



Høgskulen
på Vestlandet

BACHELOROPPGAVE

Endringer i grønnstruktur og
økosystemtjenester i Sogndalsfjøra fra 1988
til 2018

Changes in green structure and ecosystem
services in Sogndalsfjøra from 1988 to 2018

**Henning Stokstad og
Emma Haugen Gamme**

Landskapsplanlegging med landskapsarkitektur
Fakultet for ingeniør- og naturvitenskap
Veileder: Inger Auestad og Liv Norunn Hamre
Innleveringsdato: 3. juni 2019

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, § 10.

Bacheloroppgave i Landskapsplanlegging med landskapsarkitektur

Endringer i grønnstruktur og økosystemtjenester i Sogndalsfjøra fra 1988 til 2018



Henning Stokstad og Emma Haugen Gamme

Juni, 2019

FORORD

Denne bacheloroppgaven er vår avsluttende oppgave etter tre år på studiet Landskapsplanlegging med landskapsarkitektur ved Høgskulen på Vestlandet, campus Sogndal. Motivasjonen til å velge akkurat denne oppgaven var at den berører de delene av landskapsplanleggingsstudiet vi synes er mest interessant og de temaene vi kunne tenke oss å gå videre med i studier og jobb. Oppgaven har vært en unik mulighet til å ta et dypdykk i litteraturen om økosystemtjenester, og den har styrket vår kompetanse om emnet. Vi mener at økt bevisstgjøring rundt økosystemtjenester er en fremtidsrettet vei mot grønnere planløsninger. Arbeidet med oppgaven har vært en lærerik prosess, og vi har hatt både fine dager i felt og utmattende dager med kartframstillinger. Vi håper at oppgaven kan bli et interessant supplement til studier av grønnstrukturutvikling i tettsteder.

Vi ønsker å takke våre dyktige veiledere Liv Norunn Hamre og Inger Auestad for god hjelp og nyttige innspill gjennom hele arbeidet. Av andre ansatte ved Høgskulen på Vestlandet ønsker vi å takke Ingvild Austad for tilgang til bakgrunnsmateriale og fotografier, Leif Hauge for fotografier og Knut Rydgren for tips til litteratur. Margrete Steinnes fra SSB har vært behjelpelig med tettstedsinformasjon. Vi ønsker også å takke Mathias Leithe Haukø, Sveinung Nes og mødrene våre for korrekturlesing.

Om ikke annet er oppført er bildene i denne oppgaven tatt av forfatterne.

3. juni 2019

Henning Stokstad

Emma Haugen Gamme

SAMMENDRAG

Tettsteder med mellom 2 000 og 20 000 innbyggere utgjør størst areal av bebygde strøk på landsbasis. Grønnstrukturen for disse områdene er likevel lite studert sammenlignet med større byer. I denne oppgaven har vi sett på hvilke verdier som knytter seg til grønnstrukturen for tettstedet Sogndalsfjøra, og hvordan endringer i grønnstrukturen de siste 30 årene har påvirket disse verdiene. Grønnstruktur og arealtyper kartlagt i Sogndalsfjøra i 1988 ble sammenlignet med egne kartlegginger i 2018. Et utvalg urbane økosystemtjenester ble benyttet for å vurdere betydningen av studieområdets trær og grønne flater.

I studieområdet har en økning i areal med bygninger og grå flater ført til nedbygging av grønnstrukturer i form av mindre og mer oppstykkede grønne flater. Det har også blitt langt færre frukttrær, mens treslag av løvfallende og vintergrønne trær har økt i antall. Totalt er det blitt færre trær og mindre areal med grønne flater. Slike endringer påvirker ikke bare stedsidentiteten og rekreasjonsverdien i bygda, men har også negativ påvirkning på pollinatorer og området evne til å håndtere overvann og forbedre luftkvaliteten.

At grønnstruktur blir nedbygget til fordel for bygninger og grå flater samsvarer godt med de generelle utviklingstrendene i norske tettsteder, og tyder på at grønnstrukturer er tapende interesser i planprosesser. Fortetting er et utviklingsmål både nasjonalt og for Sogndal kommune, og har sammen med en befolkningsøkning medvirket til utbygging av sentrumsområdene i Sogndalsfjøra. Verdisetting av urbane økosystemtjenester fra grønnstruktur kan være viktig for å sikre bevaring og utvikling av grønnstrukturer i fremtidige fortetningsplaner.

SUMMARY

Urban settlements with between 2,000 and 20,000 inhabitants make up the largest of the built-up areas in Norway. However, the green structure for these areas are poorly studied compared to larger cities. In this thesis we have looked at values coinciding with green structure in the town of Sogndalsfjøra, and how changes in the green structure over the past 30 years can affect these values. Registrations of green structure and land use in Sogndalsfjøra from 1988 lay the foundation for the comparison with our own registrations in 2018. A selection of urban ecosystem services were used to highlight the value of the study area's trees and green surfaces.

In the study area an increase of areas with buildings and grey surfaces has led to the reduction of green structures in the form of smaller and more fragmented green surfaces. There is also fewer fruit trees, while deciduous and conifer trees have increased in number. In total, the number of trees and the area of green surfaces have decreased. Such changes will not only affect the location identity and recreational value of the study area, but also adversely affect pollinators and the area's ability to handle stormwater and improve air quality.

The trend in Sogndalsfjøra, where green structures are being reduced in favour of buildings and gray surfaces, is consistent with the general development trends in Norwegian towns. This also indicates that green structures are losing interests in planning processes. Densification is a development goal both nationally and for Sogndal municipality and has together with a population increase, contributed to the development of the center areas in Sogndalsfjøra. Valuation of urban ecosystem services from green structure can be important to ensure conservation and development of green structures in future densification plans.

INNHALDSFORTEGNELSE

1.0 Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn	1
1.2 Problemstilling	5
2.0 Material og metode.....	6
2.1 Studieområde.....	6
2.2 Kartlegging av grønnstruktur	8
Kartlegging i 1988	8
Kartlegging i 2018	11
2.3 Økosystemtjenester.....	14
3.0 Resultat	16
3.1 Endring i arealtyper	16
Hva har arealene blitt til?.....	17
Permeable og impermeable flater	19
Fragmentering av permeable flater	20
3.2 Endring i antall og type trær	21
4.0 Diskusjon	24
4.1 Hvordan har arealtypene endret seg?.....	24
4.2 Hvordan vil endringene i grønnstrukturen påvirke et utvalg regulerende og kulturelle økosystemtjenester?.....	25
Vannhåndtering	25
Forbedret luftkvalitet	26
Pollinering	27
Rekreasjon, mental og fysisk helse	28
Stedsidentitet og kulturarv	29
Disservices.....	31
Verdisetting av økosystemtjenester	32
4.3 Samsvarer grønnstrukturutviklingen med nasjonale utviklingsmål og trender?... 33	
5.0 Konklusjon	36
REFERANSER.....	37
VEDLEGGSLISTE	43

1.0 Innledning

1.1 Bakgrunn

Grønnstrukturer er summen av små og store grønne, blå og naturpregede områder i byer og tettsteder (Sæthre, 2017). Slike blågrønne områder er viktige nærrekreasjonsareal og møteplasser for oss mennesker, samtidig som det er grunnlag for et rikt biologisk mangfold (Magnussen et al. 2015). Grønnstruktur kan blant annet bestå av parker, kirkegårder og private hager (NOU, 2013), og kan inneholde elementer som trær og busker. Bevisst forvaltning av grønnstrukturer vil kunne påvirke hvordan byer og tettsteder takler dagens og fremtidens klimaendringer (Sæthre, 2017). Bevaring og etablering av grønne flater kan gjøre et område bedre rustet mot hyppigere styrtregnerperioder ved at flatene fanger opp regnvannet og forhindrer direkte avrenning til vann- og avløpssystemene (Sæthre, 2017). Videre kan trær bidra til forbedret luftkvalitet ved opptak av forurensende stoffer (Nowak, Crane & Stevens, 2006), samt skape estetiske byrom for rekreasjonsopplevelser (Stange, 2010). Grønnstrukturer blir ofte nedprioritert i planleggingen, og trenger beskyttelse og status for å bli ivaretatt (Clavier, 2015). Stadig flere studier belyser viktigheten av grønnstrukturer i de større byene. Tettsteder (mellom 2 000 og 20 000 innbyggere) har fått liten oppmerksomhet i denne sammenhengen, selv om disse utgjør et større areal av bebygde strøk på landsbasis (Forman, 2019; SSB, 2019b) (M. Steinnes, personlig kommunikasjon, 20. mai 2019).

Dagens tettstedsstruktur kan sees i sammenheng med den sterkeste urbaniseringen i norsk historie mot slutten av 1800-tallet. Det ble da viktig med en forbedring av boforhold og bymiljø i Norge grunnet byfolks generelt dårlige helsetilstand (Myhre, 2015). For å få til dette trengtes større avstand mellom boligområdene, samt mer luft, lys og bedring av vann- og avløpssystemer. I Norge ble prinsippet om hagebyer og egne hjem særlig viktig, i motsetning til tette bystrukturer (Bergkvam, 2001; Næss, 1992). En slik "fortynning" fikk store konsekvenser for utbygging av byer og tettsteder, og med ytterligere urbanisering førte dette til en byspredning frem til slutten av 1900-tallet (Børrud, 2018; Myhre, 2015). Kombinert med denne trenden har planlegging på bilens premisser og befolkningsøkning ført til arealkrevende byer og tettsteder på bekostning av nærliggende natur- og kulturlandskap (Naturfagsenteret, u.å.). En slik såkalt bit-for-bit-utbygging og

fragmentering har redusert sammenhenger og areal av grønnstruktur i mange av landets byer og tettsteder (Thorén, 2008).

Undersøkelser av utvalgte norske byer og tettsteder fra 1960-tallet til 1995 synliggjorde en redusert utbredelse av områder med opprinnelig natur, gamle trær og åpne kultiverte arealer (Nyhuus og Thorén, 1996). Det ble derimot registrert en økning i halvåpne kultiverte areal, som man finner i hager og parker, samt betydelig økning av tette, grå arealer. Senere studier av Statistisk sentralbyrå viser at dette er en utvikling som fortsetter (Engelien, Steinnes og Holst Bloch, 2004). Det er ikke bare snakk om tap og oppstyking av naturområder, da også grøntarealer til lek og rekreasjon blir nedbygget.

Bærekraftig byutvikling og miljøvennlig planlegging ble satt på agendaen allerede på 80-tallet (Brundtland & Dahl, 1987). Bærekraftbegrepet er nedfelt i 19 norske lover, deriblant plan- og bygningsloven (Hanssen, Hofstad & Saglie, 2015). Denne loven skal sikre en juridisk forankring av grønnstrukturer, samtidig som slik planlegging skal integreres i kommuneplanarbeidet (KMD, 2008). Alle offentlige beslutninger vedrørende naturmangfold skal videre bygge på kunnskap i henhold til Naturmangfoldloven (KLD, 2009). Her lovfestes også prinsippene om samlet belastning, for eksempel ved gradvis utbygging og føre-var-prinsippet. Grønnstrukturer og tilhørende naturmangfold har altså fått økt oppmerksomhet og lovfestede rettigheter de siste tiårene.

Naturen kan tillegges mange verdier, enten det er i form av sin egenverdi eller nytteverdi for oss mennesker (Bjærke, 2018). Produksjon av mat, brensel og fiber er eksempler på tjenester naturen står for som ofte verdisettes i kroner og øre. Fellesgoder, slik som vann- og klimaregulering, pollinering og rekreasjonsmuligheter har derimot ingen prislapp og kan ikke omsettes på markedet. Slike funksjoner i naturen, som gir oss goder og tjenester, kan defineres som økosystemtjenester (Magnussen, Reinvang & Løset, 2015). FN's utredning, Millennium Ecosystem Assessment (2005), utviklet et rammeverk for verdisetting av tjenester vi får fra økosystemene. Økosystembegrepet ble her satt på den politiske dagsordenen. I den forbindelse ble økosystemtjenester delt inn i fire hovedkategorier, avhengig av deres funksjon (Miljødirektoratet 2013). De grunnleggende livsprosessene styres av *støttende tjenester* i komplekse økologiske samspill, som fotosyntese og vann- og næringsstoffkretsløp. *Forsynende tjenester* er konkrete goder som

mat, ferskvann og brensel. *Regulerende tjenester* kontrollerer eller påvirker menneskers miljø ved for eksempel pollinering, vannrensing og klimaregulering. De *kulturelle tjenestene* står for menneskers kunnskap og opplevelser gjennom rekreasjon, stedsidentitet, friluftsliv m.m. (Miljødirektoratet, 2013).

Et økonomisk syn på naturen som tjenesteyter kan være viktig for forvaltning og utvikling av grønne områder (Miljødirektoratet, 2013). Mange av økosystemtjenestene kan knyttes til grønnstrukturer i byer og tettsteder som urbane økosystemtjenester. Disse defineres nærmere som *de tjenestene som kan produseres innenfor klassiske bymiljø med relativt høy befolkningstetthet og som i hovedsak gir nytte for befolkningen innenfor bygrensene* (Magnussen et al., 2015). I følge en omfattende norsk studie av økosystemtjenester er det spesielt de regulerende og kulturelle tjenestene som har betydning for landets tettsteder (Lindhjem, 2012). Regulerende tjenester gjør det mulig å leve i området, og bidrar blant annet til renere luft, overvannshåndtering, pollinering, redusert støy og lokal klimaregulering. Kulturelle økosystemtjenester gjør området attraktivt med verdier i form av stedsidentitet, rekreasjon og mentale- og fysiske helsegevinster. Negative effekter av grønnstrukturer, såkalte *disservices*, kan for trær gjøre seg gjeldende i form av allergier, nedfallsfrukt og skygge. Slike ulemper blir imidlertid regnet for å være av mindre, negativ betydning sammenlignet med de godene grønnstrukturer kan bidra med. Urbane økosystemtjenester vil være en stadig viktigere del av økosystemtjenestene ettersom stadig flere velger å bosette seg i byer og tettsteder (Lindhjem, 2012).

Bevaring og utvikling av grønnstruktur står i kontrast til nasjonale mål om fortetting i eksisterende bysentre og tettsteder. Fortetting kan forstås som *byggevirkosomhet innenfor dagens tettstedsgrense som fører til høyere eller mer effektiv arealutnyttelse* (Guttu & Thorén, 1999). En slik strategi ble først anbefalt i Stortingsmelding nr. 31 *Den regionale planleggingen og arealpolitikken* for å oppnå bærekraftmålene (1993). Fortetting ble blant annet begrunnet med bevaring av biologisk mangfold og matjord utenfor tettstedsgrensen og reduksjon av klimagassutslipp fra transport (Guttu & Thorén, 1999). Selv om fortettingsstrategien løser flere miljøproblemer, skapes også nye utfordringer. Ved fortetting og utbygging kan permeable flater, som tillater innfiltrering av vann, erstattes av tette, impermeable flater som for eksempel asfalt og tak. Dette kan potensielt skape utfordringer for overvannshåndtering i tettbygde strøk (Skaaraas, Hansen, Refling

& Ebeltoft, 2015). Fortetting kan redusere areal med grønne flater og antall trær som igjen kan virke negativt på området evne til å forbedre luftkvaliteten (Nowak et al., 2006). Arealendringer er også den største grunnen til tap av biologisk mangfold (Miljødirektoratet, 2019b), og vil kunne ødelegge habitat og næringsgrunnlag for pollinatorene ved å bryte opp sammenhengende grønnstrukturer (LMD & KLD, 2018). Det er derfor viktig anerkjenne flere verdier og funksjoner i grønnstrukturen enn de rent rekreative opplevelsesverdiene (Kine Halvorsen Thorén, 2010).

Å kombinere miljømålsettinger med andre mål om samfunnsutvikling var bakgrunnen for prosjektet Natur- og miljøvennlig tettstedsutvikling (NAMIT) i regi av Miljøverndepartementet fra 1988 til 1992 (Guttu, 1995). Her ble ulike miljø- og livskvalitetsmål vurdert opp mot strategier for byutvikling. Prosjektet ble viktig for innføringen av fortetting som planprinsipp, med den kompakte byen som modell for miljøvennlig byutvikling. Det er først i denne sammenhengen at grønnstruktur ble vurdert som infrastruktur på nivå med bolig- og transportstrukturer (Næss, m.fl. 2015). NAMIT-dataene danner, 30 år senere, et godt sammenligningsgrunnlag for å forklare endringer i tettstedsutviklingen for de tre case-områdene; Trondheim øst/Malvik, Horten og Sogndalsfjøra. Disse representerer et spenn i størrelse fra små til mellomstore tettsteder. Forskningsprosjektet *Sustainable urbanisation requirement of small and medium sized urban settlements and their surroundings* (Surround) benytter kartleggingene som utgangspunkt for å analysere utviklingen de tre siste tiår for de samme caseområdene.

Denne oppgaven vil ta for seg de dokumenterte endringene i grønnstrukturen for sentrum av tettstedet Sogndalsfjøra de siste 30 år. Sogndalsfjøra har lenge vært kjent som «saftbygda», med en betydelig fruktproduksjon som har satt preg på grønnstrukturen i tettstedet. Befolkningsøkningen på 1900-tallet skapte et stort utbyggingspress i sentrumsområdet (Austad, Sandal, Helle & Losvik, 1989). NAMIT-kartleggingen av Sogndalsfjøra i 1988 gir et detaljert grunnlag for å si noe om grønnstrukturutviklingen frem til i dag. Ved å analysere endringer fra 1988 til 2018 ønsker vi å belyse grønnstrukturenes rolle og funksjon for et tettsted i vekst. Slik kan Sogndalsfjøra fungere som et eksempel for norsk tettstedsutvikling og belyse temaer som det i dag finnes lite kunnskap om. Med økosystemkonseptet kan godene ved grønnstrukturen konkretiseres. Et utvalg regulerende og kulturelle økosystemtjenester skal undersøkes opp mot

endringer knyttet til kartlagt utvikling i 1988 og 2018. De aktuelle tjenestene er: *vannhåndtering, forbedret luftkvalitet, pollinering, rekreasjon og mental og fysisk helse, og stedsidentitet og kulturarv*. Disse tjenestene er viktige i urbane sammenhenger, og har vært lite studert i norske tettsteder. Kartleggingen tar utgangspunkt i registreringene fra NAMIT og egne registreringer gjort i 2018, som en del av SURROUND-prosjektet.

1.2 Problemstilling

I denne oppgaven vil vi ta for oss følgende hovedproblemstilling:

Hvilke endringer har skjedd i grønnstrukturen i Sogndalsfjøra fra 1988 til 2018 og hvordan påvirker disse endringene et utvalg regulerende og kulturelle økosystemtjenester?

For å best mulig svare på hovedproblemstillingen, har vi formulert følgende underproblemstillinger:

- Hvordan har areal av bygninger, grå flater og grønne flater endret seg?
- Hvordan vil endringer i grønne flater og antall trær påvirke studieområdets evne til å håndtere overvann?
- Hvordan vil endringer i grønne flater og antall og type trær påvirke studieområdets evne til å forbedre luftkvaliteten?
- Hvordan vil endringer i antall og type trær påvirke pollinering i studieområdet?
- Hvordan vil endringer i grønne flater og antall og type trær påvirke rekreasjonsverdien og stedsidentiteten i studieområdet?

I lys av overnevnte problemstillinger vil vi videre undersøke hvordan utviklingen av grønnstrukturer i studieområdet samsvarer med nasjonale utviklingsmål og -trender i norske byer og tettsteder.

2.0 Material og metode

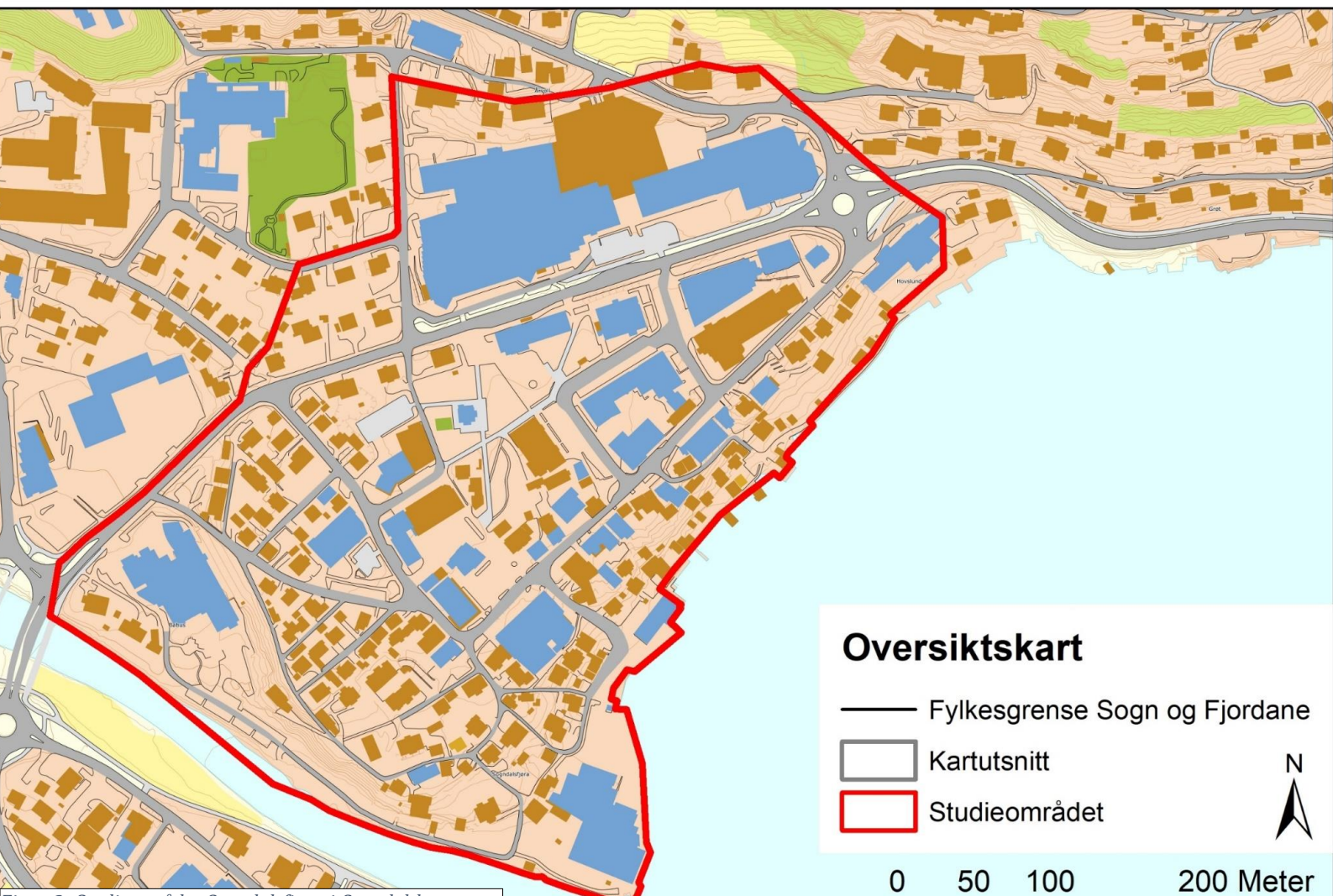
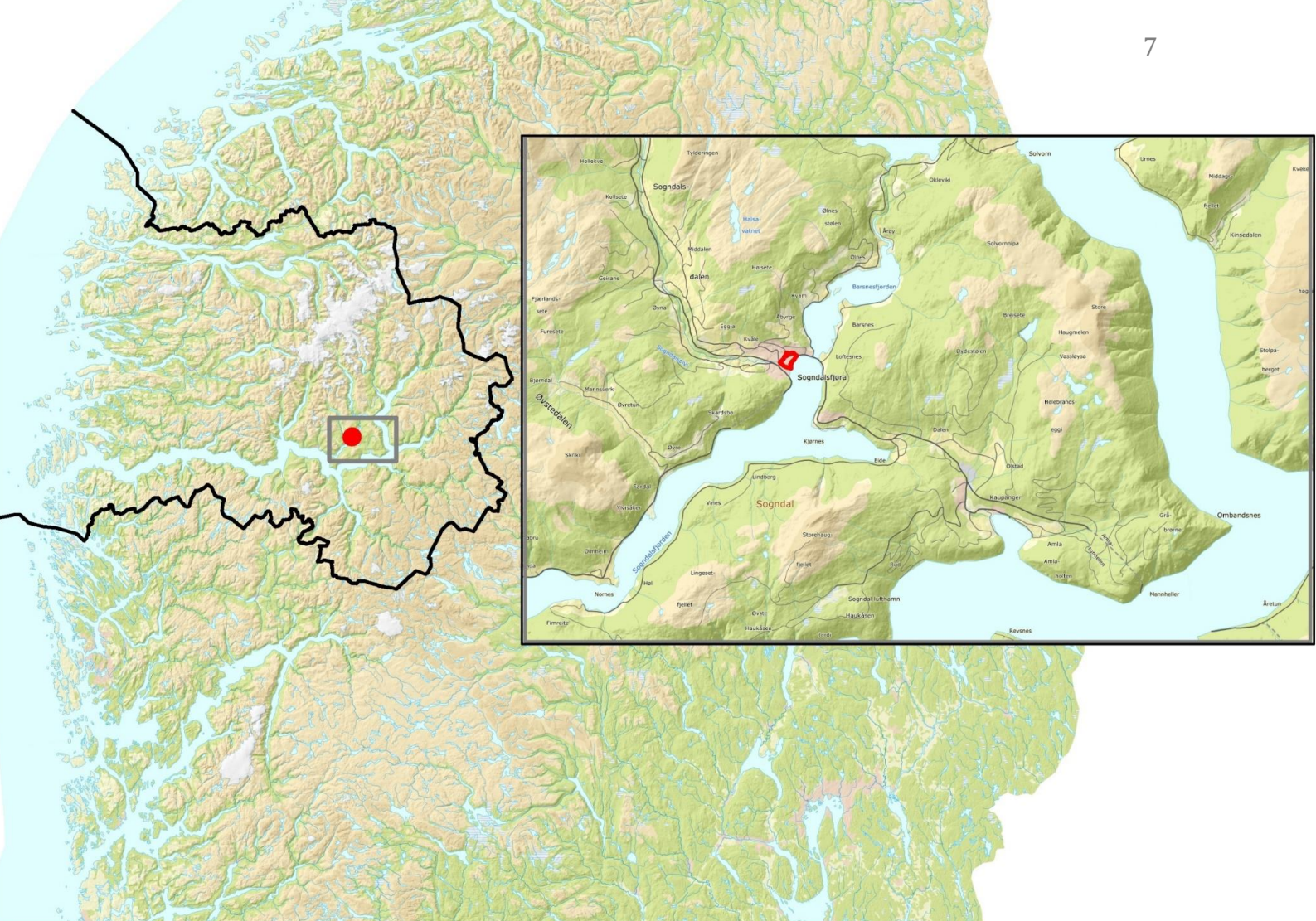
2.1 Studieområde

Studieområdet omfatter 175 dekar av sentrum i tettstedet Sogndalsfjøra, i Sogn og Fjordane fylke (figur 2). Som eneste kommune i fylket, har Sogndal hatt en befolkningsvekst de siste 20 år, og antas å ha en ytterligere vekst på 15 % mot 2020 (Thorsnæs & Askheim, 2018). Sogndalsfjøra er et viktig skolesentrum med blant annet høyskole, folkehøyskole og videregående skole. Tettstedet har 4000 innbyggere, og har hatt den største befolkningsveksten i Sogndal kommune (SSB, 2018).

Studieområdet ligger ved Sognefjorden, og var opprinnelig et strandsittersted. Bygningsstrukturer fra eldre tid er fremdeles synlig i dag (figur 1) (Starheim, 2011). Gjennom bygda går riksvei 5 (Lærdal-Florø), samt fylkesvei 55 over Sognefjellet. Sogndalsfjøra ligger i sør-boreal sone og svakt oseanisk seksjon, med kjøligere vintre og mindre nedbør en lengre vest (Moen, 1998).

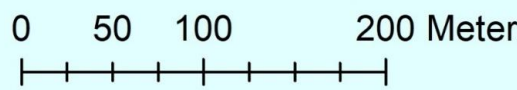


Figur 1 Gamle strukturer av strandsittermiljøet i Sogndalsfjøra, ca.1890, av Knut Knudsen.



Oversiktskart

- Fylkesgrense Sogn og Fjordane
- ▭ Kartutsnitt
- ▭ Studieområdet



Figur 2: Studieområdet Sogndalsfjøra i Sogndal kommune, Sogn og Fjordane fylke.

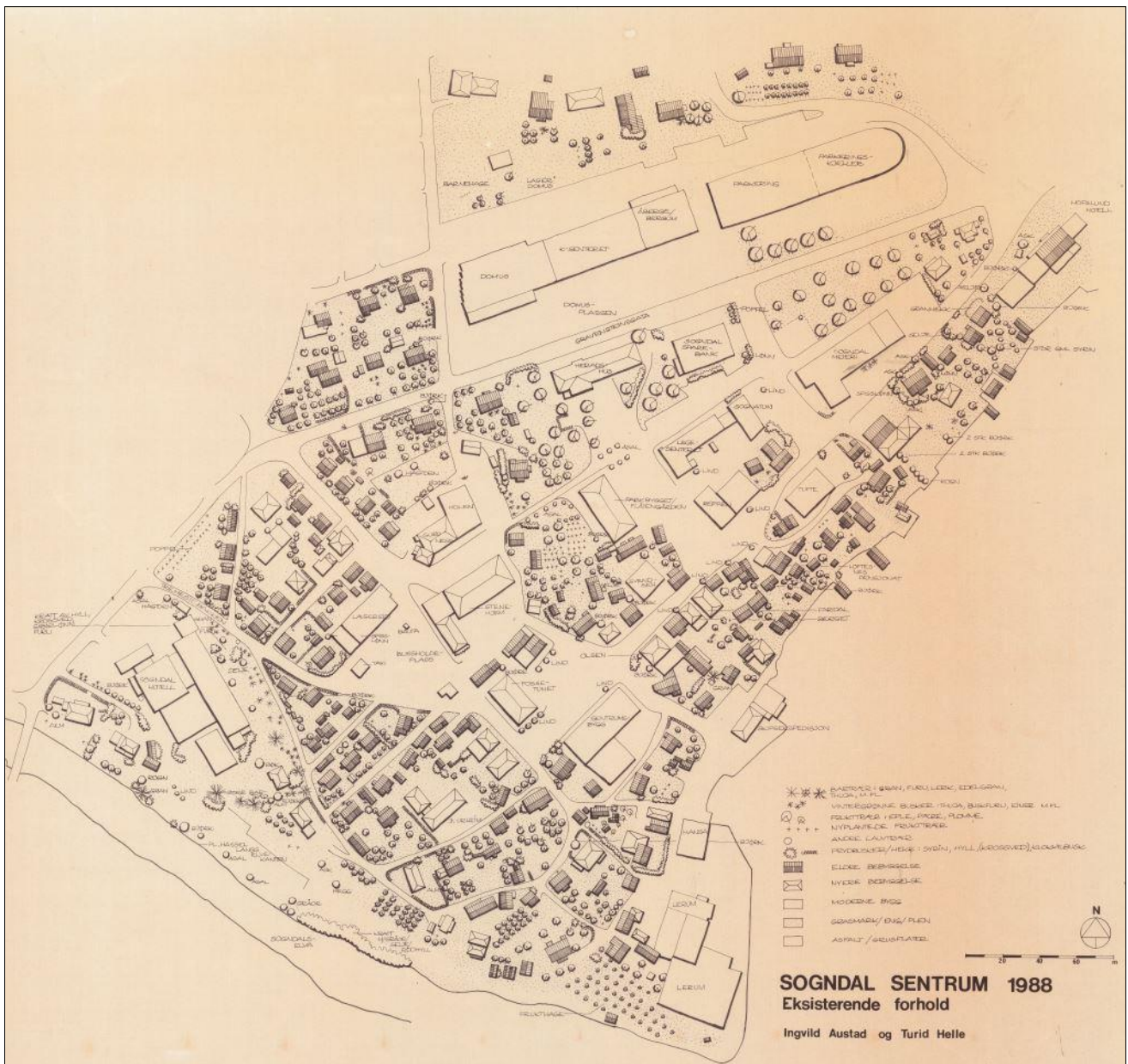
2.2 Kartlegging av grønnstruktur

Det ble gjennomført en kartlegging av grønnstrukturer og arealtyper i studieområdet i 1988, og en gjenkartlegging i 2018.

Kartlegging i 1988

Kartleggingen i 1988 ble gjort i forbindelse med NAMIT-prosjektet, og er i dag tilgjengelig som papirkartet *Sogndal sentrum 1988, eksisterende forhold* (figur 3) (Austad & Helle, 1988). På det håndtegnede kartet ble arealtyper delt inn i de fem kategoriene: *eldre bebyggelse, nyere bebyggelse, moderne bygg, grasmark/eng/plen* og *asfalt/grusflater*. I tillegg ble busker og trær kartlagt i kategoriene: *bartrær, vintergrønne busker, frukttrær (eple, pære, plomme), nyplanta frukttrær, andre lauvtrær og prydbusker/hekk*.

Under kartleggingen ble bartrær og lauvtrær over to meter registrert. Det var et spesielt fokus på frukttrær, hvor også trær mindre enn to meter ble inkludert. Av busker ble de vanligste artene medregnet, deriblant arter som kan vokse seg større enn to meter. Kartet mangler en tydelig avgrensing mellom grasmark/eng/plen og asfalt/grusflater. Ved kartlegging av arealtyper ble det ikke fastsatt et minsteareal (I. Austad, personlig kommunikasjon, 1. april 2019).



Figur 3: Håndtegnet kart fra NAMIT-prosjektet i 1988. Inneholder registreringer av arealtyper, trær, busker og hekker. Det mangler en tydelig avgrensning mellom grasmark/eng/plen og asfalt/grusflater og det ble ikke fastsatt et minsteareal ved kartlegging av arealtyper. «Sogndal sentrum 1988, eksisterende forhold», av Inger Austad, fra 1988.

Kartet fra 1988 ble georeferert til ortofoto (2018) og registreringene ble digitalisert i ArcMap våren 2018 (Nyjordet, 2018). For å minimere mulige feil i avgrensningen mellom grasmark/eng/plen og asfalt/grusflater ble registreringene sjekket opp mot flyfoto fra 1991. Ytterkantene av registreringene fra 1988 ble styrende for avgrensningen av studieområdet. Avgrensningen ble enkelte steder justert til å stemme med ortofoto fra 2018. Avgrensning mot fjorden ble ikke utvidet med fjordstien som ble etablert i 2017 (figur 4). Slik ble avvikene mellom kartene for de ulike årstallene minimert.



Figur 4: Sjøkanten i Sogndal sentrum i 1989 (øverst) og 2018 (nederst). Pilen på kartet markerer retningen fotografiene er tatt. Fjordstien er blant endringene siden 1988, men avgrensingen mot fjorden ble ikke utvidet med denne. Foto i 1989 og 2018, av Leif Hauge.

Kartlegging i 2018

Sommer og høst 2018 ble området gjenkartlagt. Det ble gjort mindre justeringer i metoden fra 1988, i hovedsak tilpasninger og forenklinger av kategoriene for et bedre sammenligningsgrunnlag mellom de ulike årstallene. Grunnlaget for registreringer var feltarbeid, ortofoto, felles kartdatabase (FKB) og opplysninger fra Liv Norunn Hamre, Ingvild Austad og Leif Hauge vedrørende studieområdet og NAMIT-prosjektet. Ved ulikheter i vinkel og målestokk mellom ortofotoene fra 2016 og 2018 og FKB-data, ble ortofoto fra 2018 bestemmende. Tilgang på ortofoto og FKB-data i ArcMap har gjort at digitalisering av arealtyper i 2018 har blitt detaljrik. Bruk av ortofoto har gjort arbeidet med digitalisering av trær og arealtyper enklere og mer eksakt i forhold til posisjon på kartet. Områder hvor det var vanskelig å tolke ortofoto fra 2018, ble undersøkt med ortofoto fra 2016 og nye befaringer. Ortofoto fra 2016 hadde høyere oppløsning og var tatt på våren, noe som blant annet gjorde det enklere å skille ut blomstrende frukttrær.

De fem arealtypene fra 1988 ble til vårt formål forenklet til arealtypene *grå flater*, *grønne flater* og *bygninger* (tabell 1). Arealtypene i 2018 ble kartlagt med de samme tre kategoriene. Grønne tak er nye element i 2018, og inngår i de grønne flatene. Digitaliseringer av bygninger og veier ble hentet fra FKB-data, men ved feil eller mangler i disse dataene ble bygningene justert etter ortofoto (2018). Mindre innkjørsler av asfalt eller grus ble registrert som grønne flater på det håndtegnede kartet (Austad, 1988). Innkjørsler med tilsvarende størrelse (<ca. 20m²) ble også registret som grønne flater i 2018. Minsteareal for polygoner av grønne flater ble i 2018 satt til 5m². Dette ble gjort for å unngå at kartleggingen i 2018 skulle inneholde detaljer på finere skala enn hva som ble kartlagt i 1988. Grå flater ble beregnet med Erase-funksjonen i ArcMap, ved å klippe bort lagene bygninger og grønne flater, og har dermed ingen minsteareal.

Tabell 1: Arealtyper for kartlegging av studieområdet i 2018.

Arealtype 2018	Beskrivelse	Kartlagt i 1988
<i>Grå flater</i>	Grå flater av asfalt/betong/grus etc.	<i>Asfalt/grusflater</i>
<i>Grønne flater</i>	Vegetasjonsdekket grunn (>5m ²).	<i>Grasmark/eng/plen</i>
<i>Bygninger</i>	Flater av bygninger revidert etter FKB-data.	<i>Eldre bebyggelse, nyere bebyggelse og moderne bebyggelse</i>

For å kunne se på endringer i studieområdet evne til å håndtere overvann, ble de ulike arealtypene delt inn i permeable og impermeable flater avhengig av overflatens evne til å infiltrere vann. Permeable og impermeable flater ble kartlagt for 1988 og 2018, ved at grønne flater ble kategorisert som permeable flater, og bygninger og grå flater som impermeable flater. Mangelen på et fastsatt minsteareal ved registrering av arealtyper i 1988 kan påvirke sammenligningsgrunnlaget for polygonene av permeable flater. Avveiningen mellom hva som inngår i permeable og impermeable flater er et komplekst spørsmål, men med aktuell inndeling vil disse kategoriene være sammenlignbare for de ulike årstallene. Etersom grusflater i 1988 ble registrert i samme kategori som asfalt, har vi definert disse som impermeable flater i 2018. Undersøkelser viser at mindre grusdekker har tilsvarende permeabilitet som betongbelegningsstein, og er i praksis å regne som tette flater (Nordeide, 1996). Overlagsanalyse for arealtyper og permeable og impermeable flater ble regnet ut fra ArcMap med verktøyene *Merge* og *Intersect*. For å lage et plexusdiagram som viser hva arealene er blitt til, ble det gjort spørringer med verktøyet *Select by attributes*.

I digitaliseringene av trær for 1988 og 2018 er alle frukttrær av eple, pære og plomme inkludert, samt andre løvfellende trær og vintergrønne trær over to meter (tabell 2). Andre frukttrær som for eksempel kirsebær- og morelltrær er ikke registrert i kategorien for frukttrær, da de heller ikke ble det i 1988. Feltet med løvfellende trær sør i studieområdet vokste tett og sporadisk, slik at vi her måtte anslå antall trær (figur 5). I karleggingen fra 1988 var dette feltet derimot registret under kategorien prydbusker/hekk. Vintergrønne busker og prydbusker/hekk ble kartlagt i 1988, men disse ble ikke inkludert i digitaliseringen for kartet fra 1988. Disse kategoriene ble ikke inkludert ettersom det ville vært tidkrevende med våre ressurser å kartlegge for 2018 (figur 6). I 2018 ble hver enkelt hovedstamme i rekker av vintergrønne trær over to meter registrert som ett vintergrønt tre. Etablerte og nyplantede frukttrær ble slått sammen til kategorien frukttrær som, i likhet med definisjonen i 1988, kun inneholder frukttrær av typen eple, pære og plomme. I våre registreringer ble frukttrær skilt ut som en egen kategori for å belyse et tema som er karakteristisk for Sogndal. Ved overføring av metoden til andre steder kan andre kategorier som fanger opp karakteriske temaer for plassen være viktig for å få med stedegne verdier i området.

Tabell 2: Type trær for kartlegging av studieområdet i 2018.

Type trær i 2018	Beskrivelse	Kartlagt i 1988
<i>Vintergrønne trær</i>	Vintergrønne trær over to meter.	<i>Bartrær</i>
<i>Frukttrær (eple, pære, plomme)</i>	Både nyplantede og etablerte frukttrær av typen eple, pære eller plomme.	<i>Frukttrær, eple, pære, plomme. Nyplantede frukttrær</i>
<i>Andre løvfellende trær</i>	Løvfellende trær over to meter.	<i>Andre lauvtrær</i>



Figur 5: Felt med gjengrodd areal av gråor. Grunnet et stort antall trær og sporadisk vekst ble det gjort et anslag av antall trær i dette feltet.



Figur 6: Eksempel fra studieområdet hvor tett og rotete vekst ville gjort det vanskelig å skille ut type og antall av busker ved kartlegging. Busker ble ikke kartlagt i 2018, men slike felt ble kartlagt som grønne flater.

Alle kartarbeider er utført i ArcMap 10.6.1 (Esri, 2018) med bakgrunnskartene: ortofoto (2016, 2017 og 2018) (Statens kartverk, 2019), FKB-data (Kartverket, 2018b) og topografisk norgeskart (Kartverket, 2018c). Ortofoto fra 2016 og 2017 ble bestilt fra til *Norge i bilder* (Statens kartverk et. al2019) og ble levert som ferdig georefererte bilder i JPEG-format. Fylkesgrensen i oversiktskartet (figur 2) er hentet fra Kartverkets *administrative enheter fylkesgrense* (2018a). Fotografiene benyttet til sammenlikning av studieområdet ved ulike årstall er tatt av Ingvild Austad i 1983 og Leif Hauge i 1989. Sistnevnte har også stått for gjenfotografering i 2018 og 2019.

2.3 Økosystemtjenester

Endringene i grønnstruktur i studieområdet blir diskutert ut ifra et økosystemperspektiv. Våre resultater for endringer i grønne flater, og antall og type trær i studieområdet, skaper grunnlag for å diskutere økosystemtjenestene; *vannhåndtering, forbedret luftkvalitet, pollinering, rekreasjon og mental og fysisk helse, og stedsidentitet og kulturarv* (tabell 3). Disse urbane økosystemtjenestene er et utvalg av kategoriene presentert i rapporten *Urbane økosystemtjenester i Norge: Status, utvikling, verdi og kunnskapshull* (Lindhjem, 2012).

Tabell 3: Relevante økosystemtjenester for studieområdet i Sogndalsfjøra, modifisert fra Lindhjem (2012).

Økosystemtjeneste	Eksempler	Type
<i>Vannhåndtering</i>	Trær og permeable overflater som f.eks. gress og jord absorberer vann og kan bidra til overvannshåndtering.	Regulerende
<i>Forbedret luftkvalitet</i>	Trær og grønne flater kan rense luften ved bl.a. å fiksere svevestøv.	Regulerende
<i>Pollinering</i>	Vegetasjon skaper næringsgrunnlag og leveområder for pollinerende insekter, som er viktig for pollinering av pryd- og nyttevekster.	Regulerende
<i>Rekreasjon og mental og fysisk helse</i>	Parker og grønne korridorer gir mulighet for rekreasjon og trening som igjen kan bidra til opplevelser og stressreduering.	Kulturell
<i>Stedsidentitet og kulturarv</i>	Stedegne naturelementer som f.eks. gamle trær kan gi stedsidentitet og bidra til å ivareta kulturarven.	Kulturell

Rapporten *Økosystemtjenester fra grønnstruktur i norske byer og tettsteder* (Magnussen et al., 2015) oppsummerer en rekke internasjonale studier om økosystemtjenester, og denne har vært hovedgrunnlaget for våre vurderinger av økosystemtjenester i studieområdet. Andre studier har også vært viktige for å belyse betydningen av grønnstruktur i urbane områder (Austad et al., 1989; Bolund & Hunhammar, 1999; KMD, 2016; Miljødirektoratet, 2018; Setala et al., 2017). Økosystemtjenester kan vanskelig generaliseres, da både tjenester og deres verdi er steds spesifikke og kan ha en stor variasjon. Det vil ikke være et komplett vurderingssystem, men et supplement for å klargjøre verdier som er en del av kompliserte sammenhenger.

Den regulerende økosystemtjenesten *pollinering* er modifisert etter Lindhjems kategori *Pollinering og frøspredning* (2012). Vi ikke tar for oss frøspredning i denne oppgaven, og har derfor valgt å ekskludere benevnelsen fra vår kategori av tjenester. Fordi blomstrende planter er spesielt viktig for pollinatorene (SABIMA, u.å.), har vi i hovedsak valgt å se på pollinering opp mot kategorien av trær. For de grønne flatene er ikke øvrig vegetasjon registrert, og vi kan dermed ikke si noe spesifikt om blomstringen her.

Beregning av endringer i vannhåndteringen for de ulike årstallene ble gjort med formel for *midlere avrenningskoeffisient for nedbørsfelt* (Paus, 2017). Formelen er en del av den *rasjonelle formelen*, hvor avrenningen av et område blir beregnet utfra midlere avrenningskoeffisient, nedbørsintensitet og nedbørsfeltets areal. Den midlere avrenningskoeffisienten gir tall på mellom 0 og 1 for områdets permeabilitet i forhold til størrelse. Lave verdier uttrykker at området er dominert av permeable flater og høye verdier uttrykker at det er dominert av impermeable flater. I utregningene for den midlere avrenningskoeffisienten i studieområdet benyttet vi gjennomsnittsverdier av Paus' kategorier *tette flater* (0,90) og *plen/park/eng/dyrket mark* (0,40) for våre kategorier permeable og impermeable flater.

$$\text{Midlere avrenningskoeffisient} = \frac{A_1 * P_1 + A_2 * P_2 + \dots + A_n * P_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

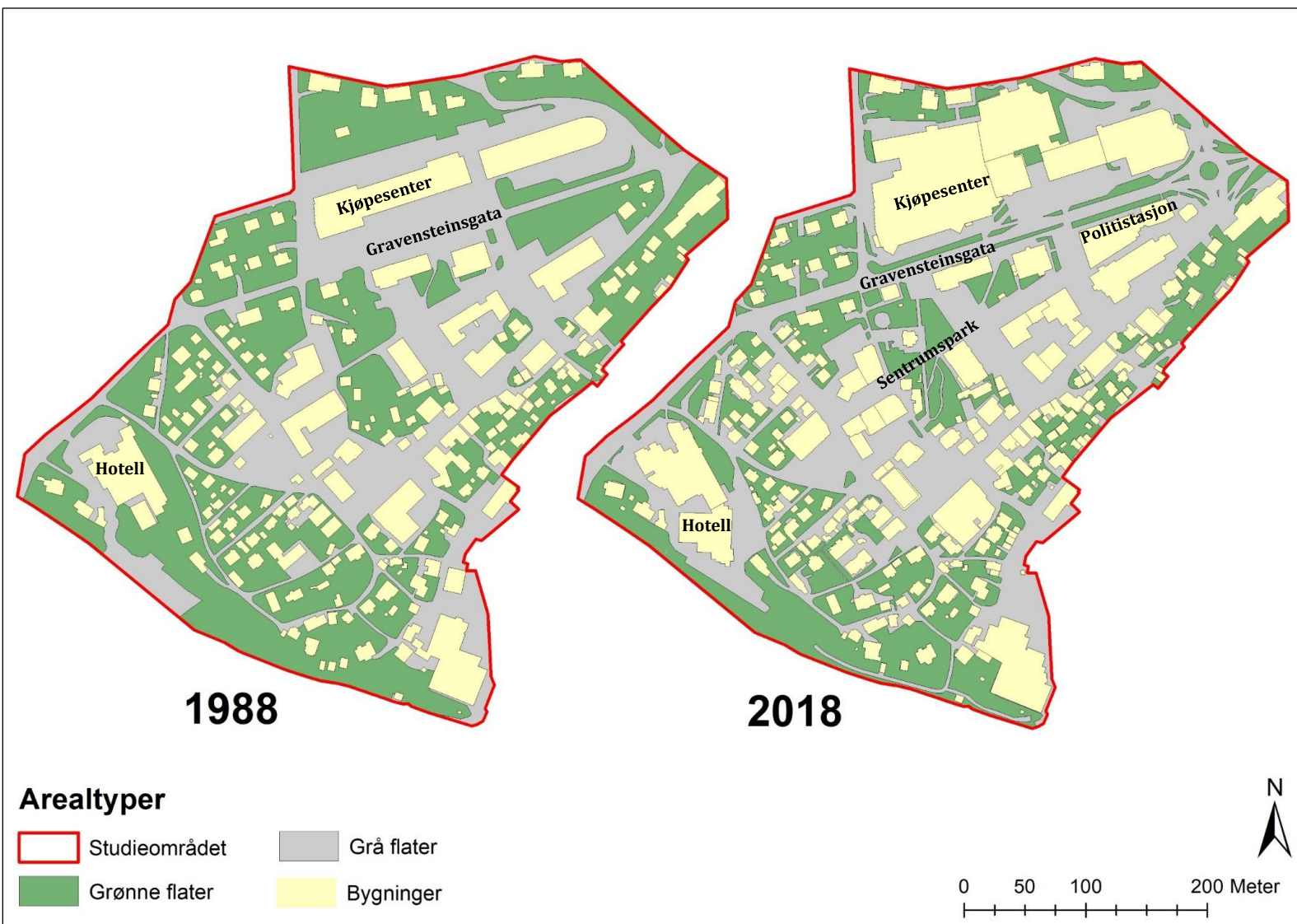
A(n)=areal av overflate type (n) (daa)

P(n)=avrenningskoeffisient for overflate type (n)

3.0 Resultat

3.1 Endring i arealtyper

Arealtypene bygninger, grønne flater og grå flater har endret seg fra 1988 til 2018 (figur 7). Den største endringen er at areal med grønne flater har blitt redusert med 13 %, fra 69 dekar til 46 dekar (tabell 4). Bygninger har hatt en økning på 10 % (41 til 58 daa), og grå flater har hatt en økning på 3 % (65 til 71 daa). Økningen i areal av bygninger og grå flater henger sammen med etablering av politistasjon og utvidelse av kjøpesenter, hotell og tilhørende parkeringsplasser. Flere asfalterte innkjørsler til boligområdene står også for en økning av grå flater.



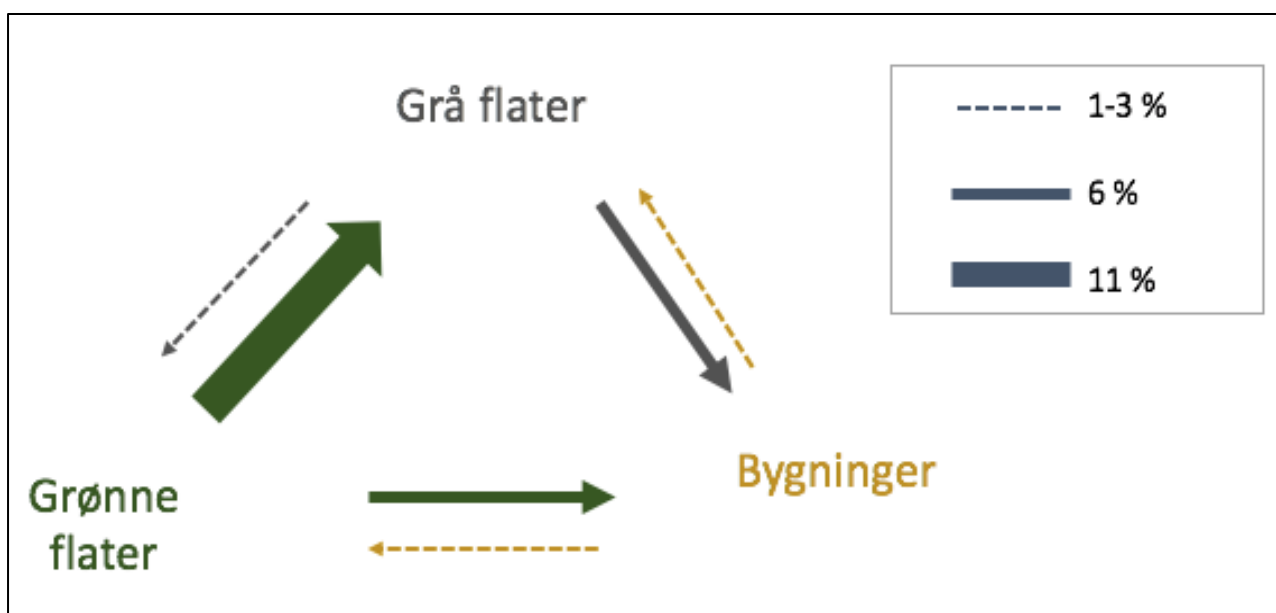
Figur 7: Fordeling av de ulike arealtypene bygninger, grønne flater og grå flater i 1988 og 2018. Siden 1988 har det skjedd en betydelig reduksjon i areal med grønne flater og en økning i areal med bygninger og grå flater, hovedsakelig grunnet utvidelse av kjøpesenter og hotell.

Tabell 4: Arealtyper oppgitt i dekar for 1988 og 2018.

Arealtype	1988	2018
Bygninger	41	58
Grå flater	65	71
Grønne flater	69	46

Hva har arealene blitt til?

Av areal som var grønne flater i 1988 har 20 dekar blitt til grå flater og 10 daa blitt til bygninger (figur 8). Av det som var grå flater i 1988 har 10 daa blitt til bygninger og 6 daa blitt til grønne flater. Areal med bygninger i 1988 har hatt en mindre endring, der 1 daa har blitt til grønne flater og 2 daa har blitt til grå flater.



Figur 8: Plexusdiagrammet viser hvor mange prosent av de ulike arealtypene som har endret seg fra 1988 til 2018, og mellom hvilke arealtyper endringene har skjedd. Pilene synliggjør endringene fra 1988 til 2018.

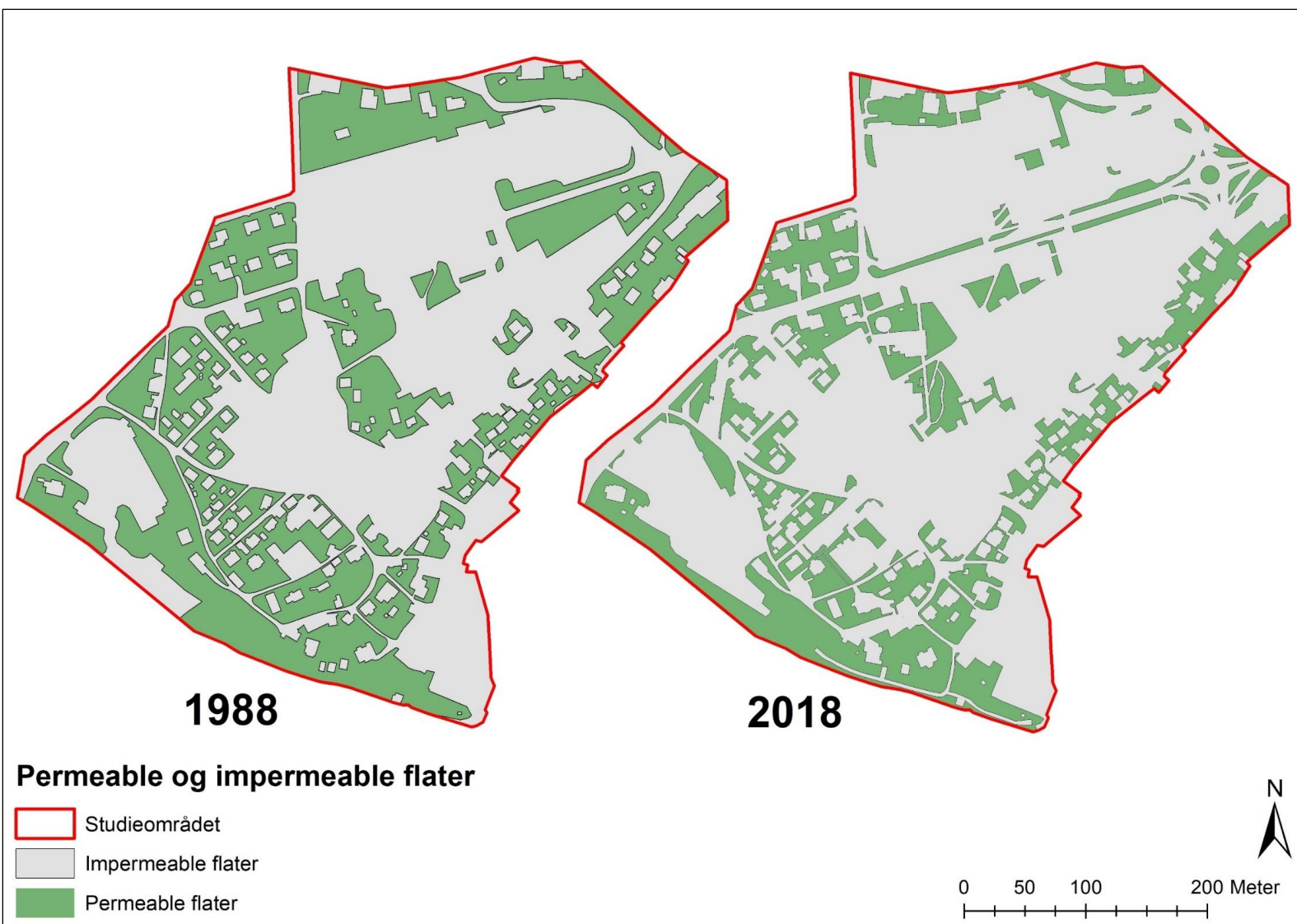
Reduksjonen i grønne flater skyldes blant annet nedbygging av frukthager på hver side av Gravensteinsgata (figur 9). Flere og større innkjørsler, samt opparbeiding av stier i sentrumsparken, har ført til mindre areal med grønne flater og at de resterende delene har blitt mindre sammenhengende (figur 7). Oppdeling av grøntområder skyldes blant annet etablering av gang- og sykkelveier og lekeplasser i sentrumsparken.



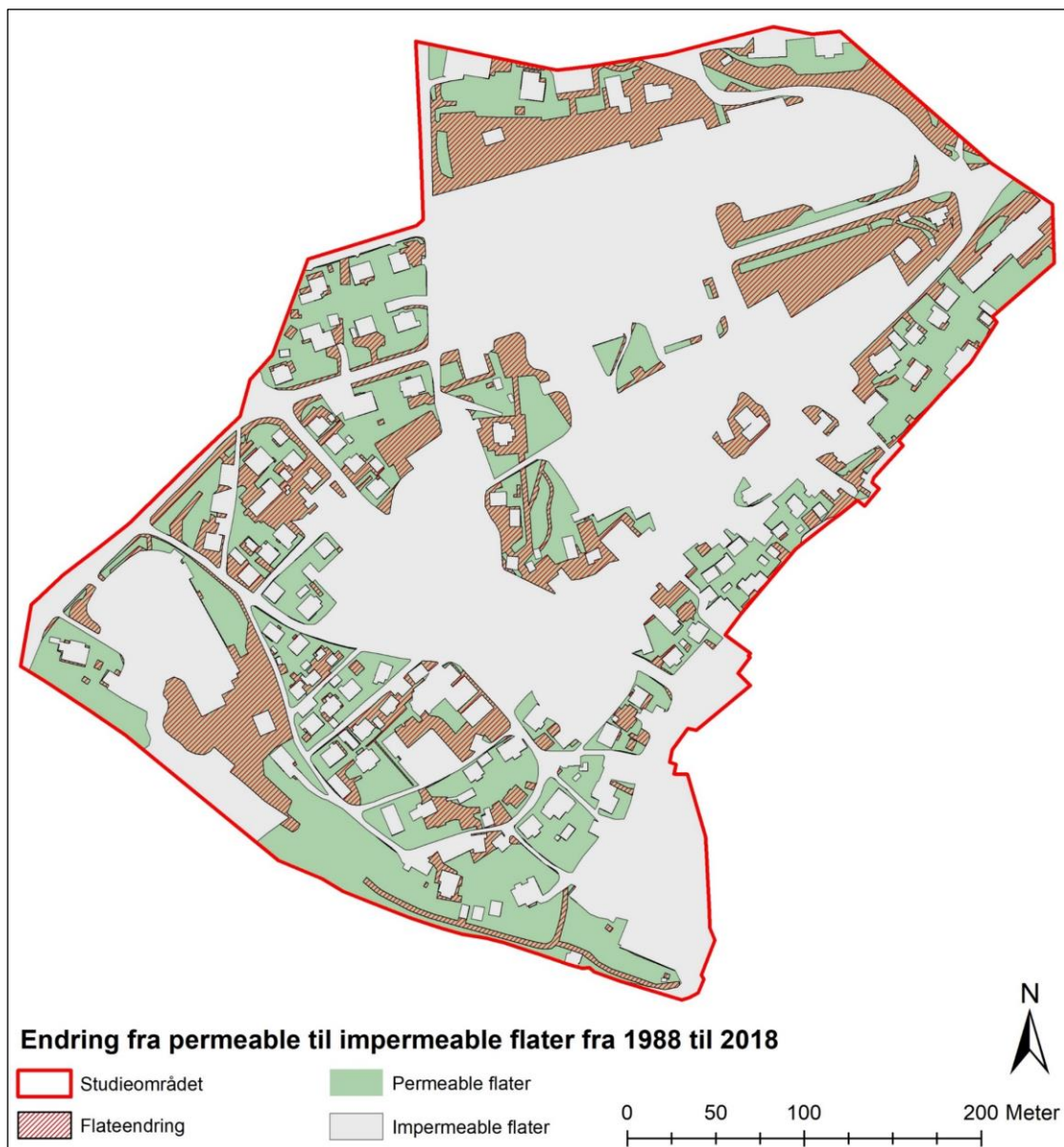
Figur 9: Utbygging av frukthager på hver side av Gravensteinsgata forklarer noe av reduksjonen av de grønne flatene. Utbyggingen til venstre for veien skyldes etablering av politistasjon med tilhørende parkeringsplasser. Til høyre står etablering av kulturhus for en endring i areal typer. Pilen på kartet markerer retningen fotografiene er tatt. Fotoet øverst er tatt 1983, og samsvarer godt med registreringene fra 1988. Foto fra 1983, av Ingvild Austad og fra 2019, av Leif Hauge.

Permeable og impermeable flater

Areal med permeable flater (grønne flater) i 1988 har minket med 13 % og blitt erstattet av impermeable flater (grå flater og bygninger) i 2018 (figur 10). I 1988 utgjorde impermeable flater 106 daa og permeable flater 69 daa, mens i 2018 har andelen impermeable flater økt til 129 daa og permeable flater har blitt redusert til 46 daa. Den største endringen i flater har skjedd rundt næringsbebyggelsen (hotell, kjøpesenter, politistasjon), hvor permeable flater har gått tapt (figur 11). Som følge av reduksjonen av permeable flater har den midlere avrenningskoeffisienten endret seg fra 0,70 til 0,77 (vedlegg 4).



Figur 10: Permeable og impermeable flater for årstallene 1988 og 2018. Andelen av impermeable flater har økt og at endringen har ført til fragmentering av permeable flater.



Figur 5: Flateendringen (rød skravur) synliggjør flater som var permeable i 1988 som har blitt impermeable til i 2018. De største endringene har skjedd rundt næringsbebyggelsen i sørvest og nord i studieområdet. Figuren viser ikke impermeable flater i 1988 som har blitt permeable flater i 2018.

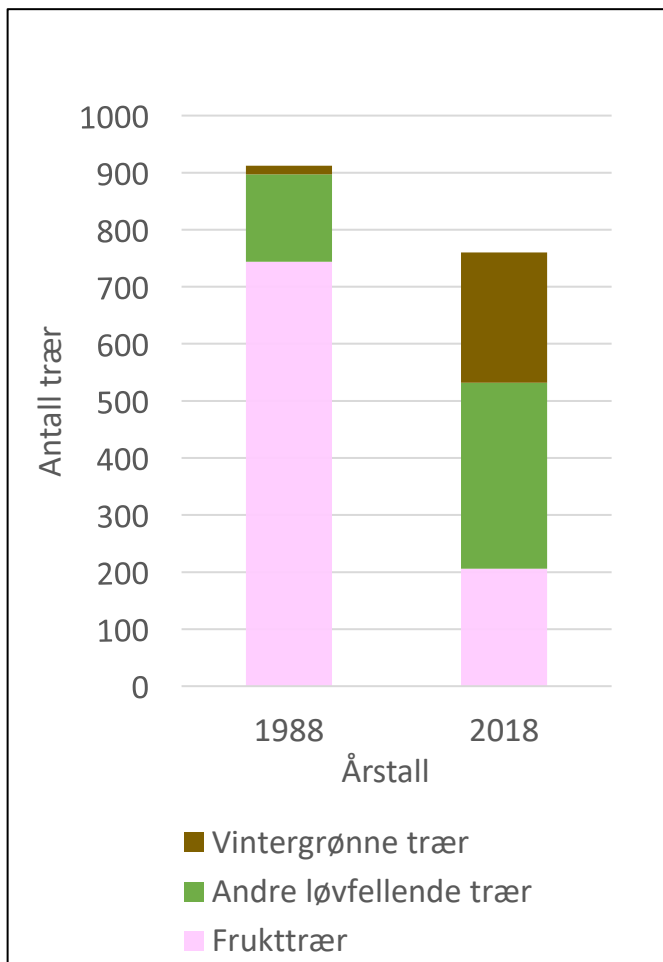
Fragmentering av permeable flater

Antall polygoner¹ av permeable flater har siden 1988 økt fra 37 til 87. Gjennomsnittsstørrelsen på polygonene har blitt redusert fra 1856 m² til 530 m² (vedlegg 5). Store polygoner trekker opp gjennomsnittet både i 1988 og i 2018. For 2018 vitner en medianverdi på 160 m² om at flertallet av polygonene er under gjennomsnittet. Reduksjonen i areal og økning i antall, forteller at polygonene med permeable flater har blitt redusert i størrelse og er mindre sammenhengende enn de var i 1988. Denne utviklingen har ført til fragmentering av de permeable flatene og skyldes blant annet opparbeiding av gang- og sykkelveier og større innkjørsler.

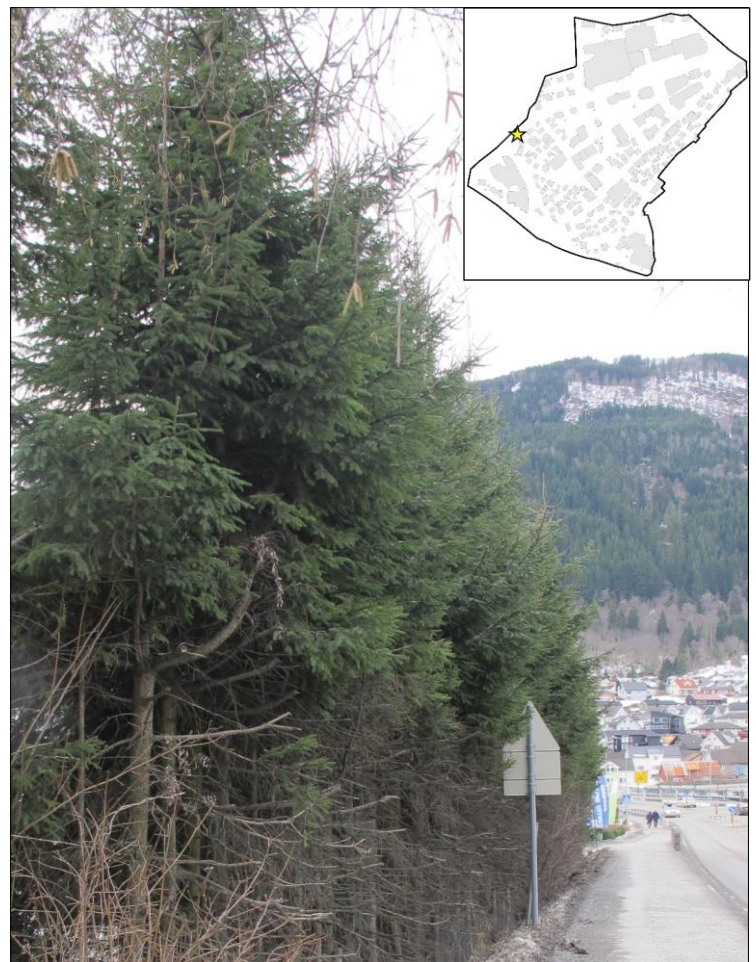
¹ Polygoner er i denne sammenheng permeable flater som har blitt isolert ved å bli omsluttet av impermeable flater.

3.2 Endring i antall og type trær

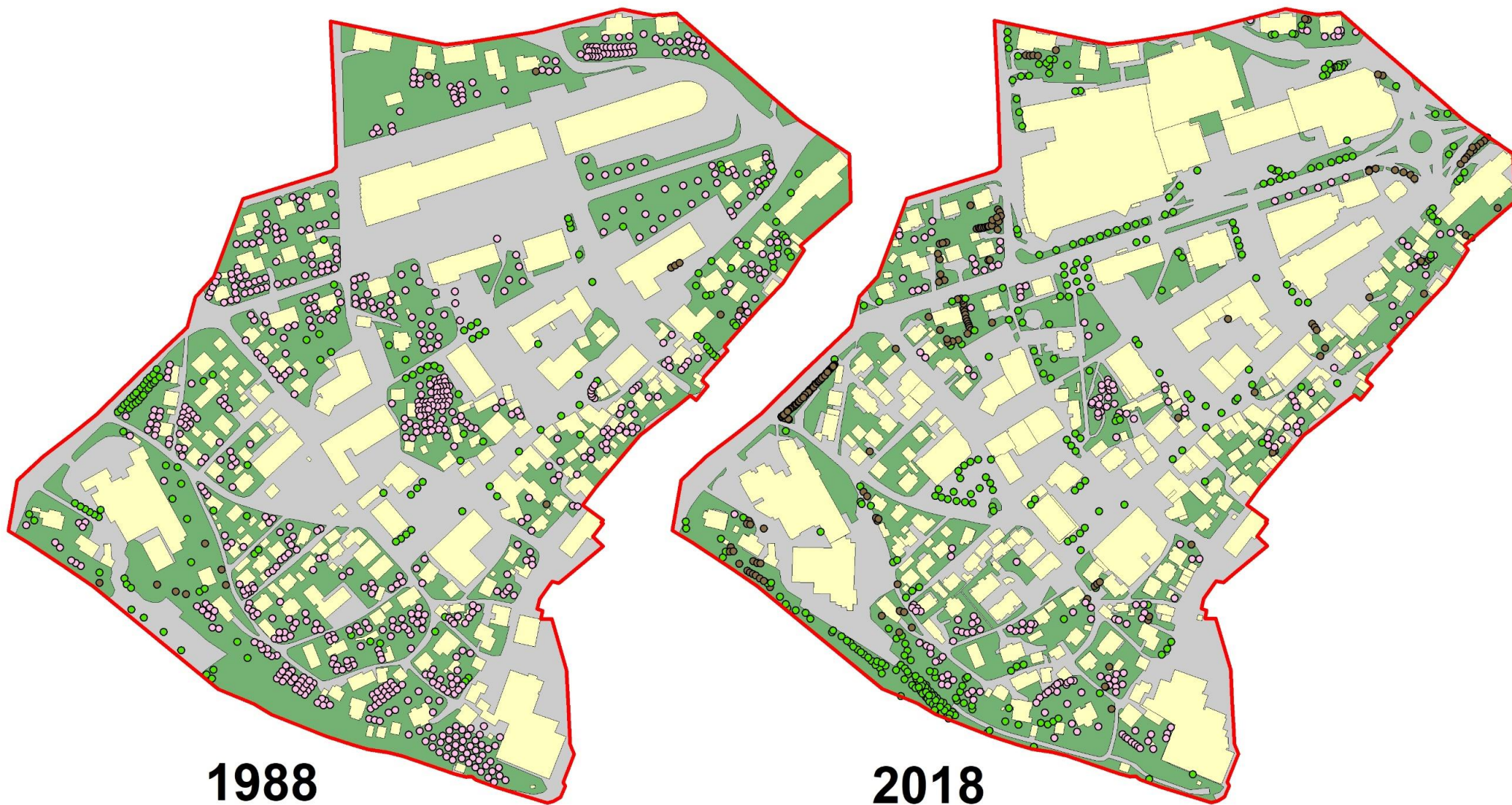
Det totale antallet trær har gått ned fra 912 trær i 1988 til 760 trær i 2018 (figur 12 og 14). Antall frukttrær har blitt redusert fra 744 til 206, og har gått fra å utgjøre den største andelen av alle trær 1988 (82 %), til den minste i 2018 (27%). Nedgangen skyldes i hovedsak færre frukthager (figur 15). Antall andre løvfallende trær har økt siden 1988, fra 153 til 326. Vintergrønne trær har siden 1988 økt fra 15 til 228 trær, og dette tilsvarer en endring på 1420 %. En rekke med 96 gran langs vestre deler av Gravensteinsgata er blant endringene fra 1988, og viser også den høyeste konsentrasjonen av vintergrønne trær i studieområdet (figur 13). Sør i studieområdet står feltet med gråor for 38 % av økningen i andre løvfallende trær (figur 5).



Figur 12: Stabeldiagrammet viser antall og type trær for de ulike årstallene 1988 og 2018.



Figur 13: Rekke med vintergrønne trær vest i studieområdet. Stjernen viser hvor bilde er tatt. Dette området har hatt økning med 96 vintergrønne trær siden 1988, og står for den høyeste konsentrasjonen av vintergrønne trær i studieområdet.



1988

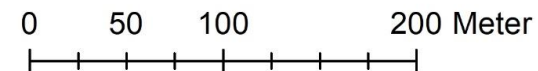
2018

Arealtyper

- Studieområdet
- Grå flater
- Grønne flater
- Bygninger

Type trær

- Frukttrær (eple, pære og plomme)
- Andre løvfellende trær
- Vintergrønne trær



Figur 14: Fordeling av type trær for 1988 og 2018, med kartet for arealtyper (figur 7) som bakgrunnskart. Fra 1988 har det vært en reduksjon i antall frukttrær og en økning i antall andre løvfellende trær og vintergrønne trær. Fruktthagen sørøst på kartet fra 1988 er eksempler på områder der antall frukttrær har blitt redusert i 2018.



Figur 15: Mange steder i sentrum har frukttrær forsvunnet, som her mellom bygget til sparebanken og kommunehuset. Stjernen viser hvor bildet er tatt. Fotoet øverst er tatt i 1983 og tilsvarende sitasjonen i antall og type trær i 1988. Fotoet nederst er tatt på samme sted i 2019, og viser at frukttrær har blitt erstattet av løvfellende trær og busker. Foto fra 1983, av Ingvild Austad og fra 2019, av Leif Hauge.

4.0 Diskusjon

4.1 Hvordan har arealtypene endret seg?

Det har skjedd store arealendringer i SogndalsfjØra fra 1988 til 2018. Grønne flater har blitt betraktelig redusert, og har gått fra å utgjøre den største andelen av areal i 1988 til den minste i 2018. Polygoner med permeable flater har blitt fragmentert ved at polygonene har blitt flere i antall og mindre i areal, og denne utviklingen har redusert sammenhengen av grønne flater. De største endringene har skjedd rundt Gravensteinsgata, nord og sørvest i studieområdet, hvor areal med bygninger har hatt en stor økning. Dette skyldes i hovedsak utbygging av politistasjon og utvidelse av kjøpesenter og hotell. Opparbeiding av stier i sentrumsparken har ført til mer oppdelte grønne flater (figur 16). Selv om det generelt er blitt mer grått og mindre grønt, er viktig å understreke at det er etablert en rekke tiltak i studieområdet som vil øke tilgjengeligheten til grøntområder for folk flest; gang- og sykkelveier, lekeplasser, sittegrupper og alleer med trær er positive endringer de siste 30 årene.



Figur 16: Sentrumsparken med opparbeidede gang- og sykkelveier, sittegrupper og plener, 2012, av Øyvind.

4.2 Hvordan vil endringene i grønnstrukturen påvirke et utvalg regulerende og kulturelle økosystemtjenester?

Vi har sett på hvordan endringer av grønnstrukturen i studieområdet, primært i form av grønne flater og trær, påvirker de regulerende og kulturelle økosystemtjenestene: *vannhåndtering, forbedret luftkvalitet, pollinering, rekreasjon, mental og fysisk helse og stedsidentitet og kulturarv*. Å se på et utvalg relevante, urbane økosystemtjenester for studieområdet er en måte å måle verdi av grønnstrukturene i området.



Vannhåndtering

I studieområdet har økningen i impermeable flater gitt en høyere midlere avrenningskoeffisient, som forteller at studieområdet evne til å håndtere overvann er svekket. Overvann som renner av fra de tette, impermeable flatene vil gi økt og hurtig avrenning i forhold til overvann på de gjennomtrengelige, permeable flatene. Denne utviklingen gjør at overvannets avrenning vil skje raskere og skape mer overflatevann av nedbøren, samt resultere i økte flodtopper og forringet vannkvalitet (Bolund & Hunhammar, 1999). Med en økning i impermeable flater vil overvannets vannføring øke, og raskere gi større vannmengder som kan resultere i større eller mindre oversvømmelser (Skaaraas et al., 2015). Skadevirkningene av slike oversvømmelser vil være størst i byer og tettsteder. Denne problematikken har blitt stadig viktigere sett i lys av klimaendringer, hvor truslene er mer nedbør, ekstremvær og flom (KLD, 2010, 2013). I Sogn og Fjordane forventes større problemer med overvann, og for regnskyll tilrådes et klimapåslag på 40 % grunnet høyere intensitet og frekvens (Klimaservicesenter, 2016). Som følge av reduksjonen i permeable flater vil studieområdets evne til å håndtere overvann være svekket i 2018 sammenliknet med situasjonen i 1988. Ettersom studieområdet kun utgjør en del av Sogndalsfjora, er det viktig å presisere at faktorer som går utover avgrensningen kan påvirke overvannssituasjonen i området. Omkringliggende topografi, med bratte dalsider som leder vann ned mot fjorden, er eksempel på dette. Grønne tak på deler av hotellet og kjøpesenteret er eksempler på overvannstiltak i studieområdet etablert siden 1988. Disse vil bidra til å håndtere overvann gjennom at vegetasjonen forhindrer direkte avrenning. Nyttens av permeable flater kan måles opp mot de reduserte kostnadene av andre overvannstiltak og eventuelle kostnader av overvannshendelser.

Trær tar opp store mengder vann, og vil i studieområdet bidra til vannhåndtering og drenering (Skaaraas et al., 2015). Et større solitærtre kan for eksempel transpirere opptil 450 liter vann i løpet av en dag (Bolund & Hunhammar, 1999). Forskjellen mellom store og små trær blir ikke videre kategorisert, og det er endringer i antall og ikke størrelse vi kan si noe om i vår oppgave. Ettersom antallet trær er redusert går vi ut ifra at studieområdet vil ha en mindre evne til å håndtere overvann i dag enn for 30 år siden.



Forbedret luftkvalitet

I studieområdet vil reduksjon av grønne flater ha en negativ påvirkning på områdets luftkvalitet. Dårlig luftkvalitet og forurensing er et økende problem ettersom byer og tettsteder blir større og mer kompakte (Brinchmann, Andersen & Nestaas, 2019). Luftforurensning fra svevestøv (PM₁₀) og nitrogendioksid (NO₂) har sterkest lokal påvirkning på luftkvaliteten. Utslipp av slike stoffer kommer hovedsakelig fra veitrafikk, enten i form av eksosutslipp, slitasje av asfalt fra piggdekk eller oppvirvling av veistøv (Miljødirektoratet, 2019a). Et mer kompakt bymiljø i studieområdet kan likevel redusere transportbehov ved at det blir korte avstander mellom viktige funksjoner, og dermed forbedre den lokale luftkvaliteten (Haagensen, 2015). Mer grå flater på bekostning av de grønne flatene tyder på at det er blitt mer trafikk i området. Gjennomfartsåren Gravensteinsgata (rv.5) er betydelig trafikkert med en årsdøgntrafikk på 9400 kjøretøy (Statens Vegvesen, 2018). Ettersom mer trafikk bidrar til økt luftforurensing, blir studieområdets evne til å bedre luftkvaliteten viktigere. En finsk studie viser at vegetasjonsdekte flater i parker har høye konsentrasjoner av jern og enkelte tungmetaller (Setala et al., 2017). Resultatet belyser viktigheten av permeable flater for opptak av forurensing i jordsmonn. Regulering av luftkvalitet har stor sammenheng med størrelsen på de grønne flatene og hvilken vegetasjon som vokser her (Vieira, Rocha, Branquinho, Pinho & Matos, 2019). Bevaring og utvidelse av mindre grønne flater vil gi størst forbedring av luftkvalitet. Det er derimot en motsatt utvikling som har skjedd i Sogndalsfjæra de siste 30 år. Siden 1988 har grønne flater blitt stadig mindre og mer oppstykket, og det er grunn til å tro at grønnsstrukturene derfor har dårligere evne til å forbedre luftkvaliteten i studieområdet.

En reduksjon av trær i studieområdet er også uheldig for den lokale luftkvaliteten. Trær og øvrig vegetasjon binder luftforurensing og bedrer dermed luftkvaliteten i byer og tettsteder (Nowak et al., 2006). Filtreringsevnen øker med bladareal, og trær renser mer enn busker, som igjen renser mer enn gress. Årstidsvariasjoner gir en ulik nytteeffekt av grønstrukturens binding av forurensende utslipp (Magnussen et al., 2015). En økning i antall vintergrønne trær innenfor studieområdet kan ha en positiv effekt for områdets luftkvalitet. Rekken med 96 grantrær vest i studieområdet (figur 13) utgjør en betydelig del av de vintergrønne trærne, og er strategisk plassert langsmed den trafikkerte gjennomfartsveien Gravensteinsgata. Av de vanligste trærne i norske byer har vintergrønne trær best evne til å ta opp forurensing, og de har et spesielt stort opptak av jern og tungmetaller (Setala et al., 2017). Disse trærne har en større totaloverflate med blader sammenlignet med løvtrær, og feller ikke nålebladene om vinteren når luftkvaliteten normalt er verst. Etersom nåletrær kan være følsomme mot forurensing og løvfellende trær kan være mer effektive til å ta opp gasser, har en svensk studie konkludert med at en blanding av arter vil være optimalt for best luftkvalitet (Bolund & Hunhammar, 1999). Siden 1988 har det totalt blitt 152 færre trær, og denne reduksjonen vil svekke trærnes evne til å forbedre luftkvaliteten i studieområdet. Likevel kan dagens sammensetning, med langt flere vintergrønne trær kombinert med frukt- og andre løvfellende trær, være mer fordelaktig for forbedring av luftkvaliteten enn sammensetningen i 1988.



Pollinering

En betraktelig nedgang av frukttrær innenfor studieområdet er negativt for pollinerende insekter, som avhenger av blomstrende vegetasjon som næringsgrunnlag og habitat (Schärer, 2019). Frukttrærnes blomstring begrenser seg til en kort periode på våren, men blomstrende planter vil være viktig gjennom hele sommersesongen (SABIMA, u.å.; Schärer, 2019). I studieområdet er det dermed positivt med en økning løvfellende trær, hvorav flere treslag blomstrer til ulike tider. Observerte busker og hekker som ikke er kartlagt i oppgaven vil også være betydningsfulle for pollinerende insekter. Et mangfold av insektpollinerende vegetasjon betyr variert blomstringstid, og sikrer pollinerende insekter næring gjennom sesongen (SABIMA, u.å.). Økning av antallet vintergrønne trær vil derimot ikke ha noen innvirkning på insektenes evne til pollinering. Nedgang og

fragmentering av de vegetasjonsdekte, grønne arealene i studieområdet fører til færre grønne korridorer for pollinatorene (LMD & KLD, 2018), og kan potensielt bety en nedgang i blomstrende planter.

Urbanisering er blant de viktigste årsakene for tilbakegang av pollinerende insekter (Hind, 2018). I senere tid er det blitt stadig mer oppmerksomhet omkring insekters truede posisjon (Dramstad & Pedersen, 2019; Lindhjem, 2012), og en nylig studie melder om at 40 % av verdens insektsarter står i fare for utryddelse (Sanchez-Bayo & Wyckhuys, 2019). Færre insektsarter vil føre til en mer sårbar natur i tilfeller av sykdommer eller klimaendringer, og kan føre til store samfunnsmessige kostnader ifølge FNs naturpanel (IPBES, 2019). En utskifting og ensartet beplantning av trær er ikke i tråd med anbefalinger om variasjon i trær av ulik alder og type (Fylkesmannen i Innlandet, 2019), og kan sammen med fremmede treslag utgjøre en trussel mot de pollinerende insektene (Dramstad & Pedersen, 2019). I studieområdet kan nyplantinger av kommersielle treslag til fordel for eldre, blomstrende frukttrær derfor utgjøre en trussel for områdets pollinerende insekter.



Rekreasjon, mental og fysisk helse

Selv om det har blitt mindre grønne flater i studieområdet, er en del av dagens grønne flater til gjengjeld bedre tilrettelagt i form av parker med universell utforming og opparbeidete lekeplasser. Grønnstruktur man opplever i hverdagen har muligens en lavere opplevelsesverdi enn mer spektakulær natur, men vil være tilgjengelig for flere til enhver tid. I praksis vil de nære grønnstrukturene være en hovedkilde til rekreasjon ettersom de utgjør en stor del av innbyggernes naturopplevelser (Magnussen et al., 2015). I Sogndal vil topografiske forhold kanskje gjøre sentrumsnære grønnstrukturer spesielt verdifulle, ettersom bratte dalsider ikke er rekreasjonsareal for enhver. Uansett vil grønne flater i studieområdet være av stor betydning, da det ikke bør være lengre enn 200 meter fra bolig til nærmeste grønne park (Miljødirektoratet, 2014). Hvilken type grøntområder som er å foretrekke kommer an på brukergruppen – barn ønsker gjerne store åpne plener for lek, mens eldre vil kanskje søke grøntområder med naturelementer som bidrar til ro og estetiske opplevelser. Tilrettelegging av gang- og sykkelveier i

tilknytning til grøntområdene i studieområdet vil kunne ha en positiv innvirkning på befolkningens aktivitetsnivå, som igjen kan gi fysiske og mentale helsegevinster. Dette gir mer fragmenterte arealer, men slik oppdeling kan øke tilgjengeligheten for folk flest. Personer som bor i nærhet til grøntområder vil i tillegg være mindre stresset og leve lengre enn de som bor lengre unna (Miljødirektoratet, 2018). Endringer i grønnstrukturen kan med andre ord påvirke rekreasjonsverdien i studieområdet og virke inn på brukere av området sin fysiske og mentale helse. Det kan se ut til at dagens grønne områder har fått en høyere bruksverdi på grunn av økt tilgjengelighet, men at reduksjon i grøntområder generelt svekker rekreasjonsverdiene i studieområdet.

En reduksjon av antall trær innenfor studieområdet kan være negativt for innbyggernes rekreasjon eller mental og fysisk helse (Kuo & Sullivan, 2001). Slike naturelementer har en rekreativ effekt, og kan blant annet virke stressreducerende på innbyggerne (Tyrväinen et al., 2014). Med en mer tilgjengelig plassering av de eksisterende trærne langsmed gater, stier og parker vil mange likevel kunne nyte godt av dem. Langs Gravensteinsgata er det etablert rekker av trær som til en viss grad skjermes for trafikk. Slike landskapselementer kan være med på å skape attraktive byrom som grønne forbindelser, og er en svært synlig del av grønnstrukturen i sentrumsområdene (Stange, 2010). Ettersom folk best liker å være på tur i grønne omgivelser, kan gatene, stiene og parkene med innslag av trær fremme aktivitet og det urbane friluftslivet i området (KMD, 2016). Grøntområder i nærhet av boligen vil gi bedre fysisk og mental helse, og selv utsikt til trær vil ha en positiv effekt (Barstad, 2009). Med sesongvariasjoner følger blomstring, dufter og visuelle inntrykk. Fruktrærne med slike kvaliteter er betraktelig redusert i antall, og vil ikke lengre være et like fremtredende, estetisk element i området. Selv med en reduksjon i antall trær innenfor studieområdet, kan nyetablerte trær i de sentrale områdene kompensere for noe av tapet knyttet til rekreasjon og helseverdi.



Stedsidentitet og kulturarv

I løpet av de siste 30 år har mange av de opprinnelige frukthagene blitt mindre og færre, og det er blitt mer opparbeidede og kultiverte grøntområder. Denne utviklingen er ofte unødvendig og kostbar og etterlater vedlikeholdskrevende grøntområder (Austad et al., 1989). Det ser ut til at nedbyggingen av grønne flater er størst for de mest sentrale

områdene rundt Gravensteinsgata og næringsbebyggelse. Private hager i ytre deler av studieområdet har derimot endre seg lite. Egenskaper og særtrekk ved stedet vil kunne være viktig for hvor folk velger å oppholde seg, reise eller bo (NOU, 2013). Verdien av kulturelle økosystemtjenester vil variere utfra den enkeltes forutsetninger og preferanser. Bevaring av grøntarealer er viktig for stedsidentitet og kulturarv ved at de er med på å ivareta tettstedets opprinnelige karakter (Magnussen et al., 2015). Grønnstrukturer har i mange tilfeller lagt grunnlaget for tettstedets struktur ved å være bestemmende for lokalisering av bebyggelsen (Austad et al., 1989). Den gradvise nedbyggingen av grønne flater kan etter hvert utarme de tilhørende historiske verdiene innenfor studieområdet.

I bygda som markedsfører seg selv som «Saftbygi», har det lenge vært de mange frukttrærne som har gjort stedet spesielt og attraktivt. Av grøntområdene i sentrum var mange private frukthager dominert av gravensteinsepletrær (Austad et al., 1989), og i 1988 utgjorde andelen frukttrær 82 % av det totale antall trær innenfor studieområdet (figur 17). Det var disse trærne som i NAMIT-rapport nr. 3 ble betegnet som «det viktigste og mest karakteristiske innslaget av grønt i Sogndalsfjóra i dag» (1989). I dag er det lite som vitner om hva som har gitt gjennomfartsveien Gravensteinsgata sitt navn. Mange av de etablerte frukttrærne er fjernet, og under befaringer observerte vi at nyplanting av trær i studieområdet domineres av treslag som lind og asal, uten stedtilknytting til Sogndal. Trær må naturligvis skiftes ut med jevne mellomrom, men det kan se ut til at den store endringen i artssammensetningen er en følge av ukritisk beplantning uten at stedeegne kvaliteter er tatt i betraktning. Eldre frukttrær i studieområdet bidrar med et lokalt særpreg, og er med på å skape gode byrom med historiske linjer. Store, skulpturelle frukttrær i parken er stedstypiske og attraktive innslag i studieområdet. I en sentrumsanalyse av Sogndalsfjóra kom det frem at eplehagene ga bygda særpreg, spesielt tydelig i vårblomstringen og med modne frukter om høsten (Stiv kuling, HISF, Norconsult 2013). Videre mente de at eplehagene var viktige for identiteten til Sogndal, men at disse stadig hadde blitt utsatt for utbygning og står i fare for å forsvinne helt i fremtiden (StivKuling et al., 2013). Hvis utviklingen i antall frukttrær forsetter slik som den har gjort

siden 1988, kan viktige element slik som eplehagene i stor grad forsvinne og medføre en gradvis utvisking av kulturarven og stedsidentiteten i bygda.



Figur 17: Gravensteinsgata i overgangen fra private frukthager til parkering og næringsvirksomhet. Hagen med frukttrærne måtte senere vike plass for posthuset og kulturhuset. Foto fra ca. 1970, av Leiv Bergum.

Disservices

Økosystemtjenester er forbundet med de positive virkningene fra grønnstruktur, men det finnes også negative virkninger, såkalte «disservices». Eksempler på slike virkninger er pollen til besvær for pollenallergikere, eller skygge og utsiktshindring fra store trær (Magnussen et al., 2015). I en undersøkelse om bytrærnes betydning for bymiljøet i Oslo, oppgir 90 % av de spurte fordeler med bytrær slik som for eksempel; fint å se på, lukter av vår, skjermer mot støy, mens 10 % oppgir ulemper; for eksempel nedfall av løv, pollenallergi, sperring av utsikt (NINA, 2017). For studieområdet i Sogndal kan opphopning av nedfallsfrukt fra frukttrærne og utsiktshindring på grunn av fra store trær være negative virkninger fra grønnstrukturen. Vi vurderer allikevel de negative virkningene av grønnstruktur til å være av mindre, negativ betydning i forhold til de tjenestene de leverer, i tråd med Lindhjem (2012).

Verdisetting av økosystemtjenester

Verdien av økosystemtjenestene for studieområdet er basert på tilgjengelig forskning, men det må understrekes at det er nødvendig med flere norske verdsettingsstudier for å fremskaffe mer eksakte verdier for flere tjenester. Vår verdisseting kan likevel bidra til å rette et større fokus mot verdien av grønnstrukturer i videre planlegging og offentlig beslutningstaking. Verdien for de utvalgte økosystemtjenestene levert av grønnstrukturer er eksempler som kun utgjør en liten del av det totale økosystemregnskapet i studieområdet (Lindhjem, 2012). Ettersom busker og hekker ikke er inkludert i kartleggingene, har vi sett vekk i fra deres verdi for overnevnte økosystemtjenester. Både vintergrønne og løvfellende busker ville antakelig påvirket resultatene av verdissetingen, og hatt en positiv verdi for samtlige økosystemtjenester. Ved å forbedre kvalitet og tilgjengelighet til grønnstrukturene vil evnen til å levere økosystemtjenester øke. Dette vil bli spesielt viktig fordi betydningen av de urbane økosystemtjenestene øker i takt med innbyggertallet ettersom flere har nytte av dem (Barton, Vågenes Traaholt, Blumentrath & Reinvang, 2015).

4.3 Samsvarer grønnstrukturutviklingen med nasjonale utviklingsmål og trender?

Færre trær og en reduksjon av grønne flater viser at grønnstruktur i studieområdet har gått tapt siden 1988. Økning i bygningsareal og grå flater er med på å forklare reduksjon og fragmentering av grønnstrukturen. At grønnstruktur blir nedbygget til fordel for bygninger og grå flater, samsvarer godt med de generelle utviklingstrendene i norske tettsteder (Miljøverndepartementet, 1998; NOU, 2013). I Sogndal har utbyggingen i stor grad vært en intensivering av grønne arealer i tidligere spredtbygde nabolag, også kalt *eplehageutbygging* (Marjanovic, 2015). Nye bygg plasseres ofte i hager hvor trær og busker har stått. Ettersom småhusområdene utgjør en stor del av tettsteder (Statistisk sentralbyrå 2005), vil fortetningen her kunne ha mye å si for grønnstrukturen. Reduksjonen i antall frukttrær og økningen i løvfellende og vintergrønne trær vitner om at lokale vegetasjonsinnslag forsvinner og at nyplantingen i større grad skjer med kommersielle treslag. Slik nyplanting foregår i mange av landets byer og tettsteder, og kan endre områdets karakter ved å ikke ta hensyn til stedegne kvaliteter og gamle, glemte arter (Skjelbreid, 2016). Nasjonale og regionale endringer for fruktproduksjonsmarkedet og mindre landbruk i sentrumsnære strøk kan være medvirkende årsaker til nedgangen i frukttrær (Miljøverndepartementet, 1998; Norsk Landbrukssamvirke, 2017). Som for mange norske tettsteder, kan arealendringene i Sogndal sees i lys av planlegging på bilens premisser. Økning av de grå flatene i studieområdet har sammenheng med mer parkeringsareal og flere og bredere veier. På grunn av arealkrevende transportmidler, tar veier opp omtrent dobbelt så mye areal som bygninger i landets tettsteder (Naturfagsenteret, u.å.). Studieområdets utvikling fra 1988 samsvarer med landets stadig mer grå og kultiverte tettsteder (Kine Halvorsen Thorén, 2010).

Utviklingen i grønnstrukturen i Sogndalsfjóra siden 1988 kan sees i lys av nasjonal og regional tettstedspolitik. Brundtlandkommisjonen «Vår felles fremtid» innledet 90-tallet (1987), og bærekraftbegrepet ble en del av norsk politikk og planlegging. Miljøvennlig by- og tettstedsplanlegging ble spesielt viktig, og var et eget satsningsområde for Miljøverndepartementet som hadde datidens planleggingsansvar i regjeringen (Vestby, 2018). Fokus og studier av planlegging i sentrumsområder ledet an til planprinsippene om knutepunktutvikling og fortetting med kvalitet. NAMIT-prosjektet fikk en betydelig rolle for innføringen av prinsippene, som ble anbefalt i senere stortingsmeldinger (KLD,

1997; Miljøverndepartementet, 1993). Målet om en bærekraftig utvikling i byer og tettsteder er den viktigste grunnen til at det nasjonalt satses på fortettingsstrategien (Guttu & Thorén, 1999). Bevaring av grønnstrukturer er et nasjonalt mål blant annet ved at grønnstrukturer er juridisk forankret som eget arealformål i plan- og bygningsloven (2008). Loven tillegger også kommunen det formelle ansvaret for planleggingen. Ved tiltak som berører naturmangfold er kommunen forpliktet til å blant annet å vurdere prinsippene i §§ 9 og 10 i naturmangfoldloven om å være føre-var og se på den samlede belastningen (KLD, 2009). Til tross for økt oppmerksomhet omkring grønnstrukturer og naturmangfold er dette tapende interesser i planprosessene.

I Sogndals kommuneplan (2010 - 2022) står det at kommunen ønsker fortetting og fornying av sentrum (2010). Innbyggertallet i kommunen har økt med nærmere 2300 personer siden 1988, og Sogndalsfjóra har opplevd den største veksten (SSB, 2019a). Kravet i planbestemmelsene om høy arealutnyttelse i sentrum (min. 6 boenheter pr. daa) fungerer som et virkemiddel for å sikre fortetting (Sogndal kommune, 2013). Befolkningsvekst og fortetting ser ut til å være store drivere for nedbygging av grønnstrukturer i studieområdet. Selv om kommunen er den viktigste myndigheten for by- og tettstedsutvikling, kan de i liten grad påvirke de store drivkreftene for utviklingen (Hanssen et al., 2015). Tettstedsvekst vil bestemmes av flyttestrømmene og næringslivets lokalisering (Nordahl, 2015). Utbygging skjer i hovedsak på markedsvilkår av private aktører, men kommunen bør likevel planlegge for ønsket fortetting. Selv om statlige planretningslinjer sender ut sterke politiske signaler om bærekraftig utvikling til kommunene (2014), må motstridende hensyn veies opp mot hverandre på lokalt nivå (Ekeland, 1985).

Tettstedsutvikling i form av fortetting, i motsetning til ekspandering utenfor tettstedsgrensen vil være viktig for å redusere areal- og transportbehov (Guttu & Schmidt, 2008). Jordvern er en viktig begrunnelse for Sogndal kommune sin arealstrategi om videreutvikling av eksisterende areal innenfor byggesonen (Sogndal kommune, 2018). Fortetting kan også føre til et mer attraktivt og levende tettsted, som legger grunnlag for god folkehelse. Ved at områdene innenfor tettstedsgrensen utnyttes vil totale miljøbelastninger reduseres. Andre fordeler ved fortetting er en relativ reduksjon av transport, forsikning av omkringliggende naturareal, urbane kvaliteter, alternative

botilbud og bedre servicetilbud (Guttu & Thorén, 1999). Dette kan gi en vinn – vinn situasjon med samfunnsøkonomisk lønnsomhet for kommunen (Klima- og miljødepartementet, 2002). Skjer fortettingen derimot uten god kvalitet og helhetlig planlegging vil det kunne medføre negative konsekvenser for grønnstrukturen. Som i studieområdet, viser utviklingen i norske tettsteder en stor nedbygging av grønnstrukturer. Dette indikerer en mindre vellykket fortetting der markedskrefter og økonomi har vært styrende (Guttu & Thorén, 1999; Høiby, 2015).

En stadig tilflytting til urbane områder krever ny arealbruk (NINA, u.å.). Utbyggingspresset kan føre til forringelse av tettstedets særpreget og at grøntområder nedbygges, samt gi reduserte bokvaliteter og uheldige trafikkbelastninger (Klima- og miljødepartementet, 2002). Fortettingen i seg selv kan ikke sies å være problemet, men hvordan det fortettes. I fortettingsstrategien er større grøntområder prioritert, men i økologisk forstand vil mindre korridorer som binder sammen grøntområdene være like viktig (Terje, Joar, Gjermund & Dag, 2003). Grønnstrukturer og grønne elementer skal ikke nødvendigvis ligge urørt, men kvalitet må settes i søkelyset for at fortettingsprosessen ikke skal forringe miljøet og skape økende interessekonflikter (Klima- og miljødepartementet, 2002). Tradisjonelt sett er det først og fremst hensyn til rekreasjon som ivaretas gjennom tilgjengelighet, mens kommunens kunnskap om hvilke andre grønne verdier som bygges ned er for dårlig (Guttu & Thorén, 1999; Kine Halvorsen Thorén, 2010). Grønnstrukturers rolle som et flerfunksjonelt system, som bidrar med blant annet vannhåndtering, pollinering og forbedret luftkvalitet, er lite vektlagt i planleggingen (Kine H. Thorén & Saglie, 2015). En gjennomtenkt fortettingsplan vil kunne utnytte tettsteders grå arealer, for å bevare og utvikle de grønne verdiene. Uansett vil det være viktig å verdsette grønnstrukturen og planlegge langsiktig for å for å best mulig bevare veven av grønne arealer (Miljøverndepartementet, 1998). Verdisetting av grønnstruktur i form av økosystemtjenester kan skape kunnskapsgrunnlaget for å prioritere hvor det bør bygges i fremtiden.

5.0 Konklusjon

Det har skjedd store endringer i grønnstrukturen i Sogndalsfjøra fra 1988 til 2018. Areal av grønne flater har blitt redusert og mer oppstykket, og det var vært en reduksjon i antall, og endring i sammensetning av trær. Endringene i grønnstrukturen har påvirket utvalget av regulerende og kulturelle økosystemtjenester på ulike måter. Studieområdets evne til å håndtere overvann og forbedre luftkvaliteten har blitt svekket, men grønne overvannstiltak og endring i sammensetningen av trær kan bidra til å bedre situasjonen. Flere løvfellende trær med variert blomstringstid kan være positivt for pollinatorer, men den drastiske nedgangen av frukttrær reduserer næringsgrunnlaget for pollinerende insekter. Rekreasjonsverdien har blitt negativt påvirket av reduksjonen i grønne flater og antall trær, men økt tilgjengelighet til grøntområder kan ha gitt høyere bruksverdi. Den kraftige reduksjonen i antall frukttrær har også ført til at stedegne vegetasjonselement som kan være viktig for stedsidentiteten og kulturarven står i fare for å forsvinne. Ettersom fortetting er et utviklingsmål både nasjonalt og for Sogndal kommune, står grønnstruktur i fare for å bli nedprioritert. Nedbygging og fragmentering av grønnstruktur, som følge av økning i bygninger og grå flater, er ikke uventet for et tettsted i vekst. Utviklingen i studieområdet samsvarer godt med generelle utviklingstrender i norske byer og tettsteder, og vitner om at grønnstrukturer er tapende interesser i planprosessene. Fortetting med kvalitet gjennom helhetlig planlegging vil derimot kunne se på grønnstruktur som et flerfunksjonelt system, og rette oppmerksomheten mot flere av godene grønnstrukturer står for. Særlig i de tett befolkede delene av tettsteder kan det ligge store verdier i å bevare og utvikle grønnstrukturer. Verdisetting av tjenestene fra grønnstruktur i form av økosystemtjenester kan sørge for at grønnstrukturers verdi blir kommunisert og ivaretatt i fremtiden.

REFERANSER

- Austad, I. (1988). Sogndal sentrum 1988, Eksisterende forhold. I. Sogndal: NAMIT.
- Austad, I. & Helle, T. (1988). Sogndal sentrum 1988, Eksisterende forhold. I. Sogndal: NAMIT.
- Austad, I., Sandal, P., Helle, T. & Losvik, M. H. (1989). *SogndalsfjØra i historisk perspektiv* (NAMIT-rapport nr.3). Sogndal: Sogn og Fjordane distriktshØyskole.
- Barstad, A. (2009). Trær og det gode liv liv? *Samfunnsspeilet*.
- Barton, D. N., Vågnes Traaholt, N., Blumentrath, S. & Reinvang, R. (2015). *Naturen i Oslo er verdt milliarder. Verdsetting av urbaneØkosystemtjenester fra grØnnstruktur*. Oslo.
- Bergkvam, Ø. (2001). Egne hjem-bevegelsen - en sosial strØmning. Hentet fra <http://folk.uio.no/bergkvam/egnehjem.html>
- Bjærke, M. R. (2018). Hvor ble det av naturens egenverdi? , *Ørg.* 35 s .7-21. Hentet fra <https://www.idunn.no/nnt/2018/01/hvor-ble-det-av-naturens-egenverdi>
- Bolund, P. & Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 29(2), 293-301. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00013-0](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00013-0)
- Brinchmann, B., Andersen, G. & Nestaas, I. (2019). luftforurensning. I *Store norske leksikon*. Hentet fra <https://snl.no/luftforurensning>
- Brundtland, G. H. & Dahl, O. (1987). *Vår felles framtid*. Oslo: Tiden norsk forlag.
- BØrrud, E. (2018). «Top down» fØringer - «bottom up» lØsninger. Innlegg presentert ved Urban IdØ / Akershus fylkeskommune RØde Kors Konferansesenter, Oslo. Abstract hentet fra <http://www.akershus.no/file/ae96a8a01b3970022c18cd8e387b0d1f/Elin+B%F8rrud+-+Top+down%BB+f%F8ringer+-bottom+up%BB+l%F8sninger.pdf>
- Clavier, K. (2015). BlågrØnn faktor, brukerveileding. *BlågrØnn faktor - miniseminar*. Kristiansand: Kristiansand kommune. Hentet fra <https://www.kristiansand.kommune.no/globalassets/teknisk-og-eiendom/reguleringsplaner/dokumenter/blagronn-faktor--miniseminar--18-februar-2015.pdf>
- Dramstad, W. & Pedersen, C. (2019). Disse trendene er dØrlig nytt for pollinerende insekter.
- Ekeland, E. (1985). *Fortetting i eldre boligomrØder*. Oslo: 3B programmet.
- Esri. (2018). ArcMap Desktop [Geografisk informasjonssystem] [ArcMap 10.16 (10.16.11)].
- Forman, R. T. T. (2019). *Towns, ecology, and the land*. London: Cambridge University Press.
- Fylkesmannen i Innlandet. (2019). Tilrettelegging for pollinerende insekter. Hentet fra <https://www.fylkesmannen.no/nb/innlandet/landbruk-og-mat/miljotiltak-i-jordbruket/regional-miljoprogram-for-jordbruket/tilrettelegging-for-pollinerende-insekter/>
- Guttu, J. (1995). *Natur- og miljøvennlig tettstedsutvikling : oppsummering fra NAMIT-prosjektet*. Oslo: Norsk insitutt for by- og regionforskning.
- Guttu, J. & Schmidt, L. (2008). *Fortett med vett : eksempler fra fire norske byer*. Bergen: Husbanken Region vest. Hentet fra <http://biblioteket.husbanken.no/arkiv/dok/3439/fortett-med-vett.pdf>
- Guttu, J. & ThorØn, A.-K. H. (1999). *Fortetting med kvalitet : bebyggelse og grØnnstruktur*. Oslo: Miljøverndepartementet.

- Haagensen, T. (2015). *Byer og miljø - Indikatorer for miljøutviklingen i "Framtidens byer"* (ISBN 978-82-537-9147-0). Hentet fra <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/artikler-og-publikasjoner/attachment/225738?ts=14d1deb5aa8>
- Hanssen, G. S., Hofstad, H. & Saglie, I.-L. (2015). *Kompakt byutvikling : muligheter og utfordringer*. Oslo: Universitetsforl.
- Hind, L. J. (2018). Tar biene og blomstene med i byplanleggingen. Hentet 23.05 2019 fra <https://www.nibio.no/nyheter/tar-biene-og-blomstene-med-i-byplanleggingen>
- Høiby, V. (2015). *Fortetting av historiske Stabekk - bærekraft og stedsidentitet* Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, Ås. Hentet fra https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/bitstream/handle/11250/2401666/Web_Masteroppgave%20-%20Victoria%20H%C3%B8iby.pdf?sequence=1
- IPBES, T. I. S.-P. P. o. B. a. E. S. (2019). *Assessment Report on Pollinators, Pollination and Food Production*. Hentet fra <https://www.ipbes.net/assessment-reports/pollinators>
- Kartverket. (2018a). Administrative enheter fylker. Hentet fra <https://kartkatalog.geonorge.no/metadatas/kartverket/administrative-enheter-fylker/6093c8a8-fa80-11e6-bc64-92361f002671>
- Kartverket. (2018b). Felles KartdataBase (FKB). I. Hentet fra <https://kartkatalog.geonorge.no/metadatas/geovekst/felles-kartdatabase-fkb/0e90ca71-6a02-4036-bd94-f219fe64645f>
- Kartverket. (2018c). Topografisk Norgeskart 4 cache. I. Hentet fra <https://kartkatalog.geonorge.no/metadatas/kartverket/topografisk-norgeskart-4-cache/8f381180-1a47-4453-bee7-9a3d64843efa>
- KLD. (1997). *St. meld. nr. 29, Regional planlegging og arealpolitikk*. Stortinget
- KLD. (2009). Lov om forvaltning av naturens mangfold (naturmangfoldloven) Hentet fra https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2009-06-19-100#KAPITTEL_2
- KLD. (2010). *NOU 2010: 10* (Tilpassing til eit klima i endring). Oslo: regjeringen.no. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2010-10/id624355/sec1>
- KLD. (2013). *Meld. St. 33 (2012-2013)* (Klimatilpassing i Norge). regjeringen.no. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld-st-33-20122013/id725930/sec1>
- Klima- og miljødepartementet. (2002). *Stortingsmelding nr. 23 (2001-2002), Bedre miljø i byer og tettsteder*. Regjeringen. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/stmeld-nr-23-2001-2002-/id196048/sec3>
- Klimaservicesenter, N. (2016). *Klimaprofil Sogn og Fjordane*. Hentet fra <https://cms.met.no/site/2/klimaservicesenteret/klimaprofiler/klimaprofil-sogn-og-fjordane/attachment/10505?ts=15876ca5320>
- KMD. (2008). Plan- og bygningsloven
- KMD. (2016). *Byrom - en idehåndbok : hvordan utvikle byromsnettverk i byer og tettsteder*. Oslo: Kommunal- og moderniseringsdepartementet.
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (2014). *Statlige planretningslinjer for samordnet bolig-, areal- og transportplanlegging*. Regjeringen. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/Statlige-planretningslinjer-for-samordnet-bolig--areal--og-transportplanlegging/id2001539/>

- Kuling, S., Fjordane, H. i. S. o. & Norconsult. (2013). Sentrumutvikling Sogndal Analysar. Hentet fra <https://docplayer.me/23416957-Sentrumsutvikling-sogndal-analysar-delinnlevering.html>
- Kuo, F. E. & Sullivan, W. C. (2001). Aggression and Violence in the Inner City: Effects of Environment via Mental Fatigue. *Environment and Behavior*, 33(4), 543-571. <https://doi.org/10.1177/00139160121973124>
- Lindhjem, H. D. S., Maja. (2012). *Urbane økosystemtjenester i Norge: Status, utvikling, verdi og kunnskapshull*. Hentet fra <https://docplayer.me/2482772-Rapport-2012-37-urbane-okosystemtjenester-i-norge-status-utvikling-verdi-og-kunnskapshull-henrik-lindhjem-og-maja-dineh-sorheim.html>
- LMD & KLD. (2018). *Nasjonal pollinatorstrategi*. Regjeringen. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nasjonal-pollinatorstrategi/id2606300/>
- Magnussen, K., Reinvang, R. & Løset, F. (2015). *Økosystemtjenester fra grønnstruktur i norske byer og tettsteder*. Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M378/M378.pdf>
- Marjanovic, G. (2015). *Bygningsform og bebyggelsesstrukturer i den fortettede byen. I Kompakt byutvikling : muligheter og utfordringer*. Oslo: Universitetsforl.
- Miljødirektoratet. (2013). Hva er økosystemtjenester? Hentet 22/01 2019 fra <http://www.miljodirektoratet.no/no/Tema/Arter-og-naturtyper/Verdien-av-naturmangfold-og-okosystemtjenester/Hva-er-okosystemtjenester/>
- Miljødirektoratet. (2014). *Planlegging av grønnstruktur i byer og tettsteder*. Trondheim: Miljødirektoratet. Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M100/M100.pdf>
- Miljødirektoratet. (2018). *Friluftsliv i byene*. Hentet fra <https://www.miljostatus.no/tema/friluftsliv/friluftsliv-i-byene/Rapport>
- Miljødirektoratet. (2019a). *Lokal luftforurensning*. Hentet fra <https://www.miljostatus.no/tema/luftforurensning/lokal-luftforurensning/PrintPage>
- Miljødirektoratet. (2019b). *Naturpanelet: Alvorlig utvikling for naturen*. Hentet 29.05.2019 fra <https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/nyheter/2019/mai-2019/naturpanelet-akselererende-og-alvorlig-utvikling-for-naturen/>
- Miljøverndepartementet. (1993). *St. meld. nr. 31, Den regionale planleggingen og arealpolitikken*. Stortinget
- Miljøverndepartementet. (1998). *T-1267 Fortetting med kvalitet*.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Millennium Ecosystem Assessment*. Hentet 04.03 2019 fra <https://www.millenniumassessment.org/en/index.html>
- Moen, A. (1998). *Nasjonalatlas for Norge: Vegetasjon*. Hønefoss: Statens kartverk.
- Myhre, J. E. (2015). *Byene vokser*. Hentet fra <https://www.norgeshistorie.no/industrialisering-og-demokrati/artikler/1524-byene-vokser.html>
- Naturfagsenteret. (u.å.). *By- og tettstedsvekst*. Hentet 26.04 2019 fra <https://www.miljolare.no/tema/konflikter/artikler/by-og-tettstedsvekst.php>
- NINA. (2017). *Betalingsvillighet for bedre bymiljø - BYTRÆR*. Hentet fra <https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/2473036/Barton%20Betalingsvillighet%20Urban%20EEA%20Faktaark%202017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- NINA. (u.å.). Økosystemtjenester og byplannlegging. Hentet fra <https://www.nina.no/V%C3%A5refagomr%C3%A5der/%C3%98kosystemtjenester/%C3%98kosystemtjenester-og-byplannlegging>
- Nordahl, B. I. (2015). Kommunenes styringsmuligheter og økonomiske drivere i kompakt byutvikling. I *Kompakt byutvikling : muligheter og utfordringer*. Oslo: Universitetsforl.
- Nordeide, T. (1996). *Lokal håndtering av overvann i byer og tettsteder* (0801-6461). Oslo: Norges byggforskningsinstitutt.
- Norsk Landbruksamvirke. (2017). Økende import truer bærekraftig norsk frukt og grønnsaker. Hentet fra <https://www.landbruk.no/internasjonalt/okende-import-truer-baerekraftig-norsk-produksjon-av-frukt-og-gronnsaker/>
- NOU. (2013). *Naturens goder – om verdier av økosystemtjenester* (978-82-583-1181-9). Norges offentlige utredninger. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/c7ffd2c437bf4dcb9880ceeb8b03b3d5/nou/pdfs/nou201320130010000dddpdfs.pdf>
- Nowak, D. J., Crane, D. E. & Stevens, J. C. (2006). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening*, 4(3 4), 115. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2006.01.007>
- Nyjordet, S. M. G. (2018). Digitalisering "Sogndal sentrum 1988". I. Sogndal.
- Næss, P. (1992). *Natur- og miljøvennlig tettstedsutvikling : faglig sluttrapport*. Oslo: Norsk institutt for by- og regionforskning. Hentet fra <https://www.nb.no/nbsok/nb/20b788e96cab75273d2b6715550c6085?lang=no#385>
- Paus, K. H. (2017). Crach-kurs i overvannsberegninger. I. Scandic, Hamar: Asplan Viak. Hentet fra https://norskvann.no/images/gjertrude/pdf/Dag_1_-_05_-_Crashkurs_i_overvannsberegninger_Paus.pdf
- SABIMA, N. (u.å.). Humler og bier. Hentet fra <https://www.sabima.no/trua-natur/humler-og-bier/>
- Sanchez-Bayo, F. & Wyckhuys, K. A. G. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers.(Report). I(Vol. 232, s. 8): Biological Conservation. Hentet fra <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320718313636>
- Schärer, J. (2019). Bier og blomster er viktige i hverdagslandskapet - Nibio. Hentet fra <https://www.nibio.no/nyheter/bier-og-blomster-er-viktige-i-hverdagslandskapet>
- Setälä, H., Francini, G., Allen, J. A., Jumpponen, A., Hui, N. & Kotze, D. J. (2017). Urban parks provide ecosystem services by retaining metals and nutrients in soils. *Environmental Pollution*, 231, 451-461. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.08.010>
- Skaaraas, H., Hansen, A.-J., Refling, D. & Ebeltoft, M. (2015). *Overvann i byer og tettsteder*. Oslo: Departementenes sikkerhets- og serviceorganisasjon Informasjonsforvaltning. Hentet fra <https://www.miljokommune.no/Documents/Overvann/nou201520150016000dddpdfs.pdf>
- Skjelbreid, K. (2016). Eksotiske trær og landskapsøkologi i byen. Hentet fra <http://www.magasinetskote.no/artikler/2016/11/29/akbyowchdo32mnivihop2q3df4q75d>

- Sogndal kommune. (2010). *Kommuneplan - Samfunnsdelen 2010 - 2022 med planstrategi*. Hentet fra <https://www.sogndal.kommune.no/kommuneplan-samfunnsdel.5906987-392393.html>
- Sogndal kommune. (2013). Føresegner med retningslinjer. Hentet 21.05 2019 fra <https://www.sogndal.kommune.no/kommuneplan-arealdel.392394.nn.html>
- Sogndal kommune. (2018). *Planprogram for arealdel til kommuneplan 2018-2028*. Hentet fra <http://www.sogndal.custompublish.com/getfile.php/4158204.1687.7qqkb7iklnl uua/Planprogram+19.04.2018.pdf>
- SSB. (2018). I(03.12 utg.): Statistisk sentralbyrå. Hentet fra <https://www.ssb.no/befolkning/statistikker/befteft/aar>
- SSB. (2019a). 06913: Befolkning og endringer, etter region, statistikkvariabel og år. I: Statistisk sentralbyrå. Hentet fra <https://www.ssb.no/statbank/table/06913/tableViewLayout1/>
- SSB. (2019b). 09737: Areal, etter tettstedsstørrelse og arealklasse (km²) 2018. I(26.02 utg.): SSB. Hentet fra <http://www.ssb.no/statbankstatbank/table/09737/>
- Stange, R. (2010). Grønn urbanisme. *Plan*, (3-4), 50-59.
- Starheim, O. (2011). Strandsitjarstaden Sogndalsfjora. I(02.09.2011 utg.): NRK Sogn og Fjordane. Hentet fra <https://www.allkunne.no/framside/fylkesleksikon-sogn-og-fjordane/historie-i-sogn-og-fjordane/historie/strandsitjarstaden-sogndalsfjora/1901/79005/>
- Statens kartverk, S. v. o. N. i. f. B. N. (2019). I: Norge i bilder. Hentet fra <https://www.norgebilder.no/>
- Statens Vegvesen. (2018). *Reguleringsplanforslag Rv. 5 Gravensteinsgata - sykkelveg med fortau*. Hentet fra [https://www.vegvesen.no/attachment/2422087/binary/1280044?fast_title=Rv.5+Gravensteinsgata sykkelveg+med+fortau planforslag+til+offentleg+ettersyn.pdf](https://www.vegvesen.no/attachment/2422087/binary/1280044?fast_title=Rv.5+Gravensteinsgata+sykkelveg+med+fortau+planforslag+til+offentleg+ettersyn.pdf)
- Sæbø, A., Popek, R., Nawrot, B., Hanslin, H. M., Gawronska, H. & Gawronski, S. W. (2012). Plant species differences in particulate matter accumulation on leaf surfaces. *Science of the Total Environment*, 427-428, 347-354. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.03.084>
- Sæthre, E. (2017). Grønnstruktur. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/sub/stedsutvikling/ny-emner-og-eksempler/gronnstruktur/id685512/>
- Terje, S., Joar, N., Gjermund, W. & Dag, Y. (2003). Fortettingsrealisme. *Plan*, (06), 56-63.
- Thorsnæs, G. & Askheim, S. (2018). Sogndal. I *Store norske leksikon*. Hentet fra <https://snl.no/Sogndal>
- Thorén, K. H. (2010). Grønnstruktur i by - hvordan takle endringene? *Plan*, (03-04), 30-35.
- Thorén, K. H. & Saglie, I.-L. (2015). Hvordan ivaretas hensynet til grønnstruktur og naturmangfold i den kompakte byen? I *Kompakt byutvikling : muligheter og utfordringer*. Oslo: Universitetsforl.
- Tyrväinen, L., Ojala, A., Korpela, K., Lanki, T., Tsunetsugu, Y. & Kagawa, T. (2014). The influence of urban green environments on stress relief measures: A field experiment. *Journal of Environmental Psychology*, 38(C), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2013.12.005>

Vestby, G. M. (2018). Fugleperspektiv på tre tiår med stedsutvikling. Hentet fra <https://distriktssenteret.no/artikkel/fugleperspektiv-pa-tre-tiar-med-stedsutvikling/>

Vieira, J., Rocha, B., Branquinho, C., Pinho, P. & Matos, P. (2019). Modeling the provision of air-quality regulation ecosystem service provided by urban green spaces using lichens as ecological indicators. *The science of the total environment.*, 665, 521-530. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.023>
info:doi/10.1016/j.scitotenv.2019.02.023

Bilder:

Austad, I. (1988). *Sogndal sentrum 1988, eksisterende forhold.*

Kafe Krydder. Hentet fra

<https://www.sognefjord.no/sjaa-og-gjere/mat-og-drikke/kafe-krydder-p3893153>

Bergum, L. (ca.1970). Gravensteinsgata. Hentet fra

<https://www.allkunne.no/framside/fylkesleksikon-sogn-og-fjordane/historie-i-sogn-og-fjordane/historie/strandsitjarstaden-sogndalsfjora/1901/79005/>

Øyvind. (2012). *#Lifeisgood.* Hentet fra

<https://livetkanfly.wordpress.com/2012/05/22/kaffe-pensum-og-slakkline/#content>

VEDLEGGSLISTE

Vedlegg 1: Arealtyper i 1988 og 2018.

Vedlegg 2: Permeable og impermeable flater i 1988 og 2018.

Vedlegg 3: Endring fra permeable til impermeable flater fra 1988 til 2018

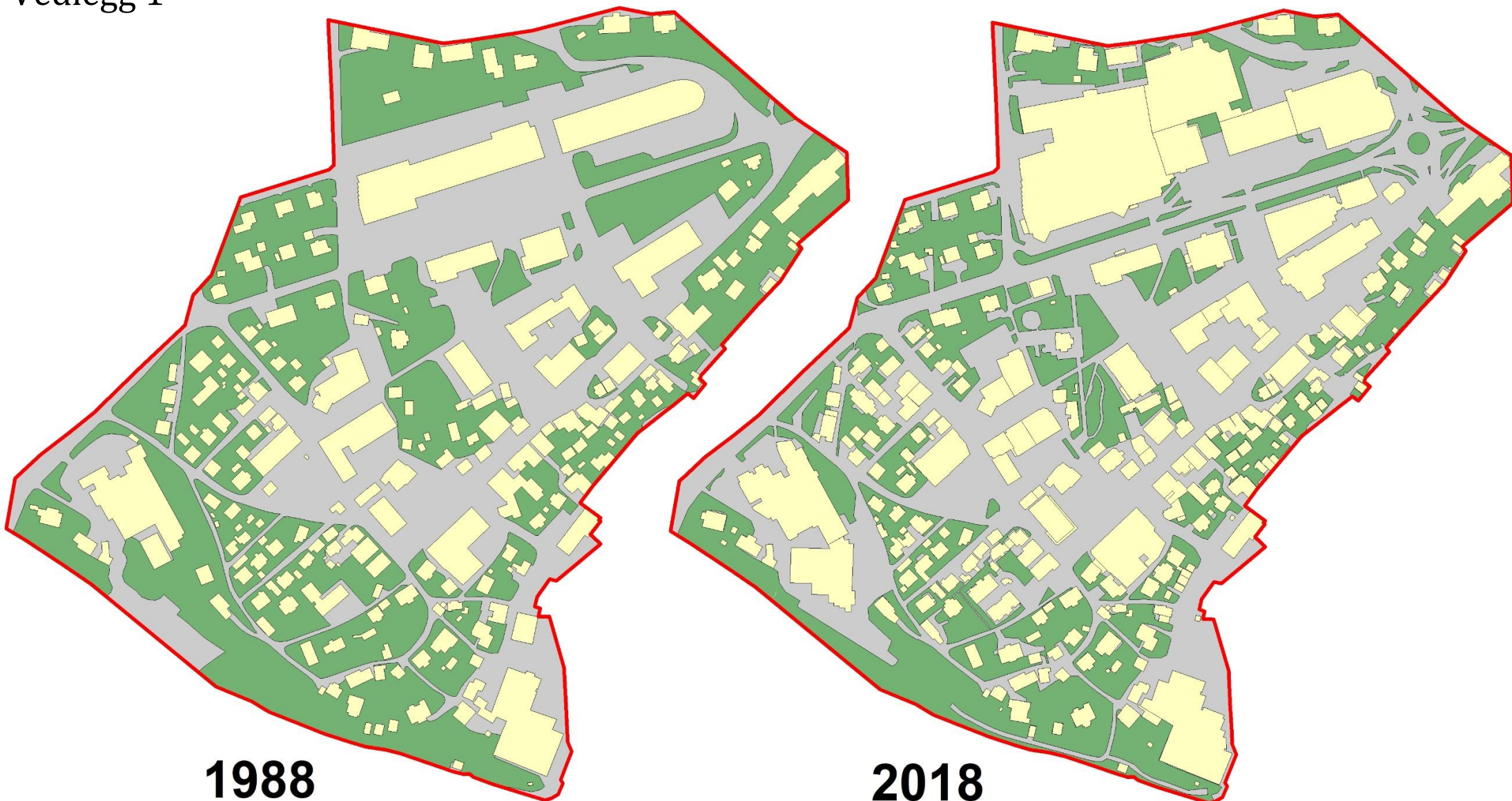
Vedlegg 4: Utrekninger av midlere avrenningskoeffisient for 1988 og 2018.

Vedlegg 5: Boxplot for polygonstørrelser av permeable flater i 1988 og 2018.

Vedlegg 6: Antall og type trær for 1988 og 2018.

Vedlegg 7: Kartlegginger av grønnstruktur og arealtyper i 1988.



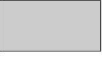

Vedlegg 1

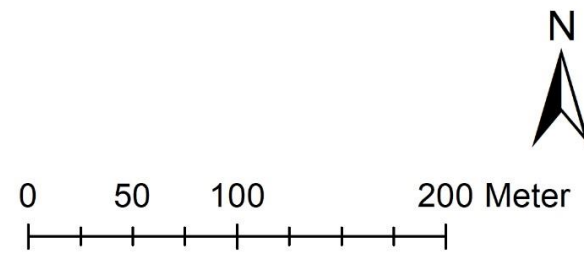


1988

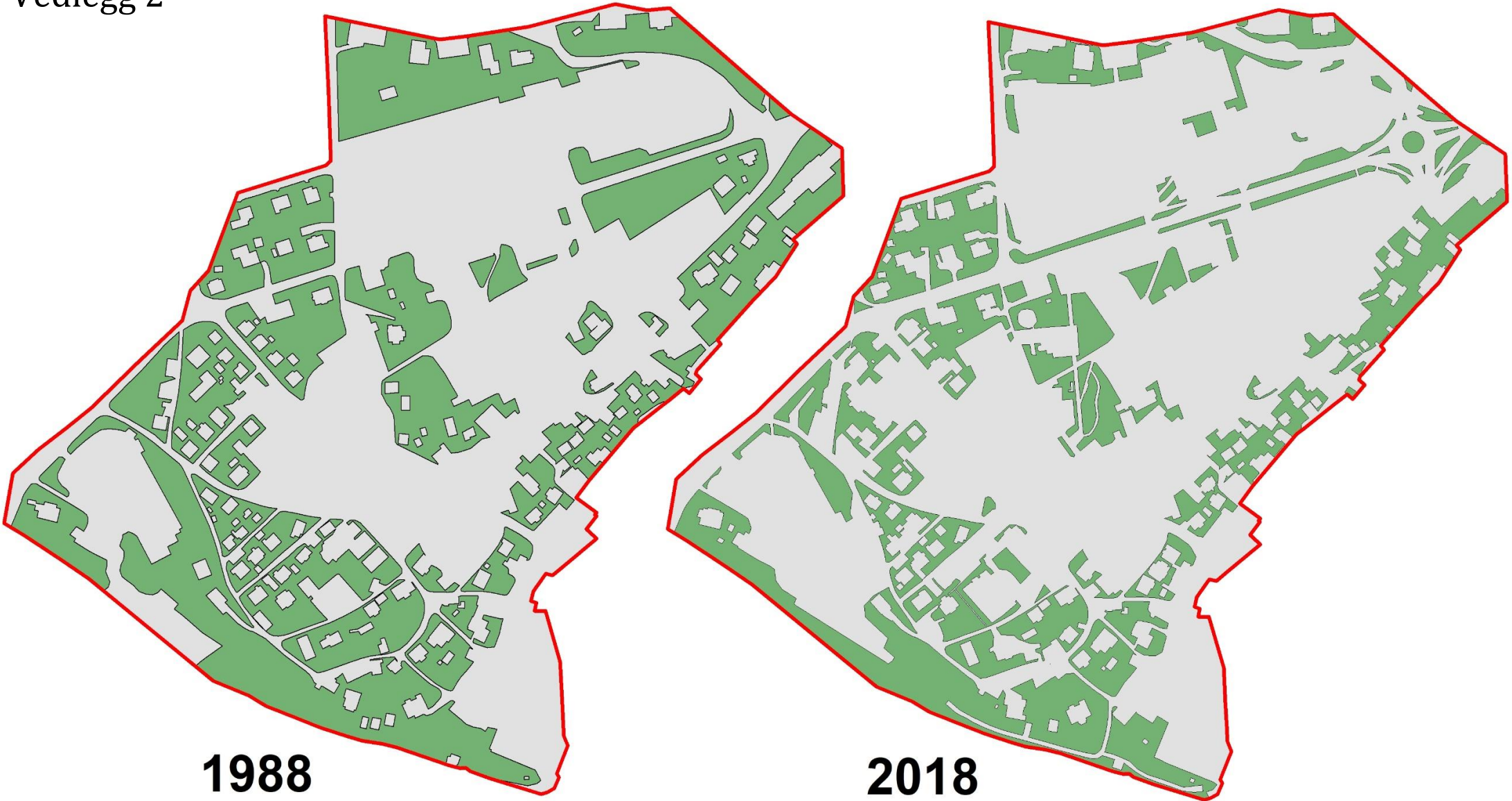
2018

Arealtyper

-  Studieområdet
-  Grønne flater
-  Grå flater
-  Bygninger






Vedlegg 2

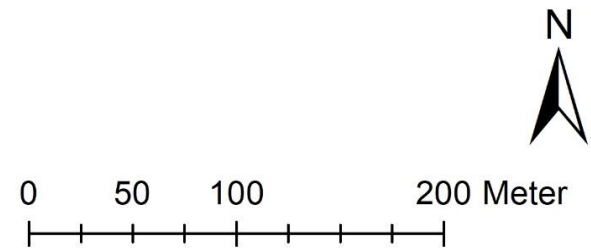


1988

2018

Permeable og impermeable flater


-  Studieområdet
-  Impermeable flater
-  Permeable flater

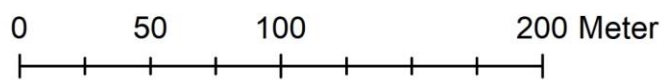


Vedlegg 3



Endring fra permeable til impermeable flater fra 1988 til 2018

-  Studieområdet
-  Permeable flater
-  Flateendring
-  Impermeable flater



Vedlegg 4

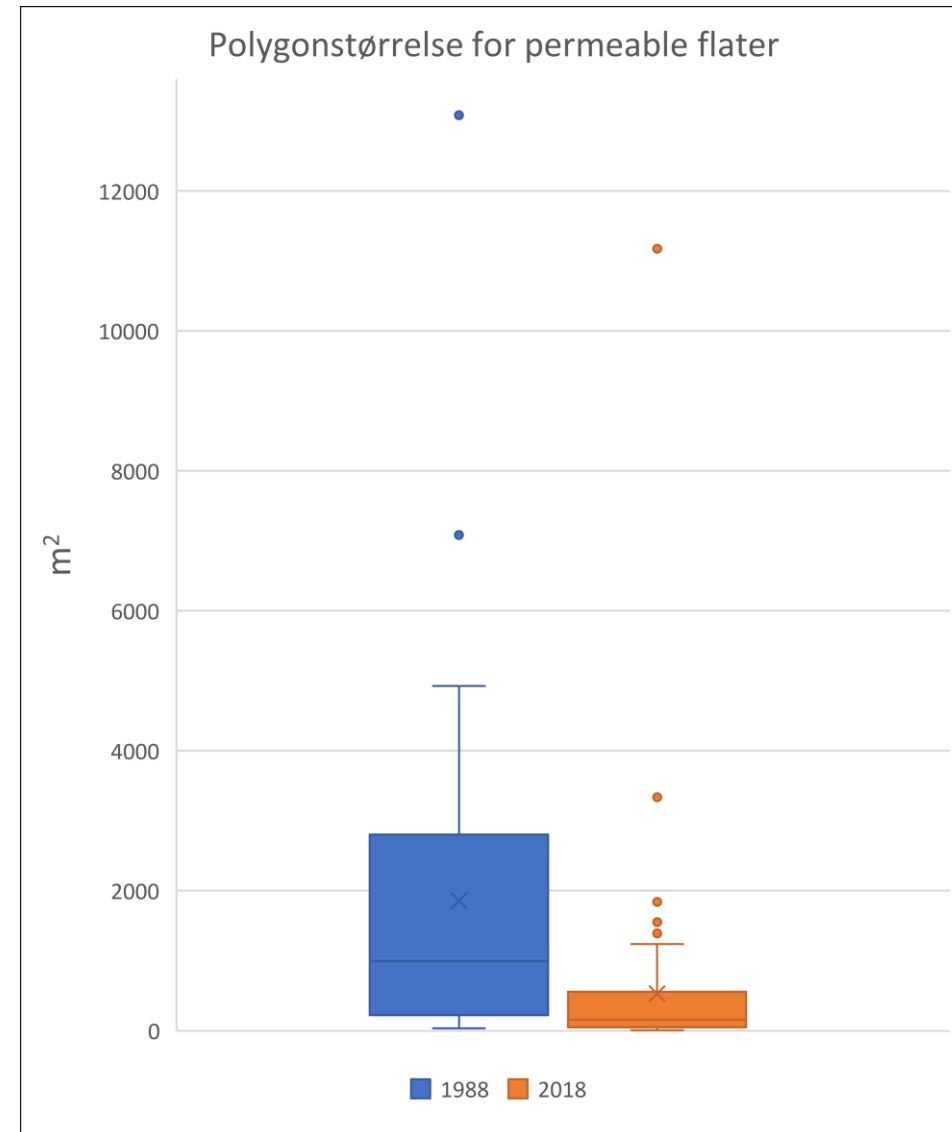
$$\text{Midlere avrenningskoeffisient 1988} = \frac{106 \cdot 0,9 + 69 \cdot 0,4}{106 + 69} = 0,702 \sim \underline{0,70}$$

$$\text{Midlere avrenningskoeffisient 2018} = \frac{129 \cdot 0,9 + 46 \cdot 0,4}{129 + 46} = 0,768 \sim \underline{0,77}$$

$A(1/2/n)$ = areal av overflate type (1/2/n) (daa)

$P(1/2/n)$ = avrenningskoeffisient for overflate type (1/2/n)

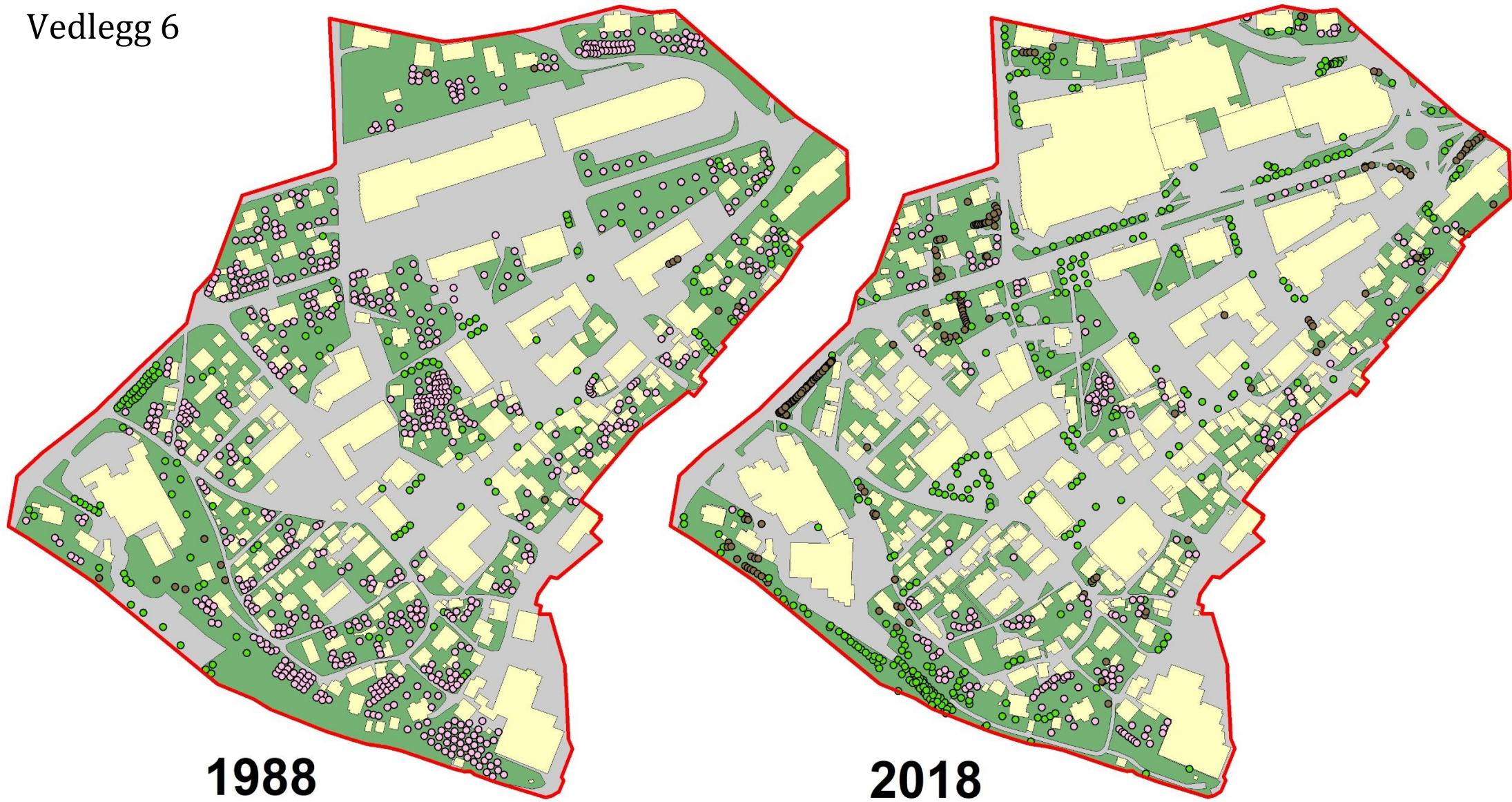
Vedlegg 5



Vedlegg 5

: Boxplot viser størrelsen på patcher av permeable flater i 1988 og 2018. Nedre hale viser minste patchen, mens det øverste punktet viser den største. Median er illustrert med en strek og markerer at 50 % av patchene ligger på hver sin side av streken. Gjennomsnittet er markert med en x.



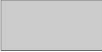

Vedlegg 6






1988

2018

Arealtyper

-  Studieområdet
-  Grønne flater
-  Grå flater
-  Bygninger

Type trær

-  Fruktrær (eple, pære og plomme)
-  Andre løvfellende trær
-  Vintergrønne trær

