



Høgskulen  
på Vestlandet

# BACHELOROPPGAVE

Grønne verktøy for bærekraftig tettstedsutvikling

Karbonlagring og overvannshåndtering fra urbane trær i Sogndalsfjøra

Green tools for sustainable urban development

Carbon storage and surface water management from urban trees in Sogndalsfjøra

**Johanne Hovland og**

**Amanda Maria Felicia Rödström**

Landskapsplanlegging med landskapsarkitektur

Fakultet for ingeniør-og naturvitenskap

Veileder: Inger Auestad og Lisbeth Dahle

Innleveringsdato: 3. Juni 2022

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.

# **GRØNNE VERKTØY FOR BÆREKRAFTIG TETTSTEDSUTVIKLING**

Karbonlagring og overvannshåndtering  
fra urbane trær i Sogndalsfjøra



**Johanne Hovland &  
Amanda Maria Felicia Rödström  
Juni 2022**

## Forord

Denne oppgaven er vår avsluttende del i bachelorstudiet Landskapsplanlegging med landskapsarkitektur ved Høgskolen på Vestlandet. Oppgaven ble skrevet våren 2022, hvor vi utførte mye av forarbeidet høsten 2021.

Vi vil takke alle dyktige og engasjerte faglærere ved Høgskulen på Vestlandet, campus Sogndal, som har bidratt til å bygge opp vår kompetanse gjennom tre års studier. Spesielt vil vi takke Inger Auestad og Lisbeth Dahle for muligheten til å sette sammen vår egen bacheloroppgave, med god veiledning underveis. Takk til Standard Norge for tillatelse til bruk av Standard for blågrønn faktor (NS 3845:2020), og takk til Hanne G. Wells med tolkning og innspill av standarden. Takk til Sogndal kommune og Kari-Anne K. Strandmann for innsikt i hvordan kommunen forvalter urbane trær i dag.

Til slutt vil vi gi oss selv en stor klapp på skulderen for å ha formet vår egen oppgave, ved å bruke engasjementet vårt for temaet som motivasjon i arbeidet. Det har gitt oss mange utfordringer, men også en stor mestringsfølelse rundt selvstendig arbeid - som vi kan ta med oss videre.

Avslutningsvis kommer et sitat du kan gruble på før, underveis og etter å ha lest oppgaven, som antakeligvis Martin Luther (1483-1546) skal ha sagt en gang i tiden:

***“Even if I knew that tomorrow the world would go to pieces,  
I would still plant my apple tree”.***

Bilder i oppgaven er tatt av forfatterne, om ikke annet er oppført.

3. juni 2022

  
Amanda Maria Felicia Rödström

  
Johanne Hovland

## Sammendrag

Urbane trær gir en rekke miljø-, økonomiske- og sosiale fordeler til urbane områder, og flere storbyer har aktivt begynt å føre strategier og målsetninger for bevaring og øking av trær. Mindre tettsteder mangler dette fokuset, og i denne oppgaven ønsker vi å sette et kunnskapshull rundt fordelene til urbane trær i tettstedet Sogndalsfjøra, med fokus på de regulerende økosystemtjenestene karbonlagring og overvannshåndtering. Vi har studert endringer mellom 1988 og 2018 ved å bruke tidligere kartlegginger, og framskrevet et grått- og grønt scenario for 2048.

For å estimere karbonlagring og overvannshåndtering registrerte vi detaljerte egenskaper hos trær i seks delområder innenfor et avgrenset studieområde i Sogndalsfjøra. Resultat fra registreringene satt vi inn i eksisterende kartgrunnlag fra samme studieområde i 1988 og 2018, og for scenarioene i 2048. Fra 1988 til 2018 har karbonlagringen økt i liten grad, men evnen til overvannshåndtering har blitt redusert. For det grå scenarioet reduseres både karbonlagringsmengden og overvannshåndteringen betydelig, men derimot viser det grønne scenarioet en stor økning for begge økosystemtjenestene. Resultatet viser tydelig at flere trær med stor stammeomkrets gir bedre evne til både karbonlagring og overvannshåndtering.

At trær forsvinner sammen med annen grønnstruktur samsvarer med de generelle utviklingstrendene i norske tettsteder. I samme takt forsvinner dermed grønne og viktige verktøy som bidrar til å begrense konsekvensene av natur- og klimakrisen vi står ovenfor. Ved å danne et kunnskapsgrunnlag som kvantifiserer økosystemtjenester fra trær, kan det tydeligere innarbeides i forvaltningen med strategier og målsetninger - som bidrag for å sikre en bærekraftig tettstedsutvikling.

## Summary

Urban trees provide manifold environmental, economic, and social benefits to urban areas, and several big cities have actively begun to pursue strategies and objectives for the conservation and growth of trees. Towns and villages lack this focus, and in this thesis, we want to ensure more knowledge for the benefits of urban trees in the town of Sogndalsfjøra, mainly focusing on the regulatory ecosystem services carbon storage and surface water management. We have estimated changes between 1988 and 2018 by using existing mappings and for projections of a grey- and green scenario in 2048.

To estimate carbon storage and surface water management, we registered detailed information from trees in selected areas within the study area. We included our results into the existing mapping of the study area in 1988 and 2018 and for the scenarios in 2048. Our estimates show that from 1988 to 2018, carbon storage has increased to a small degree, but the ability to handle surface water has been reduced. For the grey scenario, carbon storage and water surface management are significantly reduced, but on the other hand the green scenario result in a much more positive increase for both ecosystem services. The result clearly shows that more trees with a large trunk circumference provide better ability for carbon storage and surface water management.

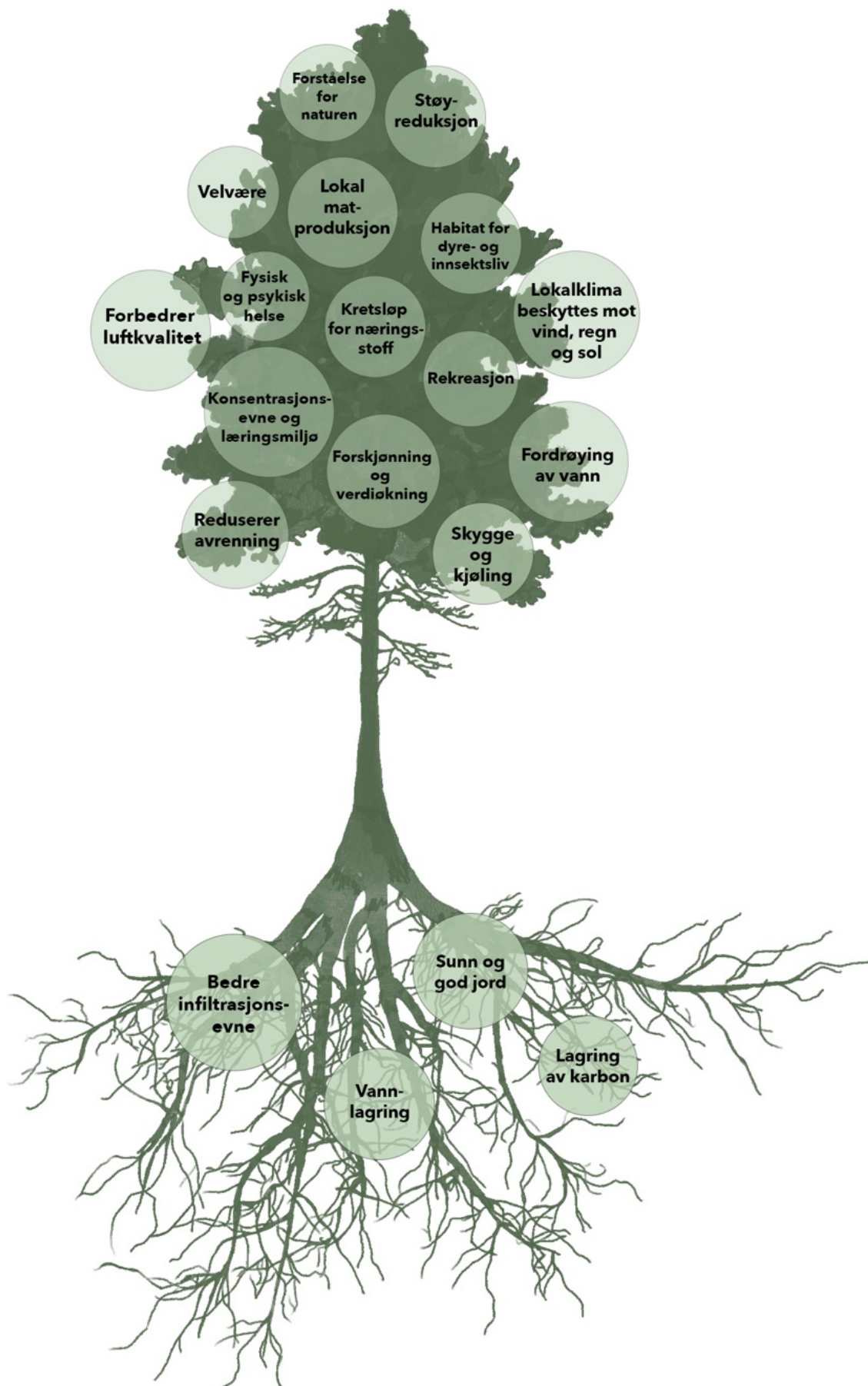
The fact that trees disappear together with other green structures correlates with the general development trends in Norwegian cities and towns. At the same time, trees as important green tools are disappearing, which helps to limit the consequences of the nature and climate crisis we are facing. By collecting knowledge that quantifies the services for trees, it can be incorporated to the management with strategies and objectives - to ensure a sustainable urban development.

# Innholdsfortegnelse

<b>1 Innledning</b> .....	<b>7</b>
Oppgavens problemstillinger .....	11
<b>2 Material og metode</b> .....	<b>12</b>
2.1 Studieområdet.....	13
2.2 Eksisterende registreringer i studieområdet.....	14
2.3 Nye registreringer av trebestanden i utvalgte områder .....	15
2.4 Kvantifisering av karbonlagring og overvannshåndtering .....	17
2.5 Endring av karbonlagring og overvannshåndtering fra 1988 til 2018.....	19
2.6 Grått- og grønt scenario for karbonlagring og overvannshåndtering i 2048 .....	19
2.7 Forvaltning av urbane trær .....	20
<b>3 Resultat</b> .....	<b>21</b>
3.1 Trebestanden i de utvalgte studieområdene.....	22
3.3 Estimering av karbonlagring og overvannshåndtering for to scenarioer i 2048.....	27
<b>4 Diskusjon</b> .....	<b>28</b>
4.1 Hvordan er den urbane trebestanden i Sogndalsfjøra? .....	29
4.2 Hva er mengden av karbonlagring og faktor for overvannshåndtering i 1988, 2018 og for to framtidsscenarioer i 2048 i Sogndalsfjøra?.....	30
4.3 Hvordan kan urbane trær forvaltes for en bærekraftig tettstedsutvikling i Sogndalsfjøra? .....	32
<b>5 Konklusjon</b> .....	<b>34</b>
<b>6 Referanser</b> .....	<b>36</b>
<b>7 Vedlegg</b> .....	<b>41</b>

# 1 Innledning





Figur 1: Illustrasjon inspirert av FAGUS (u. å.), som viser urbane trær sine mange og varierende fordeler.



Urbane trær, både individuelle trær og samlet som urbane skoger, er de mest iøynefallende elementene av natur i urbane områder. De symboliserer grønne- og friske byer, og spiller en nøkkelrolle for bymiljø av høy kvalitet (Draper & Richards, 2009). Trærne bidrar med en rekke fordeler, slik figur 1 viser til. De binder og lagrer karbon fra atmosfæren, fanger opp luftforurensing, fordrøyer regnvann og er viktige for biologisk mangfold, ettersom de utgjør leveområder for både insekter, fugler og andre organismer. I tillegg bidrar urbane trær med økt velvære og helsegevinster for mennesket, og former kulturelle og estetiske element i byens uterom (Sjöman & Östberg, 2020). Fordelene kalles *økosystemtjenester*, et samlebegrep på alle varer, tjenester og funksjoner naturen gir, som mennesker daglig drar nytte av (Norsk institutt for naturforskning, u. å.).

Tross økosystemtjenestene som trær og annet grøntareal bidrar med, blir de grønne lungene likevel satt under stort press av den pågående urbaniseringen (Guttu & Thorén, 1996). Befolkningen øker i byene og mennesker tar i bruk naturarealer (Forman, 2019), som fører til erstatning av naturlig vegetasjon med asfalt og bygninger (Niemelä, 2011). I tillegg står aktivitetene til mennesker for rundt tre fjerdedeler av karbondioksidutslippet til atmosfæren (Grimm et al., 2008), og FNs klimapanel slår fast en alvorlig global menneskeskapt oppvarming (IPCC, 2021). Hver kvadratmeter av grønnstruktur bidrar med viktige økosystemtjenester (Magnussen et al., 2015), og spesielt kan trærns evne til karbonlagring og overvannshåndtering utgjøre en viktig rolle for å motvirke og dempe konsekvensene av global oppvarming (NOU 2013: 10).

Karbonlagring fra trær er en regulerende økosystemtjeneste, hvor grønt bladverk tar opp karbondioksid (CO<sub>2</sub>) fra atmosfæren, omdanner og lagrer det som karbon i trees biomasse, og frigjør oksygen tilbake til omgivelsene (Bjerknessenteret for klimaforskning, 2020). Naturen kan ta opp rundt halvparten av menneskeskapt CO<sub>2</sub>-utslipp, og ifølge FNs klimapanel er ivaretaging av naturlige karbonlagre blant de beste måtene å motvirke ekstreme klimaendringer (WWF Verdens naturfond, u. å.). Som følge av klimaendringene oppstår det oftere kraftig nedbør og ekstremvær (Sorteberg et al., 2019), og dermed er overvannshåndtering fra urbane trær også en viktig regulerende økosystemtjeneste. Trærne, sammen med annen vegetasjon og vassdrag, utgjør blågrønne strukturer i urbane områder, som fungerer som naturens egne dynamiske regnvannsfiltrering (Brears, 2018). Dette er særlig viktig i byområder med tette overflater av veier og bebyggelse, som ikke har denne infiltrasjonsevnen (Hanssen-Bauer et al., 2015).

Karbonlagring, overvannshåndtering og andre økosystemtjenester som urbane trær bidrar med, har blitt mye forsket på de siste tretti årene (Draper & Richards, 2009). Forskningen rettes mot større byer, ettersom halvparten av jordas befolkning lever her (Forman, 2019). Forskningen formidler kunnskap, som har ført til at flere storbyer fører strategier og målsetninger for å bevare og øke antall trær i gater og parker (Frangoul, 2020). Et eksempel på dette er København kommune, som har et mål om å plante ut 100 000 nye trær innen 2025 (Københavns kommune, 2015).

Likevel må vi ikke glemme at tettsteder og mindre bygder utgjør leveområder for den andre halvparten av verdens befolkning, men det eksisterer et større kunnskapshull innenfor forskningen her, en økologisk «*terra incognita*». Alle mennesker er avhengig av disse landområdene utenfor storbyene, ikke bare for mat og trematerialer, men for ferskvann, flomdemping, biodiversitet, rekreasjonsmuligheter og et vakkert landskap (Forman, 2019).

Sogndalsfjæra, også kjent som Sogndal, er én av to tettsteder utenom storbyene i Norge som løftes fram som vekstsenter i distrikts-Norge (NOU 2020: 15). På samme måte som byenes urbanisering, har tettstedsutviklingen i Sogndalsfjæra også medført arealendringer som påvirker grøntområdene. De siste tretti årene har grøntarealer i Sogndalsfjæras fortettingsområde blitt redusert fra 40- til 26 prosent (Stokstad & Gamme, 2019), og hvert sjettede er felt ned (Auestad, 2021). Landskapets tidligere preg av frukthager har gitt Sogndalsfjæra kallenavnet «fruktbygdi», men innenfor tettsteds grensen er nærmere halvparten av frukthagene nedbygd siden 1990 (Vik & Groven, 2022).

Tettstedsutviklingen i Sogndalsfjæra er tidligere forsket på, som en del av prosjektet «Natur- og miljøvennlig byutvikling» (NAMIT). NAMIT-prosjektet fant sted mellom 1988-1992, og var starten på en viktig diskusjon for miljøvennlig byutvikling i Norge. Metoden de brukte var å studere scenarier tretti år fram i tid, for ulike hypoteser for tettstedsutviklingen (Guttu, 1995). Dette bidro til et kartgrunnlag av trær og grønnstruktur innenfor et avgrenset studieområde i Sogndalsfjæra i 1988 (Austad & Helle, 1988). Tretti år senere ble samme studieområde gjenkartlagt under bacheloroppgaven «Endringer i grønnstruktur og økosystemtjenester i Sogndalsfjæra fra 1988 til 2018» skrevet av Stokstad og Gamme (2019). Oppgaven gikk under forskningsprosjektet Surround, som mellom 2018-2020 studerte urbanisering i norske byer og tettsteder, inkludert Sogndalsfjæra (Vestlandsforskning, u. å.). Utover dette har Nyborg og Svendsen (2020) studert trærnes biologiske mangfold i samme studieområde, i bacheloroppgaven «Leddysamfunn og mangfold knyttet til urbane trær og deres nærmiljø i Sogndalsfjæra».

Det eksisterende forskningsmaterialet i Sogndalsfjæra dekker noen av økosystemtjenestene som trær og grønnstruktur gir til tettstedet, men det eksisterer likevel et kunnskapshull for andre økosystemtjenester. Klimaendringene vi står ovenfor er globale, men effektene av dem er lokale, og dermed har lokal forvaltning en nøkkelrolle når vi skal begrense utslipp og håndtere morgendagens vær og klima (CICERO Senter for klimaforskning, u. å.). I oppgaven vår skal vi derfor kvantifisere karbonlagring og overvannshåndtering fra urbane trær i Sogndalsfjæra, som kan bidra til viktig kunnskapsgrunnlag for bærekraftig tettstedsutvikling innenfor økonomiske-, miljømessige- og sosiale dimensjoner. Dette gir muligheter til å *unngå* eller *begrense* effektene av klimaendringene, i stedet for å *kompensere* når skaden har oppstått (Miljødirektoratet, u. å.). Høsten 2021 kartla vi detaljerte egenskaper til trebestanden i Sogndalsfjæra, for å studere fordeling av tresorter og størrelse. Informasjonen vi fant satt vi sammen med tidligere kartlegginger fra 1988 og 2018, for å beregne de utvalgte økosystemtjenestenes endring mellom 1988 og 2018. I tillegg brukte vi samme metodikk som fra NAMIT-prosjektet, ved å estimere et «grått»- og «grønt» scenario i 2048, tretti år fram i tid.

## Oppgavens problemstillinger

**1**

*Hvordan er den urbane trebestanden i Sogndalsfjøra?*

**2**

*Hva er mengden av karbonlagring og faktor for overvannshåndtering i 1988, 2018 og for to framtidsscenarioer i 2048 i Sogndalsfjøra?*

**3**

*Hvordan kan urbane trær forvaltes for en bærekraftig tettstedsutvikling i Sogndalsfjøra?*



# 2 Material og metode



## 2.1 Studieområdet

Studieområdet ligger i tettstedet Sogndalsfjøra, som er administrasjonssenter i Sogndal kommune og ligger i Vestland fylke (figur 2). SSB oppgir et innbyggertall i Sogndalsfjøra på 4195 (2021), og stedet er viktig som skole- og handelssentrum (Askheim, 2022).

Avgrensningen valgte vi på grunn av tidligere kartlegginger innenfor samme område i 1988 og 2018. Området utgjør et areal på 175 dekar i en flat dalbunn på omtrent fjordnivå (Helle et al., 1989), og grenser mot Sogndalselvi i sørvest og med helning mot Sognefjorden i sørøst. Klimaet er svakt kontinentalt med typisk kjølige vintre og tørre somre (Moen, 1998).



Figur 2: Studieområdet ligger lokalisert sentralt i Sogndalsfjøra, og er kommunesenter i Sogndal kommune i Vestland fylke.

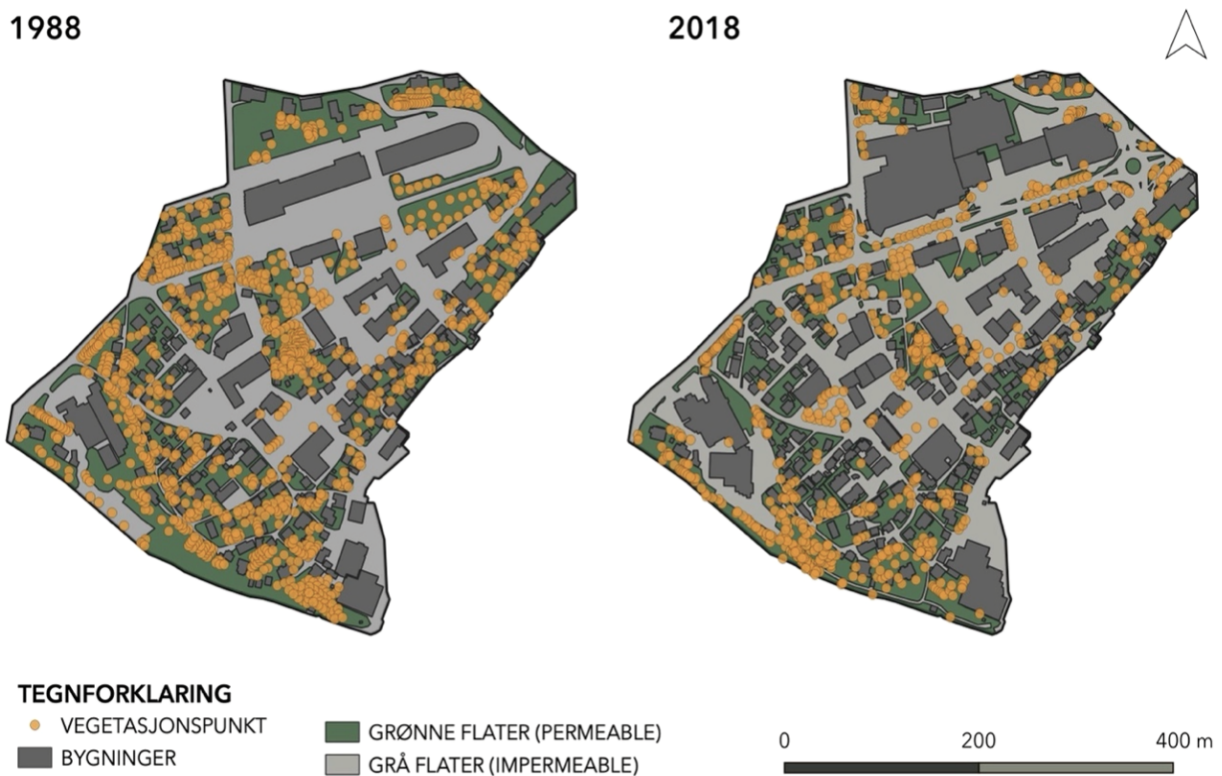
## 2.2 Eksisterende registreringer i studieområdet

### Data fra 1988

Vi brukte registreringer fra papirkartet «Sogndal sentrum 1988» (vedlegg 7.1) som ble laget i forbindelse med NAMIT-prosjektet i 1988 (Austad & Helle, 1988). I studieområdet utgjorde bygninger 41 dekar, grå flater 65 dekar og grønne flater 69 dekar. Det ble registrert 912 trær, hvor 153 var løvfellende trær, 744 var frukttrær og 15 var vintergrønne trær (Stokstad & Gamme, 2019) (figur 3).

### Data fra 2018

I 2018 ble studieområdet gjenkartlagt i forbindelse med bacheloroppgaven «Endringer i grønnsstruktur og økosystemtjenester i Sogndalsfjæra mellom 1988 og 2018» av Stokstad og Gamme (2019) (figur 3). De benyttet ArcMap 10.6.1, hvor trærne ble koordinatfestet med tilhørende objekt-ID og informasjon om det er vintergrønne-, frukt- eller andre løvfellendetrær. I 2018 utgjorde bygninger 58 dekar, grå flater 71 dekar og grønne flater 46 dekar. Det ble registrert 760 trær, hvor 326 var andre løvfellende trær, 206 var frukttrær og 228 var vintergrønne trær (Stokstad & Gamme, 2019).



Figur 3: Vegetasjonspunkt (trær) i 1988 og 2018, med omgivende flatetyper av grønne- og grå flater, samt bygninger (Stokstad & Gamme, 2019).

## 2.3 Nye registreringer av trebestanden i utvalgte områder

Vi utførte supplerende registreringer høsten 2021 av slekt, høyde, stammeomkrets, diameter og størrelsesklasse for et representativt utvalg av urbane trær innenfor studieområdet. For å dekke variasjonen valgte vi seks ulike miljøtyper (figur 4), med naturlig avgrensning fra omgivende terreng og bebyggelse. Sogndalselvi (1) er et vassdragsområde i nærhet til private hager og pågående boligutbygging. Allmenningen (2) er et mindre parkområde ved Lægreid hotell, grantrerekken (3) står for den største konsentrasjonen av vintergrønne trær i studieområdet (Stokstad & Gamme, 2019) og plassen (4) utgjør boligområder med private hager. Indre sentrumskjernen (5) dekker sentrumsparken og tretallene nord og sør for Gravensteinsgata og østre Fjørevegen (6) dekker private hager rundt Hofslund hotell, i nærhet til Sognefjorden.

Vi brukte programmet QGIS3.10 for å hente ut registreringsnummer med lokalisering (objekt ID) og tilhørende tregruppe fra 2018 (Stokstad & Gamme, 2019), som vi brukte ute i felt til supplerende registreringer. Vedlegg 7.2 gir oversikt over registreringene innenfor de utvalgte områdene.



Figur 4: Seks utvalgte områder for registreringer av urbane trær, innenfor studieområdet i Sogndalsfjora.

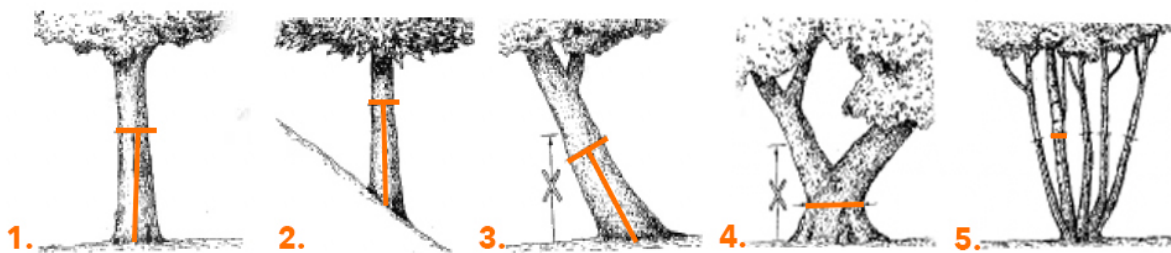
I forkant av feltarbeidet brukte vi lokalavisen for å varsle private grunneiere, og vi spurte om tillatelse under arbeidet. Trær med høyde under to meter eller med omkrets mindre enn et fingergrep mellom tommel og pekefinger ble ekskludert. Trær som ikke var registrert i 2018 ble lagt til med nytt registreringsnummer (vedlegg 7.2). Alle trær ble dokumentert med foto.

Vi brukte nettbrett med Excel-applikasjon for å notere ned nye variabler for treet.

**Slekt** bestemte vi ut fra egen kunnskap, hjelp fra faglærere, planteplaner fra kommunen (Å.-B. Bergstad, personlig kommunikasjon, 5.november 2021), litteratur (Vedel et al., 2003), internett (<https://snl.no>; <https://www.miljolare.no>) og applikasjonen «Pinus» (Stiftelsen Det Norske Arboret, 2018). Hvis slekt ikke var mulig å identifisere, førte vi det opp som «annet».

**Høyde** målte vi med laseravstandsmåleren «Nikon Forestry Pro II». Verktøyet bruker trepunktsmåling, hvor første målepunkt er horisontalt på treet, andre målepunkt er ved rotfestet til stammen og tredje målepunkt er på toppen av treet. Høyden på treet blir beregnet av verktøyet ut ifra vinklene mellom målepunktene (Nikon, 2022).

**Stammeomkrets** ble målt med metoden til Lauwers et al. (2017), hvor stammeomkretsen måles ved brysthøyde på 1 meter. Figur 5 viser hvordan ulike stammestrukturer kunne skape problematikk, og hvordan vi løste det. Nr. 5 for multistammede trær er et unntak, hvor vi brukte egen metode for å få riktige verdier til karbonlagringsutregningen.



Figur 5: Metode for å måle omkrets ved ulike stammestrukturer ut ifra Lauwers et al. (2017), med unntak av 5. 1) Rett stamme som vokser på flat grunn: omkrets måles ved brysthøyde over bakken. 2) Rett stamme som vokser i helning: omkrets måles ved brysthøyde, målt fra midten av stammen. 3) Helning på stammen: omkretsen er målt langs stammen, ikke ved brysthøyde fra bakken. 4) Stammer som deles i to under brysthøyden: omkretsen måles under punkt hvor de deles (Lauwers et al., 2017). 5) Et multistammet tre: ved omtrent lik omkrets måles omkrets av én stamme ved brysthøyde og antall stammer noteres ned. Dersom det er variasjon i omkrets måles største og minste stamme og et gjennomsnitt brukes.

**Diameter** ble beregnet ut ifra trærnes stammeomkrets ved å dele verdien på  $\pi$ .

**Størrelsesklasse** for treet ble definert ut ifra stammeomkretsen ved at trær med omkrets  $<90$  cm ble registrert som lite, og  $>90$  ble registrert som stort (Norsk Standard, 2020).



## 2.4 Kvantifisering av karbonlagring og overvannshåndtering

### Karbonlagring

Vi regnet ut karbonlagring i kilogram for alle individuelle trær som ble registrert i de utvalgte områdene i 2021. Metoden vår er basert på Ter-Mikaelian & Korzukhin (1997) og Richer et al. (2020). I første steg regnet vi ut biomassen, gitt ved formelen:

$$\text{Biomasse (kg)} = \text{EXP}(a) * \text{DBH}^b$$

, der  $a$  er skalerende eksponent og  $b$  er proporsjonalitetskoeffisienten for hver individuell tresort. Våre registreringer består av taksonomien slekt, derfor er et gjennomsnitt av ulike arter innenfor samme slekt tatt i bruk i analysen (tabell 1), basert på vedlegg 7.3. Registreringer med slekt som ikke forekom i metoden fikk verdier fra nærmeste slektskap.

Tabell 1: Parametere for slekt, brukt til utregninger av treets biomasse (Ter-Mikaelian & Korzukhin, 1997). Fra høyest til lavest  $b$ -parameter.

slekt	a	b	slekt	a	b
Alm	0,0825	2,4680	Vier	0,1118	2,2823
Lind	0,0745	2,4434	Furu	0,1616	2,2253
Bjørk	0,1209	2,3990	Gran	0,2336	2,2142
Ask	0,1467	2,3743	Or	0,2612	2,2087
Lønn	0,1556	2,3432	Kirsebær	0,1660	2,1450
			Tuja	0,1453	2,1016

Halvparten av biomassen utgjør mengden karbon lagret i treet, derfor multipliserte vi i siste steg den utregnede biomassen med 0,5 (Nowak & Crane, 2002). Dersom vi hadde notert ned flere stammer ble karbonlagringsverdien ganget med antall stammer. For å sammenligne karbonlagringsmengden i trærne med tilsvarende mengde av karbondioksid, brukte vi formelen fra Nayak et al. (2010):

$$\text{Karbon dioksid (CO}_2\text{)} = \text{lagret karbon (C)} \times 3,664$$

### Overvannshåndtering

For å estimere hvor mye vann trærne førdrøyer, lagrer og infiltrerer brukte vi Norsk Standard sin «Blågrønn faktor - Beregningsmetode og vektingsfaktorer» (Norsk Standard, 2020) (vedlegg 7.4). Standarden definerer blågrønn faktor (BGF) som «indikator på omfanget av vegetasjonselement, og løsninger for åpen overvannsdiskonering». BGF gir et tall på andelen av blågrønne strukturer i et avgrenset område, der de ulike faktorene er delt inn i områdetiltak (O), areal typer (A) og tilleggskvaliteter (T). Den Norske Standarden er beregnet for kommuner, slik at de kan stille krav om BGF-nivå i utbyggingsområder.

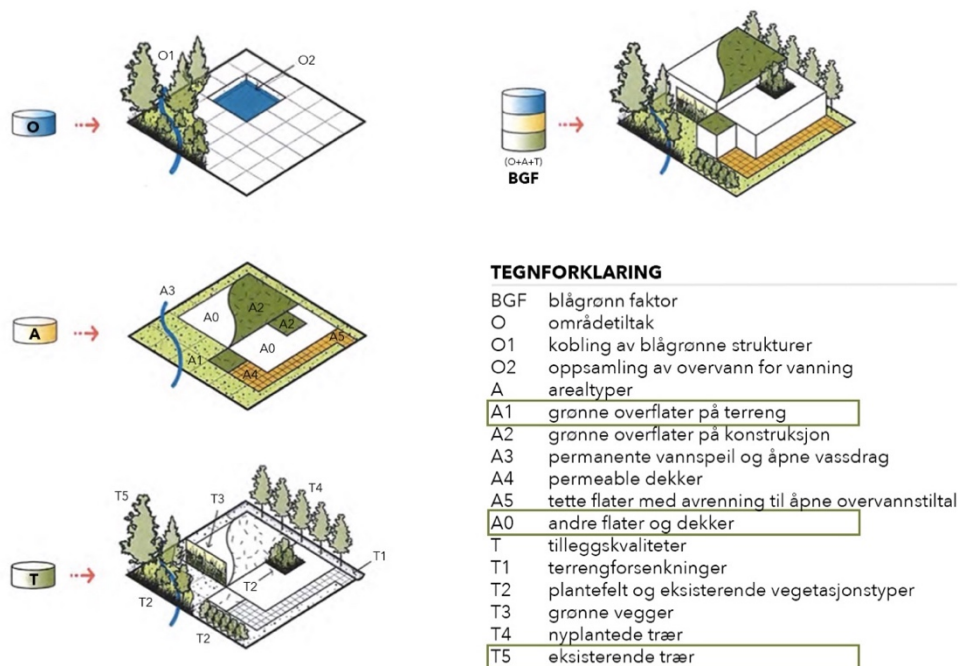
BGF-nivået settes av kommuners ambisjon for bruk av blågrønne løsninger. BGF etter NS 3845: 2020 har med et teoretisk spenn fra 0-3, som oftest ligger på ambisjonsnivået i urbane strøk fra 0,5-0,8 (H. G. Wells, personlig kommunikasjon, 25 april 2022).

Vi gjorde et utvalg av de blågrønne elementene i metoden til NS 3845:2020 (figur 6), siden det bare var blågrønne elementer for areal typer og trær fra kartleggingene i 1988 og 2018. Vi ekskluderte og områdetiltak (O) ettersom standarden er utformet for områder til avgrensede byggeprosjekter på mindre areal, og de elementene ble derfor ikke hensiktsmessige å bruke til vårt studieområde (H. G. Wells, personlig kommunikasjon, 25 april 2022).

Trærne ble kategorisert i tilleggskvalitetene (T) små- og store trær (T5), med samme definisjon av størrelsesklasse gjennomgått i kapittel 2.3. Ulike flater ble kategorisert i areal typer (A), der det grønne flatene summeres til «grønne flater på terreng» (A1) og de grå flatene summeres til «andre flater og dekker» (A0). Beregning av BGF, ekskludert områdetiltaksvariabler, er gitt ved formelen:

$$BGF = \frac{(V1 + V2 + \dots)}{A}$$

der *BGF* er summerende blågrønn faktor for hele prosjektområdet. De andre faktorene *V1* og *V2* osv. er hver av areal typerne (A) i antall kvadratmeter sammen med tilleggskvalitetene (T). Dette multiplisert med tilsvarende vektingsfaktorer for de forskjellige areal typerne og tilleggskvalitetene som divideres med det totale prosjektarealet A (Norsk Standard, 2020).



Figur 6: blågrønne elementer fra Norsk Standard sin metode for blågrønn faktor (Norsk Standard, 2020). Vi har benyttet elementene fra areal typer (A) med grønne overflater på terreng (A1) og andre flater og dekker (A0), i tillegg til tilleggskvaliteter (T) med eksisterende trær (T5).

## 2.5 Endring av karbonlagring og overvannshåndtering fra 1988 til 2018

For å estimere endringen av karbonlagring og overvannshåndtering mellom 1988 og 2018, hentet vi ut nødvendig informasjon fra våre områderegistreringer i 2021 og satt de i sammen med informasjonen fra kartgrunnlagene i 1988 og 2018. For **karbonlagring** etablerte vi en gjennomsnittsverdi for karbon lagret per tre (i kg) for andre løvfellende-, frukt og vintergrønne trær. Ved å gange antall trær innenfor de ulike tregruppene med disse verdiene, kom vi fram til karbonlagringen for begge årstallene. For **overvannshåndtering** brukte vi forholdet mellom små- og store trær fra informasjonen om størrelsesklasse fra områderegistreringene i 2021, som ble brukt til grove estimat av antall små- og store trær i 1988 og 2018. I tillegg brukte vi informasjonen om dekar av bygninger-, grå- og grønne flater inn i utregningene for begge årstallene.

## 2.6 Grått- og grønt scenario for karbonlagring og overvannshåndtering i 2048

Innenfor hele studieområdet estimerte vi et grått- og grønt scenario for karbonlagring og overvannshåndtering i 2048 (tabell 2). **Grått scenario** får fram konsekvensene av ingen nyplanting av trær, og lik nedgang av trær som mellom 1988 og 2018. I tillegg har scenarioet lik endring som mellom 1988 og 2018 av dekar av bygninger-, grå- og grønne flater. **Grønt scenario** er inspirert av København kommune sin målsetning om nyplanting av 100 000 trær på 10 år (Københavns kommune, 2015). Vi delte målsetningen på kommunens areal og fant antall nyplantede trær per km<sup>2</sup>, som vi multipliserte med studieområdet i Sogndalsfjæra sitt areal. I tillegg økte vi tallet for tidsperioden 2018 til 2048. Slik kom vi fram til en økning av totalt 300 trær innen 2048, med 100 trær innenfor hver tregruppe. Scenarioet bevarer likt dekar av bygninger-, grå- og grønne flater som i 2018.

Tabell 2: Antall trær innenfor andre løvfellende-, frukt og vintergrønne trær for grått og grønt scenario i 2048 i Sogndalsfjæra.

	<b>GRÅTT SCENARIO 2048</b>	<b>GRØNT SCENARIO 2048</b>
Andre løvfellende trær	326	426
Frukttrær	0	306
Vintergrønne trær	228	328
<b>Totalt trær</b>	<b>554</b>	<b>1060</b>

For å estimere karbonlagring og overvannshåndtering brukte vi samme metode som beskrevet i kapittel 2.5.

## 2.7 Forvaltning av urbane trær

Sogndal kommune har per mars 2022 ingen direkte strategier eller målsetninger for forvaltning av urbane trær (K.-A. K. Strand, personlig kommunikasjon, 16.mars 2022). Samfunnsplanen for 2021-2030 og arealplanen for 2013-2023 tar likevel opp relevante punkter for urbane trær (tabell 3). Vi har utover dette sett på Oslo- og Stavanger kommune sin trepolitikk med strategier og målsetninger for forvaltningen av urbane trær (tabell 3), til inspirasjon for hvordan Sogndal kommune kan forvalte urbane trær for en bærekraftig tettstedsutvikling.

Tabell 3: Sogndal-, Stavanger- og Oslo kommune sine hovedtrekk i planer, strategier og mål for forvaltning av urbane trær.

Kommune	Hovedtrekk fra planer, strategier og målsetninger
<b>Sogndal</b> (Sogndal kommune, 2013)  (Sogndal kommune, 2021)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Legge til grunn et godt kunnskapsgrunnlag om naturmangfold ved vurdering av endret arealbruk</li><li>• Bruk av varierte blågrønne strukturer i utformingen av tettstedet for trivsel, klimatilpasning og ivaretaking av naturmangfold</li><li>• Sørge for at offentlige grøntareal blir plantet med nyttevekster</li><li>• Etablere flere grønne strukturer, ulike åpne overvannsløsninger og håndtere overvann lokalt eksempelvis gjennom vegetasjon.</li></ul>
<b>Stavanger</b> (Stavanger kommune, 2019)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bevare og øke antall trær med nyplanting</li><li>• Hensyn i planfase, behandling og oppfølging av byggesaker og bygge- og gravearbeid</li><li>• Ivareta helse og stabilitet med kunnskap av bestand og rutiner for skjøtsel</li><li>• Sikre gode vekstvilkår</li><li>• Beskytte bevaringsverdige trær med regulering og ivaretagelse av verdifulle trær uten vernestatus</li><li>• Samarbeid med befolkning og andre relevante etater</li></ul>
<b>Oslo</b> (Oslo kommune, u. å)  (Oslo kommune, 2014)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Øke fokus på trærns rolle i bybildet for naturmangfold, trivsel og evne til håndtering av klimaendringer</li><li>• Forvaltning av byens trær basert på beste praksis og nyere forskning</li><li>• Treregister</li><li>• Utarbeide treplan, med avklaring av fagansvaret for trærne</li><li>• Utarbeide manual for treplanting</li><li>• Vern i reguleringsplaner med bestemmelse om bevaring av større trær</li><li>• Prosjekt: Oslotrær - plante ut 100 000 trær innen 2030</li></ul>

# 3 Resultat



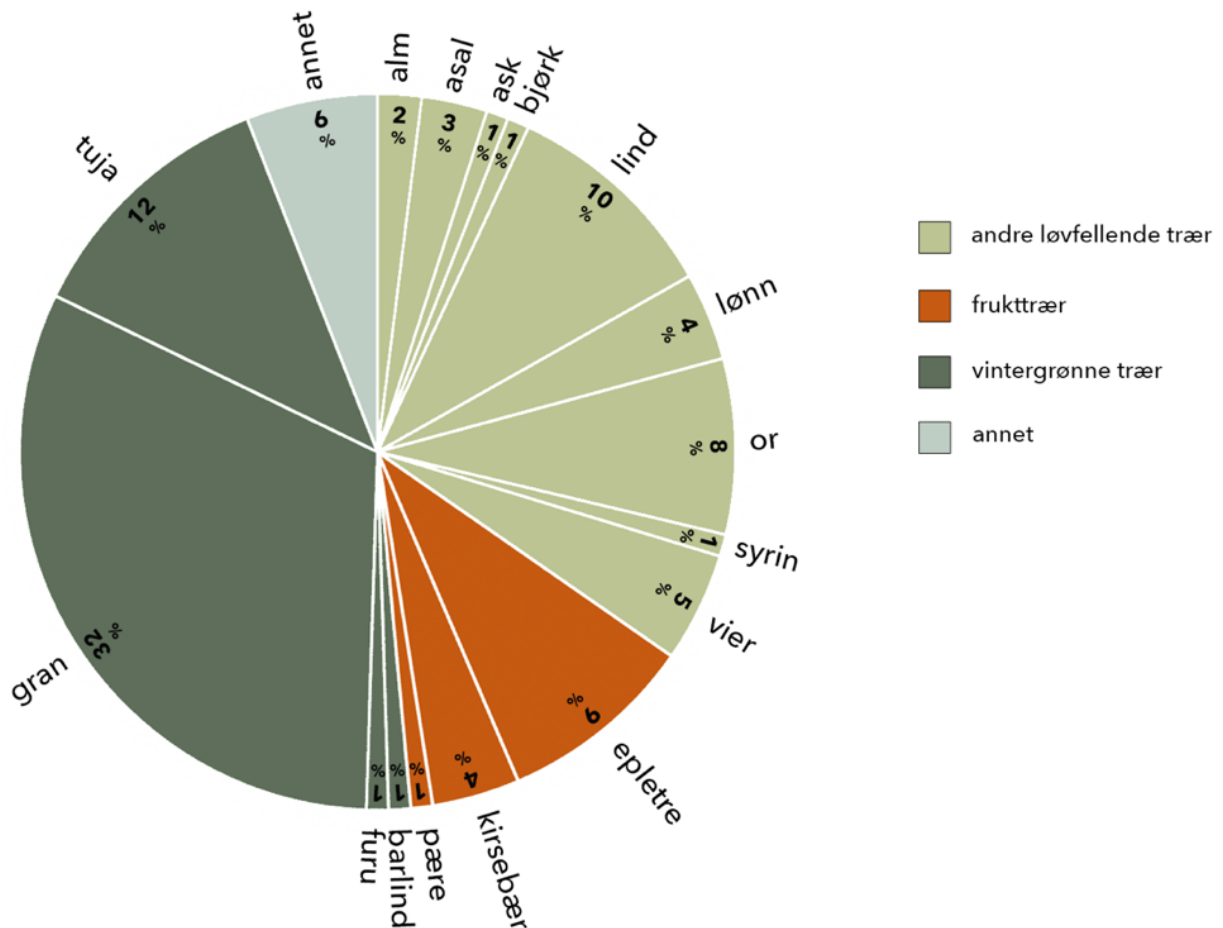
### 3.1 Trebestanden i de utvalgte studieområdene

Vi registrerte egenskaper til totalt **373** urbane trær i 2021 som ligger til grunn for resultatet. Utover disse registrerte vi 94 trær som var hogget siden 2018.

#### Slekt

Vi registrerte 181 vintergrønne-, 155 andre løvfellende- og 37 frukttrær (figur 7). Innenfor gruppen vintergrønne trær registrerte vi barlind-, furu-, gran- og tujaslekten. For andre løvfellende trær registrerte vi slektene alm, asal, ask, bjørk, lind, lønn, or, syrin og vier. Av frukttrær kom vi over epletre-, kirsebær- og pæreslekten.

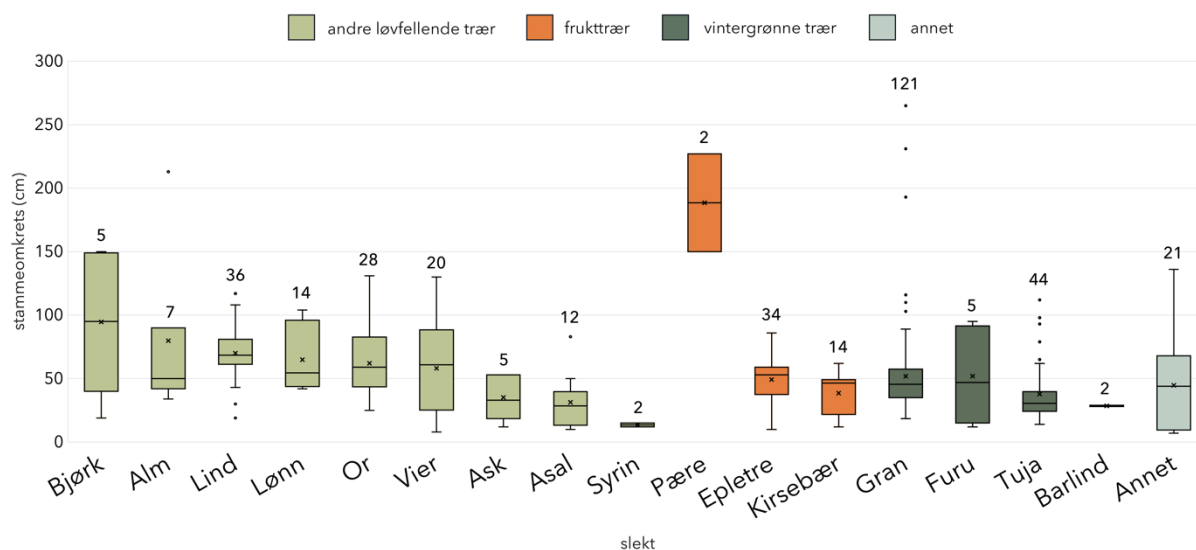
Totalt utgjorde granslekten størst andel med 121 trær (32 %). Minst prosentandel utgjorde ask-, bjørk-, syrin-, pære-, barlind- og furuslekten, med to til fem trær (1 %).



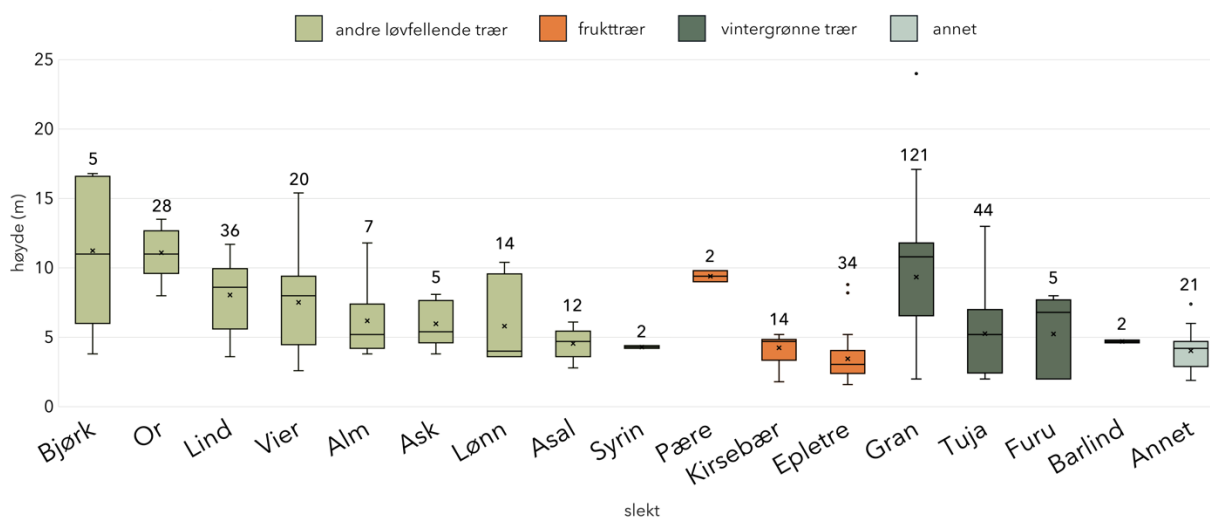
Figur 7: Prosentandel av treslekter innenfor studieområdet, basert på totalt **373** registreringer i 2021.

## Størrelse

I gjennomsnitt har trærne en stammeomkrets på 53 cm med standardavvik på 33 cm. Pæreslekten har i gjennomsnitt størst stammeomkrets med 189 cm og syrinslekten har minst med 14 cm (figur 8 & 10). Gjennomsnittshøyden til trærne er på 7,2 meter med standardavvik på 3,7 meter, hvor bjørkeslekten har høyest gjennomsnitt med 11,2 meter og epletreslekten har lavest med 3,5 meter (figur 9 & 10).



Figur 8: Box-plot for stammeomkrets (cm) til de ulike treslektene, basert på **373** registreringer av trær i 2021. Slektene innenfor gruppene går fra stigende til synkende gjennomsnittsverdier. Nummer over box-plot viser antall registreringer av slekten. x er gjennomsnittsomkrets og box-plotens midterste stek viser median.



Figur 9: Box-plot for høyde (m) til de ulike treslektene, basert på **373** registreringer av trær i 2021. Slektene innenfor gruppene går fra stigende til synkende gjennomsnittsverdier. Nummer over box-plot viser antall registreringer av slekten. x er gjennomsnittshøyde og box-plotens midterste strek viser median.



Figur 10: Øverst t.v.: Bjørkeslekten har blant studieområdets høyeste trær. Øverst t.h.: Pæreslekten har blant studieområdets største stammeomkrets. Nederst t.v.: Epletreslekten har studieområdets laveste trær. Nederst t.h.: Grantrekkene i studieområdet utgjør et stort antall av registreringene og dermed størst andel av treslektene (32 %). Fra **373** registreringer i 2021.



## Karbonlagring - gjennomsnitt per tre i tregruppe

Ut ifra **352** registreringer, etter ekskludering av «annet», beregnet vi totalt karbon lagret per slekt og gjennomsnitt karbon lagret per tre innenfor slektene (tabell 4). Granslekten lagrer samlet størst andel karbon med 60 466 kg og syranslekten lagrer minst karbon med 38 kg. Pæreslekten lagrer mest karbon med 4045 kg per tre, og syranslekten lagrer minst karbon med 19 kg per tre. Vi beregnet et gjennomsnitt for de ulike tregruppene (figur 11), som brukes videre for å estimere karbonlagring i 1988, 2018 og scenarioene i 2048.

Tabell 4: Karbon lagret per slekt og gjennomsnitt karbon lagret per tre innenfor slektene (i kg), fra **352** registreringer i 2021.

tregruppe	slekt	totalt karbon lagret (kg)	gjennomsnitt karbon lagret per tre (kg)
Andre løvfellende trær	alm	23 281	3 326
	bjørk	17 835	2 972
	lind	43 870	1 252
	or	27 743	1 028
	vier	18 444	971
	lønn	12 400	827
	ask	4 044	809
	asal	1 813	129
	syren	38	19
Frukttrær	pære	8 090	4 045
	epletre	10 779	291
	kirsebær	2 157	154
Vintergrønne trær	gran	60 466	504
	furu	2 418	484
	tuja	7 951	181
	barlind	159	80



Figur 11: Gjennomsnitt kg karbon lagret per tre innenfor tregruppene, fra **352** registreringer i 2021.

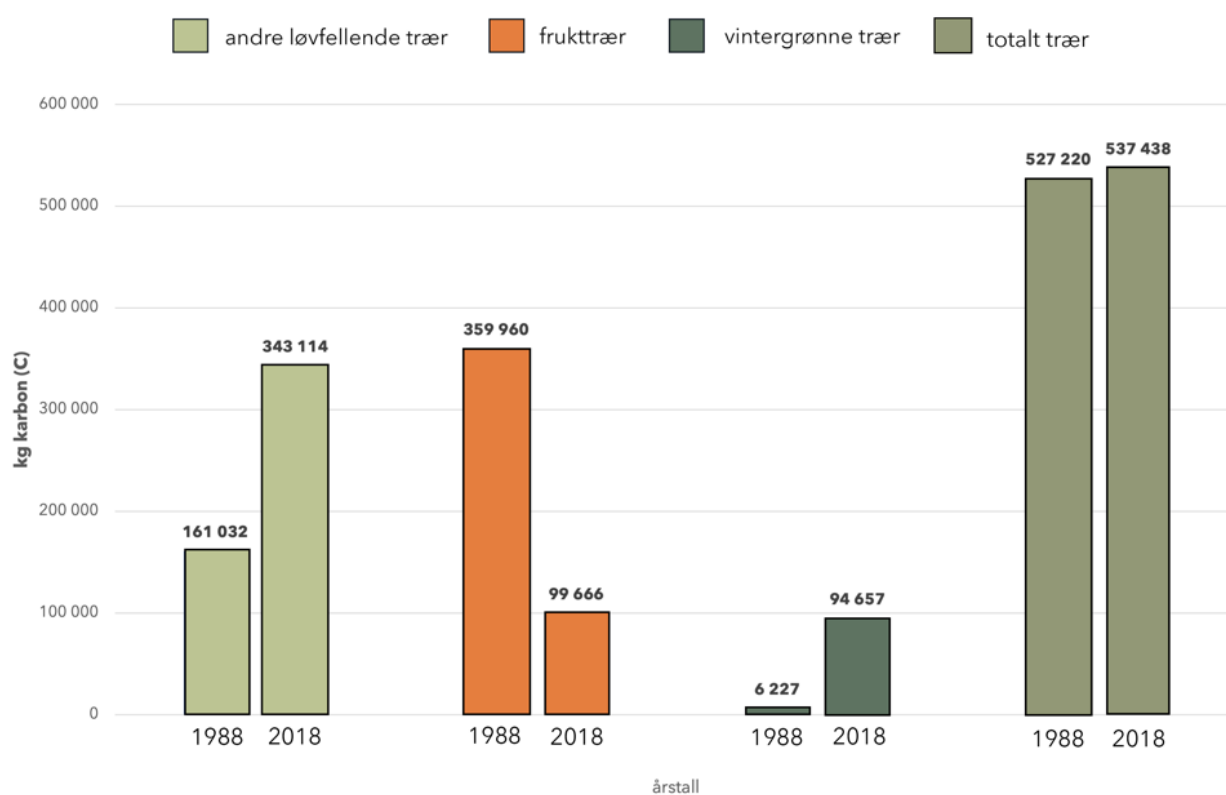
## Overvannshåndtering - størrelsesklasse

Ut ifra **373** registreringer beregnet vi andel små- og store trær (vedlegg 7.5). Resultatet viser at det er 324 små trær (83 %) og 49 store trær (13 %). Prosentforholdet brukes videre for element T5 i metoden for blågrønn faktor, for å estimere overvannshåndtering i 1988, 2018 og scenarioene i 2048.

## 3.2 Endring i karbonlagring og overvannshåndtering fra 1988 til 2018

### Karbonlagring

Totalt øker karbonlagringen fra 1988 til 2018 med 10 218 kg (2 %) (figur 12). Fra 1988 til 2018 har andre løvfellende trær har økt med 182 082 kg karbon (113 %), vintergrønne trær har økt med 88 430 kg karbon (1420 %) og frukttrær er redusert med 260 292 kg karbon (-72%).



Figur 12: Karbonlagring (kg) hos urbane trær i 1988 og 2018, innenfor hele studieområdet i Sogndalsfjæra.

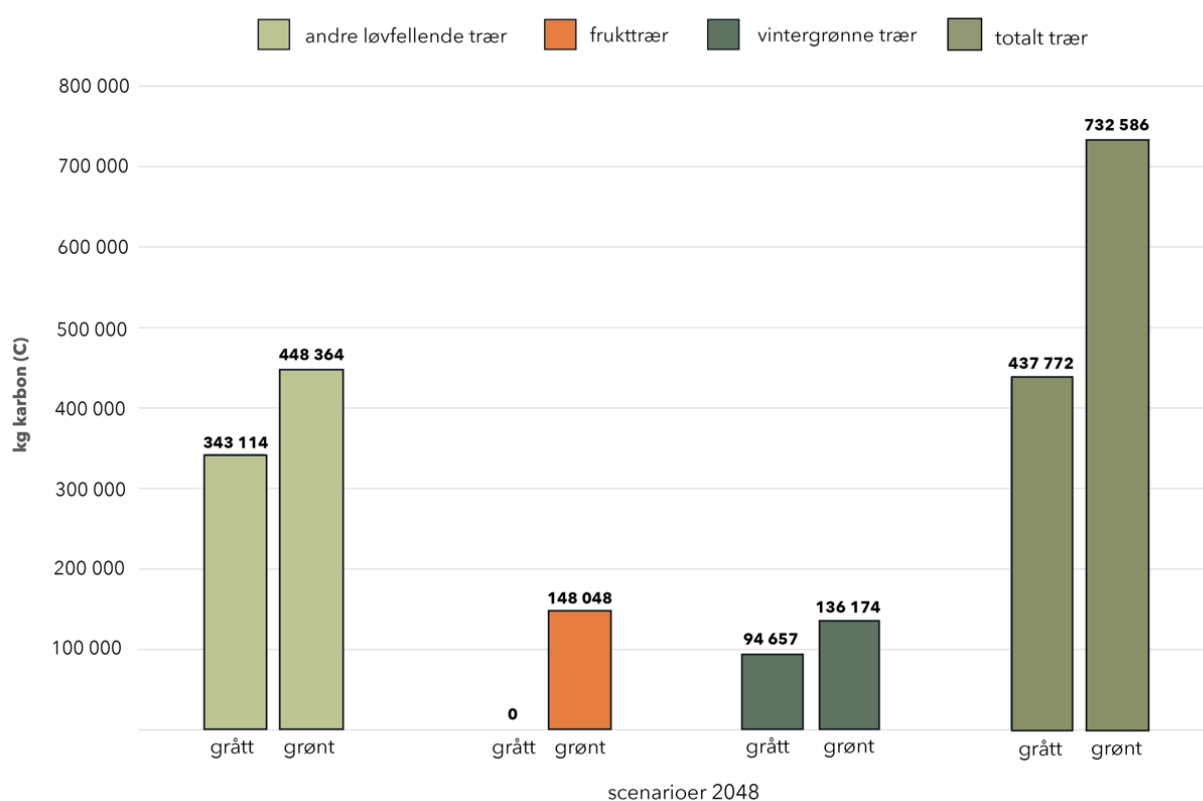
### Overvannshåndtering

Resultatet for sum av blågrønn faktor (BGF) viser en reduisering fra **0,69** i 1988 til **0,51** i 2018. Det utgjør en nedgang på 26 % av blågrønne strukturer fra 1988 til 2018.

### 3.3 Estimering av karbonlagring og overvannshåndtering for to scenarier i 2048

#### Karbonlagring

Grønt scenario lagrer 294 814 kg mer karbon sammenlignet med det grå scenarioet, og utgjør dermed en karbonlagrinsevne som er 70 % større enn grått scenario. Den største forskjellen er for gruppen av frukttrær, hvor det går fra en ikke eksisterende karbonlagringsmengde i grått scenario til 148 048 kg karbon for grønt scenario (figur 13).



Figur 13: karbonlagring (kg) hos urbane trær for grått- og grønt scenario i 2048 innenfor hele studieområdet i Sogndalsfjora.

#### Overvannshåndtering

Resultat for summen av blågrønn faktor (BGF) er **0,31** for grått scenario og **0,61** for grønt scenario. Sammenlignet med BGF i 2018 reduserer grått scenario ned 39 % prosent og grønt scenario opp 20 % av blågrønne strukturer.

# 4 Diskusjon



## Oppsummering av resultatet

I Sogndalsfjæra dominerer vintergrønne trær, hvor granslekten utgjør størst andel. Etterfulgt kommer andre løvfellende trær og frukttrær utgjør minst andel. Trærnes gjennomsnittshøyde er 7,2 meter og gjennomsnittet for stammeomkretsen er på 53 cm. 324 er små trær og 49 er store trær.

I gjennomsnitt per tre lagrer andre løvfellende trær dobbelt så mye karbon enn frukttrær og vintergrønne trær, hvor vintergrønne trær lagrer minst andel karbon. Resultatet for karbonlagring mellom 1988 og 2018 viser en økning på 2 %, blågrønn faktor er derimot redusert med 26 % i samme tidsrom. Grønt scenario i 2048 har evne til å lagre 67 % mer karbon sammenlignet med grått scenario i 2048. Blågrønn faktor i grønt scenario er dobbel så høy som blågrønn faktor i grønt scenario.

Resultatene drøftes videre i diskusjonen ved å svare på oppgavens problemstillinger.

### 4.1 Hvordan er den urbane trebestanden i Sogndalsfjæra?

Mellom 2018 og 2021 har en stor andel urbane trær blitt hogget ved Sogndalselvi på grunn av pågående boligutbygging. Hogsten av trær utgjør nærmere to tredjedeler av nedgangen som var mellom 1988 og 2018. Disse funnene understreker den raske utviklingen i Sogndalsfjæra, der fortettingen av sentrumsområdene med bebyggelse og infrastruktur øker i takt med nedgangen i trær og grøntområder (Stokstad & Gamme, 2019).

Nesten halvparten av alle registreringer er vintergrønne trær, som skyldes den store grantrerekken ved Gravensteinsgata. Fordeler hos vintergrønne trær inkluderer blant annet evne til å vokse seg stor (Aune & Larsen, 2022), karbonlagring året rundt ved fotosyntese i grønne barnåler (Taylor, 2019) og kapasitet til å forsinke og lagre mer vann sammenlignet med løvblad (Keim et al., 2006). Likevel har dominansen fra vintergrønne trær også ulemper, spesielt ved å gi et mindre biologisk mangfold. Tidligere studier i Sogndalsfjæra viser at bevaring av trær med ulik alder, størrelse, treslag og leveområder gir det rikeste leddyrs mangfoldet. Frukttrærne som viste seg å ha mest leddyrsdiversitet (Nyborg & Svendsen, 2020), som utgjør den minste andelen av trær i studieområdet.

Størrelsen til de fleste trærne i studieområdet er definert som små. Dette kan ha sammenheng med at enkelte treslekter ikke har kapasitet til å vokse store stammer som for eksempel tuja. En annen sammenheng kan være at arealene rundt trærne ikke egner seg for at et tre kan vokse seg større. Et tre trenger blant annet rundt 15 kvadratmeter med vanngjennomtrengelige nærområder for å ha mulighet til å vokse seg stor (Næss, 2018). Dette kan sees i sammenheng med de registrerte trærne med størst stammeomkrets i studieområdet som for eksempel bergamotpæretrærne, som er omgitt av store grøntområder med infiltrerende egenskaper i sentrumsparken.

## **4. 2 Hva er mengden av karbonlagring og faktor for overvannshåndtering i 1988, 2018 og for to framtidsscenarioer i 2048 i Sogndalsfjøra?**

### **Karbonlagring**

Karbonlagringen har økt med rundt to prosent fra 1988 til 2018, som er et noe uforventet resultat ettersom det totale antallet av trær har gått ned i samme tidsperiode. Årsaken skyldes økningen av andre løvfellende trær, som lagrer dobbelt så mye karbon sammenlignet med de to andre tregruppene. Sammen med økingen av vintergrønne trær, utjevner de to tregruppene den mer betydelige nedgangen i antall frukttrær og dermed nedgangen i karbonlagring. Økingen tilsvarer likevel bare et opptak av fem nordmenn sitt årlige gjennomsnittsutslipp av CO<sub>2</sub> (2018) (FN-sambandet, u. å.), og er derfor nokså ubetydelig i det store bildet. Ser vi derimot på totalmengden av karbon lagret i 2018, viser resultatet at trærne nøytraliserer 7 % av Sogndal kommune sitt årlige utslipp fra 2008 (Statistisk sentralbyrå, u. å.). Nøytraliseringen viser derfor et potensiale hos urbane trær, og hvordan de kan bidra til reduisering av lokale CO<sub>2</sub>-utslipp.

Over- eller underberegning kan være en konsekvens for resultatet (Sun et al., 2019; Richer et al., 2020), ettersom vi brukte gjennomsnittsparemetere og ga noen slekter parametere fra nærmeste slektskap. Parametere er i tillegg utviklet fra andre geografiske områder, som dermed har andre vekstforhold enn vårt utgangspunkt i Sogndalsfjøra (Ter-Mikaelian & Korzukhin, 1997). Jordtemperatur og tekstur, trærnes alder, mikroklima, størrelse og eksponering til trekronen er også relevant informasjon for trærns evne til karbonlagring (Richer et al., 2020; Sun et al., 2019; McPherson et al., 1997), men som ikke er med i vår metode.

Ettersom andre løvfellende trær lagrer dobbelt så mye karbon enn de andre to andre tregruppene, kunne konklusjonen enkelt vært å plante flere løvfellende trær som effektiv strategi for å øke karbondioksidopptaket. Ser man likevel på slektene innenfor tregruppene, kommer det tydelig fram at høy diameter, det vi si trær med store trestammer, spiller størst rolle for økt mengde av karbonlagring i hvert enkelt tre. McPherson et al (1994) viser til samme funn, hvor de fant ut at karbonlagring kan være opp til tusen ganger større i store- enn små trær. Trearter som dermed har potensiale til å vokse store trestammer, kan være betydningsfulle som naturlige verktøy for klimatilpasning (Skole et al., 2021).

Estimeringene av scenarioene bidrar til kunnskap for hvordan vi kan forvalte trærne i dag for å oppnå framtidige mål. Å plante ut 300 nye trær, slik grønt scenario tar for seg, gir mulighet for at trærne kan vokse store stammer med årene og bidra til mer karbonopptak enn hva trærne gjør i 2018. Grått scenario i 2048 følger samme utviklingstrenden som har vært tidligere, og vil jobbe imot lokale, regionale, nasjonale- og internasjonale målsetninger for å begrense klimaendringene (Sogndal kommune, 2013; Vestland fylkeskommune, 2018; Klima- og miljødepartementet, 2021; FN-sambandet, 2020).

## Overvannshåndtering

Overvannshåndteringen sin reduksjon i blågrønn faktor fra 1988 til 2018 skyldes nedgangen i antall trær og grøntarealer. Dette påpeker viktigheten av å beholde både trær og grønnstruktur, samt å plante nye trær for å opprettholde det naturlige hydrologiske systemets håndtering av overflatevann (Kuehler, 2016).

Forholdet mellom små- og store trær som er brukt i estimatene kan likevel gi et urealistisk bilde av fordelingen. Ettersom vi har studert endringer over tid, og trær vokser med tiden, kan for eksempel små trær i 1988 utgjøre store trær i 2018. Med flere store trær ville blågrønn faktor økt i våre beregninger. Dette får fram viktigheten av å beholde store trær, ettersom et større tre absorberer, fordamper og leder bort flere ganger mer vann enn et lite tre (Næss, 2018).

Andre faktorer som påvirker opptak av vann i trærne er nærliggende miljø, habitat, sesongvariasjon, vitalitet, trekarakteristikk og treslag (Keim & Skaugset, 2003; Xiao & McPherson, 2016; Trimble & Weitzman, 1954; Carlyle-Moses & Schooling, 2015). Disse faktorene, i tillegg til andre blågrønne strukturer fra Norsk Standard sin utregning for blågrønn faktor (Norsk Standard, 2020), kunne gitt andre resultat for overvannshåndteringen i studieområde om de var mulig å inkludere dem i metoden vår.

Grønt scenario i 2048 har 96 % høyere blågrønn faktor sammenlignet med grått scenario i 2048, som skyldes at det er betydelig flere trær og større areal av grønne flater. Klimaendringene innebærer økt og mer ekstreme nedbørsmengder (FN-sambandet, 2022), der det er estimert øke med 50 % kraftigere nedbør innen år 2100 i Sogndal kommune. Nedbørsmengdene vil koste samfunnet flere hundre millioner kroner (Støstad & Skjæraasen, 2020), og får fram viktigheten av å beholde trær og grønnstruktur for å sikre flere forebyggende tiltak for framtidige klimautfordringer - såsom i det grønne scenarioet.

Sammenligning mellom blågrønn faktor i 1988 og grønt scenario i 2048 viste høyere blågrønn faktor i 1988, selv om det var flere trær i det grønne scenarioet. Dette skyldes større areal av grønne flater i 1988, og viser til betydningen av grønnstrukturen for en høyere blågrønn faktor. Dette er også begrunnet med tidligere beregninger av avrenningskoeffisienten i studieområdet (Stokstad & Gamme, 2019), hvor økningen i de ugjennomtrengelige, grå overflatene svekket studieområdets evne til å håndtere overvann.

## 4. 3 Hvordan kan urbane trær forvaltes for en bærekraftig tettstedsutvikling i Sogndalsfjøra?

Sogndalsfjøra ligger omkranset av variert natur, og det er kanskje derfor lett å glemme at grøntområder med trær i fortettingsområdene er del av en bærekraftig tettstedsutvikling (Vik et al., 2021). Det grønne scenarioet i 2048, med konkret målsetning om bevaring og nyplanting av trær og grønnstruktur, understreker hvordan planlegging i dag kan bidra til gode kvaliteter for framtidens tettsted. Dersom trær hogges og nærliggende grønnstruktur forsvinner bit-for-bit, slik grått scenario i 2048 viser til ut ifra tidligere trender i Sogndalsfjøra, har forvaltningen jobbet i feil retning. Dette kan gi negative konsekvenser, med behov for kompenserende tiltak i framtiden (Miljødirektoratet, u. å.).

Sogndal kommune ønsker kunnskapsgrunnlag om naturmangfold ved endret arealbruk, bruk av varierte blågrønne strukturer, offentlige grøntareal plantet med nyttevekster og overvannsløsninger gjennom vegetasjon (Sogndal kommune, 2013; Sogndal kommune, 2021). Dette må konkretiseres tydeligere, for at trær og grønnstruktur skal få en mer betydelig rolle for bærekraftig tettstedsutvikling i Sogndalsfjøra. Resultatene og diskusjonen vår beskriver noen av fordelene hos urbane trær, og får fram at mange, store og vitale trær bidrar til økt evne for karbonlagring og overvannshåndtering. Likevel utgjør trærnes ulike fordeler andre typer av tettsteds-kvaliteter, som krever andre egenskaper fra trærne. Ved noen tilfeller kan til og med egenskaper hos trær motsi hverandre, som for eksempel at frukttrær bidrar til biologisk mangfold (Nyborg & Svendsen, 2020), men lagrer betydelig mye mindre karbon enn andre tresorter. Det er derfor nødvendig med helhetlige vurderinger. For å kunne ta gode valg trengs det mer kunnskap om trærne, strategier og målsetninger i forvaltningen og samarbeid mellom kommunens virksomheter, næringsliv, utbyggere og befolkningen.

Kunnskapsgrunnlaget for utviklingen av tettsteder bør begrunnes i sammenheng med miljømessig-, sosial- og økonomisk bærekraft (Brundtland, & Dahl, 1987). Urbane trær kan sees på som et grønt multiverktøy, som ikke bare har potensiale til å dempe effekten av ekstremvær og klimagassen CO<sub>2</sub>, men som og tjener det biologiske mangfoldet og innbyggeren. De gir sosiale verdier sammen med annen vegetasjon og vannelementer, gjennom opplevelser og arkitektoniske innslag (Asplan Viak, 2016) som inviterer til lek, rekreasjon og læring, i motsetning til et grått landskap (Klima-og miljødepartementet, 2015). Sogndalsfjøra sin kultur og stedsidentitet knyttes i tillegg til fruktproduksjonen i omlandet, som utgjør kvaliteter for både innbyggerne og omdømmet (Vik & Groven, 2022). Derfor er det viktig å unngå avvikling av Sogndalsfjøra sin egenart, ved å bevare og erstatte tapet av frukttrær.

Naturbaserte løsninger er generelt mer økonomisk lønnsomt for klimatilpasning enn tradisjonelle tekniske metoder, og bidrar i tillegg med flere positive tilleggseffekter (Magnussen et al., 2015). Urbane trær og annen grøntstruktur kan også ha lengre levetid og større kapasitet til både lagring og førdrøying av vann, i motsetning til de tekniske



system som krever en annen type av vedlikehold og systemoppdateringer (Bjerkholt & Lindholm, 2010; Ursin, 2018). I Oslo kommune koster det i gjennomsnitt 40 000 norske kroner for å erstatte tapet fra økosystemtjenestene som trær gir, og boligområder øker betraktelig i verdi dersom de ligger i nærheten av blågrønne strukturer (Barton et al., 2015).

Det er også viktig å ta negative effekter av trær og grønnstruktur i betraktning for forvaltningen av urbane trær i Sogndalsfjæra. Treslag, som bjørk og vier, kan være problem for pollenallergikere (Holm, 2015), rotsystem kan påvirke bygninger og infrastruktur (Magnussen et al., 2015), store trær kan skape utsiktshindring i trafikken (Statens vegvesen, u. å.) og frukttrær kan etterlate nedfallsfrukt som tiltrekker seg skadedyr (Brøyn, 2011).

Til slutt er det viktig å nevne naturens egenverdi, og ikke bare som nytteverdi for menneskesamfunnet. Trær gir og mottar tjenester i samspill med andre levende organismer, som spiller en viktig rolle for velfungerende økosystemer. Paradokset om at naturen har egenverdi, men uten rettslig handleevne, har bidratt til svakt vern av trær og annen grønnstruktur når hensynet til miljøet møter andre samfunnsmessige mål og interesser (Bugge, 2015). Dersom vi kan utvikle tettsteder som samhandler med naturen, andre organismer og våre landskap - vil vi oppnå en bærekraftig utvikling i tråd med naturens premisser (Guttu, 1995).

Med grunnlag i resultat og diskusjon har vi formet noen konkrete forslag til hvordan urbane trær kan forvaltes for en bærekraftig tettstedsutvikling i Sogndalsfjæra (tabell 5).

*Tabell 5: Forslag til overordnede forvaltningsmål for urbane trær i Sogndalsfjæra.*

<p><b>1</b> <b>Kunnskapsgrunnlag</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kartgrunnlag: lokalisering og informasjon på hvert enkelt tre i fortettingsområdene</li> <li>• Inkludere fagkyndige: økologer, biologer, aborister, landskapsarkitekter og landskapsingeniører</li> <li>• Verdisette trær gjennom Norsk Standard</li> <li>• Oppdatert forskningsgrunnlag</li> </ul>
<p><b>2</b> <b>Strategier og målsetninger</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ivareta og sikre vekst av flere store trær</li> <li>• Bevare og plante frukttrær</li> <li>• Variasjon i treslag, alder og størrelse</li> <li>• Vurdere plassering av nye trær nøye</li> <li>• Vern og reguleringsplan for verdifulle trær</li> <li>• 300 nye trær innen 2050</li> <li>• Fastsette mål for blågrønn faktor til utbyggingsprosjekt</li> </ul>
<p><b>3</b> <b>Samarbeid</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Engasjere og involvere kommunens virksomheter, næringsliv, utbyggere og befolkning</li> <li>• Synliggjøre og formidle urbane trær sine verdier: foredrag, arrangement og informasjonsplakater</li> <li>• «Curio-xyz» applikasjon for private bidrag til kunnskap</li> </ul>

---

## 5 Konklusjon

Vitale og store urbane trær binder mest karbon og gir best effekt for overvannshåndtering. På den måten fungerer trærne som et rimelig, naturlig og grønt klimatiltak, ved å både binde karbondioksid fra omgivelsene og ved å dempe effektene av ekstremnedbør som følge av klimaendringene. Likevel er det viktig å ivareta mangfoldet av trær for å sikre andre goder, som biologisk mangfold og stedsidentitet. Trærne kan bidra til en bærekraftig tettstedsutvikling i Sogndalsfjæra, men da må trær og grønnstruktur få en større rolle i forvaltningen. Kunnskapsgrunnlag, strategier og målsetninger og samarbeid er viktig for å klare å oppnå dette.

---



## 6 Referanser

- Askheim**, S. (2022, 29. mars). *Sogndalsfjæra*. Store norske leksikon. Hentet 1.april 2022 fra <https://snl.no/Sogndalsfjæra>
- Asplan Viak**. (2016). *Overvann som ressurs* (p. nr. 535485-01). Trondheim: Asplan Viak. [https://d21dbafykdck9.cloudfront.net/1485874414/rapport-overvann-2016-12-21.pdf?fbclid=IwAR3P7sIU1wwg7OAM-ilBgtgWY7tC6mUJGRGbPH-zM-7zKB9BzQeQ\\_SObrZ0](https://d21dbafykdck9.cloudfront.net/1485874414/rapport-overvann-2016-12-21.pdf?fbclid=IwAR3P7sIU1wwg7OAM-ilBgtgWY7tC6mUJGRGbPH-zM-7zKB9BzQeQ_SObrZ0)
- Auestad**, I. (2021, 22. september). *Kva skal vi med tre i sentrum?* Blogg.forskning.no. Hentet 1. april 2022 fra <https://blogg.forskning.no/biologi-blogg-vest-miljo/kva-skal-vi-med-tre-i-sentrum/1912867>
- Aune**, E. I. & Larsen, S. Ø. (2022, 2. februar) *Gran*. Store norske leksikon. Hentet 21. mai 2022: <https://snl.no/gran>
- Austad**, I & Helle, T. (1988). *Sogndal sentrum 1988, Eksisterende forhold*. I. Sogndal: NAMIT.
- Barton**, D. N., Traaholt, N. V., Blumentrath, S. & Reinvang, R. (2015). *Naturen i Oslo er verdt milliarder. Verdsetting av urbane økosystemtjenester fra grønnstruktur* (NINA Rapport 1113) Norsk institutt for naturforskning. <https://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/rapport/2015/1113.pdf>
- Bjerkholt**, J. & Lindholm, O. (2010, 17 mars). *Hva blir konsekvensene av klimaendringene for dagens avløpssystem?* (Innlegg 02/2010). Vannforeningen. [https://vannforeningen.no/wp-content/uploads/2015/06/2010\\_801660.pdf](https://vannforeningen.no/wp-content/uploads/2015/06/2010_801660.pdf)
- Bjerknessenteret for klimaforskning** (2020, 4. mai). *Plantenes rolle i klimasystemet*. Hentet 29.april 2022 fra <https://bjerknes.uib.no/artikler/faktasider/plantenes-rolle-i-klimasystemet>
- Brears**, R. C. (2018). *Blue and Green Cities: The Role of Blue-Green Infrastructure in Managing Urban Water Resources* (1st ed. 2018). Palgrave Macmillan UK: Imprint: Palgrave Macmillan.
- Brundtland**, G. H. & Dahl, O. (1987). *Vår felles framtid* (p. 257). Tiden norsk forlag.
- Brøyn**, M. B. (2011, 21. oktober). *Når de er modne, så faller de ned*. Aftenposten. Hentet 23.mai 2022 fra <https://www.aftenposten.no/norge/i/75RK4/naar-de-er-modne-saa-faller-de-ned>
- Bugge**, H. C. (2015). *Lærebok i miljøforvaltningsrett* (5. utgave). Universitetsforlaget.
- Carlyle-Moses**, D. E. & Schooling, J. T. (2015). Tree traits and meteorological factors influencing the initiation and rate of stemflow from isolated deciduous trees. *Hydrological Processes*, 29(18), 4083-4099. <https://doi.org/10.1002/hyp.10519>
- CICERO Senter for klimaforskning**. (u. å.). *Lokale klimaløsninger*. Hentet 28.mai 2022 fra <https://www.cicero.oslo.no/no/posts/platformer/lokale-losninger>
- Draپر**, D. B. & Richards, P. A. (2009). *Dictionary for managing trees in urban environments*. CSIRO Publishing: Institute of Australian Consulting Arboriculturists. Hentet fra <https://ebookcentral.proquest.com/lib/hogskbergen-ebooks/reader.action?docID=433324>
- FAGUS**. (u.å.). *Fordeler ved bruk av trær*. Hentet 10.april 2022 fra [https://fagus.no/wp-content/uploads/2020/06/Fordeler\\_ved\\_bruk\\_av\\_trær\\_A4.pdf](https://fagus.no/wp-content/uploads/2020/06/Fordeler_ved_bruk_av_trær_A4.pdf)
- FN-sambandet** (u. å.) *CO2-utslipp per innbygger*. Hentet 4. mai 2022 fra <https://www.fn.no/Statistikk/co2-utslipp-per-innb>
- FN-sambandet**. (2020, 22.desember). *Parisavtalen*. Hentet 19.mai fra <https://www.fn.no/om-fn/avtaler/miljoe-og-klima/parisavtalen>
- FN-sambandet**. (2022, 25.mai). *Klimaendringer*. Hentet 27.mai 2022 fra <https://www.fn.no/tema/klima-og-miljoe/klimaendringer>
- Forman**, R. T. T. (2019). *Towns, Ecology, and the land*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Frangoul**, A. (2020, 17. april). *How the mass planting of trees could transform our cities and tackle air pollution*. CNBC. Hentet 20.mai 2022 fra <https://www.cnn.com/2020/04/17/how-the-mass-planting-of-trees-could-transform-our-cities.html>

- Grimm**, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X. & Briggs, J. M. (2008). Global change and the Ecology of cities. *Science*, 319, 756. <https://doi.org/10.1126/science.1150195>
- Guttu**, J. (1995). *Natur- og miljøvennlig tettstedsutvikling: oppsummering fra NAMIT-prosjektet* (p. 32). Norsk institutt for by- og regionforskning.
- Guttu**, J. & Thorén, A-K. H. (1996). *Fortetting med kvalitet: bebyggelse og grønnstruktur* (p. 84). Miljøverndepartementet.
- Hanssen-Bauer**, E. J., Førland, I., Haddeland, H., Hisdal, S., Mayer, A., Nesje, J. E. Ø., Nilsen, S., Sandven, A. B., Sandø, Sorteberg, A. & Ådlandsvik, B. (2015). *Klima i Norge 2100. Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015*. NCCS report no. 2/2015, 2.opplag, M-406.
- Helle**, T., Austad, I. & Losvik, M. H. (1989). *Naturressursar og andre miljøkvalitetar i Sogndal tettstad*. (NAMIT – rapport nr.2). Sogn og Fjordane distriktshøgskule. Skrifter 1989:3. ISBN 82-7282-058-7. <https://www.nb.no/items/9c9eac063e9b794db0641612224bf30e>
- Holm**, A-H. (2015, 28. april). *Astma- og allergiforbundet og WWF vil stoppe bjørkebeplantning i sentrumsnære områder for å skåne pollenallergikerne*. Nettavisen. Hentet 23.mai 2022 fra <https://www.nettavisen.no/artikkel/vil-ha-slutt-pa-bjork-i-byene/s/12-95-3422780116>
- IPCC**. (2021): Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 3–32, doi:10.1017/9781009157896.001
- Keim**, R. F., & Skaugset, A. E. (2003). Modelling effects of forest canopies on slope stability. *Hydrological Processes*, 17(7), 1457–1467. <https://doi.org/10.1002/hyp.5121>
- Keim**, R. F., Skaugset, A. E., & Weiler, M. (2006). Storage of water on vegetation under simulated rainfall of varying intensity. *Advances in Water Resources*, 29(7), 974–986. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2005.07.017>
- Klima- og miljødepartementet** (2021, 22.oktober). *Klimaendringer og norsk klimapolitikk*. Regjeringen. Hentet 19 mai 2022 fra <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/innsiktsartikler-klima-miljo/klimaendringer-og-norsk-klimapolitikk/id2636812/>
- Klima- og miljødepartementet**. (2015). *Historier om vann, elver og våtmarker*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/8047c736c0514a38ba90cb5f44eecd56/t-1548uu.pdf?fbclid=IwAR3HngjlGfldkpTilT6r4beSdhfQnYO-MhTs2hE0RDixLb8--AyWO5kmLVI>
- Kuehler**, E., Hathaway, J., & Tirpak, A. (2016). Quantifying the benefits of urban forest systems as a component of the green infrastructure stormwater treatment network. *Ecohydrology*, 10(3), e1813. <https://doi.org/10.1002/eco.1813>
- Københavns kommune**. (2015). *Bynatur i København. Strategi 2015-2025*. Teknik- og Miljøforvaltningen. Hentet fra [https://kk.sites.itera.dk/apps/kk\\_pub2/index.asp?mode=detalje&id=1522](https://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/index.asp?mode=detalje&id=1522)
- Lauwers**, L., Barton, D. N., Blumentrath, S., Often, A. & Nowell, M. (2017). *Accounting for urban trees. Updating the VAT03 compensation value model* (NINA Rapport 1453). Norsk institutt for naturforskning. <https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/2476674>
- Magnussen**, K., Reinvang, R. & Løset, F. (2015). *Økosystemtjenester fra grønnstruktur i norske byer og tettsteder* (Vista Analyse Rapport nummer 2015/10). Miljødirektoratet. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M378/M378.pdf>

- McPherson**, E. G., Nowak, D. Heisler, G., Grimmond, S., Souch, C., Grant, R., & Rowntree, R. (1997). Quantifying urban forest structure, function, and value: the Chicago Urban Forest Climate Project. *Urban Ecosystems*, 1(1), 49–61. <https://doi.org/10.1023/A:1014350822458>
- McPherson**, E. G., Nowak, D. J. & Rowntree, R. A. (1994). *Chicago's urban forest ecosystem: results of the Chicago Urban Forest Climate Project* (General Technical Report NE-186). United States Department of Agriculture. [https://www.nrs.fs.fed.us/pubs/gtr/gtr\\_ne186.pdf](https://www.nrs.fs.fed.us/pubs/gtr/gtr_ne186.pdf)
- Miljolare.no**. Universitetet i Bergen [UiB]. <https://www.miljolare.no>
- Miljødirektoratet**. (u. å.). *Forebygge skadevirkninger for miljø og samfunn*. Hentet 2. mai 2022 fra <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/overvaking-arealplanlegging/arealplanlegging/konsekvensutredninger/ny-finne-gode-miljolosninger/forebygge-skadevirkninger-for-miljo-og-samfunn/>
- Moen**, A. (1988). *Nasjonalatlas for Norge: Vegetasjon* (2.opplag). Statens kartverk.
- Nayak**, D. R., Miller, D., Nolan, A., Smith, P. & Smith, J. U. (2010). Calculating carbon budgets of wind farms on Scottish peatlands. *Mires and Peat*, 4(9), 1–23.
- Niemelä**, J., Breuste, J. H., Guntenspergen, G., McIntyre, N. E., Elmqvist, T. & James, P. (2011). *Urban ecology: patterns, processes, and applications*. New York: Oxford University Press. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/hogskbergen-ebooks/reader.action?docID=800872>
- Nikon**. (2022). *Forestry Pro II*. Hentet 24. mars 2022 fra [https://www.nikon.no/no\\_NO/product/sport-optics/laser-range-finders/forestry-pro-ii](https://www.nikon.no/no_NO/product/sport-optics/laser-range-finders/forestry-pro-ii)
- Norsk institutt for naturforskning**. (u.å.). *Økosystemtjenester og byplanlegging*. NINA. Hentet 16.april 2022 fra [https://www.nina.no/Bærekraftig-samfunn/Økosystemtjenester/Økosystemtjenester-og-byplannlegging\\_old](https://www.nina.no/Bærekraftig-samfunn/Økosystemtjenester/Økosystemtjenester-og-byplannlegging_old)
- Norsk Standard** (2020, 1. mai) *Blågrønn faktor. Beregningsmetode og vektingsfaktorer*. (NS 3845:2020). Innhold fra NS 3845:2020 er gjengitt av Amanda Maria Felicia Rödström og Johanne Hovland i oppgaven «Grønne verktøy for bærekraftig tettstedsutvikling: karbonlagring og overvannshåndtering fra urbane trær i Sogndalsfjæra» med tillatelse fra Standard Online AS, juni 2022. Standard Online er ikke ansvarlig for feil i gjengitt materiale. Se [www.standard.no](http://www.standard.no)
- NOU 2013: 10**. (2013). *Naturens goder – om verdier av økosystemtjenester*. Miljødepartementet. <https://www.regjeringen.no/contentassets/c7ffd2c437bf4dcb9880ceeb8b03b3d5/no/pdfs/nou201320130010000dddpdfs.pdf>
- NOU 2020: 15**. (2020). *Det handler om Norge. Bærekraft i hele landet. Utredning om konsekvenser av demografiutfordringer i distriktene*. Kommunal- og distriktsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/contentassets/3b37c1baa63a46989cb558a65fccf7a1/no/pdfs/nou202020200015000dddpdfs.pdf>
- Nowak**, D. J. & Crane, D. E. (2002). Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. *Environmental Pollution* (1987), 116(3), 381–389. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(01\)00214-7](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00214-7)
- Nyborg**, J. L. & Svendsen, A. (2020). *Leddysamfunn og mangfold knyttet til urbane trær og deres nærmiljø i Sogndalsfjæra*. [Bacheloroppgave]. Høgskulen på Vestlandet.
- Næss**, T. (2018, august). *Blågrønne overvannsløsninger*. Oslo kommune. Hentet 10. mars 2022: <https://www.oslo.kommune.no/getfile.php/13335081-1565353372/Tjenester%20og%20tilbud/Plan%2C%20bygg%20og%20eiendom/Byggesaksveiledere%2C%20normer%20og%20skjemaer/Overvann%20-%20bytrær.pdf>
- Oslo kommune**. (2014). *Strategi for bytrær*. Bymiljøetaten. Hentet 10.april 2022 fra <https://docplayer.me/30405651-Oslo-kommune-bymiljoetaten-strategi-for-bytraer.html>
- Oslo kommune**. (u. å.). *Byggesøknad for å beskjære eller felle tre på privat eiendom*. Hentet 10.april 2022 fra <https://www.oslo.kommune.no/plan-bygg-og-eiendom/skal-du-bygge-rive-eller-endre/ma-du-sende-byggesoknad/beskjare-eller-felle-tre-pa-privat-eiendom/>

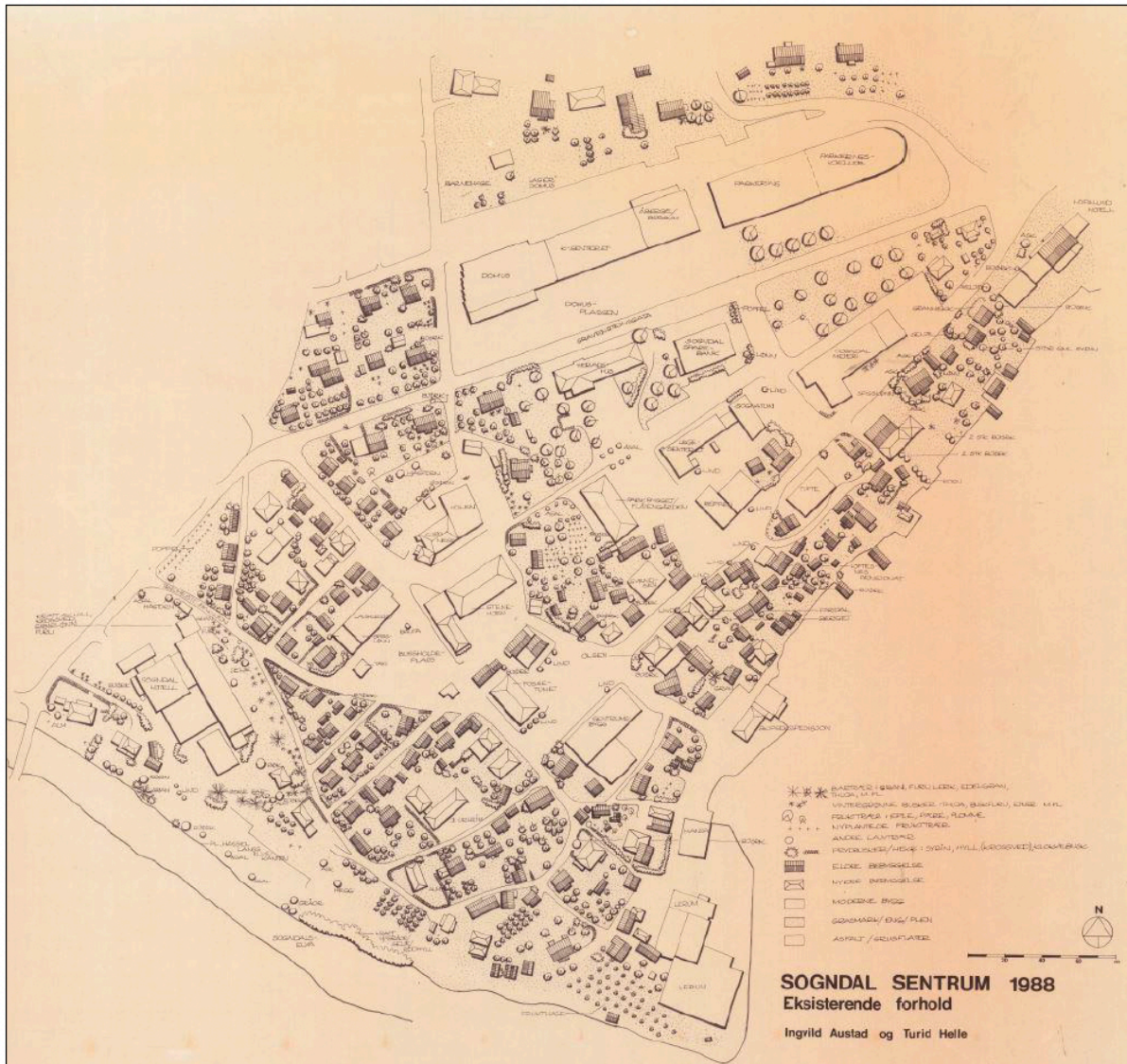
- Richer**, S., Haase, D., Thestorf, K. & Makki, M. (2020). Carbon Pools of Berlin, Germany: Organic Carbon in Soils and Aboveground in Trees. *Urban Forestry & Urban Greening*, 54, 126777. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126777>
- Sjöman**, J. D. & Östberg, J. (2020). *i-Tree Sverige. För strategiskt arbete med träds ekosystemtjänster*. Sveriges lantbruksuniversitet. [https://www.itreetools.org/documents/654/i-Tree\\_Sweden.pdf](https://www.itreetools.org/documents/654/i-Tree_Sweden.pdf)
- Skole**, D. L., Mbow, C., Mugabowindekwe, M., Brandt, M. S. & Samek, J. H. (2021) Trees outside of forests as natural climate solutions. *Nat. Clim. Chang.* 11, 1013–1016. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01230-3>
- Sogndal kommune**. (2013, 14. november). *Arealdel til kommuneplanen 2013-2023*. [Planomtale]. Hentet fra <https://nyesogndal.custompublish.com/getfile.php/4709311.2665.kmnbijzummnzss/Planomtale+gamle+Sogndal.pdf>.
- Sogndal kommune**. (2021, 24. juni). *Samfunnsplan 2021-2030*. [Samfunnsplan]. Hentet fra <https://www.sogndal.kommune.no/samfunnsplan-for-sogndal-kommune-2021-2030.554068.nn.html>
- Sorteberg**, A., Mayer, S., Dyrddal, A. V. (2019, 2.januar). *Derfor får vi ekstremnedbør knyttet til klimaendringene*. Universitetet i Bergen. Hentet 3.mai 2022 fra <https://www.uib.no/klimaenergi/123978/derfor-får-vi-ekstremnedbør-knyttet-til-klimaendringene>
- Statens Vegvesen** (u. å.) *Klipp hekker og busker. Trafikksikkerhet er også ditt ansvar*. Hentet 20.mai 2022 fra <https://www.vegvesen.no/globalassets/trafikk/langs-veien/drift-og-vedlikehold/18-1226-flyer-klipphekkogbusker-bokmal-til-web.pdf>
- Statistisk sentralbyrå**. (u. å.). *Statistikkbanken. Utslipp til luft*. Hentet 6.mai 2022 fra <https://www.ssb.no/statbank/table/08616/tableViewLayout1/>
- Stavanger kommune**. (2019, 9.desember). *Forvaltningsplan for bytrær*. Hentet 31.mars 2022 fra <https://www.stavanger.kommune.no/samfunnsutvikling/planer/strategier/forvaltningsplan-for-bytrær/#10992>
- Stiftelsen Det Norske Arboret**. (2018). *Pinus* (1.3) [Mobilapp]. App Store. <https://apps.apple.com/us/app/pinus/id1384904559>
- Stokstad**, H. & Gamme, H. E. (2019). *Endringer i grønnstruktur og økosystemtjenester i Sogndalsfjæra fra 1988 til 2018*. [Bacheloroppgave]. Høgskulen på Vestlandet.
- Store norske leksikon** [SNL]. <https://snl.no>
- Støstad**, M.N & Skjæraasen, M. (2020, 28. november) *Sogndal kommune*. NRK. Hentet 15. mai 2022 fra <https://www.nrk.no/klima/kommune/4640>
- Sun**, Y., Xie, S. & Zhao, S. (2019). Valuing urban green spaces in mitigating climate change: A city-wide estimate of aboveground carbon stored in urban green spaces of China's Capital. *Global Change Biology*, 25(5), 1717–1732. <https://doi.org/10.1111/gcb.14566>
- Taylor**, L. (2019, 22. november). *Photosynthesis in Pine Trees*. Sciencing. Hentet 20.mai 2022 fra <https://sciencing.com/photosynthesis-pine-trees-5851690.html>
- Ter-Mikaelian**, M. T. & Korzukhin, M. D. (1997). Biomass equations for sixty-five North American tree species. *Forest Ecology and Management*, 97(1), 1–24. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(97\)00019-4](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(97)00019-4)
- Trimble**, G. R., & Weitzman, S. (1954). Effect of a hardwood forest canopy on rainfall intensities. *Transactions - American Geophysical Union*, 35(2), 226-234. <https://doi.org/10.1029/TR035i002p00226>
- Ursin**, L. (2018, 9. april). *Ekspertintervjuet: Karbonlagring slutter sirkelen*. Energi og klima. Hentet 20. mai 2022 fra <https://energiogklima.no/to-grader/ekspertintervjuet-karbonlagring-slutter-sirkelen/>

- Vedel**, H. & Møller, J. D. (2003). *Trær og busker*. Cappelen Damm.
- Vestland fylkeskommune**. (u. å.). *Tiltaksliste for kommunar i Vestland*. Hentet 21.mai 2022 fra <https://www.vestlandfylke.no/globalassets/klima-og-natur/klimaomstilling/klimatiltaksliste-til-kommunane-i-vestland-fylke.pdf>
- Vestlandsforskning**. (u. å.). *Om Surround*. Hentet 2.mai 2022 fra <https://www.tettstad.no/om-surround>
- Vik**, M. L. & Groven, K. (2022, 12. mars). *Sogndal frå fruktbygd til tettbygd. Kva no?*. Sogn avis. <https://www.sognavis.no/sogndal-fra-fruktbygd-til-tettbygd-kva-no/o/5-115-770763>
- Vik**, M. L., Hamre, L. N., Groven, K., Gamme, E. H., Stokstad, H. & Hauge, L. 2. (2021). 2. Globale miljømål og gode nærmiljø – kan dei verke saman? Ein diskusjon av bærekraftig tettstadsutvikling i Sogndal. *Stadsutvikling. Fordantologien 2021*. <https://doi.org/10.18261/9788215053349-2021-02>
- WWF Verdens naturfond**. (u.å.). *Naturlig karbonlagring*. Hentet 29.april 2022 fra <https://www.wwf.no/dyr-og-natur/naturlig-karbonlagring>
- Xiao**, Q., & McPherson, E. G. (2016). Surface Water Storage Capacity of Twenty Tree Species in Davis, California. *Journal of Environmental Quality*, 45(1), 188-198. <https://doi.org/10.2134/jeq2015.02.0092>



## 7 Vedlegg

### 7.1 «Sogndal sentrum 1988, eksisterende forhold» av Ingvild Austad & Turid Helle (Austad & Helle, 1988).



**7.2 Antall registreringer med Objekt-ID for alle områderegistreringer utført høsten 2021.** Supplering av nye egenskaper hos urbane trær ble lagt til Objekt-ID fra 2018 (Stokstad & Gamme, 2019), og Objekt-ID fra 2021 er trær vi kom over som ikke var registrert i 2018.

Område	Objekt-ID fra 2018 (<1-760>)		Objekt-ID fra 2021 (>760)	Totalt antall registreringer i området (eks. hogget)
	Eksisterer enda	Hogget		
<b>1.Sogndalselvi</b>	<b>19 registreringer:</b> 146-147 235 239 299 300-303 305 309-310 327-328 330 345 745-746	<b>83 registreringer:</b> 236-238 240-241 245-246 297-298 311-319 321-323 325-326 329 331-344 346-379 498 732 736-738 740-744	<b>21 registreringer:</b> 789-809	<b>40</b>
<b>2.Allmenningen</b>	<b>19 registreringer:</b> 93-94 96-97 99-112 222	<b>1 registrering:</b> 98	<b>4 registreringer:</b> 761-764	<b>23</b>
<b>3. Grantrekkene</b>	<b>84 registreringer:</b> 402-404 406-450 461-496		<b>21 registreringer:</b> 813-814 816-834	<b>105</b>
<b>4. Plassen</b>	<b>45 registreringer:</b> 262-273 604 606 607-629 631-637 747			<b>45</b>
<b>5. Indre sentrumskjernen</b>	<b>121 registreringer:</b> 1-6 16-50 53-54 79 81-92 182 184-189 211-214 568-569 572-575 577-592 594 598-602 672 674-690 719-721 751-752 755 759	<b>9 registreringer:</b> 62-63 223-224 571 576 595 671 673	-	<b>121</b>
<b>6. Østre fjørvegen</b>	<b>20 registreringer:</b> 51-52 64-66 70-73 203-204 696-697 711 713-719	<b>1 registrering:</b> 698	<b>19 registreringer:</b> 765-780 782 785-786	<b>39</b>
<b>Totalt registrert</b>	<b>308</b>	<b>94</b>	<b>65</b>	<b>373</b>

### 7.3 Karbonlagring: artsgjennomsnitt av parameterne a og b med primærreferanse (Ter-Mikaelian og Korzukhin, 1997).

Almeslekten ( <i>Ulmus</i> )			
Art	a	b	Referanse
<i>Ulmus americana</i>	0,0825	2,4680	Perala & Alban, 1994
<b>Gjennomsnitt AB</b>	<b>0,0825</b>	<b>2,4680</b>	

Askeslekten ( <i>Fraxinus</i> )			
Art	a	b	Referanse
<i>Fraxinus americana</i>	0,1063	2,4798	Brenneman et al., 1978
<i>Fraxinus americana</i>	0,1535	2,3213	Ker, 1980a
<i>Fraxinus nigra</i>	0,1634	2,3480	Perala & Alban, 1994
<i>Fraxinus americana</i>	0,1634	2,3480	Perala & Alban, 1994
<b>Gjennomsnitt AB</b>	<b>0,1467</b>	<b>2,3743</b>	

Bjørkeslekten ( <i>Betula</i> )			
Art	a	b	Referanse
<i>Betula papyrifera</i>	0,0612	2,6634	Young et al., 1980
<i>Betula lenta</i>	0,0629	2,6606	Brenneman et al., 1978
<i>Betula papyrifera</i>	0,0775	2,4800	Baskerville, 1965
<i>Betula alleghaniensis</i>	0,0872	2,5870	Perala & Alban, 1994
<i>Betula papyrifera</i>	0,0882	2,5620	Schmitt & Grigal, 1981
<i>Betula papyrifera</i>	0,1074	2,4313	Ker, 1980b
<i>Betula papyrifera</i>	0,1182	2,4287	Perala & Alban, 1994
<i>Betula alleghaniensis</i>	0,1188	2,4510	Freedman et al., 1982
<i>Betula populifolia</i>	0,1218	2,3123	Ker, 1980b
<i>Betula papyrifera</i>	0,1315	1,7284	MacLean & Wein, 1976
<i>Betula papyrifera</i>	0,1347	2,3634	Freedman et al., 1982
<i>Betula alleghaniensis</i>	0,1540	2,3753	Brenneman et al., 1978
<i>Betula alleghaniensis</i>	0,1541	2,3666	Ker, 1980a
<i>Betula papyrifera</i>	0,1545	2,3064	Ker, 1984
<i>Betula populifolia</i>	0,1564	2,3146	Young et al., 1980
<i>Betula alleghaniensis</i>	0,1588	2,3376	Young et al., 1980
<i>Betula alleghaniensis</i>	0,1684	2,4150	Whittaker et al., 1974
<b>Gjennomsnitt AB</b>	<b>0,1209</b>	<b>2,3990</b>	

Granslekten ( <i>Picea</i> )			
Art	a	b	Referanse
<i>Picea mariana</i>	0,0339	2,6260	Moore & Verspoor, 1974
<i>Picea glauca</i>	0,0635	2,4800	Baskerville, 1965
<i>Picea glauca</i>	0,0777	2,4720	Harding & Grigal, 1985
<i>Picea mariana</i>	0,0963	2,4289	Quellet, 1983
<i>Picea glauca</i>	0,1037	2,2907	Ker, 1980b
<i>Picea glauca</i>	0,1077	2,3308	Ker, 1984
<i>Picea mariana</i>	0,1137	2,3160	Perala & Alban, 1994
<i>Picea mariana</i>	0,1444	2,2604	Ker, 1984
<i>Picea rubens</i>	0,1444	2,2604	Ker, 1984
<i>Picea mariana</i>	0,1530	2,2480	Grigal & Kernik, 1984a
<i>Picea glauca</i>	0,1610	2,2413	Freedman et al., 1982
<i>Picea glauca</i>	0,1643	2,2480	Perala & Alban, 1994
<i>Picea rubens</i>	0,1660	2,2242	Freedman et al., 1982
<i>Picea mariana</i>	0,1683	2,1777	Ker, 1980b
<i>Picea rubens</i>	0,2066	2,1830	Whittaker et al., 1974
<i>Picea mariana</i>	0,2626	2,0707	Freedman et al., 1982
<i>Picea abies</i>	0,2722	2,1040	Jokela et al., 1986
<i>Picea rubens</i>	0,6149	1,5639	MacLean & Wein, 1976
<i>Picea mariana</i>	1,3836	1,5440	Moore & Verspoor, 1973
<b>Gjennomsnitt AB</b>	<b>0,2336</b>	<b>2,2142</b>	

Furuslekten ( <i>Pinus</i> )			
Art	a	b	Referanse
<i>Pinus strobus</i>	0,0696	2,4490	Young et al., 1980
<i>Pinus strobus</i>	0,0755	2,3833	Perala & Alban, 1994
<i>Pinus resinosa</i>	0,0778	2,4171	Perala & Alban, 1994
<i>Pinus resinosa</i>	0,0847	2,3503	Ker, 1980b
<i>Pinus banksiana</i>	0,0919	2,4206	Hegyi, 1972
<i>Pinus resinosa</i>	0,1003	2,3865	Young et al., 1980
<i>Pinus rigida</i>	0,1040	2,3373	Whittaker & Woodwell, 1986
<i>Pinus banksiana</i>	0,1093	2,3291	Ker, 1980a
<i>Pinus banksiana</i>	0,1520	2,2730	Crow, 1971
<i>Pinus strobus</i>	0,1617	2,1420	Ker, 1980a
<i>Pinus banksiana</i>	0,1747	2,2495	Perala & Alban, 1994
<i>Pinus banksiana</i>	0,2131	2,1283	Ker, 1984
<i>Pinus banksiana</i>	0,2186	1,9400	MacLean & Wein, 1976
<i>Pinus strobus</i>	0,6298	1,3475	MacLean & Wein, 1976
<b>Gjennomsnitt AB</b>	<b>0,1616</b>	<b>2,2253</b>	

Kirsebørslekten ( <i>Prunus</i> )			
Art	a	b	Referanse
<i>Prunus serotina</i>	0,0716	2,6174	Brenneman et al., 1978
<i>Prunus serotina</i>	0,1225	2,4253	Wiant et al., 1977
<i>Prunus pensylvanica</i>	0,1556	2,1948	Young et al., 1980
<i>Prunus pensylvanica</i>	0,2159	1,7772	MacLean & Wein, 1976
<i>Prunus virginiana</i>	0,2643	1,7102	Young et al., 1980
<b>Gjennomsnitt AB</b>	<b>0,1660</b>	<b>2,1450</b>	

Lindeslekten ( <i>Tilia</i> )			
Art	a	b	Referanse
<i>Tilia americana</i>	0,0617	2,5328	Brenneman et al., 1978
<i>Tilia americana</i>	0,0872	2,3539	Perala & Alban, 1994
<b>Gjennomsnitt AB</b>	<b>0,0745</b>	<b>2,4434</b>	

Lønneslekten ( <i>Acer</i> )			
Art	a	b	Referanse
<i>Acer rubrum</i>	0,0755	2,5623	Wiant et al., 1977
<i>Acer rubrum</i>	0,0910	2,5080	Brenneman et al., 1978
<i>Acer saccharum</i>	0,1008	2,5735	Brenneman et al., 1978
<i>Acer saccharum</i>	0,1252	2,4800	Bickelhaupt et al., 1973
<i>Acer saccharum</i>	0,1259	2,5200	Pastor & Bockheim, 1981
<i>Acer rubrum</i>	0,1262	2,3804	Young et al., 1980
<i>Acer rubrum</i>	0,1317	2,3199	Ker, 1980b
<i>Acer rubrum</i>	0,1394	2,3405	Freedman et al., 1982
<i>Acer saccharum</i>	0,1532	2,3924	Freedman et al., 1982
<i>Acer saccharum</i>	0,1599	2,3376	Ker, 1980a
<i>Acer rubrum</i>	0,1618	2,3095	Perala & Alban, 1994
<i>Acer saccharum</i>	0,1641	2,4209	Whittaker et al., 1974
<i>Acer rubrum</i>	0,1651	2,2394	Bridge, 1979
<i>Acer saccharum</i>	0,1676	2,3646	Perala & Alban, 1994
<i>Acer rubrum</i>	0,1789	2,3340	Crow & Erdmann, 1983
<i>Acer saccharum</i>	0,1791	2,3329	Young et al., 1980
<i>Acer rubrum</i>	0,1970	2,1933	Ker, 1984
<i>Acer spicatum</i>	0,2040	2,2524	Whittaker et al., 1974
<i>Acer saccharum</i>	0,2064	2,3300	Bickelhaupt et al., 1973
<i>Acer rubrum</i>	0,2582	1,6728	MacLean & Wein, 1976
<b>Gjennomsnitt AB</b>	<b>0,1556</b>	<b>2,3432</b>	

Orslekten ( <i>Alnus</i> )			
Art	a	b	Referanse
<i>Alnus rugosa</i>	0,2612	2,2087	Young et al., 1980
<b>Gjennomsnitt AB</b>	<b>0,2612</b>	<b>2,2087</b>	

Tujaslekten ( <i>Thuja</i> )			
Art	a	b	Referanse
<i>Thuja occidentalis</i>	0,0910	2,2340	Perala & Alban, 1994
<i>Thuja occidentalis</i>	0,1148	2,1439	Ker, 1980a
<i>Thuja occidentalis</i>	0,2305	1,9269	Young et al., 1980
<b>Gjennomsnitt AB</b>	<b>0,1454</b>	<b>2,1016</b>	

Vierslekten ( <i>Salix</i> )			
Art	a	b	Referanse
<i>Salicaceae; vierfamilien, inkl. poppelslekten</i>	0,0616	2,5094	Perala & Alban, 1994
<i>Salicaceae; vierfamilien, inkl. poppelslekten</i>	0,1619	2,0552	Young et al., 1980
<b>Gjennomsnitt AB</b>	<b>0,1118</b>	<b>2,2823</b>	

AB = Above Ground Biomass.

## 7.4 Metode for overvannshåndtering, blågrønn faktor (Norsk Standard, 2020).

### Tillegg B (informativt)

#### Eksempel på bruk av regneark

##### B.1 Regneark-mal

Arealer gis poeng for områdetiltak (punkt 6), arealtyper (punkt 7) og tilleggskvaliteter (punkt 8) i henhold til Tabell 2. I beregningen kan det benyttes et regnearkoppsett som vist i Figur B.1.

Lenke: Regnearkmal til bruk sammen med NS 3845 (<http://www.standard.no/ns3845regnearkmal>)

	B	D	E	F	G	H	I	J
	Inndeling	Type	Kode	Vektingsfaktor	Mengde	Enhet	Vektet	
9								
10	Områdetiltak (O1-O2)	O1 Kobling til blågrønne strukturer	O1	0.05	0	stk	=H10*G10	
11		O2 Oppsamling av overvann for vanning	O2	0.05	0	stk	=H11*G11	
12		Sum av BGF for områdetiltak						=SUMMER(I10:I11)
13	Arealtyper (A0-A5)	A1. Grønne overflater på terreng	A1	1	0	m <sup>2</sup>	=(G13*H13)/SHS23	
14		A2. Grønne overflater på konstruksjon:						
15		A2.1. Vekstmedium med dybde på 0-3 cm <sup>2</sup>	A2.1	0.2	0	m <sup>2</sup>	=(G15*H15)/SHS23	
16		A2.2. Vekstmedium med dybde på 3-20 cm	A2.2	0.4	0	m <sup>2</sup>	=(G16*H16)/SHS23	
17		A2.3. Vekstmedium med dybde på 20-60 cm	A2.3	0.7	0	m <sup>2</sup>	=(G17*H17)/SHS23	
18		A2.4. Vekstmedium med dybde > 60 cm	A2.4	0.9	0	m <sup>2</sup>	=(G18*H18)/SHS23	
19		A3. Permanente vannspeil og åpne vassdrag	A3	2	0	m <sup>2</sup>	=(G19*H19)/SHS23	
20		A4. Permeable dekker	A4	0.5	0	m <sup>2</sup>	=(G20*H20)/SHS23	
21		A5. Tette flater med avrenning til åpne overvannstiltak	A5	0.2	0	m <sup>2</sup>	=(G21*H21)/SHS23	
22		A0. Andre flater og dekker	A0	0	0	m <sup>2</sup>	=(G22*H22)/SHS23	
23		Sum av prosjektets areal / Sum av BGF for arealtyper					=SUMMER(H13:H22)	=SUMMER(I15:J22)
24	Tilleggs- kvaliteter (T1-T5)	T1. Terrengforsenkninger						
25		T1.1. infiltrering som hovedfunksjon	T1.1	1	0	m <sup>2</sup>	=(G25*H25)/SHS23	
26		T1.2. fordroying som hovedfunksjon	T1.2	0.5	0	m <sup>2</sup>	=(G26*H26)/SHS23	
27		T2. Plantefelt og eksisterende vegetasjonstyper	T2	0.5	0	m <sup>2</sup>	=(G27*H27)/SHS23	
28		T3. Grønne vegger	T3	0.4	0	m <sup>2</sup>	=(G28*H28)/SHS23	
29		T4. Nyplantede trær	Est. m <sup>2</sup>					=(G29*H29)/SHS23
30		T4.1. som blir <10 m (beregnes med 25 m <sup>2</sup> kroneareal)	25	T4.1	1	0	stk	=(H30*E30*G30)/SHS23
31		T4.2. som blir >10 m (beregnes med 50 m <sup>2</sup> kroneareal)	50	T4.2	1	0	stk	=(H31*E31*G31)/SHS23
32	T5. Eksisterende trær	Est. m <sup>2</sup>						
33	T5.1. Faktisk trekroneareal (uten overlapp)	T5.1	1	0	m <sup>2</sup>	=(G33*H33)/SHS23		
34	T5.2. so < 90 cm (beregnes som 50 m <sup>2</sup> kroneareal)	50	T5.2	1	0	stk	=(H34*E34*G34)/SHS23	
35	T5.3. so > 90 cm (beregnes som 100 m <sup>2</sup> kroneareal)	100	T5.3	1	0	stk	=(H35*E35*G35)/SHS23	
36		Sum av BGF for tilleggskvaliteter					=SUMMER(J25:J35)	
37		Sum av BGF					=J36+J23+J12	
38		<sup>2</sup> Omfatter arealer som er tilrettelagt for mosevekst.						
40					BGF-krav:		0,7	
41					Beregnet BGF:		=J37	
42					Differanse:		=(J40-J41)	

Figur B.1 – Regneark-mal med formler

**7.5 Fordeling i prosent mellom små- (<90cm stammeomkrets) og store trær (>90cm stammeomkrets) innenfor hver slekt (områderegistreringer 2021).**

