

Klimaetaten, Oslo kommune

Blågrønn byindeks

Forslag til resultatindikator for måloppnåelsen innen overvannshåndtering og klimatilpasning

Oppdragsnr.: 52601790 Dokumentnr.: RA-01 Revisjon: J01 Dato: 2026-06-19



Blågrønn byindeks

Forslag til resultatindikator for måloppnåelsen innen overvannshåndtering og klimatilpasning

Oppdragsnr.: 52601790 Dokumentnr.: RA-01 Revisjon: J01

Oppdragsgiver: Klimaetaten, Oslo kommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Margrethe Lunder
Rådgiver: Norconsult Norge AS
Oppdragsleder: Fredrik Herbjørnsen
Fagansvarlig: Thea Ingeborg Skrede
Andre nøkkelpersoner: Mareike Anika Bjerkeli, Bhuwan Panday, Krishnan Kavungal Anat, Kathrine Strøm, Eirik Olav Mo Wroldsen

Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent
J01	2026-06-19	For bruk	MAB/BP	MAB/BP	FH
B01	2026-05-11	For kommentar	MAB/BP	MAB/BP	FH
A02	2026-05-04	Oppdatert foreløpig versjon	MAB/BP	MAB/BP	FH
A01	2026-04-30	Foreløpig versjon	MAB/BP	MAB/BP	FH

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Sammendrag

I gjeldende klimastrategi for Oslo kommune er det etablert et mål om å være en klimarobust by, dette innebærer at Oslos evne til å tåle og håndtere konsekvensene av klimaendringer skal styrkes fram mot 2030. Denne klimastrategien skal revideres i 2026, og i den sammenheng er det ønskelig å etablere mål og indikatorer som muliggjør mer målbar oppfølging av arbeidet. Norconsult har i den anledning blitt engasjert av Klimaetaten til å utforske både behovet for blågrønn byindeks og hvordan dette kan løses ved bruk av ulike datakilder. I første omgang har Norconsult utarbeidet en metodikk for hvordan eksisterende kart- og datagrunnlag kan brukes for å beregne en blågrønn byindeks på delnedbørsfeltnivå. Denne metodikken kan så videreføres til å gjelde hele Oslo kommune i en senere fase.

Tilnærmingen som legges til grunn for metodikken er vurderingen av hvordan arealbruk, vegetasjon og overflateegenskaper påvirker vannbalansen i byen. Videre har det blitt sett på hva som, i et overordnet og forenklet perspektiv, påvirker et blågrønt tiltaks evne til å håndtere vann. På bakgrunn av dette har «Blågrønn byindeks» blitt definert som et mål på hvor mye av et (del)nedbørsfelt som består av grønne og permeable flater med potensiell effekt for overvannshåndtering. Prinsippet bak denne metodikken tar dermed utgangspunkt i at den blågrønne byindeksen i hovedsak beregnes ut fra andelen grønt og blått areal som finnes innenfor analyseområdet. Andelen grønt/blått areal utgjør dermed grunnverdien som så justeres opp eller ned avhengig av funksjoner som påvirker området evne til å håndtere vann. Disse funksjonene er cellens overflateegenskap, infiltrasjonskapasitet, om cellen er en del av en forsenkning og om cellen er en del av en innsjø, dam, elv eller et vassdrag, eller om den ligger i en avrenningslinje som tilfører vann fra andre celler.

Blågrønn byindeks er en indikator som skal bidra til en mer systematisk og etterprøvnbar oppfølging av hvordan byens arealbruk, vegetasjon og overflateegenskaper samlet påvirker vannbalansen, og i hvilken grad byen er i stand til å håndtere nedbør gjennom åpne og lokale, naturbaserte løsninger.

Formålet med indeksen er ikke å fungere som et prosjekteringsverktøy eller et detaljert grunnlag for dimensjonering av enkeltløsninger. Blågrønn byindeks er i stedet ment brukt på et overordnet nivå, for eksempel på delnedbørsfelt-, sone- eller bynivå, og skal gi et helhetlig bilde av status og utvikling over tid. Gjennom dette skal indeksen gjøre det mulig å svare på sentrale styrings spørsmål, som om byen samlet sett har blitt mer blågrønn, om utviklingen har skjedd på steder der den gir størst effekt for overvannshåndteringen, og hvor det kan være behov for ytterligere innsats.

Metodikken har blitt testet på fire ulike områder; Skillebekk, Sofienbergparken, Prinsdal og Grünerløkka. Pilotområdene er valgt for å demonstrere hvordan metodikken slår ut i ulike områdetyper, og for å teste indikatorens prinsipielle egnethet. For pilotområdene har det blitt beregnet en referansetilstand (nå-situasjon) og en måltilstand (ønsket situasjon), som representerer eksempler på referansetilstand og måltilstand. Disse resultatene gir verdifull innsikt, men er ikke tilstrekkelige alene til å fastsette målverdier eller kalibrere indeksens skala for byen som helhet.

Måltilstanden for blågrønn byindeks bør være ambisiøs, men samtidig realistisk. Den bør knyttes til byens samlede evne til å håndtere normalregn med åpne og lokale løsninger, og på lengre sikt også reflektere en styrket robusthet mot mer intense nedbørshendelser. Videre bør mål formuleres med forståelse for at ulike områdetyper har ulike forutsetninger, og at det derfor kan være hensiktsmessig å definere ulike mål for eksempelvis tett by, småhusområder og grøntpregede områder.

En sentral hensikt med blågrønn byindeks er å gi et faglig grunnlag for overordnet styring og prioritering av tiltak, samt kan brukes til rapportering og evaluering av byutviklingen.

Indeksen kan benyttes til å sammenligne ulike delnedbørsfelt eller soner, og til å identifisere områder som skiller seg ut med særlig lav eller høy blågrønn kapasitet. Ved å beregne en blågrønn byindeks for byområdene, delnedbørfeltene eller sonene vil det være mulig å identifisere:

- Bydeler med lite vegetasjon
- Områder med høy andel tette flater
- Områder med mangel på blågrønne kvaliteter
- Områder med lavt potensiale for håndtering av normalregn

Videre kan indeksen brukes som et beslutningsgrunnlag når kommunen skal velge hvor ressursene skal brukes. Sammenholdt med kunnskap om hvor kommunen har handlingsrom til å gjennomføre tiltak, kan indeksen brukes til å vurdere hvor økt innsats vil kunne gi størst effekt. Dette kan omfatte vurderinger av hvor etablering av grønne tak, åpne overvannsløsninger på gateplan, økt grøntomfang eller nye fordrøyningsarealer vil bidra mest til å styrke byens evne til å håndtere overvann. Vurderingen av hvilke tiltak som vil gi mest nytte for et område kan så brukes videre i en kost/nytte-vurdering av tiltakene.

Når nye grøntområder, regnbed, grønne tak, endring av vegetasjonstype eller åpne vannløsninger etableres, kan indeksen vise om tiltakene faktisk forbedrer den blågrønne situasjonen. Dette gjør det lettere å dokumentere effekten av investeringene.

I planprosesser kan indeksen brukes til å:

- Fastsette minimumskrav til blågrønne kvaliteter for et område
- Identifisere områder som trenger kompensasjon for tap av natur
- Sikre at nye utbygninger bidrar positivt til overvannshåndtering og økologiske funksjoner

Ved å beregne en blågrønn byindeks for Oslo, samt jevnlig holde denne indeksen oppdatert, vil man enkelt kunne se om byen blir mer eller mindre blågrønt år for år, og om utviklingen går i ønsket retning.

Rapporten viser at blågrønn byindeks tilfører mer informasjon enn ren kartlegging av vegetasjon, ved å koble grønn- og blå struktur til infiltrasjon, fordrøyning og mottak av overvann. Indikatoren gir dermed et mål på funksjon, ikke bare omfang, og kan brukes til å vurdere hvor byen er best rustet til å håndtere normalregn, og hvor det er behov for økt innsats.

Pilotområdene gir nyttig innsikt i metodikkens egnethet, men er ikke tilstrekkelige for å fastsette målverdier eller kalibrere skalaen alene. Full styringsverdi av indeksen forutsetter derfor byomfattende beregninger, der referansetilstand og realistiske måltilstander kan defineres og følges opp over tid.

Innhold

1	Innledning	5
2	Metodikk	6
2.1	Overordnet tilnærming	6
2.2	Begrepsavklaring	7
2.3	Faktorer for fastsettelse av en celles evne til å håndtere vann	8
3	Blågrønn byindeks	11
4	Beregning/vurdering av cellens evne til å håndtere vann	14
4.1	Åpne vannflater	14
4.2	Grøntareal	16
4.3	Infiltrasjon	17
4.4	Forsenkninger	19
4.5	Sensitivitetsanalyse	21
5	Grunnlagsdata	24
5.1	Kart over avrenningsmønster	24
5.2	Kart over forsenkninger	24
5.3	Vegetasjonskart	24
5.4	Arealbruk	24
6	Blågrønn byindeks for pilotområdene	27
6.1	Skillebekk	27
6.2	Sofienbergparken	28
6.3	Prinsdal	29
6.4	Grünerløkka	30
6.5	Sammenlikning av resultatene fra pilotområdene	31
6.6	Referansetilstand og måltilstand	31
6.6.1	Måltilstand for pilotområdene	31
7	Konklusjon, anbefaling og videre arbeider	34
7.1	Merverdi sammenlignet med vegetasjonskartlegging	34
7.2	Vurdering av blågrønn byindeks	35
7.3	Oppskalering og videre bruk	37
7.4	Samlet vurdering og anbefaling	37
8	Vedlegg	38
9	Referanser	39

1 Innledning

I gjeldende klimastrategi for Oslo kommune er det etablert et mål om å være en klimarobust by, dette innebærer at Oslos evne til å tåle og håndtere konsekvensene av klimaendringer skal styrkes fram mot 2030. Denne klimastrategien skal revideres i 2026, og i den sammenheng er det ønskelig å etablere mål og indikatorer som muliggjør mer målbar oppfølging av arbeidet.

En sentral del av håndtering av fremtidige klimaendringer er håndteringen av økende mengder overvann i by. I kommunens overvannsstrategi er det fastsatt at overvann i størst mulig grad skal håndteres åpent og lokalt ved bruk av tretrinnsstrategien, der vannet inngår som en ressurs i bylandskapet. For å kunne vurdere fremgangen i dette arbeidet er det behov for å tydeliggjøre hva målet for byen totalt sett bør være, samt å etablere en systematisk oppfølging over tid.

I den forbindelse har det blitt foreslått å utarbeide en resultatindikator, med arbeidstittel blågrønn byindeks, som skal fungere som et verktøy for å følge opp måloppnåelsen innen overvannshåndtering og klimarobust byutvikling. Blågrønn byindeks er foreslått definert som følger:

Blågrønn byindeks er et mål på hvor mye av et (del)nedbørsfelt som består av grønne og permeable flater med potensiell effekt for overvannshåndtering. Indikatoren viser feltets kapasitet til naturlig infiltrasjon, forsinkelse og fordrøyning av nedbør, og brukes som et uttrykk for hvordan arealbruk, vegetasjon og overflateegenskaper påvirker vannbalansen i byen.

Norconsult har i den anledning blitt engasjert av Klimaetaten til å utforske både behovet for blågrønn byindeks og hvordan dette kan løses ved bruk av ulike datakilder. I første omgang har Norconsult utarbeidet en metodikk for hvordan eksisterende kart- og datagrunnlag kan brukes for å beregne en blågrønn byindeks på delnedbørsfeltnivå. Denne metodikken kan så videreføres til å gjelde hele Oslo kommune i en senere fase.

Dette notatet beskriver metodikken, datagrunnlaget som blir brukt, erfaringer, styrker og svakheter ved indikatoren, samt en vurdering av indikatorens egnethet for oppskaleringen til bynivå som en indikator for å vurdere måloppnåelse samt om den kan brukes til overordnet prioritering av hvor det er behov for mer tiltak i byen. Notatet inneholder også en vurdering av måltilstand for valgte delnedbørsfelt og hva disse funnene kan ha å si for en ev måltilstand for hele byen hvis indikatoren tas i bruk.

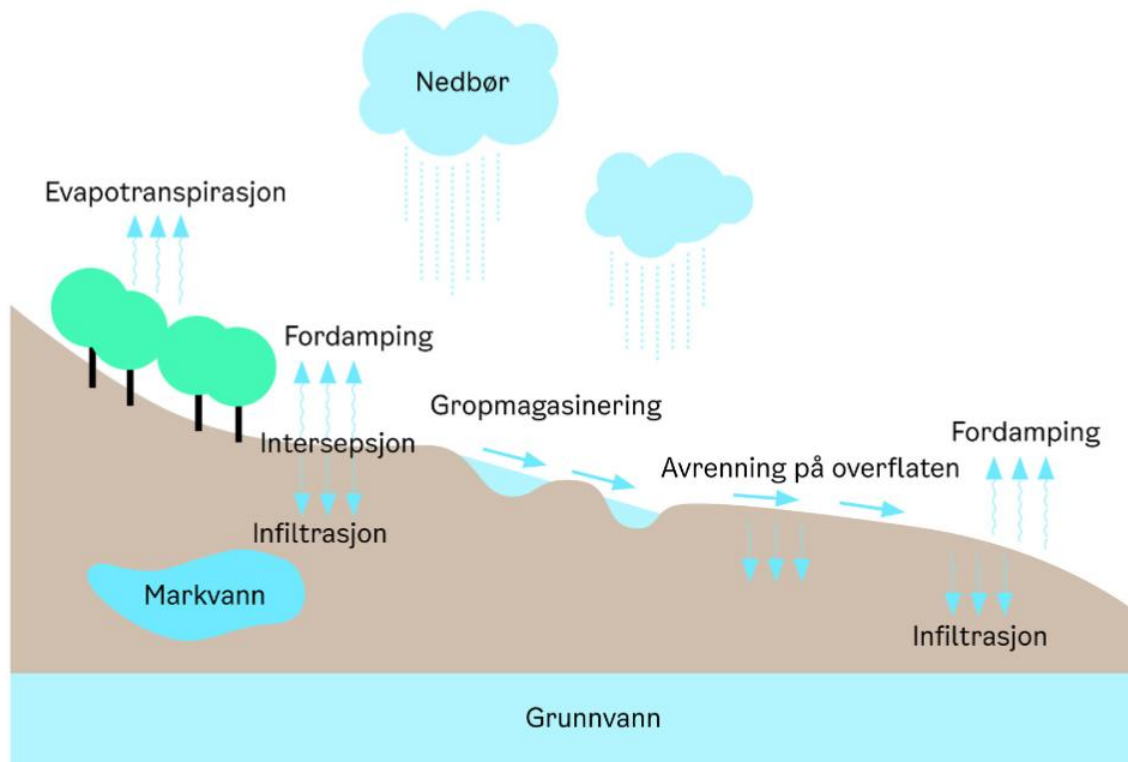
Selv om vegetasjonskartlegging gir viktig kunnskap om grøntarealenes utbredelse og karakter, sier den i begrenset grad noe om hvordan grønt og blå struktur faktisk fungerer i håndteringen av overvann. Blågrønn byindeks er utviklet for å fylle dette gapet, ved å sammenstille informasjon om vegetasjon, arealbruk og terreng med hydrologiske forhold som infiltrasjonsevne, fordrøyningsmuligheter og avrenningsmønster.

Indikatoren skal dermed gjøre det mulig å vurdere ikke bare om byen blir grønnere, men om utviklingen styrker byens samlede evne til å håndtere nedbør gjennom åpne og lokale løsninger.

2 Metodikk

2.1 Overordnet tilnærming

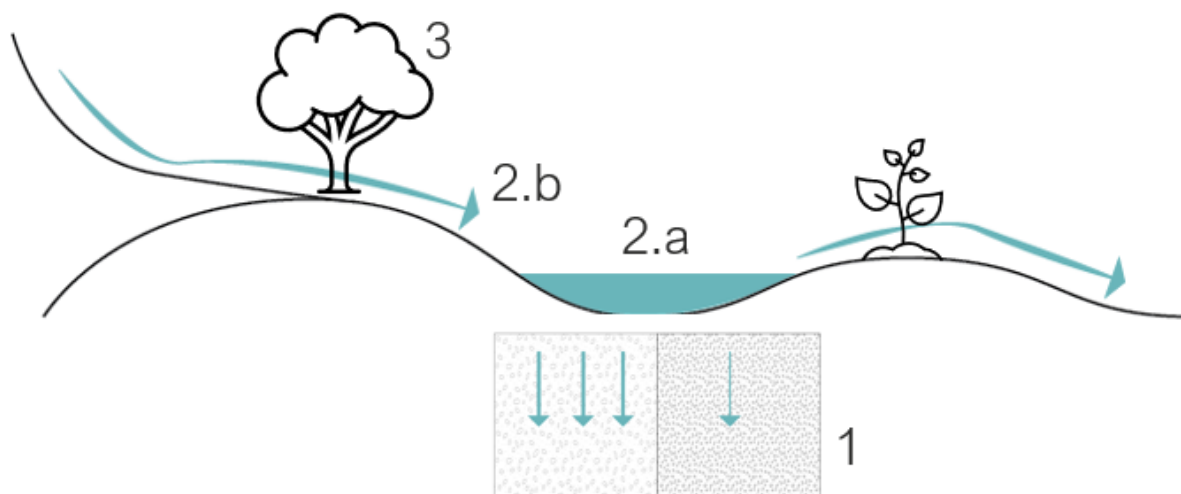
Tilnærmingen som legges til grunn for metodikken er vurderingen av hvordan arealbruk, vegetasjon og overflateegenskaper påvirker vannbalansen i byen. Videre har det blitt sett på hva som, i et overordnet og forenklet perspektiv, påvirker et blågrønt tiltaks evne til å håndtere vann. De naturlige prosessene for overvannshåndtering består av komplekse prosesser med flere faktorer og avhengigheter som er vanskelig å beregne, se Figur 1.



Figur 1 Naturlige prosesser for overvannshåndtering (Illustrasjon: Oslo kommune, PBE)

I utarbeidelsen av denne metodikken er det derfor, basert på faglige diskusjoner og tilgjengelig data, besluttet å forenkle vurderingen til et utvalg sentrale faktorer som i et overordnet perspektiv påvirker et områdes evne til å håndtere vann:

1. Grunnforhold og infiltrasjonsevne
2. Terreng og topografi (areal/størrelse på tiltak og vann som mottas)
3. Vegetasjonens karakter



Figur 2 Faktorer som påvirker et områdes evne til å håndtere vann. 1. Grunnforhold og infiltrasjonsevne. 2. Terreng/topografi. 3. Vegetasjon

Metodikken er bevisst forenklet for å være egnet som grunnlag for en overordnet indikator. Den er ikke ment å erstatte detaljerte hydrologiske modeller eller dimensjoneringsgrunnlag for konkrete tiltak, men å gi et konsistent og sammenlignbart bilde av blågrønn kapasitet på tvers av områder og over tid. Denne avgrensningen er avgjørende for at indikatoren skal kunne benyttes som et styringsverktøy på bynivå.

2.2 Begrepsavklaring

For å gjøre metodikken etterprøvable er det nødvendig å definere noen sentrale begreper som benyttes i den videre beskrivelsen:

Analyseområde: Det avgrensede området som blågrønn byindeks beregnes for. Dette tilsvarer typisk et delnedbørsfelt, men kan også være et annet hensiktsmessig avgrenset område, for eksempel en bydel eller en park.

Celle: En celle er den minste romlige enheten som metodikken vurderer egenskaper for. En celle representerer et sammenhengende delareal innenfor analyseområdet som har like overflateegenskaper. Det vil si at en celle ikke har en fast, forhåndsbestemt størrelse – cellestørrelsen bestemmes av hvor stort det homogene området er. Et stort vannspeil, slik som en innsjø, vil utgjøre én stor celle fordi hele arealet har samme egenskaper. Et lite, isolert grøntareal mellom tette flater vil tilsvarende utgjøre én liten celle. Cellen

er altså et *objekt* definert av egenskaper, ikke en fast rute i et rutenett. Denne tilnærmingen gjør det mulig å fange opp variasjonen i bylandskapet uten å miste presisjon i overgangene mellom ulike overflater.

Nedbørsfelt / delnedbørsfelt: Det området som drenerer til ett felles utløp. Avrenningsmønsteret innenfor et (del)nedbørsfelt påvirker hvor vannet føres, og dermed hvilke celler som mottar vann fra andre celler.

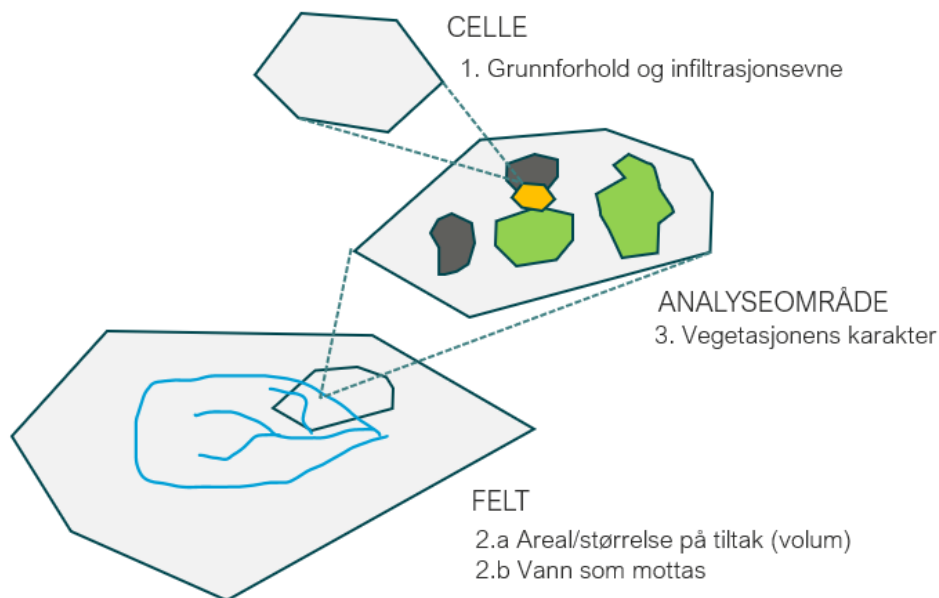
Normalregn: Det dimensjonerende nedbørstifellet som metodikken vurderer cellens evne til å håndtere. I denne sammenheng er normalregn definert som 10 mm for trinn 1 og 5-års klimajustert regnet for trinn 2 i tretrinnsstrategien.

2.3 Faktorer for fastsettelse av en celles evne til å håndtere vann

For å vurdere et områdes evne til å håndtere vann, ser metodikken på *cellens* evne til å håndtere normalregn. Følgende forhold vurderes for hver celle:

- **Cellens overflateegenskaper:** Hva slags type overflate cellen består av – om den er grå (tett) eller består av vegetasjon, og hvilken type vegetasjon det eventuelt er.
- **Infiltrasjon:** Hvilken infiltrasjonskapasitet overflaten i cellen har.
- **Forsenkning:** Om cellen inngår i en forsenkning som kan magasinere vann.
- **Mottak av vann:** Om cellen er en del av en innsjø, dam, elv eller et vassdrag, eller om den ligger i en avrenningslinje som tilfører vann fra andre celler.

For å kunne vurdere en celles evne til å håndtere vann må man også se på forholdene rundt og plasseringen av cellen innenfor et større nedbørfelt. Figur 3 viser at en celles evne til å håndtere vann dermed er avhengig av informasjon som genereres på ulike nivåer.



Figur 3 Oversikt over nivåene som genererer informasjon om cellens evne til å håndtere vann.

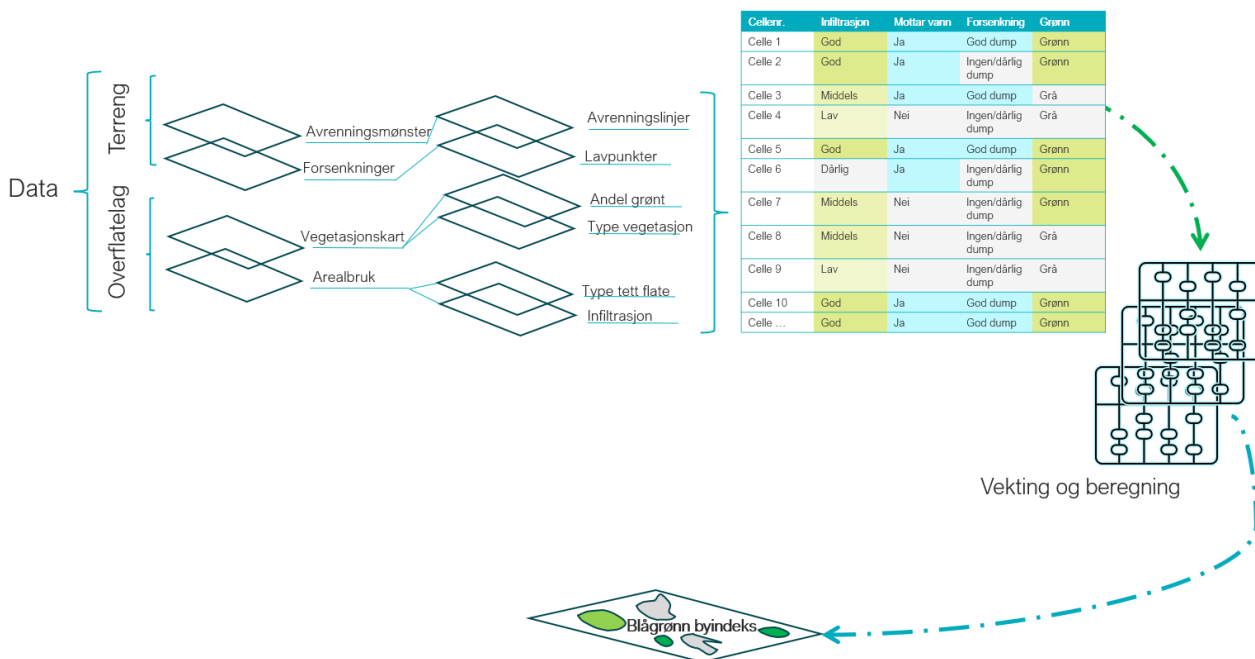
- **Felt-nivå (nedbørsfelt):** Informasjon som er avhengig av forholdene i hele nedbørsfeltet, slik som kart over avrenningsmønstre og forsenkninger i terrenget. Disse kartene viser henholdsvis hvor avrenningen på overflaten føres, og hvilke områder som utgjør forsenkninger og dermed potensielt kan fordrøye vann.
- **Analyseområde-nivå:** Informasjon som genereres for hele analyseområdet sett under ett, slik som forholdet mellom grøntområder og impermeable områder, overflatetype og vegetasjonsdekke.
- **Celle-nivå:** Informasjon som foreligger eller genereres direkte for hver enkelt celle, slik som grunnforhold og infiltrasjonsevne.

Datagrunnlaget kan overordnet deles inn i to kategorier: terreng og overflatelag. Under *terreng* benyttes kart for avrenningsmønstre og forsenkninger. Under *overflatelag* benyttes vegetasjonskart og arealbrukskart for å hente informasjon om andelen grønt, type vegetasjon, type tett flate og infiltrasjonsevne.

Informasjonen fra de ulike nivåene aggregeres ned til celle-nivå. For hver celle vurderes det dermed:

- om cellen har vegetasjon, og i så fall hvilken type
- hvilken infiltrasjonskapasitet cellen har
- om cellen utgjør eller inngår i en forsenkning
- om cellen mottar vann fra omkringliggende celler

Figur 4 viser skjematisk oversikt over metodikken, og illustrerer hvilke lag og nivåer informasjonen hentes fra før det aggregeres ned til celle-nivå.



Figur 4 Skjematisk oversikt over metodikken som ligger til grunn beregning av blågrønn byindeks.

3 Blågrønn byindeks

Blågrønn byindeks er definert som et mål på hvor mye av et (del)nedbørfelt som består av grønne og permeable flater med potensiell effekt for overvannshåndtering. Prinsippet bak denne metodikken tar dermed utgangspunkt i at den blågrønne byindeksen i hovedsak beregnes ut fra andelen grønt og blått areal som finnes innenfor analyseområdet. Andelen grønt/blått areal utgjør dermed grunnverdien som så justeres opp eller ned avhengig av funksjoner som påvirker området evne til å håndtere vann. Beregningsmetoden er illustrert i Figur 5, og følger følgende seks steg.

Faktorene og vektene som benyttes i de følgende stegene er foreløpige, og er fastsatt på grunnlag av faglige vurderinger og erfaringer. I tillegg har det blitt gjennomført en sensitivitetsanalyse av faktorene for å avdekke hvilke faktorer indeksen er mest følsom for, for så å justere vektene slik at de gir et mer representativt bilde av områdets evne til å håndtere overvann. Likevel bør det i videre arbeid gjennomføres flere beregninger av blågrønn byindeks for flere områder, for å kalibrere vektningen ytterligere.



Figur 5 Oversikt over stegene for beregningen av blågrønn byindeks.

Videre avsnitt beskriver på et overordnet nivå prinsippene bak beregningen av blågrønn byindeks. For mer detaljert informasjon om vurderingene som ligger til grunn for metodikken, vektningen samt beregningene som ligger bak, henvises det til kapittel 4.

Steg 1: Fastsette analyseområde

Beregningsmetoden starter med å fastsette analyseområdet som utgjør det totale arealet.

Steg 2: Kartlegge grønt/blått areal

Basert på analyseområdet kartlegges andelen grønt og blått areal ved hjelp av vegetasjonskartet og arealbrukkartet, beskrevet i kapittel 5. Grøntarealet defineres som alle celler med vegetasjonsdekke, mens blått areal omfatter celler som utgjør innsjøer, elver, dammer og lignende vannflater.

I tillegg til vegetasjon på bakkenivå inkluderes grønne tak i kartleggingen av grønt areal. Grønne tak identifiseres fra arealbrukkartet og legges til det totale grønne arealet med en faktor på 1,1, da grønne tak har en dokumentert effekt på overvannshåndtering, men noe lavere kapasitet enn naturlig vegetasjon på bakkenivå.

Det samlede grønne og blå arealet som kartlegges i dette steget utgjør utgangspunktet for den videre beregningen, og justeres i de påfølgende stegene basert på vegetasjonstype og kvalitetsfaktorer.

Steg 3: Justering av grønt/blått areal med kvalitetsfaktorer

I det tredje steget blir det grønt/blå arealet justert iht. ulike kvalitetsfaktorer. For å verdsette større sammenhengende grøntområders evne til å håndtere overvann, vurderes størrelsen på grøntområdet. Mindre isolerte grøntområder har begrenset funksjon sammenliknet med store sammenhengende grøntområder, og får dermed en reduksjon av verdien.

Den andre kvalitetsfaktoren som vurderes i dette steget er tilstedeværelsen av en avrenningslinje gjennom grøntarealet. Dersom en avrenningslinje føres gjennom grøntområdet vurderes verdien som nøytral, mens dersom det ikke føres en avrenningslinje gjennom grøntområdet, får området et lite fradrag.

Steg 4: Bidrag fra blågrønne funksjoner

I vurderingen av hvor godt egnet et område er for å håndtere normalregn bør faktorer som infiltrasjon og forsenkninger (mulighet for magasinerings) også vurderes. Det er imidlertid valgt at disse faktorene kun vil telle positivt på indeksen. God infiltrasjon og gode forsenkninger gir en ekstra funksjon utover selve arealet og bør derfor gi et positivt bidrag til den blågrønne byindeksen.

I steg fire legges det dermed til funksjonsbidrag som utgjør arealene hvor det er mulighet for infiltrasjon samt arealene som utgjør en forsenkning. Basert på infiltrasjonskapasiteten samt størrelsen på forsenkningen beregnes funksjonsbidraget som beskrevet i kapittel 4.

Ikke alle forsenkninger i terrenget er egnet til håndtering av overvann. Forsenkninger som befinner seg innenfor én meter fra nærmeste bygning filtreres derfor bort i beregningen. Dette gjøres for å utelukke forsenkninger som skyldes innkjørslar til parkering, kjellerinn ganger og lignende konstruksjoner, og som dermed ikke representerer en reell blågrønn funksjon.

Steg 5: Beregning av blågrønn byindeks

Basert på verdiene fra de forrige gående stegene beregnes blågrønn byindeks etter følgende formel:

$$\text{Blågrønn byindeks} = \frac{\text{Justert blågrønt areal} + \text{Funksjonsbidrag}}{\text{Totalt areal } (A_{tot})} \times 100$$

Steg 6: Tolkning av resultat

Skalaen for blågrønn byindeks har en teoretisk nedre grense på 0 og en teoretisk øvre grense på 155. De øvre 55 poengene utover 100 kan oppnås gjennom justeringsfaktorene i beregningen — henholdsvis opptil 15 poeng fra vektning av høy vegetasjon (faktor 1,15 i steg 2) og opptil 40 poeng fra funksjonsbidrag fra infiltrasjon og forsenkninger (steg 4).

Verdien 100 betraktes som referanseverdien — det vil si verdien et område oppnår dersom hele analysearealet består av grønne og blå flater med normal vegetasjonskvalitet og uten ytterligere funksjonsbidrag. Verdier over 100 indikerer at området har særlig høy blågrønn kvalitet.

Blågrønn byindeks

Forslag til resultatindikator for måloppnåelsen innen overvannshåndtering og klimatilpasning

Oppdragsnr.: 52601790 Dokumentnr.: RA-01 Revisjon: J01

Skalaen er foreløpig delt inn i følgende kategorier:

- **Lav blågrønn kvalitet:** Blågrønn byindeks < 40
- **Middels blågrønn kvalitet:** Blågrønn byindeks = 40–70
- **Høy blågrønn kvalitet:** Blågrønn byindeks = 70- 100
- **Særlig høy blågrønn kvalitet:** Blågrønn byindeks > 100



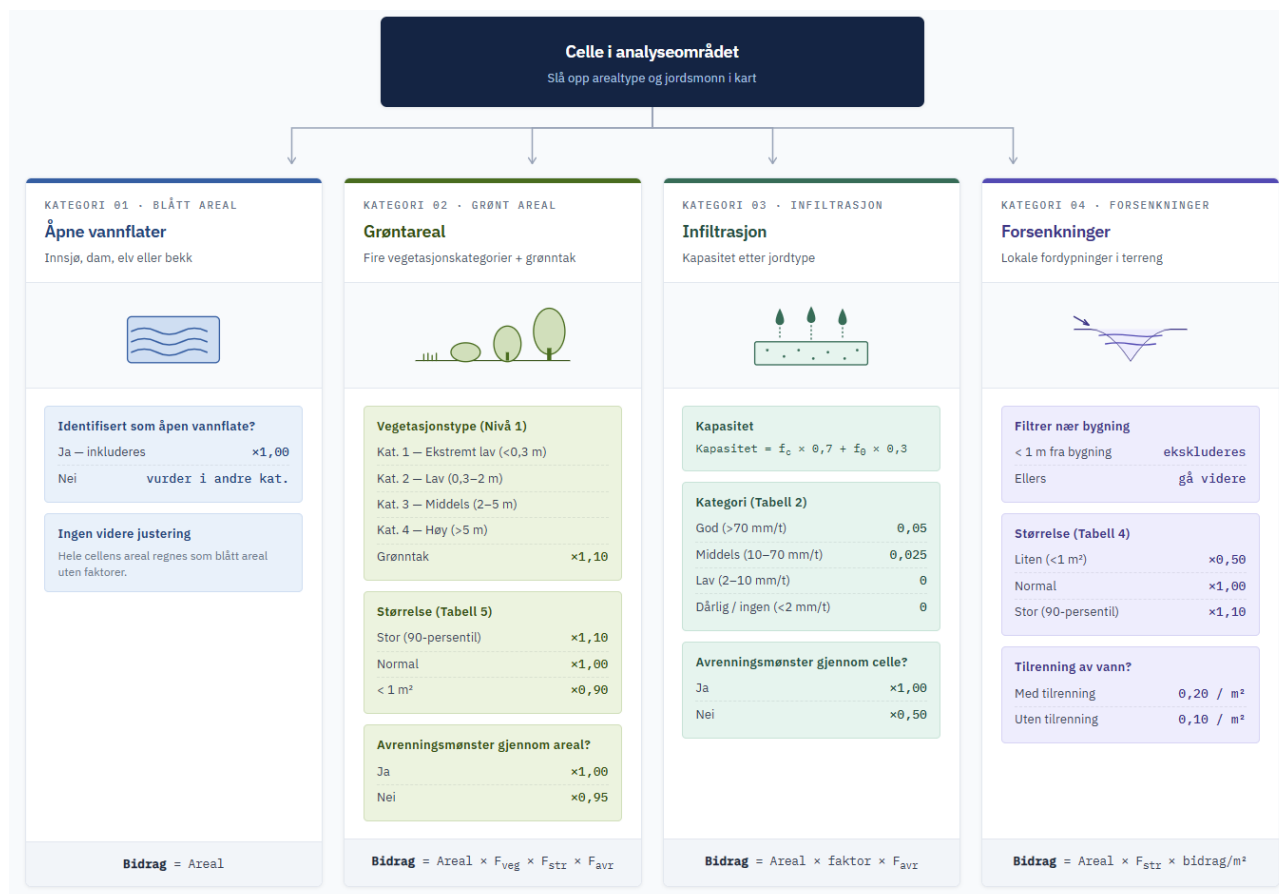
Figur 6 Skala for blågrønn byindeks. Skalaen går fra 0 til 155, hvor 100 er referanseverdien. Intervallene er basert på pilotområdene og bør ansees som foreløpige.

Disse intervallene er foreløpige og basert på et begrenset datagrunnlag fra de fire pilotområdene. Intervallene bør revurderes når metodikken er testet på flere områder, og særlig ved en eventuell oppskalering til hele Oslo kommune.

Tolkningen av blågrønn byindeks bør ses i sammenheng med områdets karakter og funksjon. En lav indeksverdi indikerer ikke nødvendigvis at et område er uegnet, men at det samlet sett har begrenset kapasitet til å håndtere overvann med eksisterende blågrønn struktur. I kombinasjon med kunnskap om arealer der kommunen har handlingsrom, kan indeksen brukes til å identifisere områder der forbedring av blågrønn struktur vil kunne gi størst effekt.

4 Beregning/vurdering av cellens evne til å håndtere vann

Som beskrevet i kapittel 2 vurderes en celles evne til å håndtere vann basert på fire parametere: infiltrasjonsevne, forsenkning, overflateegenskap (grøntareal) og mottak av vann. Figur 7 viser et flytskjema over beregningene og vurderingene som gjøres for hver celle. I dette kapittelet beskrives hvordan de enkelte parameterne beregnes og vektes for å gi cellen en samlet verdi for dens evne til å håndtere vann.

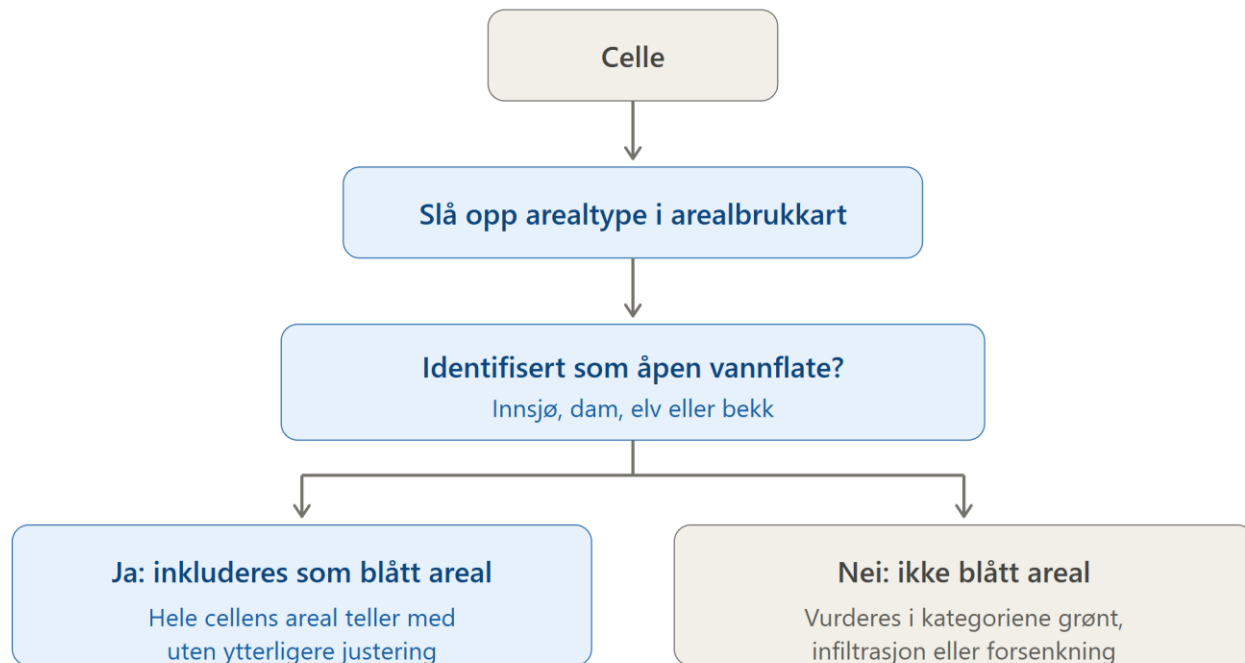


Figur 7 Flytskjema over beregningene og vurderingene som gjøres for å beregne blågrønn byindeks

4.1 Åpne vannflater

Celler som utgjør åpne vannflater — som innsjøer, bekker, elver og dammer — regnes som blå arealer med en grunnleggende funksjon for overvannshåndtering. Disse cellene mottar og leder bort vann fra omkringliggende arealer og utgjør dermed en viktig del av byens naturlige dreneringssystem.

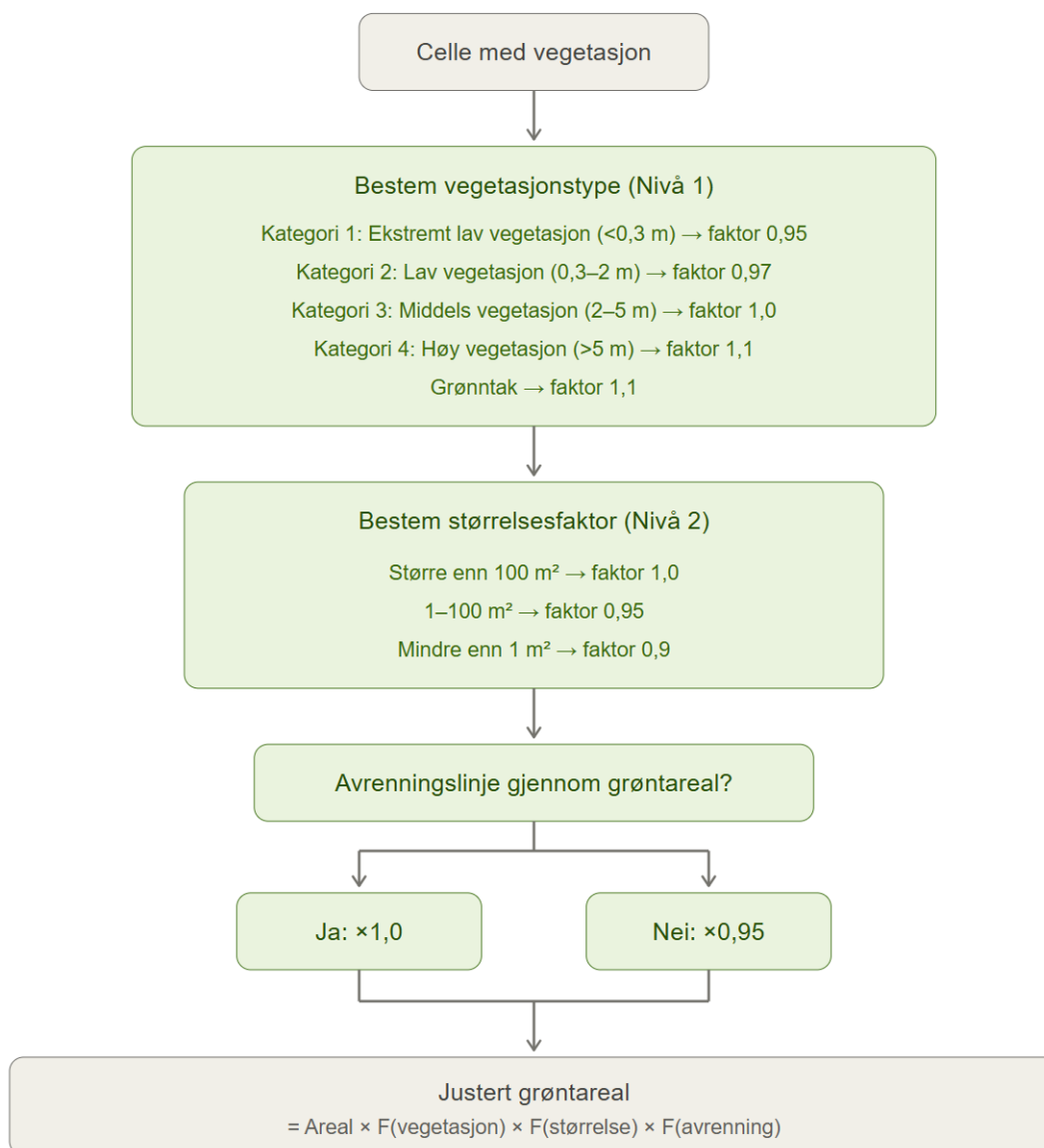
Celler som identifiseres som åpne vannflater basert på arealbruddkartet inkluderes i sin helhet som blått areal i beregningen av blågrønn byindeks. Det vil si at hele arealet som cellen utgjør teller med som blågrønt areal, uten ytterligere justering.



Figur 8 Flytskjema for beregning av bidrag fra blått areal.

4.2 Grøntareal

En celles evne til å håndtere vann gjennom vegetasjon vurderes basert på vegetasjonstype og størrelsen på det sammenhengende grøntarealet cellen inngår i, som beskrevet i kapittel 2 og 3. Grønne tak inngår i grøntarealet som beskrevet i Steg 2.



Figur 9 Flytskjema for beregning av bidrag fra justert grøntareal.

Overflateegenskapen til en celle beregnes basert på verdier fra to nivåer. Basert på vegetasjonskartet hentes det informasjon om en celle utgjør et område med vegetasjon eller ikke og hva slags type vegetasjon det er (nivå 1). Avhengig av vegetasjonstype brukes følgende verdier for nivå 1.

Tabell 1 Justeringsfaktorer for type vegetasjon (nivå 1)

Type vegetasjon	Verdi nivå 1
Høy vegetasjon (over 5 m)	1,1
Middels vegetasjon (2-5)	1,0
Lav vegetasjon (0,3- 2 m)	0,97
Ekstremt lav vegetasjon (<0,3 m)	0,95
Grønt tak	1,1

Et isolert grøntareal på 1 m² har begrenset evne til å håndtere vann sammenlignet med en celle av samme størrelse som inngår i et stort, sammenhengende grøntområde. Dette skyldes at større sammenhengende grøntarealer har bedre forutsetninger for infiltrasjon, fordrøyning og naturlig vannbalanse enn små, isolerte flekker med vegetasjon. Størrelsen på det sammenhengende grøntområdet cellen inngår i, påvirker derfor cellens verdi — jo større det sammenhengende grøntarealet er, desto høyere verdi får cellen.

Verdien for nivå 2 gis derfor basert på størrelsen på grøntarealet cellen er en del av. Følgende verdier er brukt.

Tabell 2 Justeringsfaktorer for størrelse på sammenhengende grøntområde (nivå 2):

Areal grøntområde	Verdi nivå 2
Større enn 100 m ²	1
1 m ² -100 m ²	0,95
Mindre enn 1 m ²	0,9

Videre justeres også arealet avhengig om det føres en avrenningslinje gjennom området eller ikke. Dersom det går en avrenningslinje gjennom området beholdes arealet uendret (ganger med en faktor på 1), mens dersom det ikke gjør det reduseres arealet med en faktor på 0,95.

Produktet av verdi nivå 1 og verdi nivå 2 utgjør så den samlede verdien for parameteren Grøntareal.

Justert grøntareal

$$= \text{Areal} \times F(\text{vegetasjon}) \times F(\text{størrelse}) \times F(\text{avrenning})$$

4.3 Infiltrasjon

Cellens infiltrasjonsevne beregnes i to steg: først fastsettes infiltrasjonskapasiteten, deretter beregnes bidraget til den blågrønne byindeksen.

Beregning av infiltrasjonskapasitet:

For å beregne infiltrasjonskapasiteten benyttes to parametere hentet fra Tabell 6:

- **f_c** = mettet infiltrasjonskapasitet (mm/t) — infiltrasjonsraten når jorden er mettet med vann
- **f₀** = initial infiltrasjonsrate (mm/t) — infiltrasjonsraten i starten av en nedbørshendelse, før jorden er mettet

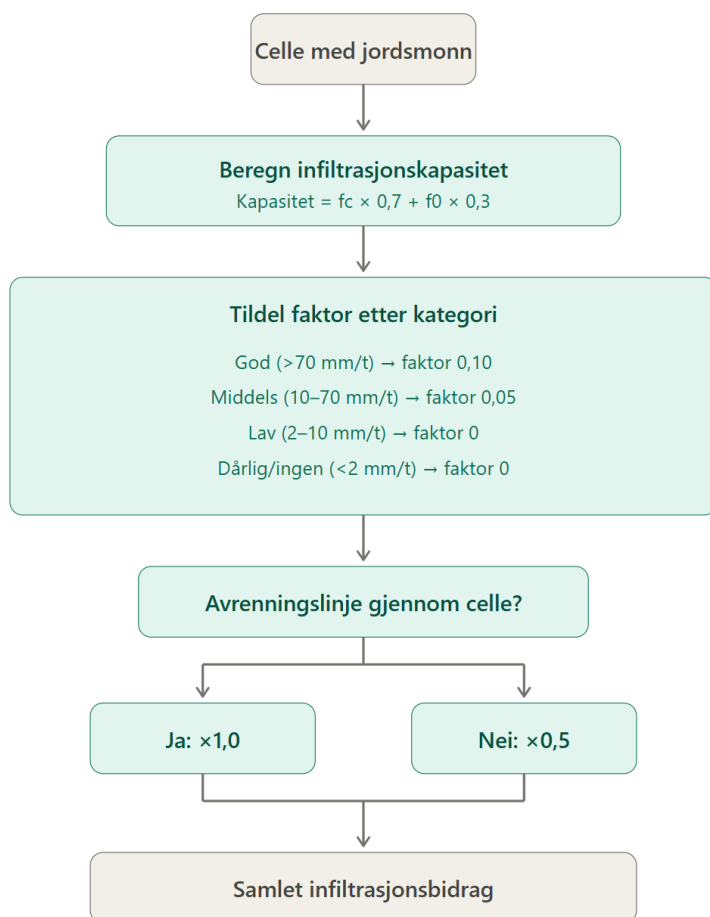
Infiltrasjonskapasiteten beregnes som:

$$\text{Beregnet infiltrasjonskapasitet} = f_c \times 0,7 + f_0 \times 0,3$$

Basert på den beregnede verdien kategoriseres cellen i følgende klasser:

Tabell 3 Verdier for infiltrasjonskapasitet

Infiltrasjonskapasitet	Beregnet infiltrasjonskapasitet	Verdi
God	> 70 mm/t	0,1
Middels	10–70 mm/t	0,05
Lav	2–10 mm/t	0
Dårlig/ingen	< 2 mm/t	0



Figur 10 Flytskjema for beregning av bidrag fra infiltrasjon.

Basert på infiltrasjonskapasiteten og tilstedeværelsen av avrenningslinje gjennom cellen tildeles cellen et bidrag til den blågrønne byindeksen. En celle uten avrenningslinje mottar kun nedbør som faller direkte på overflaten og utnytter derfor ikke infiltrasjonspotensialet fullt ut, noe som gjenspeiles i et redusert bidrag ved en faktor på 0,5.

Samlet infiltrasjonsbidrag = Bidrag × justeringsfaktor for avrenningslinje

4.4 Forsenkninger

Forsenkninger i terrenget kan fungere som naturlige magasiner som fordrøyer og midlertidig lagrer overvann, og bidrar dermed til å redusere avrenningshastigheten. Ikke alle forsenkninger er egnet til dette formålet — forsenkninger som befinner seg innenfor én meter fra nærmeste bygning filtreres bort for å utelukke innkjørsler til parkering, kjellerinnganger og lignende konstruksjoner.

En celles evne til å håndtere vann gjennom forsenkning vurderes ut fra to forhold, og beregnes som et produkt av disse.

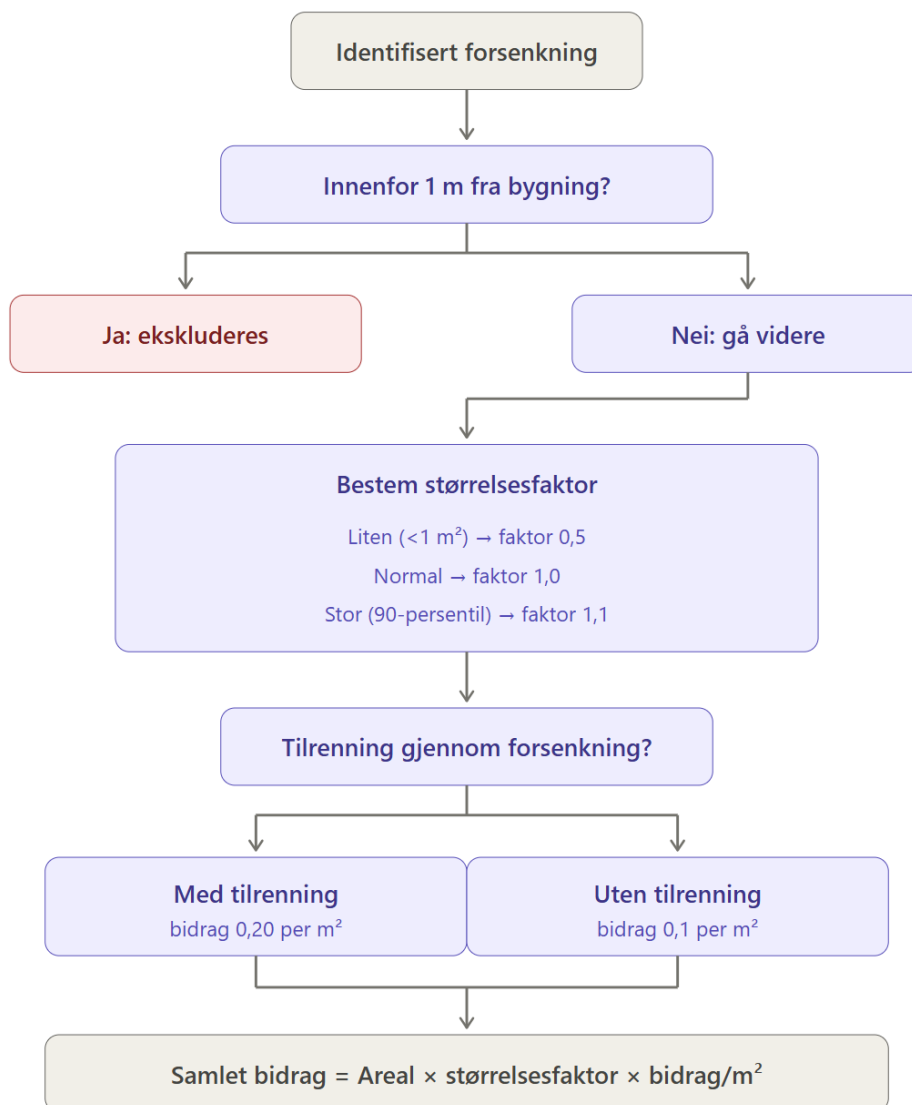
Forsenkningens størrelse: Størrelsen på forsenkningen er avgjørende for hvor mye vann den kan magasinere. En større forsenkning har større kapasitet og gir derfor et høyere bidrag til indeksen. Alle celler som tilhører det samme forsenkning-polygonet behandles likt og får samme størrelsesbaserte bidrag. Bidraget øker med størrelsen på forsenkningen, se Tabell 4.

Tabell 4 Vekting forsenkning etter areal

Størrelse forsenkning	Verdi
Liten forsenkning (< 1 m ²)	0,5
Normale forsenkninger	1
Stor forsenkning (90-persentil)	1,1

* *Normale forsenkninger er forsenkninger som ligger mellom de definerte ytterpunktene for liten og stor forsenkning. Disse får nøytral verdi, altså faktor 1.*

Tilførsel av vann — avrenningslinje: En forsenkning som mottar avrenning fra omkringliggende arealer gjennom en avrenningslinje håndterer mer vann enn en forsenkning som kun mottar nedbør som faller direkte på den. Bidraget reduseres derfor dersom ingen avrenningslinje føres gjennom forsenkningen, se Figur 11.



Figur 11 Flytskjema for beregning av bidrag fra forsenkninger

Funksjonsbidraget beregnes så etter følgende formel:

$$Funksjonsbidrag = Areal \times F_{Infiltrasjon} + Areal \times F_{Forsenkning}$$

Forsenkningene er vektet lavt i indeksen (0,2), noe som skyldes kvaliteten på datagrunnlaget, og ikke at forsenkninger er lite effektive som tiltak.

Forsenkningene er hentet fra terrengmodellen (søkk > 30 cm) uten verifisert dybde, volum eller funksjon. For å luke ut forsenkninger som ikke er egnet til fordrøyning, som innkjørsler til parkering og liknende, har vi fjernet forsenkninger som ligger nær bygg. Det er likevel knyttet stor usikkerhet til de gjenværende forsenkningene i forhold til om de faktisk fungerer som fordrøyning og hvor stort volum de har, noe som gjør

at datakvaliteten defineres som usikkert. Kombinasjonen av lav vekt og et lite, usikkert areal gjør at bidraget til indeksen blir lite.

Reelle forsenkninger kan være et svært effektivt tiltak nettopp i tett utbygde områder. Den lave vekten er derfor et uttrykk for lav datakvalitet, ikke en vurdering av tiltakets potensial. Dersom datagrunnlaget kvalitetssikres (faktisk dybde/volum og funksjon), kan vekten økes og bidraget bli betydelig større

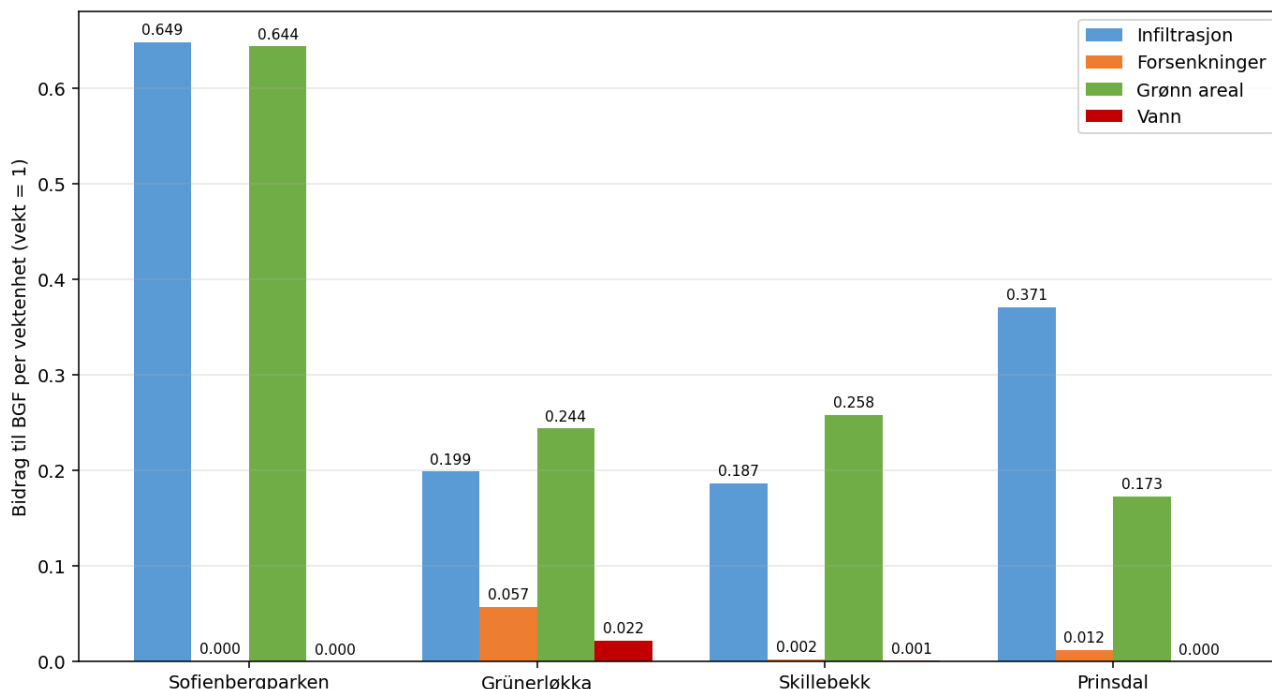
4.5 Sensitivitetsanalyse

Faktorene og vektungen som inngår i beregningen av blågrønn byindeks er fastsatt på faglig vurdering og erfaring. For å vurdere hvor robust sluttresultatet er for endringer i de enkelte vektungen, er det gjennomført en sensitivitetsanalyse hvor én og én vektingsfaktor varieres systematisk mens øvrige faktorer holdes konstant. Hensikten er å avdekke hvilke faktorer indeksen er mest følsom for, og dermed hvilken vektungen som krever særlig grundig fastsettelse i videre arbeid.

Følgende vekter har blitt variert i analysen:

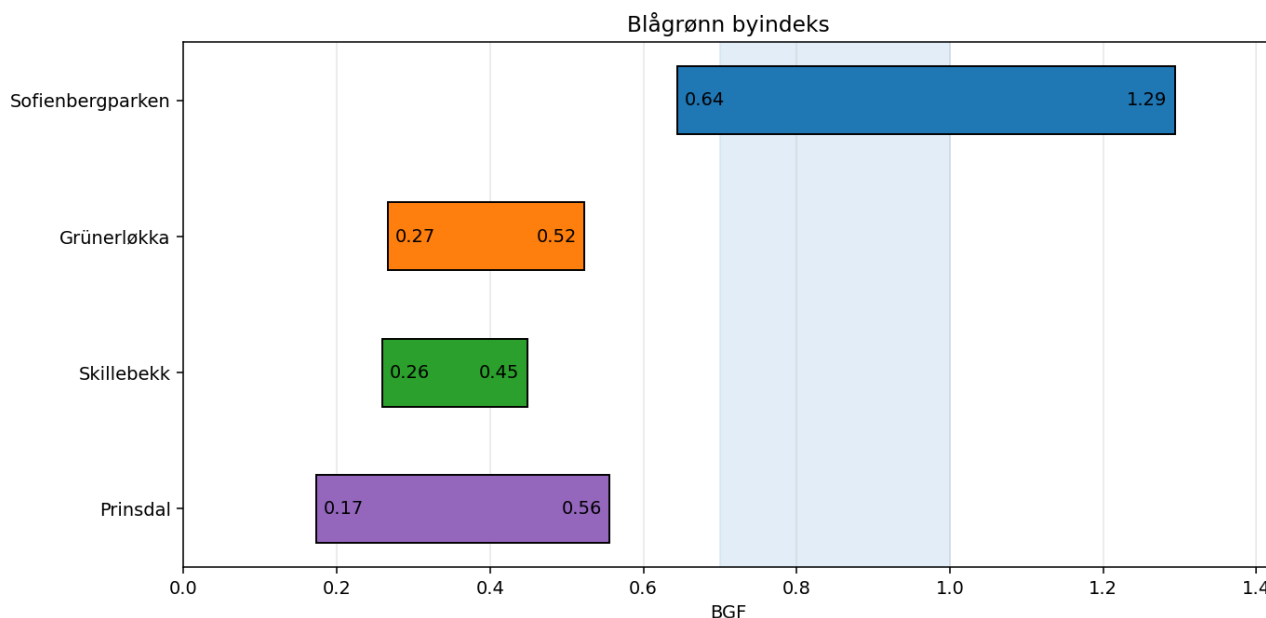
- Vektungen av infiltrasjonsbidraget testet med faktorer 0,1, 0,5 og 1,0.
- Vektungen av forsenkningsbidraget testet med faktorer 0,1, 0,5 og 1,0.
- Vektungen av grønne tak testet med faktorer 0,95, 1,0, 1,1 og 1,2.
- Vektungen for tilstedeværelse/fravær av avrenningslinje gjennom grøntareal: testet med kombinasjonene (1,0/0,95) og (1,1/1,0).

For at analysen skulle fange opp hvordan vektungen slår ut i ulike områdetyper, ble den gjennomført på pilotområdene med bevisst ulike egenskaper. Skillebekk representerer et tett urbant område med moderat grøntandel og svært få forsenkninger. Sofienbergparken representerer et rent grøntområde med høy grøntandel, men nær null forsenkningsareal. Grünerløkka er valgt fordi området både inkluderer en åpen vannflate (Akerselva) og har et betydelig innslag av forsenkninger, og dermed gjør det mulig å observere hvordan funksjonsbidragene fra infiltrasjon og forsenkning påvirker indeksen når disse faktisk er til stede.



Figur 12 Resultater fra sensitivetsanalysen. Diagrammet viser hvilke parametere beregningene er mest sensitive for. Resultatene viser at indeksen er mest følsom for vektingen av grøntareal og infiltrasjonsbidraget.

Resultatene viser at indeksen er mest følsom for vektingen av grøntareal og infiltrasjonsbidraget. Vektingen av grønne tak og avrenningslinje gir derimot relativt små utslag på sluttverdien. Forsenkningens bidrag gir betydelig utslag i områder med store forsengkingsarealer, slik som Grünerløkka, men tilnærmet ingen virkning i områder uten slike, slik som Sofienbergparken og Skillebekk. Dette underbygger metodikkens prinsipp om at funksjonsbidragene kun gir tilleggsverdi der den aktuelle funksjonen faktisk er til stede, og at de ikke skal kunne overskygge grunnverdien fra arealet i områder hvor funksjonen ikke er aktuell.



Figur 13 Resultater fra sensitivetsanalysen. Diagrammet viser spennet i beregnet blågrønn indeks avhengig av vektningen til de ulike parameterne.

På bakgrunn av sensitivetsanalysen er den endelige vektningen for funksjonsbidragene justert ned sammenlignet med de opprinnelig foreslåtte verdiene (infiltrasjon: 0,05; forsenkning: 0,2), slik at funksjonsbidraget gir et balansert tillegg uten å dominere over grunnverdien fra grøntandelen.

Sensitivetsanalysen som er gjennomført i denne fasen er basert på et begrenset antall pilotområder, og gir derfor først og fremst en indikasjon på hvilke faktorer indeksen er mest følsom for. For å fastsette endelig vektning som er representativ for Oslo som helhet, er det nødvendig å gjennomføre tilsvarende beregninger og sensitivetsanalyser for et bredere utvalg områder med ulike egenskaper. Dette bør omfatte områder med ulike grøntandel, ulike vegetasjonstyper, ulike grunnforhold og infiltrasjonsegenskaper, ulike tetthet av bebyggelse, samt ulike forekomst av forsenkninger og åpne vannflater. Et slikt utvidet datagrunnlag vil gjøre det mulig å kalibrere vektningen slik at den gir et balansert utslag på tvers av områdetyper, og ikke bare innenfor de fire pilotområdene som er testet her.

I tillegg bør det gjennomføres en samlet sensitivetsanalyse på byomfattende nivå, der blågrønn byindeks beregnes for hele Oslo kommune og vektene varieres systematisk. En slik analyse vil avdekke hvordan vektningen påvirker den aggregerte indeksverdien for kommunen, og dermed hvor robust indikatoren er som styringsverktøy for måloppfølging. Dette er særlig viktig fordi en byomfattende indeks vil utgjøre grunnlaget for å definere referansetilstand og måltilstand, og dermed direkte påvirke vurderingen av om byen utvikler seg i ønsket retning.

5 Grunnlagsdata

I det følgende beskrives de ulike grunnlagskartene som utgjør inputdataen for beregningene. Alle benyttede datakilder er tilgjengelige for hele kommunen og kan oppdateres jevnlig. Dette legger til rette for at blågrønn byindeks kan beregnes på nytt i takt med oppdatering av vegetasjonskart og øvrige grunnlagsdata, og dermed brukes til systematisk oppfølging over tid.

5.1 Kart over avrenningsmønster

Oslo kommune har generert et kart som viser avrenningsmønster for hele kommunen. Dette kartet har blitt brukt til å definere hvor avrenningslinjene føres samt oversikt over hvilke celler som utgjør en del av avrenningslinjen.

5.2 Kart over forsenkninger

Dette kartet er generert av Oslo kommune og viser oversikt over alle forsenkninger i terrenget som har en dybde på mer enn 30 cm. Ut fra dette kartet hentes arealet på forsenkningene, da det ikke foreligger nok informasjon i kartet til å estimere et potensielt volum forsenkningen kan romme.

Det er ikke alle forsenkninger som er egnet, eller kan brukes, til håndtering av vann, og det er derfor ikke ønskelig å inkludere alle forsenkninger i denne vurderingen. For å utelukke forsenkninger i terrenget i forbindelse med innkjørsler til tomter eller kjellerinnganger til hus osv., er det besluttet at alle forsenkninger som er innenfor en avstand på 1 meter til bygninger filtreres bort.

5.3 Vegetasjonskart

Oslo kommune har generert et vegetasjonskart for hele byen. I dette kartet er de ulike vegetasjonstypene delt inn i fire kategorier.

- Kategori 1: Ekstremt lav vegetasjon (< 0,3 m)
- Kategori 2: Lav vegetasjon (0,3-2 m)
- Kategori 3: Middels vegetasjon (2-5 m)
- Kategori 4: Høy vegetasjon (> 5 m)

Dette kartet brukes dermed til å definere hvilke arealer som består av vegetasjon, størrelsen på det vegeterte området, samt typen vegetasjon.

5.4 Arealbruk

Jordtype og arealdekkekart hentes fra Scalgo Live og utgjør grunnlaget for beregning av infiltrasjonskapasiteten i hver celle. Arealdekketegoriene er gitt i Tabell 5, mens jordtypene med tilhørende infiltrasjonsegenskaper er gitt i Tabell 6.

Hortons infiltrasjonsmodell

Infiltrasjonskapasiteten beregnes ved hjelp av Hortons infiltrasjonsmodell, som beskriver hvordan infiltrasjonsraten avtar over tid etter hvert som jordsmonnet mettes med vann. Modellen benytter to sentrale parametere:

- f_c = mettet infiltrasjonskapasitet (mm/t) — den stasjonære infiltrasjonsraten når jordsmonnet er fullt mettet

- f_0 = initial infiltrasjonsrate (mm/t) — infiltrasjonsraten i starten av en nedbørshendelse, før jordsmonnet er mettet

Kompaktering — høy og lav kompaktering

For hver jordtype opererer Scalgo med to tilstander avhengig av graden av kompaktering i jordsmonnet: høy kompaktering og lav kompaktering. Kompakteringstilstanden bestemmes av arealdekketype i den aktuelle cellen. Arealdekketyper som bar mark, grunt vegetasjonsdekke, jorder og uasfalterte veier gir høy kompaktering, mens arealer med tett vegetasjon gir lav kompaktering. Høy kompaktering gir generelt lavere infiltrasjonskapasitet enn lav kompaktering, ettersom kompakt jord har redusert porerom og dermed begrenset evne til å ta opp vann.

Beregning av infiltrasjonskapasitet

Basert på jordtype og kompakteringstilstand hentes f_c og f_0 fra Tabell 6. Den beregnede infiltrasjonskapasiteten som benyttes i metodikken fastsettes som:

$$\text{Beregnet infiltrasjonskapasitet} = f_c \times 0,7 + f_0 \times 0,3$$

Vektingen reflekterer at den mettede kapasiteten (f_c) er mest avgjørende for infiltrasjonsevnen over tid, men at den initiale raten (f_0) også bidrar, særlig ved kortvarige intense nedbørshendelser. Den beregnede infiltrasjonskapasiteten kategoriseres deretter i fire klasser som beskrevet i kapittel 4.3.

Tabell 5 Arealtyper hentet fra Scalgo

Arealtyper fra Scalgo
Unpaved road
Bare land
Shallow vegetation
Dense vegetation
Field
Bare rock
Railroad
Building
Paved road
Other paved
Water

Blågrønn byindeks

Forslag til resultatindikator for måloppnåelsen innen overvannshåndtering og

klimatilpasning

Oppdragsnr.: 52601790 Dokumentnr.: RA-01 Revisjon: J01

Tabell 6 Oversikt over de ulike jordtypene med tilhørende infiltrasjonskapasitet definert i Scalgo.

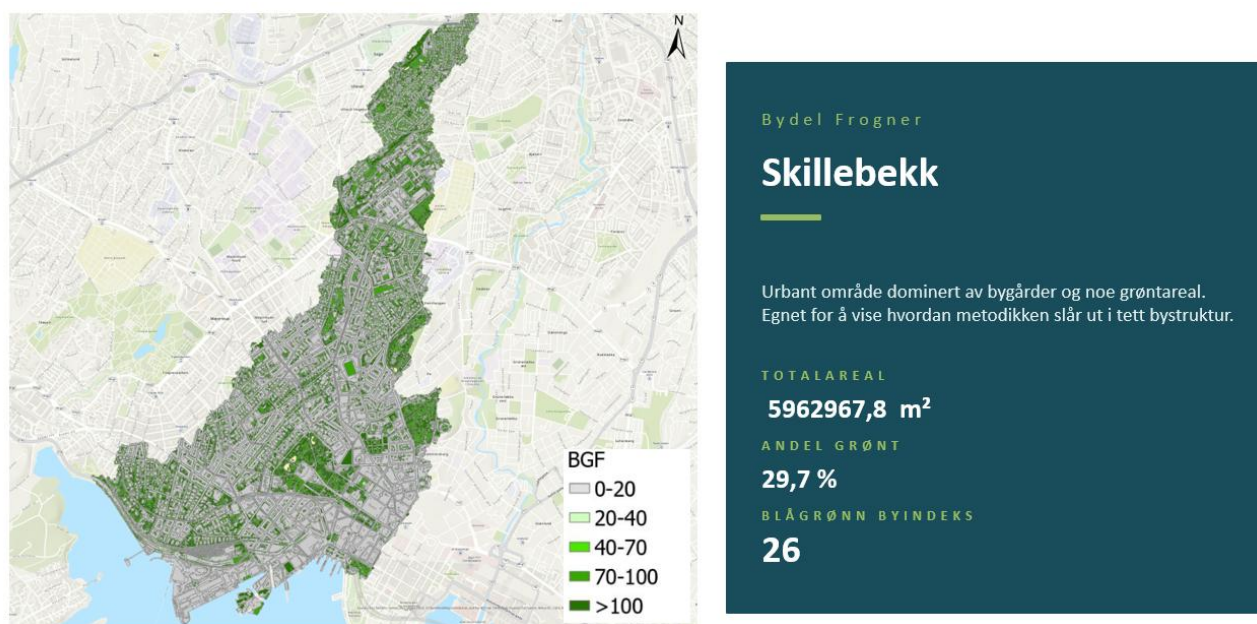
Soil type	High compaction		Low compaction	
	fc [mm/h]	f0 [mm/h]	fc [mm/h]	f0 [mm/h]
Rocks and boulders	500	1000	500	1000
Gravel	500	1000	500	1000
Coarse sand	30	120	300	500
Fine sand	25	100	200	400
Coarse sand with clay	21	85	85	150
Fine sand with clay	20	80	50	130
Coarse clay with sand	12	50	30	120
Fine clay with sand	9	47	25	100
Clay	5	20	20	50
Fine clay	0.5	2	2	20
Very fine clay	0.01	0.1	0.1	1
Silt	20	80	50	130
Gyttja/peat	21	85	85	150
Bedrock	0	0	0	0
Glacier	0	0	0	0
Water	0	0	0	0

6 Blågrønn byindeks for pilotområdene

Metodikken har blitt testet på fire ulike områder; Skillebekk, Sofienbergparken, Prinsdal og Grünerløkka. Pilotområdene er valgt for å demonstrere hvordan metodikken slår ut i ulike områdetyper, og for å teste indikatorens prinsipielle egnethet. Resultatene gir verdifull innsikt, men er ikke tilstrekkelige alene til å fastsette målverdier eller kalibrere indeksens skala for byen som helhet. Det henvises til Vedlegg 1: *Tegninger* for oversikt over oppnådd blågrønn byindeks for de ulike pilotområdene.

6.1 Skillebekk

Det første pilotområdet utgjør området som er kalt Skillebekk. Figur 14 viser avgrensningen til dette pilotområdet. Skillebekk er et urbant område i indre by i Oslo, og inkluderes i bydel Frogner. Området består i stor grad av boliger, hvor bygårder utgjør den største andelen, samt noe grøntareal. Området har en størrelse på 5,96 km², og andelen grøntareal er beregnet til 29,7 %.



Figur 14 Pilotområde Skillebekk.

Beregnet blågrønn byindeks for området er noe lavere enn selve grøntandelen. Dette skyldes hovedsakelig to forhold: området har svært få forsengkninger som kan magasinere overvann, og en stor andel av flatene er tette og bidrar derfor ikke med infiltrasjonskapasitet. Funksjonsbidragene fra infiltrasjon og forsenkning gir dermed bare et marginalt tillegg i beregningen. I tillegg fører den fragmenterte grøntstrukturen til at flere av grøntcellene ligger som mindre, isolerte areal, og dermed trekkes ned av størrelsesfaktoren. Resultatet illustrerer typisk situasjon for tett indre by, der grøntområdene i seg selv er det viktigste bidraget, og hvor tiltak som økt fordryningsareal, grønne tak og åpne overvannsløsninger på gateplan vil kunne gi størst effekt på den blågrønne kapasiteten.

6.2 Sofienbergparken

Det andre pilotområdet utgjør Sofienbergparken. Sofienbergparken er en 74 mål stor park som ligger i bydel Grünerløkka i Oslo. Figur 15 viser avgrensningen til dette pilotområdet. Dette området har en størrelse på 0,077 km², og andelen grøntareal er beregnet til 71,9 %.



Figur 15 Pilotområde Sofienbergparken.

Sofienbergparken er et sammenhengende grøntområde med en høy andel grøntandel, og er valgt som pilotområde for å demonstrere metodikken for et rent grøntareal. Beregnet blågrønn byindeks for parken ligger noe under den rene grøntandelen. Dette skyldes flere forhold knyttet til parkens karakter. Vegetasjonen er i hovedsak klassifisert som ekstremt lav vegetasjon (Kategori 1, < 0,3 m), altså under det som regnes som «normal» vegetasjonskvalitet i metodikken, og dette gir en nedjustering av grunnverdien. Infiltrasjonskapasiteten i parken er begrenset, blant annet som følge av kompakt jordsmonn under den intensivt brukte plenflaten. Videre føres avrenningsmønsteret ikke gjennom hele det grønne arealet, slik at deler av parken kun mottar nedbør som faller direkte på overflaten og ikke utnytter sitt fulle potensial for å motta avrenning fra omkringliggende flater. Videre er forsengkingsarealet i parken nær null. Samlet illustrerer dette at en høy grøntandel alene ikke automatisk gir høy blågrønn kvalitet — også vegetasjonstype, jordsmonn og terrengets samspill med avrenningsmønsteret er avgjørende.

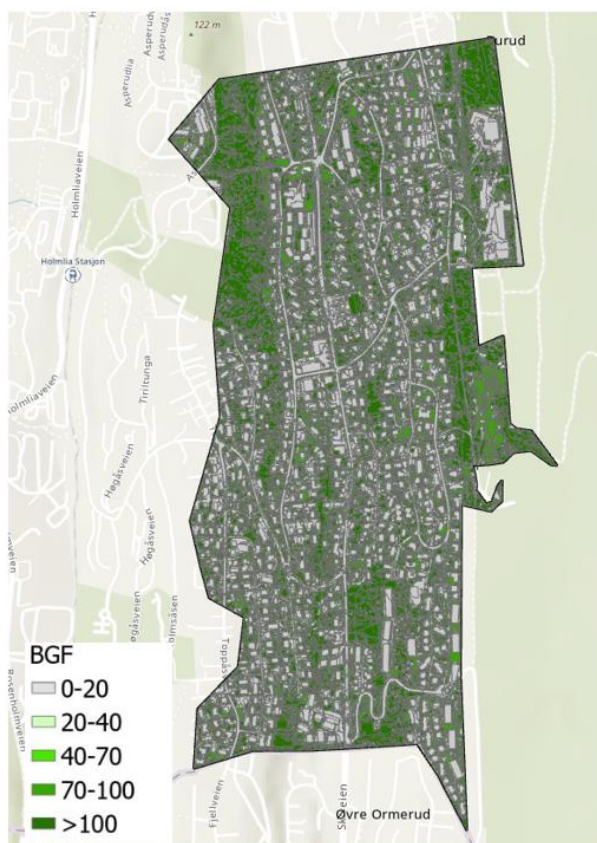
Blågrønn byindeks

Forslag til resultatindikator for måloppnåelsen innen overvannshåndtering og klimatilpasning

Oppdragsnr.: 52601790 Dokumentnr.: RA-01 Revisjon: J01

6.3 Prinsdal

Det tredje pilotområdet utgjør deler av området Prinsdal. Prinsdal er et småhusområde i bydel Søndre Nordstrand. På grunn av mangler i datagrunnlaget er analyseområdet redusert til den delen av området hvor det foreligger data. Analyseområdet utgjør dermed 1,05 km², og har en grøntandel på 56,52 %.



Figur 16 Pilotområde Prinsdal

Prinsdal er et variert boligområde med en høy andel grøntareal, og er valgt som pilotområde for å demonstrere metodikken for et tettbygd strøk med betydelig grønn infrastruktur utenfor sentrum.

Beregnet blågrønn byindeks for Prinsdal (52,6) ligger noe under den rene grøntandelen. Dette skyldes særlig sammensetningen av vegetasjonstyper i området.

Den største enkeltgruppen er høy vegetasjon (> 5 m), med ca. 197 000 m², og dette gir et solid bidrag til scoren ettersom høy vegetasjon vektet høyt i metodikken. Middels vegetasjon (2–5 m) og lav vegetasjon (0,3–2 m) utgjør henholdsvis ca. 216 600 m² og 90 200 m², og bidrar positivt. Den viktigste årsaken til at indeksen dempes er den betydelige andelen ekstremt lav vegetasjon (< 0,3 m) på ca. 88 200 m² — denne kategorien er under det som regnes som «normal» vegetasjonskvalitet i metodikken og vektet tilsvarende lavt, noe som trekker ned den samlede scoren.

Forskningsarealet er begrenset til ca. 13 100 m², men det er positivt at størsteparten av dette (ca. 12 090 m²) befinner seg i høyeste forskningskategori, noe som gir et relativt godt bidrag gitt arealomfanget.

Samlet illustrerer Prinsdal at en høy grøntandel gir et solid grunnlag for blågrønn kvalitet, men at en stor andel ekstremt lav vegetasjon modererer den endelige scoren — og understreker at vegetasjonstype og -kvalitet er like avgjørende som den totale grøntandelen.

6.4 Grünerløkka

Det fjerde pilotområdet utgjør et område på Grünerløkka. Dette området er valgt som pilotområde dels fordi det inkluderer Akerselva som en åpen vannflate, og dels for å teste indeksen i et område med en større andel forsengkninger. Figur 17 viser avgrensningen til dette pilotområdet.



Figur 17 Pilotområde Grünerløkka.

Området har en grøntandel på 26,7 %, men beregnet blågrønn byindeks ligger høyere enn grøntandelen alene skulle tilsi. Dette skyldes at funksjonsbidragene fra infiltrasjon og forsengkninger her gir et betydelig positivt tillegg: området har flere registrerte forsengkninger som ligger i tilknytning til avrenningslinjer, og infiltrasjonskapasiteten i de grønne flatene er bedre enn i tilsvarende tette deler av indre by. I tillegg bidrar Akerselva som blått areal direkte inn i grunnverdien. Resultatet viser at indeksen klarer å fange opp den ekstra funksjonelle kapasiteten som et område får når grønn- og blåstruktur kombineres med terrengforhold som faktisk er egnet til å håndtere overvann — og at den dermed gir et mer nyansert bilde av blågrønn kapasitet enn ren grøntandel.

6.5 Sammenlikning av resultatene fra pilotområdene

Sammenligningen av pilotområdene viser hvordan blågrønn byindeks gir et mer nyansert bilde enn ren kartlegging av grøntandel. I Grünerløkka løfter funksjonsbidragene fra forsenkninger, infiltrasjon og åpen vannflate indeksen over grøntandelen, mens i Skillebekk trekker fraværet av de samme funksjonene indeksen ned under grøntandelen. Sofienbergparken illustrerer at heller ikke en høy grøntandel automatisk gir en høy indeks dersom vegetasjonstype, jordsmonn og avrenningsmønster ikke spiller på lag. Samlet underbygger pilotområdene at indeksen klarer å skille mellom områder hvor grøntstrukturen faktisk fungerer for overvannshåndtering, og områder hvor den i hovedsak har en estetisk funksjon.

6.6 Referansetilstand og måltilstand

For at blågrønn byindeks skal kunne brukes til måloppfølging, er det nødvendig å etablere både en referansetilstand (nå-situasjon) og en måltilstand (ønsket situasjon). I pilotarbeidet representerer beregningene for pilotområdene eksempler på referansetilstand for de ulike områdetypene. Disse gir nyttig innsikt i hvordan metodikken slår ut i praksis, men er ikke tilstrekkelige alene til å fastsette målverdier for byen som helhet.

Måltilstanden for blågrønn byindeks bør være ambisiøs, men samtidig realistisk. Den bør knyttes til byens samlede evne til å håndtere normalregn med åpne og lokale løsninger, og på lengre sikt også reflektere en styrket robusthet mot mer intense nedbørshendelser. Videre bør mål formuleres med forståelse for at ulike områdetyper har ulike forutsetninger, og at det derfor kan være hensiktsmessig å definere ulike mål for eksempelvis tett by, småhusområder og grøntpregede områder.

Som del av videre arbeid bør det vurderes å definere både en idealisert måltilstand og en mer realistisk måltilstand innenfor et gitt tidsperspektiv, for eksempel mot 2040. I kombinasjon med en byomfattende referansetilstand vil dette gi et tydelig bilde av hvor byen står i dag, hvor man ønsker å komme, og hvilken utvikling som er nødvendig for å nå målene.

Ved definering av målverdi, bør man se på hvert delområde og se på hva som kan gjøres innenfor hvert område for å øke den blågrønn byindeksen. Ved å se på potensialet for økning av andelen grønt tak, økning av grøntareal, utskifting av vegetasjonstype osv., kan man beregne hvilken maksimal verdi et område kan oppnå av blågrønn byindeks. Dette kan så defineres som områdets måltilstand.

6.6.1 Måltilstand for pilotområdene

For å kunne vurdere hvilken måltilstand de ulike pilotområdene burde ha, har det blitt sett på hvordan pilotområdene klarer å håndtere trinn 1 og trinn 2 i tretrinnsstrategien ved dagens situasjon, samt hva som er realistisk å oppnå for de ulike pilotområdene. Det har, på en veldig overordnet og forenklet måte, blitt vurdert om pilotområdene klarer å håndtere trinn 1 og trinn 2 i tretrinnsstrategien for eksisterende situasjon, ved å se på fordelingen mellom andelen tette flater og permeable flater i pilotområdet.

Ved bruk av regnbedsformelen, har det blitt utarbeidet et beregningsark (se Vedlegg 2: *Beregningsark for beregning av måltilstand*) som beregner nødvendig areal for å kunne håndtere trinn 1 og trinn 2. Beregningsarket er imidlertid en forenklet vannbalanse, og ikke en full hydraulisk modell. Det må imidlertid presiseres at det i denne vurderingen kun har blitt sett på hvor stort regnbed (grøntareal med forsenkning på 20 cm) som trengs for å håndtere avrenningen fra de tette flatene i området, altså om området har tilstrekkelig grøntareal med forsenkning, og ikke om grøntarealene er «plassert riktig» i forhold til hvor avrenningen ledes i feltet. For hvert delområde og hvert designregn (trinn 1 og trinn 2) beregnes det slik:

- Designregnet legges inn direkte som $mm \times$ klimafaktor (ingen IVF).
- Regnvolum = nedbør \times areal.
- Kapasitet i dag = infiltrasjon (infiltrasjonsrate per klasse God/Middels/Lav \times varighet) + et overflatemagasin på alt grøntareal (overflatelagring, gjelder også grønt på dårlig jord).
- Underskudd = regnvolum – kapasitet. Er underskuddet null, håndteres regnet i dag.
- Underskuddet regnes om til nødvendig ekstra tiltak: enten ekstra grøntareal eller regnbed, dimensjonert med Paus' (2018) forenklete formel (K.H.Paus, 2018).
- Til slutt vises hvor mye et slikt tiltak løfter den blågrønne indeksen (kreditt per m^2).

Samtlige pilotområder har tilstrekkelig grøntarealer til å kunne håndtere trinn 1 for dagens situasjon, mens det kun er Sofienbergparken som også håndterer avrenningen fra et 5-års klimajustert regn (trinn 2). Pilotområdene Skillebekk, Grünerløkka og Prinsdal har per i dag ikke nok fordrøyningsvolum til å kunne håndtere avrenningen fra et 5-års klimajustert regn.

En måltilstand for disse områdene kunne derfor vært at den blågrønne indeksen skal økes i den grad at området klarer å håndtere avrenningen fra et 5-års klimajustert regn (trinn 2). Dersom man legger til grunn at avrenningen skal håndteres ved etablering av regnbed, vil det kreve at det etableres regnbed (grønne forsøkninger) med en samlet størrelse på 0,7 km^2 , 0,1 km^2 og 0,006 km^2 for henholdsvis Skillebekk, Grünerløkka og Prinsdal. Etablering av nye grøntområder med disse størrelsene vil øke den blågrønne byindeksen til henholdsvis 41,5, 44 og 49,5.

For å kunne håndtere avrenningen fra et 5-års klimajustert regn (trinn 2) bør det dermed for Skillebekk, Grünerløkka og Prinsdal settes et mål om å oppnå en blågrønn byindeks på henholdsvis 41,5, 44 og 49,5. Videre må det imidlertid undersøkes om en slik måltilstand er realistisk. Beregningsarket inneholder et videre ark for beregning av ønsket målverdi. Ved å sette en ønsket målverdi for den blågrønne indeksen, beregnes hva som må til for å nå denne verdien samt om dette er realistisk ut fra områdets sammensetning og karakter. Ved å anta at en økning av grøntarealet på 10 % av det totale arealet er realistisk, har det blitt beregnet hvor høy måltilstand som er realistisk for de ulike pilotområdene. Grensen på 10 % er valgt basert på en skjønnsmessig vurdering, og valgt bevisst for å holde metoden enkel og for å kunne sammenligne delområdene på samme grunnlag. Grensen er ment som en veiledende terskel for når nødvendig nytt grøntareal blir så stort at det er lite realistisk i et allerede tett utbygd område, ikke som en fysisk beregnet grense. Det må imidlertid presiseres at terskelen ikke er kvalitetssikret mot en detaljert kartlegging av faktisk tilgjengelig areal i hvert delfelt. For å forenkle vurderingen er grønne tak og andre overvannstiltak ikke tatt med i denne omgang. Vi anbefaler derfor at dette tas med i en eventuell videreutvikling av metoden, hvor det bør gjøres en kartlegging av tilgjengelig tak- og gateareal per delområde for å beregne en mer realistisk og områdespesifikk terskelverdi. Terskelen ligger som en justerbar parameter i regnearket og er enkel å oppdatere.

Tabell 7 viser ved hvilke målverdier endringen vil kreve mer enn 10 % økning av grøntområdet i forhold til totalarealet for de ulike pilotområdene. For Skillebekk vil en blågrønn byindeks større enn 38 kreve at andelen grøntareal må økes med mer enn 10 % av totalarealet, noe som ansees som urealistisk å få til i tettbebygde strøk. En målverdi på 41,5 for å kunne håndtere trinn 2 vil dermed være urealistisk, og målverdien for Skillebekk bør derfor nedjusteres noe.

Blågrønn byindeks

Forslag til resultatindikator for måloppnåelsen innen overvannshåndtering og klimatilpasning

Oppdragsnr.: 52601790 Dokumentnr.: RA-01 Revisjon: J01

Tabell 7 Foreslått måltilstand for de ulike pilotområdene.

Pilotområde	BGI i dag	Håndterer trinn 1 i dag	Håndterer trinn 2 i dag	Nødvendig indeks for å håndtere trinn 2*	Realistisk målverdi**	Foreslått måltilstand
Skillebekk	26,2	Ja	Nei	41,5	<38	38
Grünerløkka	28,6	Ja	Nei	44,0	<41	41
Sofienbergparken	68,6	Ja	Ja	68,6	<80	80
Prinsdal	48,8	Ja	Nei	49,5	<61	61

* Viser oppnådd blågrønn byindeks dersom det etableres et regnbed med nødvendig størrelse for å håndtere nedbøren fra et 5-års klimajustert regn (trinn2).

** En blågrønn byindeks høyere enn oppgitte verdier vil kreve en økning av grøntområde på mer enn 10 % av totalarealet, noe som skjønsmessig vurderes som urealistisk.

Sofienbergparken har imidlertid potensialet til å oppnå en blågrønn byindeks på 80. Dette pilotområdet håndterer allerede avrenningen fra et 5-års klimajustert regn (trinn 2) per i dag, men ved å øke faktoren til sitt potensiale, kan dette området brukes til å håndtere avrenning fra andre omkringliggende områder som muligens ikke klarer å håndtere avrenningen fra trinn 2.

Dette viser at det ikke er hensiktsmessig å etterstrebe en felles målverdi for alle områdene, dette må vurderes individuelt for hvert av områdene. Når en slik vurdering er gjort for alle byområdene i Oslo, kan denne verdien aggregeres opp til en verdi gjeldende for hele Oslo.

I eksempelet er det kun vurdert hvor mye grøntareal som trenges for å håndtere trinn 2. Det er imidlertid ikke nødvendigvis hensiktsmessig å øke den blågrønne byindeksen ved kun å øke grøntarealet. I tette bystrøk kan det være vanskelig å frigjøre så store arealer. En mer hensiktsmessig strategi kan derfor være å kombinere økt grøntareal med blågrønne løsninger, for eksempel vegetasjon i forsengkninger, regnbed og andre overvannstiltak. Slike tiltak kan gi bedre estetisk kvalitet i byrommet og samtidig forbedre overvannshåndteringen. Dette kan gi en større samlet effekt enn å kun øke vegetasjonsarealet, særlig i områder der tilgjengelig areal er begrenset.

7 Konklusjon, anbefaling og videre arbeider

Blågrønn byindeks er en indikator som skal bidra til en mer systematisk og etterprøvbar oppfølging av hvordan byens arealbruk, vegetasjon og overflateegenskaper samlet påvirker vannbalansen, og i hvilken grad byen er i stand til å håndtere nedbør gjennom åpne og lokale, naturbaserte løsninger.

Formålet med indeksen er ikke å fungere som et prosjekteringsverktøy eller et detaljert grunnlag for dimensjonering av enkeltløsninger. Blågrønn byindeks er i stedet ment brukt på et overordnet nivå, for eksempel på delnedbørsfelt-, sone- eller bynivå, og skal gi et helhetlig bilde av status og utvikling over tid. Gjennom dette skal indeksen gjøre det mulig å svare på sentrale styringss spørsmål, som om byen samlet sett har blitt mer blågrønn, om utviklingen har skjedd på steder der den gir størst effekt for overvannshåndteringen, og hvor det kan være behov for ytterligere innsats.

7.1 Merverdi sammenliknet med vegetasjonskartlegging

Vegetasjonskartlegging alene gir et godt bilde av omfang og type vegetasjon i byen, men sier i begrenset grad noe om den funksjonelle betydningen vegetasjonen har for håndtering av overvann. Blågrønn byindeks tilfører en viktig merverdi ved å koble vegetasjon til hydrologisk funksjon og til samspillet mellom grønne, blå og grå arealer.

Gjennom metodikken vurderes ikke bare tilstedeværelsen av vegetasjon, men også forhold som infiltrasjonsevne, fordrøyningsmuligheter og om arealer mottar vann fra omkringliggende flater. Indeksen skiller dermed mellom grøntarealer som kun håndterer nedbøren som faller direkte på dem, og grønne eller blå flater som mottar og håndterer avrenning fra større deler av et nedbørsfelt. Dette gjør at indeksen gir informasjon om hvor grønnstruktur faktisk bidrar til å redusere avrenning og forsinke vann, og ikke bare hvor grønt det er.

Blågrønn byindeks kan på denne måten brukes som et uttrykk for feltets kapasitet til naturlig infiltrasjon, forsinkelse og fordrøyning av nedbør, og gir et samlet bilde av hvordan arealbruk, vegetasjon og overflateegenskaper påvirker vannbalansen i byen.



Figur 18 Vegetasjonskartleggingen sammenliknet med blågrønn byindeks.

7.2 Vurdering av blågrønn byindeks

En sentral hensikt med blågrønn byindeks er å gi et faglig grunnlag for overordnet styring og prioritering av tiltak, samt kan brukes til rapportering og evaluering av byutviklingen.

Indeksen kan benyttes til å sammenligne ulike delnedbørsfelt eller soner, og til å identifisere områder som skiller seg ut med særlig lav eller høy blågrønn kapasitet. Ved å beregne en blågrønn byindeks for byområdene, delnedbørsfeltene eller sonene vil det være mulig å identifisere:

- Bydeler med lite vegetasjon
- Områder med høy andel tette flater
- Områder med mangel på blågrønne kvaliteter
- Områder med lavt potensiale for håndtering av normalregn

Videre kan indeksen brukes som et beslutningsgrunnlag når kommunen skal velge hvor ressursene skal brukes. Sammenholdt med kunnskap om hvor kommunen har handlingsrom til å gjennomføre tiltak, kan indeksen brukes til å vurdere hvor økt innsats vil kunne gi størst effekt. Dette kan omfatte vurderinger av hvor etablering av grønne tak, åpne overvannsløsninger på gateplan, økt grøntomfang eller nye fordrøyningsarealer vil bidra mest til å styrke byens evne til å håndtere overvann. Vurderingen av hvilke tiltak som vil gi mest nytte for et område kan så brukes videre i en kost/nytte-vurdering av tiltakene.

Når nye grøntområder, regnbed, grønne tak, endring av vegetasjonstype eller åpne vannløsninger etableres, kan indeksen vise om tiltakene faktisk forbedrer den blågrønne situasjonen. Dette gjør det lettere å dokumentere effekten av investeringene.

I planprosesser kan indeksen brukes til å:

- Fastsette minimumskrav til blågrønne kvaliteter for et område
- Identifisere områder som trenger kompensasjon for tap av natur
- Sikre at nye utbygninger bidrar positivt til overvannshåndtering og økologiske funksjoner

Ved å beregne en blågrønn byindeks for Oslo, samt jevnlig holde denne indeksen oppdatert, vil man enkelt kunne se om byen blir mer eller mindre blågrønt år for år, og om utviklingen går i ønsket retning.

Resultatoppfølgingen bør være mer enn en registrering av hvor mange regnbed eller grønne tak som er etablert. For å vite om byen faktisk blir bedre til å håndtere normalregn med naturbaserte løsninger, bør oppfølgingen koble tiltak, kapasitet (størrelse) og effekt, noe den blågrønne indeksen gjør. For å kunne bruke den blågrønne indeksen til å følge opp om Oslo er på vei til å nå ønsket verdi, må det først beregnes en baseline. Beregnet blågrønn byindeks for dagens situasjon utgjør baseline og vil bli brukt som referansepunkt som videre resultater sammenliknes mot. En økning i verdien indikerer at byen har etablert flere naturbaserte løsninger, håndterer mer regnvann på overflaten og dermed redusert belastningen på avløpssystemet. Videre må det også bestemmes en målverdi for hele Oslo. Denne målverdien bør defineres basert på hvilken blågrønn byindeks som trengs for å håndtere normalnedbøren. Etersom tiltak implementeres, kan man måle differansen mellom oppnådd verdi og målverdien for blågrønn byindeks.

Ved å knytte indeksen til håndtering av normalregn, blir indeksen et mål på overvannshåndtering og ikke bare en indeks for andelen grøntareal.

Det understrekes samtidig at indeksen ikke gir direkte anvisning på hvilke tiltak som skal gjennomføres, men fungerer som et beslutningsstøtteverktøy som kan peke ut områder der det er behov for nærmere vurdering og videre planlegging.

Flere sentrale spørsmål knyttet til bruk av indeksen er krevende å besvare på bakgrunn av et begrenset antall pilotområder. Dette gjelder særlig kalibrering av skala og intervaller for hva som defineres som lav, middels og høy blågrønn kvalitet, samt vurdering av hvilke indeksverdier som er hensiktsmessige å bruke i tiltaksprioritering.

Resultatene fra pilotområdene gir indikasjoner på hvordan metodikken fungerer, men gir ikke et tilstrekkelig grunnlag for å fastsette endelige terskelverdier eller mål på bynivå. Slike vurderinger forutsetter et bredere sammenligningsgrunnlag og testing av metodikken på flere delnedbørsfelt med ulike karakteristika.

En vesentlig begrensning i pilotfasen er at sensitivitetsanalysen kun er gjennomført for et fåtall områder, og at vektene dermed ikke kan anses som endelig kalibrerte. For å fastsette robuste vektorer for Oslo som helhet bør det gjennomføres flere beregninger og sensitivitetsanalyser for et bredere utvalg områder med ulike egenskaper — herunder områder med varierende grøntandel, vegetasjonstype, grunnforhold, bebyggelsestetthet og forekomst av forsenkninger og åpne vannflater. I tillegg bør det gjennomføres en egen, byomfattende sensitivitetsanalyse der vektene varieres systematisk for hele kommunen samlet, for å vurdere indikatorens robusthet på det nivået den faktisk skal brukes som styringsverktøy

Det er derfor viktig å se pilotfasen som et første steg, der formålet er å teste metodikk, datagrunnlag og prinsipper, og å identifisere styrker og svakheter før en eventuell videreutvikling og oppskalering.

BEGRENSNINGER I PILOTFASEN	VEIEN VIDERE
<ul style="list-style-type: none">To pilotområder gir ikke tilstrekkelig grunnlag for å fastsette terskelverdier eller mål på bynivå.<ul style="list-style-type: none">Behov for å teste modellenMye utredningsarbeid i pilot (mindre tid til testing)Skala og intervaller (lav/middels/høy) er foreløpige.Faktorer og vektorer må valideres gjennom sensitivitetsanalyse.Indeksen er avhengig av kvaliteten på tilgjengelig kartgrunnlag.<ul style="list-style-type: none">Stor usikkerhet på noen kartlagAvhengig av ekstern dataKan undervekte overvanniltak som ikke er grønne? F.eks. permeable dekker	<ul style="list-style-type: none">Sensitivitetsanalyse av faktorer og vektorer.Byomfattende beregning for alle delnedbørsfelt i Oslo.Definere referansetilstand og realistisk måltilstand (f.eks. mot 2040).Differensierte mål for ulike områdetyper (tett by, småhus, grøntpregede områder).Tilsig og avrenning (volum beregninger av vann)Jevnlig oppdatering i takt med nye datagrunnlag.Løfte frem "kommunalt areal"

Figur 19 Oversikt over begrensninger i pilotfasen samt anbefalinger for veien videre.

7.3 Oppskalering og videre bruk

For å kunne vurdere indikatorens fulle verdi som styringsverktøy anbefales det å ta metodikken videre til en byomfattende analyse. Ved å beregne blågrønn byindeks for alle delnedbørsfelt i Oslo kan resultatene aggregeres til en overordnet blågrønn byindeks for hele kommunen. Dette vil gi et helhetlig bilde av hvor langt byen har kommet i arbeidet med å håndtere normalregn med åpne og lokale løsninger, og hvor utviklingen går i ønsket eller uønsket retning.

En slik oppskalering vil også gi et bedre grunnlag for å definere målverdier, vurdere forskjeller mellom områder og støtte prioriteringer på et overordnet nivå.

Videre følger en oversikt over arbeider som vi mener må, bør og kan gjøres i videre utvikling av prosjektet (del 2).

- Arbeider som må gjøres for å ferdigstille produktet:
 - Beregne blågrønn byindeks for alle delnedbørsfelt i Oslo
 - Sensitivitetsanalyse av faktorer og vektning basert på beregninger for alle delnedbørsfelt i Oslo
 - Definere referansetilstand (skala for blågrønn byindeks) basert på beregninger for alle delnedbørsfelt i Oslo
- Arbeider som bør gjøres for å øke kvaliteten på produktet:
 - Utarbeide målverdi for ulike områdetyper og for Oslo som helhet. Områdetyper må defineres.
 - Supplere beregningene av tilsig og avrenning med volumberegninger
 - Oppdatere rapport etter gjennomført videre arbeid
- Arbeider som kan gjøres for å øke kvaliteten og bruksområdet for produktet:
 - Supplere verktøyet med et kartlag som viser kommunalt areal og kommunale prosjekter for å flagge områder hvor kommunen kan gjennomføre tiltak på eget areal. Krever at slikt kartlag utarbeides av kommunen.

7.4 Samlet vurdering og anbefaling

Blågrønn byindeks fremstår som en egnet indikator for å følge opp måloppnåelse innen overvannshåndtering og klimatilpasning, forutsatt at den brukes innenfor sitt tiltenkte formål. Indikatoren gir en etterprøvable og systematisk måte å sammenfatte sammenhenger mellom arealbruk, vegetasjon og overvann i én helhetlig måleparameter.

Samtidig er det viktig å være bevisst indikatorens begrensninger. Den erstatter ikke detaljerte hydrologiske analyser eller lokal prosjektering, og den er avhengig av kvaliteten i tilgjengelig kartgrunnlag. For å realisere indikatorens fulle verdi anbefales det derfor å videreutvikle metodikken gjennom byomfattende analyser, tydelig målformulering og jevnlig oppdatering i takt med nye datagrunnlag.

Blågrønn byindeks

Forslag til resultatindikator for måloppnåelsen innen overvannshåndtering og klimatilpasning

Oppdragsnr.: 52601790 Dokumentnr.: RA-01 Revisjon: J01

8 Vedlegg

Vedlegg 1: Tegninger

Vedlegg 2: Beregningsark for beregning av måltilstand

9 Referanser

K.H.Paus. (2018). *Forslag til dimensjonerende verdier for trinn 1 i Norsk Vanns tre-trinns strategi for håndtering av overvann*. Oslo: Norsk vannforening.