://www.researchgate.net/publication/266089579_Typology_of_shopping_areas_in_Amsterdam)
[Funnet 9 Mai 2020].

- Van Nes, A. & Stolk, E., 2012. *Degrees of sustainable location for railway stations*. s.l., s.n.
- Van Nes, A., Yamu, C., Song, C. & Mohamed, A., 2019. *Depth map manual for "Dummies"*. 19 red. s.l.:s.n.
- Van Wee, B., 2011. Evaluating the impact of land use on travel behaviour: the environment versus accessibility. *Journal of Transport Geography*, Volum 19, pp. 1530-1533.
- Wegener, M. & Fürst, F., 1999. *Land-use transportation interaction: State of the art*, Dortmund: Institut für raumplanung Universität Dortmund.
- World Health Organization, 2018. *Global status report on road safety 2018*, s.l.: World Health Organization.
- Ye, Y. & Van Nes, A., 2013. Measuring urban maturation processes in Dutch and Chinese new towns: Combining street network configuration with building density and degree of land use diversification through GIS. *Journal of Space Syntax*, August, Volum 4, pp. 18-37.
- Ye, Y. & Van Nes, A., 2014. Quantitative tools in urban morphology: Combining space syntax, spacematrix and mix-use index in a GIS framework. *Urban Morphology*, 18(2), pp. 97-118.
- Ye, Y. et al., 2016. ' 'Form Syntax' ' as a contribution to geodesign: A morphological tool for urbanity-making in urban design. *Urban Design International*.
- Zemp, S., Stauffacher, M. L., Daniel & Scholz, R., 2011. Classifying railway stations for strategic transport and land use planning: Context matters!. *Journal of Transport Geography*, Issue 19, pp. 670-679.
- Zhang, Y., Marshall, S. & Manley, E., 2019. Network criticality and the node-place-design model: Classifying metro station areas in Greater London. *Journal of Transport Geography*, Volum 79.

