

Dokument fra Skog og landskap 04/2008



skog+
landskap

BIOTOPUTVIKLINGSPOTENSIAL I TRONDHEIM KOMMUNE

Karakterisering av voksesteder basert på
abiotiske faktorer

Ove Klakegg, Frauke Hofmeister, Gunnar Engan,
Åge Nyborg og Jutta Meiforth



Dokument fra Skog og landskap 04/2008

BIOTOPUTVIKLINGSPOTENSIAL I TRONDHEIM KOMMUNE

Karakterisering av voksesteder basert på abiotiske faktorer

Ove Klakegg, Frauke Hofmeister, Gunnar Engan, Åge Nyborg og
Jutta Meiforth

Omslagsfoto: Trondheim sett fra Gråkallen. Foto: O. Klakegg, Skog og landskap

Norsk institutt for skog og landskap, Pb 115, NO-1431 Ås

SAMMENDRAG

Biotoputviklingspotensial i Trondheim kommune er et nytt kartprodukt utviklet i et samarbeidsprosjekt mellom Skog og landskap og Trondheim kommune (Jutta Meiforth). Basert på hovedsakelig abiotiske datakilder (geologi, jordsmonn, markslag, høydedatabase) produseres et heldekkende rasterkart (med 25x25meters oppløsning) og tilhørende datasett over fuktighets- og næringsforhold og grad av menneskelig påvirkning i kommunen. I tillegg til de grunnleggende datasettene benytter modellen også avledede terrengparametre som eksposisjon, topografisk fuktighetsindeks og drenert areal.

Det gis også en lokal verdivurdering av de økologiske klassene og det hele sammenstilles i et økogram for Trondheim kommune.

Kartet brukes i dag av flere etater i kommunen.

SUMMARY

Potential biotope development in the municipality of Trondheim is a new map and dataset developed in a joint project between Norwegian Forest and Landscape Institute and Trondheim municipality (Jutta Meiforth). Based on mainly abiotic digital sources (geology, soil, land cover, digital elevation model) a raster map (with 25x25 meter resolution) is produced giving information about basic ecological parameters as natural nutrient supply, wetness conditions and anthropogenic influence. Terrain parameters as exposition, wetness index and drained area are incorporated in the model.

An echogram for Trondheim municipality is presented, with a proposal for a local evaluation of the ecological classes derived from the model.

Nøkkelord: Jordsmonn, geologi, markslag, biologisk mangfold, biotoper

Key word: Soil, geology, land cover, biodiversity, biotope

INNHold

| | |
|--|----|
| Innledning | 1 |
| Metode | 1 |
| Fuktighetforhold..... | 3 |
| Fuktighetsklassifisering av innmark | 4 |
| Fuktighetsklassifisering av utmark | 8 |
| Justeringsvariable for fuktighet i utmark | 9 |
| Næringsinnhold | 11 |
| Næringsinnhold innmark | 12 |
| Næringsinnhold utmark | 12 |
| Menneskelig påvirkning..... | 14 |
| Menneskelig påvirkning - innmark | 14 |
| Menneskelig påvirkning - utmark | 15 |
| Kalibrering..... | 16 |
| Økogram for Trondheim kommune..... | 18 |
| Bruksområder og de første erfaringer i Trondheim kommune | 21 |
| Videreutvikling | 23 |
| Litteratur..... | 24 |

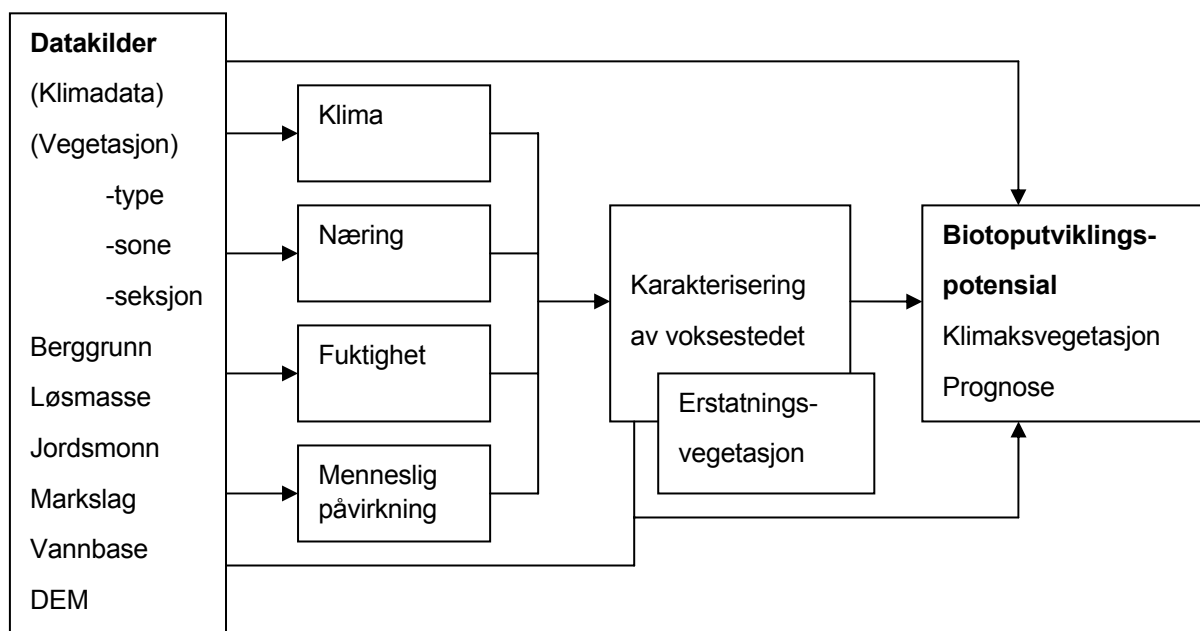
INNLEDNING

Når naturtyper skal kartlegges eller det skal gjøres registreringer av det biologiske mangfoldet i et område er det behov for et kartmateriale som gir oversikt over hvilke spekter av voksesteder som finnes og hvilke potensial disse har. Mange kart gir noe informasjon om voksestedet. Finnes det vegetasjonskart kan mye informasjon hentes derifra. Der vegetasjonsdata mangler kan både geologiske data, jordsmonn- og markslagsdata benyttes til å gi informasjon om voksestedenes naturlige nærings- og fuktighetsforhold. Kombinert med terrengeanalyser og klimadata vil informasjon fra disse kildene kunne gi en bra karakteristikk av de økologiske forholdene på voksestedet. Vi har her benyttet en metodikk (Brahms et al, 1998) som hovedsakelig basert på abiotiske kilder kan framstille **biotopers utviklingspotensial**. I første omgang har vi vektlagt å gi en best mulig karakteristikk av voksestedene basert på en sammenstilling av de tilgjengelige kartdatasettene for Trondheim kommune. Dette datamaterialet kan i neste omgang benyttes som grunnlag i vurdering av biotopers utviklingspotensial.

METODE

Biotoputviklingspotensialet (BUP) er den naturlige og/eller kulturpåvirket vegetasjonsutvikling som kan forventes på et voksested ut fra de rådende økologiske forhold på stedet. BUP kan betraktes som en funksjon av klima (K), jordfuktighet (F), næringsforhold (N) og grad av menneskelig påvirkning (M). Lysforhold er ikke lagt ut separat, men lokalitetenes eksposisjon for solinnstråling inngår i beregningene av jordfuktighet.

Alle tilgjengelige datasett som har opplysninger om disse parametrene (K, F, N, M) konverteres til et felles rasterdatasett i samme koordinatsystem som vist under:



Figur 1: Flyttdiagram for framstilling av arealenes biotoputviklingspotensial

Datasettene som inngår i analysen er berggrunn M 1: 50000 / 1:250000 og løsmasser M 1:50000 fra Norges Geologiske Undersøkelse, jordsmonn M 1:5000 og markslag M 1:5000 fra Norsk Institutt for Skog og Landskap og vannbase M 1:50000 og 25x25 meters høydedatabase fra Statens Kartverk. Det ble også kjørt analyser med et 5x5 meters høyderaster generert fra økonomisk kartverk. I den endelige kjøringen ble det valgt en oppløsning på 25x25 meter da den landsdekkende høydedatabasen har denne oppløsningen. 5x5 meters rasteret ble for detaljert og uryddig som grunnlag for et kommunekart. Vegetasjonsdata inngår ikke, men en del naturtyperegistreringer er benyttet til kalibrering av modellen. Klimadataene er ikke benyttet på lokalt nivå, men disse vil bli integrert ved oppskalering til regionalt eller landsdekkende nivå.

I første omgang klassifiseres arealene etter fuktighet, næringsforhold, og menneskelig påvirkning som igjen kan gi grunnlag for å klassifisere lokalitetene som Ekstrem, Spesiell, Vanlig eller Ikke klassifiserbar. Andre økologiske parametre kan også trekkes inn i denne vurderingen.

Basert på en klassifisering av de aktuelle abiotiske voksestedsforholdene er det mulig til å gi en prognose for en framtidig klimaksvegetasjon eller kulturpåvirket erstatningsvegetasjon. En sån prognose forutsetter blant annet kunnskap om den naturlige vegetasjonsutviklingen i området, reversibilitet og virkninger av menneskelige påvirkninger som for eksempel gjødsel og forventet klimautvikling.



Figur 2: Kunnskap om de abiotiske voksestedsforholdene er nødvendig for å kunne gi prognoser på framtidig vegetasjonsutvikling under endra klimaforhold.

FUKTIGHETSFORHOLD

Arealenes fuktighetsforhold genereres ved hjelp av vannbase, terrengforhold (høydedatabase) samt opplysninger fra DMK, løsmassekart og jordsmonndata. Arealene klassifiseres etter Müller (1997), der det benyttes en skala fra 0 - 11:

Tabell 1: Fuktighetsklasser

| Fuktighets-klasse | Beskrivelse | Egnethet for landbruksdrift |
|--------------------------|--------------------|--|
| 0 | Helt tørr | Steppe |
| 1 | Sterkt tørr | For tørr for landbruksdrift |
| 2 | Middels tørr | Ofte for tørr for åkerdrift og grønnsakproduksjon |
| 3 | Svakt tørr | Egna til åkerdrift, men for tørr for intensiv grønnsakproduksjon |
| 4 | Svak frisk | Egna til åkerdrift, men kan være problem med sommertørke |
| 5 | Middels frisk | Egna til åkerdrift og grønnsakproduksjon |
| 6 | Sterkt frisk | Egna til åkerdrift, men kan være for fuktig om våren |
| 7 | Svak fuktig | Marginal for åkerdrift |
| 8 | Middels fuktig | Egna til eng, uegnet for åkerdrift |
| 9 | Sterkt fuktig | Marginal for eng |
| 10 | Våt | For våt for landbruksdrift |
| 11 | Åpent vann | |
| 12 | Tørr og fuktig | Komplekse figurer med både fuktig og tørt jordsmonn |
| 99 | Ikke klassifisert | |

Fuktighetsnivået for en arealenhet beregnes ut fra følgende formel:

$$F = f(F_{\text{innmark}}; F_{\text{utmark}})$$

der

F_{innmark} = fuktighetsklasse for jordbruksareal basert på jordsmonndata:

F_{utmark} = fuktighetsklasse for utmarksareal basert på løsmasse og markslag:

$F = F_{\text{innmark}}$ når FTEMA = 4240 i jordsmonndatabasen

ellers

$F = F_{\text{utmark}}$

Fuktighetsklassifisering av innmark

Fuktighetsklasser for innmark avledes i sin helhet fra jordsmonndatabasen som dekker alt dyrka areal i Trondheim kommune. Redskaper for plassering av jordtyper i fuktighetsklasser er et klassifikasjonssystem som bygger på WRB (World Reference Base for Soil Resources, 2006) og som er utviklet spesielt for å kunne avlede jordkvalitetsindekser for hver jordtype. Hver jordtype er knyttet til en variabel, WRBQ, som inneholder informasjon om en rekke diagnostiske egenskaper. I denne sammenhengen er det spesielt dreneringsegenskaper, tekstur, dybde til fjell og innhold av organisk materiale som er brukt.

Etter at alle jordtypene ble plassert i klasser, ble jordtypene i klasse 2, 3 og 4 revurdert på bakgrunn av tekstur i overflatesjiktet og beregninger av vannlagringsevne. Dette førte til noen justeringer. Klassene 0, 1 og 10 er ikke representert på dyrket mark. Fremgangsmåten for plassering i klasser og eventuell justering er beskrevet under.



Figur 3: På dyrket mark er klassifiseringen basert på detaljert informasjon fra jordsmonndatabasen ved Skog og landskap

Tabell 2: Kriterier for å klassifisere jordsmonnet i fuktighetsklasse Middels tørr

| Klasse 2: Middels tørr | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| | Jordsmonnegenskap |
| 1. | humusfattig eller -holdig |
| og | godt drenert |
| og | svært grov eller svært grunn |
| 2. | humusfattig eller -holdig |
| og | selvdrenert |
| og | sand tekstur |
| og | høyt grusinnhold eller aurbelle |

Det betyr at klassen inneholder godt drenert jordsmonn med et humusfattig eller humusholdig matjordlag, og som i tillegg enten har dybde til fjell mindre enn 50 centimeter eller består av mer enn 80 volumprosent grus og grovere fragmenter. Den inneholder også selvdrenert jord som er dominert av sand og som i tillegg har mellom 40 og 80 volumprosent grus og grovere fragmenter, eller aurbelle innen 60 centimeter dybde.

Unntak er påfylt jord (Z) og jordtyper med siltig finsand, sandig silt, silt, siltig leire eller siltig mellomleire i matjordlaget. Unntakene blir plassert i klasse 3.

Tabell 3: Kriterier for å klassifisere jordsmonnet i fuktighetsklasse Svakt tørr

| Klasse 3: Svakt tørr | |
|-----------------------------|--|
| | Jordsmonnegenskap |
| 1. | humusfattig eller -holdig |
| og | selvdrenert |
| og | sand tekstur |
| og | ikke grunnere enn 50 centimeter og ikke høyt grusinnhold |
| 2. | humusrik |
| og | svært grov |
| og | ikke dårlig drenert |

Denne klassen inneholder selvdrenert jordsmonn med humusfattig eller humusholdig matjord hvor sand er den dominerende tekturen. Dybde til fjell er over 50 centimeter og innhold av grus og grovere fragmenter overstiger ikke 40 volumprosent. Den inneholder også humusrik jord som har mer enn 80 volumprosent grus og grovere fragmenter.

Unntak er jordtyper med matjordlag som er grusrikt eller består av mellomsand eller grovsand. Disse flyttes ned til klasse 2. Jordtyper med matjordlag som består av sandig silt, silt eller siltig leire flyttes opp til klasse 4.

Tabell 4: Kriterier for å klassifisere jordsmonnet i fuktighetsklasse Svakt frisk

| Klasse 4: Svakt frisk | |
|------------------------------|--------------------------|
| | Jordsmonnegenskap |
| 1. | humusrik eller Anthrosol |
| og | selvdrenert |
| og | sand tekstur |
| og | ikke svært grov |

Denne klassen inneholder selvdrenert jord med humusrikt matjordlag og som er dominert av sand. Unntak er jord med mer enn 80 volumprosent grus og grovere fragmenter.

Jordtyper som ikke er Anthrosol og som har et grusrikt matjordlag eller et matjordlag som består av mellomsand eller grovsand flyttes til klasse 3.

Tabell 5: Kriterier for å klassifisere jordsmonnet i fuktighetsklasse Middels frisk

| Klasse 5: Middels frisk | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| | Jordsmonnegenskap |
| 1. | moderat godt drenert |
| og | ikke organisk overflatesjikt |
| og | ikke sand tekstur |
| og | ikke svært grov |
| 2. | godt drenert |
| og | ikke sand tekstur |
| og | ikke svært grov |
| og | ikke grunnere enn 50 centimeter |

Denne klassen inneholder selvdrenert jord som ikke er dominert av sand og ikke har mer enn 80 volumprosent grus og grovere fragmenter. Hvis matjordlaget ikke er humusrikt, skal dybden til fjell være over 50 centimeter. Matjordlaget skal ikke være organisk.

Tabell 6: Kriterier for å klassifisere jordsmonnet i fuktighetsklasse Sterkt frisk

| Klasse 6: Sterkt frisk | |
|-------------------------------|--|
| | Jordsmonnegenskap |
| 1. | Stagnic (sjikt med dårlig infiltrasjonsevne) |
| og | ikke organisk overflatesjikt |
| 2. | organisk overflatesjikt |
| og | ikke dårlig drenert |

Denne klassen inneholder dårlig drenert jord som periodevis er vannmettet med stagnerende overflatevann, og som ikke har et organisk overflatesjikt. Den inneholder også selvdrenert jord eller jord som er periodevis vannmettet av friskt sigevann, og som har organisk overflatesjikt.

Tabell 7: Kriterier for å klassifisere jordsmonnet i fuktighetsklasse Svakt fuktig

| Klasse 7: Svakt fuktig | |
|-------------------------------|------------------------------|
| Jordsmonnegenskap | |
| 1. | periodevis høyt grunnvann |
| og | ikke organisk overflatesjikt |

Denne klassen inneholder dårlig drenert jord som er periodevis vannmettet av stagnert grunnvann og som ikke har et organisk overflatesjikt.

Tabell 8: Kriterier for å klassifisere jordsmonnet i fuktighetsklasse Middels fuktig

| Klasse 8: Middels fuktig | |
|---------------------------------|-------------------------|
| Jordsmonnegenskap | |
| 1. | organisk overflatesjikt |
| og | dårlig drenert |

Denne klassen inneholder dårlig drenert jord, enten grunnet stagnerende overflatevann eller periodevis høyt grunnvann, som har et organisk overflatesjikt.

Tabell 9: Kriterier for å klassifisere jordsmonnet i fuktighetsklasse Sterkt fuktig

| Klasse 9: Sterkt fuktig | |
|--------------------------------|---------------|
| Jordsmonnegenskap | |
| 1. | organisk jord |

Denne klassen inneholder organisk jord, d.v.s. jordsmonn hvor organiske lag utgjør mer enn 40 centimeter total tykkelse innen 1meters dybde og som ikke er begravd av mineraljord som utgjør en tykkelse på mer enn 40 centimeter. Denne klassen omfatter også omgravd myr.

For komplekse jordsmonnfigurer gjelder følgende klassifisering:

Tabell 10: Vekting av fuktighet for komplekse jordsmonnfigurer

| Kartfigurens fuktighetsklasse, innmark (F_{innmark}) | | Kartfigurens største fuktighetsverdi (max F_{WRBQ}; F_{Ntekstur}) | | |
|--|----------|--|-------------------|---------------|
| Kartfigurens minste fuktighetsverdi (min F _{WRBQ} ; F _{Ntekstur}) | F_klasse | 0-3 | 4-6 | 7-11 |
| | 0-3 | Minste verdi | Minste verdi | 12 |
| | 4-6 | - | Dominerende verdi | Største verdi |
| | 7-11 | - | - | Største verdi |

Fuktighetsklassifisering av utmark

Hovedkildene for vurdering av fuktighetsforhold i utmark er løsmasse- og markslagsdata. Kodeforklaringene til disse datasettene ligger i vedlegget. Markslagsdataene (M 1:5000) har en langt finere oppløsning enn løsmassekart (M 1:50000) og vektes derfor sterkere for en del kategorier. I tillegg gjøres noen justeringer basert på terrengforhold (ΔF_{utmark}). Følgende regler gjelder for beregning av fuktighetsklasser i utmark:

$$F_{\text{utmark}} = f(F_{\text{løsmasse}}, F_{\text{dmk}}) + \Delta F_{\text{utmark}}$$

der

$$F_{\text{dmk}} / F_{\text{løsmasse}}$$

og

$$\Delta F_{\text{utmark}} = \sum(\Delta F_{\text{klima}}, \Delta F_{\text{eksposisjon}}, \Delta F_{\text{wetnessindex}}, \Delta F_{\text{vannbuffer}}, \Delta F_{\text{vannsigareal}})$$

Tabell 11: Verdi for fuktighet ved kombinasjon av markslagsdata og kvartærgeologiske data

| Fuktighetsklasse basert på DMK og løsmasse | | Arealenes fuktighetsverdi basert på kvartærgeologiske data (F _{løsmasse}) | | | | | | | | | |
|---|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|
| F _{dmk} / F _{løsmasse} | | | | | | | | | | | |
| Arealenes fuktighetsverdi basert på markslagsdata (F _{dmk}) | F_klasse | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 9 | 99 | |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 5 | 2 | |
| | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 | 3 | |
| | 4-6 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 | 5 | |
| | 2-8 | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 5 | |
| | 3-8 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 6 | |
| | 5-8 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 7 | 8 | 7 | |
| | 9-10 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | |
| | 99 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 9 | 99 | |

Størrelsen på ΔF_{utmark} avgrenses som vist i følgende tabell:

Tabell 12: Regel for største justering av fuktighetsklasse fra terrengparametre

| ΔF_{utmark} | F _{dmk} / F _{løsmasse} | | |
|---|--|------|----|
| | 0 -3; 7- 9 | 4 -6 | >9 |
| Maks absoluttverdi for ΔF_{utmark} | 1 | 2 | 0 |

JUSTERINGSVARIABLE FOR FUKTIGHET I UTMARK

Fuktighetsverdiene fra hovedkildene løsmasse og markslag justeres ut fra tilleggsinformasjon som nedbør (ΔF_{klima}), eksposisjon ($\Delta F_{\text{eksposisjon}}$), terrengets fuktighetsindeks ($\Delta F_{\text{wetnessindex}}$), avstand fra åpent vann ($\Delta F_{\text{vannbuffer}}$) og nedstrøms sigevann fra løsmasser som fungerer som grunnvannsmagasin ($\Delta F_{\text{vannsigareal}}$).

Justering for klima (ΔF_{klima})

Det er ikke lagt inn justeringer for forskjeller i temperatur og nedbør internt i Trondheim kommune. Gjennomsnittlig årsnedbør varierer fra 800mm til 1100mm internt i kommunen. Foreløpig har vi ikke funnet grunnlag for å justere for dette.

Justering for eksposisjon ($\Delta F_{\text{eksposisjon}}$)

Arealenes fuktighetsklasse justeres for eksposisjon (nord/syd-helling) etter følgende tabell:

Tabell 13: Regel for justering av fuktighetsklasse basert på arealets eksposisjon

| Retning | Helling (%) | $\Delta F_{\text{eksposisjon}}$ |
|--------------------------------------|-------------|---------------------------------|
| Syd ($180^{\circ} \pm 45^{\circ}$) | 0-20 | 0 |
| | >20 | -1 |
| Nord ($0^{\circ} \pm 45^{\circ}$) | 0-20 | 0 |
| | >20 | 1 |
| Andre | | 0 |

Siden det ikke benyttes en innstrålingsmodell tas det ikke hensyn til horisontens innvirkning som for eksempel at enkelte sydhellinger kan ligge i skygge fordi det er høye fjell i syd.

Justering for topografisk fuktighetsindeks (ΔF_{WI})

Topografisk fuktighetsindeks (WI) som uttrykker arealets fuktighet basert på topografisk beliggenhet beregnes fra høydedataene basert på følgende formel:

$$WI = \ln(As/\tan\text{Slope})$$

der

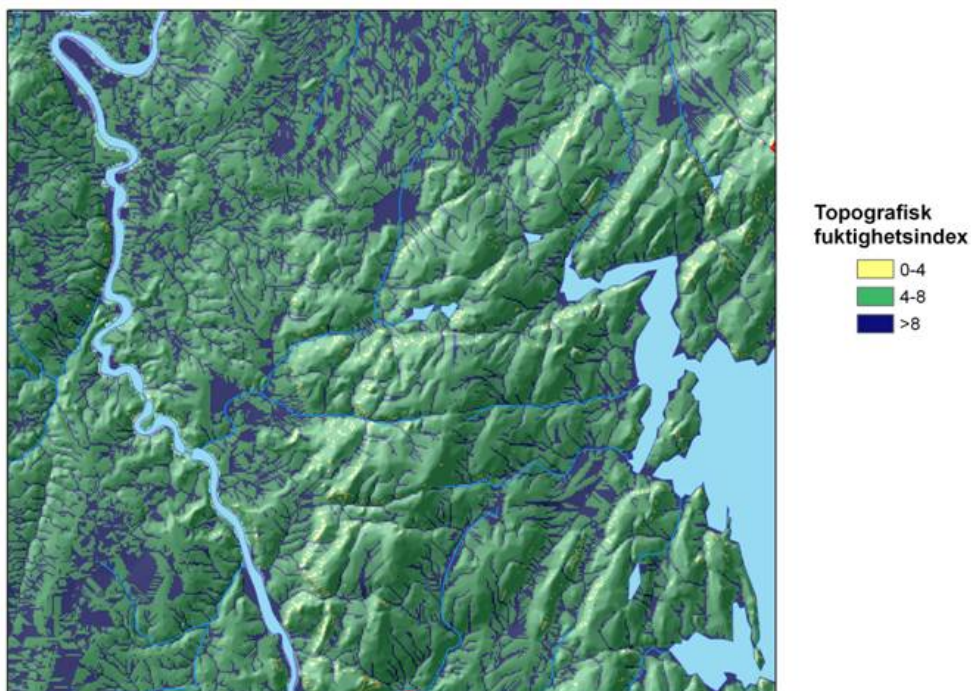
As = spesifikt oppstrøms areal

tanSlope = tangens til rutens helling

Basert for verdien av WI gjøres følgende justeringer for arealets fuktighetsklasse:

Tabell 14: Regel for justering av fuktighetsklasse basert på topografisk fuktighetsindeks

| Topografisk fuktighetsindeks (WI) | Justering av fuktighetsklasse (ΔF_{WI}) |
|-----------------------------------|--|
| 0-4 | -1 |
| 4-8 | 0 |
| >8 | 1 |



Figur 4: Klassifisering av fuktighet ved hjelp av topografisk fuktighetsindeks

Justering for arealer nær åpent vann ($\Delta F_{\text{vannbuffer}}$)

For arealer nær åpent vann justeres fuktighetsverdien etter følgende tabell:

Tabell 15: Regel for justering av fuktighetsklasse basert på avstand fra åpent vann

| Avstand fra vann, bekk, elv (i meter) | $\Delta F_{\text{vannbuffer}}$ |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| 0-5 | 1 |
| >5 | 0 |

Justering for sigevann fra grunnvannsmagasin ($\Delta F_{\text{vannsigareal}}$)

Arealer som ligger nedenfor løsmasser med grunnvann ($\Delta F_{\text{vannsigareal}}$) justeres med 1 fuktighetsklasse. Vannsigarealet, dvs. arealer som mottar vann fra løsmasser med grunnvann, avledes fra terrengmodellen og løsmasseinformasjon.

Tabell 16: Regel for justering av fuktighetsklasse for sigevannarealer

| Ovenforliggende JORDART | $\Delta F_{\text{vannsigareal}}$ |
|---|----------------------------------|
| Breelavsetning (Glasifluvial avsetning) | 1 |
| Breelv- og elveavsetning | 1 |
| Ryggformet breelavsetning (Esker) | 1 |
| Haugformet breelavsetning (Kame) | 1 |
| Marin strandavsetning, sammenhengende dekke | 1 |
| Andre | 0 |

NÆRINGSINNHold

Arealenes naturlige næringsinnhold klassifiseres etter følgende skala (Bathke et al, 2003):

Tabell 17: Klasser for næringsinnhold

| N_klasse | Nemning | Basemetning (antydningvis) |
|-----------------|------------------------|---------------------------------------|
| 1 | Næringsfattig | < 30 |
| 2 | Middels næringsinnhold | 30-80 |
| 3 | Næringsrik | > 80 |
| 9 | Ikke klassifisert | |

Innholdet av plantenæringsstoffer for en arealenhet beregnes ut fra følgende formel:

$$N = f(N_{\text{innmark}}, N_{\text{utmark}}, N_{\text{vannsigareal}})$$

der

N_{innmark} = næringsinnholdsklasse for jordbruksareal basert på jordsmonndata

N_{utmark} = næringsinnholdsklasse for utmarksareal basert på berggrunn, løsmasse og markslag:

$N_{\text{vannsigareal}}$ = næringsinnholdsklasse for arealer som mottar næringsrikt vann fra ovenforliggende rik berggrunn (naturlig spredningsareal)

Verdien per polygon/piksel for N settes ut fra følgende regel:

$N = N_{\text{innmark}}$ når FTEMA = 4240 i jordsmonndatabasen

ellers

$N = N_{\text{utmark}}$

Næringsinnhold innmark

Denne gradienten er inndelt i 3 klasser etter basemetningsgrad. Ettersom det meste av jordbruksarealet i Norge er systematisk gjødslet og kalket, går vi ut fra at bare Næringsholdig og Næringsrik (klasse 2 og 3) finnes på innmark. Her brukes også WRBQ-variabelen og da spesielt informasjon om karbonatinnhold (reaksjon med saltsyre) til å fordele jordtypene på de to klassene.

Tabell 18: Kriterier for å klassifisere jordsmonnet i klasser etter næringsinnhold

| Næringsinnhold | Jordsmonnegenskap |
|------------------------|-------------------|
| Middels næringsinnhold | ikke kalkholdig |
| Næringsrik | kalkholdig |

Næringsinnhold utmark

Klasse for jordsmonnets potensielle næringsinnhold i utmarksareal settes ut fra informasjon om berggrunn, løsmasse og markslag.

$$N_{\text{utmark}} = \text{største}(N_{\text{geologi}}, N_{\text{vannsigareal}}, N_{\text{dmk}}) \neq 9 \text{ per arealenhet (polygon/piksel)}$$

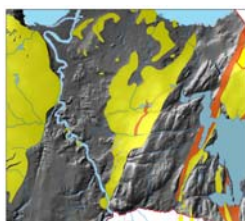
der

N_{geologi} = Arealenes næringsinnhold basert på geologiske informasjonskilder

$N_{\text{vannsigareal}}$ = Arealer som får tilført næringsstoffer fra ovenforliggende næringsrik berggrunn

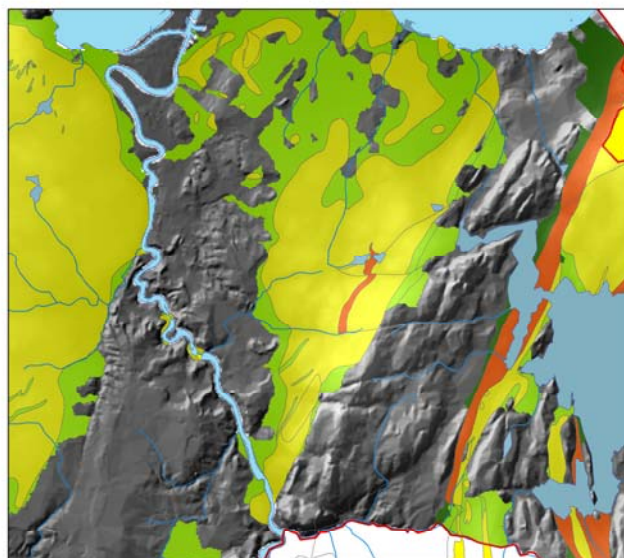
N_{dmk} = Næringsinnhold basert på markslag

Arealenes næringsinnhold basert på geologiske informasjonskilder framskaffes ved å kombinere berggrunnsdata (HBERGKODE) med overdekning av løsmassedata (JORDART). Arealer som får tilført næringsstoffer fra ovenforliggende næringsrik berggrunn gis samme klasse som det ovenforliggende arealet. Dette beregnes ved hjelp av høydedataene og funksjon for drenert areal (Figur 5).



a)

Næringsrik berggrunn



b)

Figur 5: a) Områder med næringsholdig (gul) eller næringsrik (rød) berggrunn/løsmasse. b) Områder med vannsig fra næringsholdig eller næringsrik (rød) berggrunn/løsmasse klassifiseres som næringsholdige (lys grønn) eller næringsrike (mørk grønn) arealer

Næringsinnholdet i utmark (N_{utmark}) er så gitt ved å kombinere verdier fra markslag med geologisk informasjon/sigevann:

Tabell 19: Regel for å fastsette en samlet verdi for næringsinnhold i utmarksarealer

| Næringsinnhold utmark (N_{utmark}) | | Næringsinnhold fra geologisk informasjon + vannsigareal | | | |
|--|-----------|---|---|---|---|
| | | $N_{geologi} / N_{vannsigareal}$ | | | |
| Næringsinnhold fra markslag (N_{dmk}) | N_klasser | 1 | 2 | 3 | 9 |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | 1-2 | 1 | 2 | 2 | 9 |
| | 1-3 | 1 | 2 | 3 | 9 |
| | 2-3 | 2 | 2 | 3 | 9 |
| 9 | 1 | 2 | 3 | 9 | |

MENNESKELIG PÅVIRKNING

Det gis her en klassifisering etter graden av menneskelig påvirkning der følgende klasser benyttes:

| Klasse for menneskelig påvirkning (M_klasse) | Nemning | Beskrivelse |
|--|-------------------|-----------------------------|
| 1 | Lite endret | Utmark, skog |
| 2 | Noe endret | Pløyd, dyrket |
| 3 | Mye endret | Planert; påfyllt; Anthrosol |
| 4 | Helt endret | Tettbebyggelse |
| 9 | Ikke klassifisert | |

$$M = f(M_{\text{innmark}}, M_{\text{utmark}})$$

der

M_{innmark} = klasse for menneskelig påvirkning for jordbruksareal basert på jordsmonndata

M_{utmark} = klasse for menneskelig påvirkning for utmarksareal basert på fkb-data, geologiske data og markslag

Verdien for M settes ut fra følgende regel:

$M = M_{\text{innmark}}$ når arealene er klassifisert i jordsmonndatabasen

ellers

$M = M_{\text{utmark}}$

Menneskelig påvirkning - innmark

Informasjon om menneskelig påvirkning på innmark hentes fra jordsmonnindeksen, WRBQ.

Følgende regler gjelder:

$M_{\text{innmark}} = \text{største}(M_{\text{WRBQ}}) \neq 9$ per polygon/piksel

der arealene klassifiseres etter følgende tabell:

Tabell 20: Gradering av menneskelig påvirkning på innmark

| Jordsmonn | MWRBQ |
|---|-------|
| Arealer som er planert, påfyllt eller har tykt matjordlag etter lang tids dyrking (Anthrosol) | 3 |
| Andre dyrka areal | 2 |
| Ingen data | 9 |

Jordsmonn i klasse 2 vil over tid gå tilbake til sin omtrentlige udyrka status etter at jordbruksdriften opphører. For klasse 3 er endringene irreversible eller det vil ta svært lang tid før det originale jordsmonnet kommer tilbake. Klasse 1 finnes ikke på dyrket mark.

Menneskelig påvirkning - utmark

Informasjon om menneskelig påvirkning utenom dyrket mark hentes i første rekke fra markslag, men også fra geologiske data og felles kartbase (FKB):

$$M_{\text{utmark}} = \text{største}(M_{\text{fbk}}; M_{\text{geologi}}; M_{\text{dmk}})$$

der arealene klassifiseres som vist i følgende tabell:

Tabell 21: Gradering av menneskelig påvirkning i utmark

| DMK | Løsmasse | FKB | Klasse for menneskelig påvirkning |
|-------------|------------------------|-----------------------|--|
| Andre | Andre | Ingen | 1 |
| Dyrket mark | Ingen | Ingen | 2 |
| Ingen | Ingen | Ingen | 3 |
| Grustak | Fyllmasse Steintipp | Tettbebyggelse Veg | 4 |

KALIBRERING

En feltbefaring sommeren 2007 og kommunens naturtypedata er benyttet til validering og kalibrering av modelleringen av biotoputviklingspotensial. Nærmere hundre lokaliteter fra naturtypekartlegginga i Trondheim er brukt for å sjekke kvaliteten på modellert fuktighets- og næringsinnhold for lokalitetene. Resultatet av valideringen går fram av tabell 22 og 23.

Av de 94 lokalitetene hadde 72 lokaliteter riktig fuktighetsklasse og 10 var delvis riktig. Kun 5 lokaliteter hadde feil fuktighetsklasse. 2 av 5 lokaliteter i Rik edellauvskog var blant disse. På dette punkt er modellen justert.



Figur 6: Feltbefaringen sommeren 2007 viste akseptabel klassifisering av myrlokalteter

Tilsvarende undersøkelse av næringsforhold gav 45 riktig, 19 delvis riktig og 23 feil. Rik edellauvskog er korrigert for, i tillegg har Småbiotoper og Viktige bekkedrag en stor andel feil på næringsinnhold. Noen av bekkedragene ligger i tilknytning til jordbruksareal og får (kunstig) næringstilførsel fra disse. De representerer derfor ikke de naturgitte forholdene som vi forsøker å modellere. Likevel synes feilprosenten på næringsinnhold å være noe høyere enn for fuktighet.

Det trengs et større antall sjekkpunkter for å slå fast om de trender som her er observert, er statistisk holdbare.

Tabell 22: Validering av biotoputviklingspotensialets fuktighetsvurdering i forhold til naturtypelokalitetens fuktighet (antall)

| Validering av fuktighet: Biotoputviklingspotensial versus naturtype | Klassifiseringsresultat for fuktighet | | | | |
|--|---------------------------------------|----------|------------|-----------|-----------|
| | Delvis riktig | Feil | Irrelevant | Riktig | Totalt |
| NATURTYPE | | | | | |
| Beiteskog | | | | 4 | 4 |
| Gammel barskog | 1 | | | 2 | 3 |
| Gammel lauvskog | | | | 1 | 1 |
| Gråor - heggskog | 1 | 1 | | 18 | 20 |
| Intakte høgmyrer | | | | 4 | 4 |
| Intakt lavlandsmyr i innlandet | | | | 2 | 2 |
| Naturbeitemark | 2 | 1 | | 6 | 9 |
| Parklandskap | | | 5 | | 5 |
| Rik blandingsskog i lavlandet | 1 | | | | 1 |
| Rik edellauvskog | | 2 | | 3 | 5 |
| Rikmyr | | | | 3 | 3 |
| Rikt strandberg | 1 | | | 3 | 4 |
| Slåtteenger | | | | 1 | 1 |
| Slåttemark | | 1 | | | 1 |
| Småbiotoper | 4 | | | 8 | 12 |
| Store gamle trær | | | 2 | | 2 |
| Viktig bekkedrag | | | | 17 | 17 |
| Totalt | 10 | 5 | 7 | 72 | 94 |

Tabell 23: Validering av biotoputviklingspotensialets vurdering av næringsinnhold i forhold til naturtypelokalitetens indikasjon på næringsinnhold (antall lokaliteter)

| Validering av næringsinnhold: Biotoputviklingspotensial versus naturtype | Klassifiseringsresultat for næringsinnhold | | | | |
|---|--|-----------|------------|-----------|-----------|
| | Delvis riktig | Feil | Irrelevant | Riktig | Totalt |
| NATURTYPE | | | | | |
| Beiteskog | 1 | | | 3 | 4 |
| Gammel barskog | 2 | 1 | | | 3 |
| Gammel lauvskog | | | | 1 | 1 |
| Gråor - heggskog | 2 | 4 | | 14 | 20 |
| Intakte høgmyrer | | | | 4 | 4 |
| Intakt lavlandsmyr i innlandet | 1 | | | 1 | 2 |
| Naturbeitemark | 1 | | | 8 | 9 |
| Parklandskap | | | 5 | | 5 |
| Rik blandingsskog i lavlandet | | 1 | | | 1 |
| Rik edellauvskog | | 3 | | 2 | 5 |
| Rikmyr | 3 | | | | 3 |
| Rikt strandberg | 4 | | | | 4 |
| Slåtteenger | | | | 1 | 1 |
| Slåttemark | | | | 1 | 1 |
| Småbiotoper | 2 | 7 | | 3 | 12 |
| Store gamle trær | | | 2 | | 2 |
| Viktig bekkedrag | 3 | 7 | | 7 | 17 |
| Totalt | 19 | 23 | 7 | 45 | 94 |

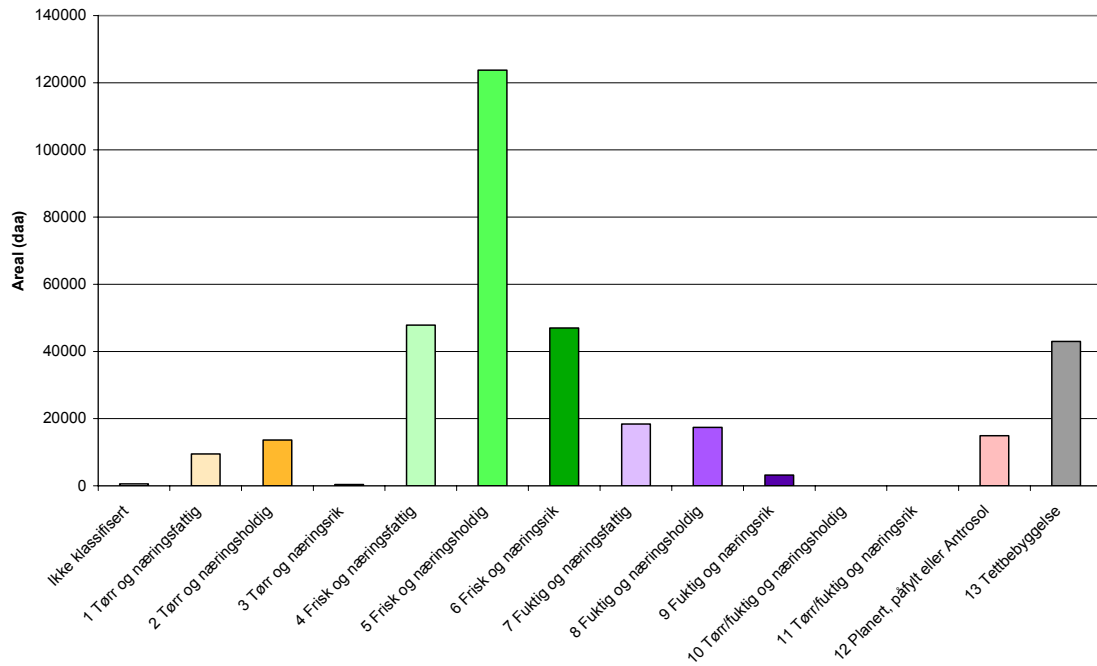
ØKOGRAM FOR TRONDHEIM KOMMUNE

Informasjon om voksestedenes fuktighet, næringsforhold og menneskelig påvirkning kan sammenstilles i et felles diagram, her kalt økogram, for Trondheim kommune. Dette gjøres ved å kombinere de nevnte forhold som vist i Tabell 24. Den geografiske fordelingen av disse klassene går fram av vedlagte kart over Biotoputviklingspotensial i Trondheim kommune. Arealfordelingen av de 13 klassene går fram av Figur 7.

I tillegg gjøres en verdivurdering der disse reklassifiseres i kategoriene Ekstrem, Spesiell, Vanlig og Ikke klassifiserbar (Tabell 26). Denne verdiklassifiseringen er basert på den lokale fordelingen av økologiske klasser i Trondheim kommune. Det hele er sammenfattet i et økogram for Trondheim kommune (Tabell 26).





Tabell 24: Økologiske klasser

| Klasse | Betegnelse |
|--------|--|
| 1 | Tørr og næringsfattig |
| 2 | Tørr og næringsholdig |
| 3 | Tørr og næringsrik |
| 4 | Frisk og næringsfattig |
| 5 | Frisk og næringsholdig |
| 6 | Frisk og næringsrik |
| 7 | Fuktig og næringsfattig |
| 8 | Fuktig og næringsholdig |
| 9 | Fuktig og næringsrik |
| 10 | Tørr/fuktig og næringsholdig |
| 11 | Tørr/fuktig og næringsrik |
| 12 | Planert, påfylt eller Anthrosol på dyrket mark |
| 13 | Tettbebyggelse |



Figur 7: Arealfordeling etter økologiske klasser i Trondheim kommune

Tabell 25: Vurderingskategorier

| Fargekode | Vurderingskategorier | Klasse | Beskrivelse |
|---|------------------------|-------------|--|
|  | Ekstreme stedsforhold | 1, 3, 9, 11 | Denne kategorien omfatter de voksesteder i Trondheim kommune som har potensial for de mest ekstreme vegetasjonsutførelser. De er enten veldig tørre og næringsfattige (med potensial til for eksempel hei eller sørvendt, bart fjell) eller næringsrike og tørre eller næringsrike og fuktige (med potensial til for eksempel rike strandberg i strandsonen eller rikmyr på fuktige steder). |
|  | Spesielle stedsforhold | 2, 7, 8, 10 | Spesielle stedsforhold i Trondheim skiller seg fra de vanlige forekomstene ved kombinasjoner av tørre og/eller fuktige forhold med middels til fattig næringsinnhold (med potensial til for eksempel hei i fjellområder eller fattige til middelsrike myr). |
|  | Vanlige stedsforhold | 4, 5, 6 | Vanlige stedsforhold omfatter friske arealer med ulike næringsforhold som vanligvis er godt egnet for jordbruk (hvis topografien tillater det). |
|  | Ikke vurdert | 12, 13 | Sterkt menneskelig påvirkede arealer blir ikke vurdert. Dette er jordbruksarealer med sterkt menneskelig påvirkning (planert, påfyllt eller anthrosol) eller tettbebyggelse. |

Tabell 26: Økogram for Trondheim kommune. Reklassifisering av fuktighet og næringsinnhold til økologiske klasser og vurdering av biotoputviklingspotensialet. (Forklaring av farger, se Tabell 25).

| Økologiske klasser basert på fuktighet og næringsinnhold | | Klasse for næringsinnhold | | |
|--|------|---------------------------|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Fuktighetsklasse | 0-3 | 1 | 2 | 3 |
| | 4-7 | 4 | 5 | 6 |
| | 8-11 | 7 | 8 | 9 |
| | 12 | - | 10 | 11 |

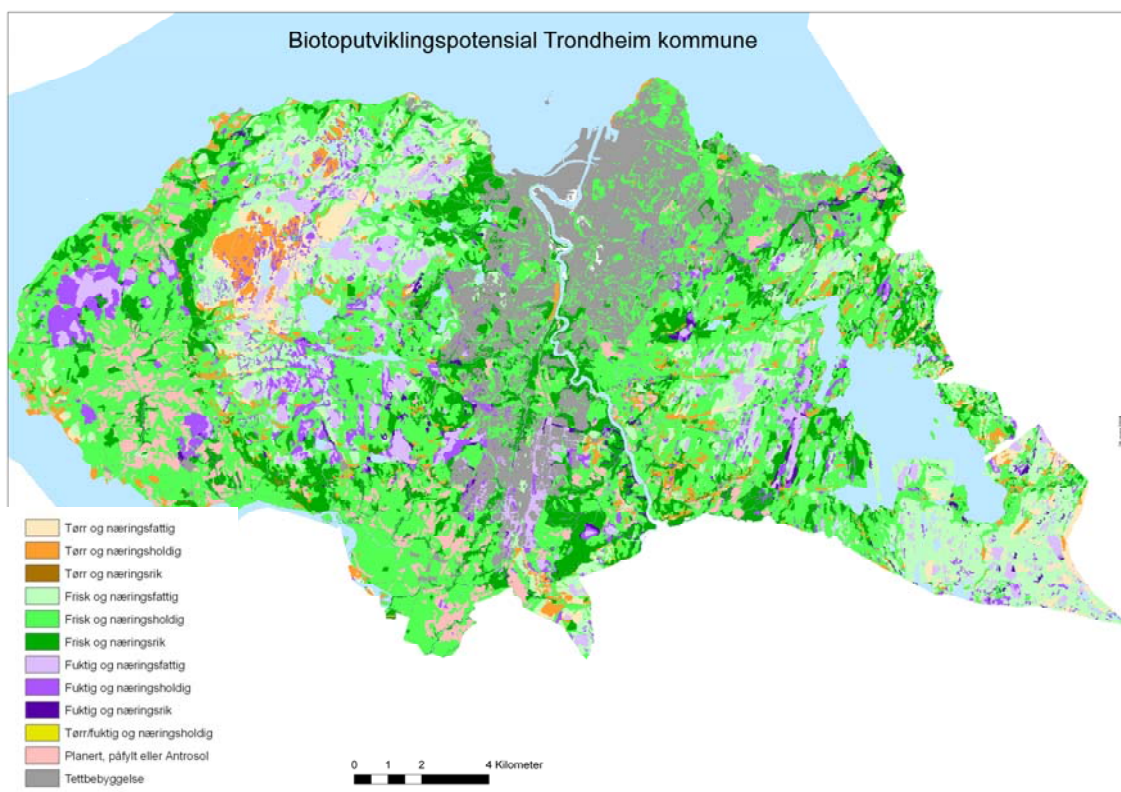
Ikke overraskende finner vi mest arealer i klasser som er vurdert som Vanlige stedsforhold. Den største andelen utgjør *Frisk og næringsholdig* (36,4%), men det er også betydelige arealer av klassene *Frisk og næringsfattig* (14,0%) og *Frisk og næringsrik* (13,8%). Disse arealene egner seg for landbruk og er i dag brukt som jord- og skogsbruksarealer der topografien tillater det.

Tørr og næringsrik (0,1%) og *Fuktig og næringsrik* (1,0%) er mer sjeldne kombinasjoner i Trondheim kommune. Tørre og næringsrike arealer finnes spredt som sørvendte bakker langs veier og i skogsområder. Kategorien fuktig og næringsrik forekommer ofte på arealer med rikmyr og kartet gir derfor verdifulle informasjon for kartlegging av denne naturtypen.

Nesten 43km² (12,7%) av arealet er *Tettbebyggelse* og knapt 15km² (4,4%) er *Planert/påfylt eller Anthrosol* (jordbruksareal som er mye endra fra naturlig tilstand).

BRUKSOMRÅDER OG DE FØRSTE ERFARINGER I TRONDHEIM KOMMUNE

Kartet Biotoputviklingspotensial i Trondheim kommune (Figur 8) har en rekke bruksområder. Det kan for eksempel benyttes som beslutningsgrunnlag for plan- og byggesaksprosesser, for kartlegging av biologisk mangfold, prioritering av tiltak for ekstensivering av landbruksarealer og skjøtselsplaner for kommunale grøntområder. Tabell 27 gir en oversikt over mulige bruksområder i Trondheim kommunen, basert på samtaler med saksbehandlere fra kommunens miljøenhet, byplankontoret og bytekniske avdeling.



Figur 8: Biotoputviklingspotensial Trondheim kommune er nå tatt i bruk i kommunen

For de fleste formål ønsket saksbehandlerne seg at resultater foreligger i en målestokk som tilsvarer reguleringsplaner og naturtypekart (1: 5.000) eller i det minste kommuneplanens arealdel (1: 20.000). For alle bruksområder er det ønskelig å få en heldekkende kart over hele kommunen.

I tillegg til en beskrivelse av stedsforholdene er det viktig for saksbehandlerne å få en klassifisering i 3-4 klasser som viser en vurdering av potensialet for utvikling av spesielt verneverdige vegetasjons- og/eller naturtyper. Det må gjøres klart om vurderingen er basert på en lokal, regional eller nasjonal målestokk. For å planlegge tiltak, er det ønskelig at det finnes en prognose av et mulig spektrum for klimaksvegetasjon for eksempel skog og myr og erstatningsvegetasjon på kulturlandskapstyper som eng, beite, åker etc.

Erfaringer så langt:

Våren og sommeren 2008 ble kartet brukt for å forberede kartlegging av prioriterte naturtyper og for å klassifisere skogsområder innenfor rammen av en skogsforvaltingsplan. Kartet viste seg

spesielt verdifullt til å forberede kartlegging av myrområder, rike strandberg og rike områder i skogen som er vanskelig tilgjengelige. Kartet kan også brukes sammen med flybilder/orthofoto for å avgrense fjell- og myrvegetasjon. Andre avdelinger i kommunen har planer om å ta kartet i bruk som grunnlagsinformasjon for vurdering av landbruksarealer og byplanlegging.

Tabell 27: Mulige bruksområder og ønsker fra Trondheim kommune i forhold til biotoputviklingspotensialet (spørreundersøkelse mars 2007)

| Bruksområde | Avdeling | Ideal målestokk | Områder med spesiell interesse |
|--|--|---|---|
| Beslutningsgrunnlag for plan- og byggesaksprosesser | Byplankontor | 1:20.000, tilsvarende Kommuneplanens arealdel 1:5.000, tilsvarende Reguleringsplaner | <ul style="list-style-type: none"> • Bebygde (industri-) områder som skal reetableres • Grønt- og landbruksarealer i og nær byggeområder |
| Kartlegging av biologisk mangfold - Identifikasjon av arealer med potensiell verdifull flora og fauna („hot-spots“) | Miljøenheten, Naturforvaltning | 1:5.000 tilsvarende naturtype kartlegging | <ul style="list-style-type: none"> • Grønnstrukturen og landbruksarealer i tettbebyggelsen, f.eks. parker, "skrotmark" |
| Vurdering av biologisk mangfold – potensiell vernerverdighet som et kriterium for vurdering av områder med lav aktuell verneverdighet f.eks. dyrket mark | Miljøenheten, Naturforvaltning | 1:5.000 tilsvarende naturtype kartlegging | <ul style="list-style-type: none"> • Grønnstrukturen i tettbebyggelsen f.eks. parker, skrotemark • Landbruksarealer • (Skogs-)områder med fremmede arter • Dyrka mark |
| Plassering av ekstensiveringstiltak f.eks. SMIL-penger | Miljøenheten, Landbruksavdeling | 1:5.000 tilsvarende naturtype kartlegging | <ul style="list-style-type: none"> • Landbruksområder • Skogsområder |
| Skjøtselsplanlegging for grønt og andre frikluftsområder | Miljøenheten, Stabsenhet for byutvikling - Grøntgruppa, Byplankontor | 1:5.000, helst større | <ul style="list-style-type: none"> • Eksisterende grønt- og friluftsområder • Kantsoner av vassdrag • Kulturlandskap • Klimabelter |
| Skjøtselsplanlegging for bynær skog | Miljøenheten, Skogsforvaltning | 1:5.000, helst større | <ul style="list-style-type: none"> • Grøntområder i byen til skogkanten |
| Skjøtselsplanlegging for nedlagt tidligere dyrka mark (prioriterte tiltak, for eksempel reetablering av gamle slåtteeeng) | Miljøenheten, Landbruksavdeling | 1:5.000, helst større | <ul style="list-style-type: none"> • Kulturlandskap • Skog |

VIDEREUTVIKLING

Vi har som målsetting å kunne produsere Biotopotviklingpotensialkart for et vilkårlig valgt område i Norge der nødvendige grunnlagsdata finnes. Før denne tjenesten er på plass må applikasjonen testes og kalibreres i andre klimasoner. Vi har valgt ut disse områdene:

- Dovre kommune som representant for det nedbørsfattige innland.
- Fusa/Tysnes kommuner som representant for det nedbørsrike Vestlandet.

I begge områdene finnes vegetasjonsdata og naturtypedata som kan brukes i kalibreringen. I Dovre gjennomfører vi dessuten forsøk med jordsmonnkartlegging i målestokk 1:50000 og kan dra nytte av informasjonen derifra. Fusa har ØK, berggrunns- og løsmassedata, men jordsmonndata mangler (som ellers på Vestlandet). Detaljerte vegetasjonsdata (M 1:20000) dekker deler av kommunen.

I tillegg har vi god dekning av vegetasjonsdata innenfor 0,9 dekar flater i 18*18 km nett i Sør-Norge (AR-flater). Disse vil også kunne benyttes for testing og kalibrering.

Det kan også bli behov for et testområde i Nord-Norge før tjenesten gjøres landsdekkende.

Videre vil det være behov for videreutvikling av modellen på følgende områder:

- Tilordning av erstatnings- og klimaksvegetasjon til økologiske klasser
- Vurdering av stedsforeholdene også i regional og nasjonal målestokk
- Bedre høydemodell - særlig viktig i fjellområder med mosaikkvegetasjon
- Benytte solinnstrålingsmodell
- Tilpasse kartdatabasen for prediksjonsmodellering
- Beskrivelsen av "naturlige økologiske forhold" på jordbruksarealer uten reversible forandringer som kalking og gjødsling. Hvilke vegetasjonstyper kan utvikles på jordbruksarealer når næringsstoffer og kunstig tilført kalk er vasket bort?
- Prognoser i forhold til klimaforandringer (IPCC-scenarier) og tilførsel av næringsstoffer gjennom atmosfæren
- Utvikle systemer for kalibrering og validering basert på statistiske metoder

LITTERATUR

- Brahms, M., Ch. Von Haaren & U. Janssen 1989: Ansatz zur Ermittlung der Schutzwürdigkeit der Böden im Hinblick auf das Biotopentwicklungspotential. *Landschaft + Stadt* 21(3): 110-114.
- Benzler, J.-H., W. Eckelmann & K.-H. Oelkers 1987: Ein Rahmenschema zur Kennzeichnung der bodenkundlichen Feuchtesituation. *Mitteilungen der Deutschen bodenkundlichen Gesellschaft* 53. 95 – 101.
- Bathke, M; Brenken, H.; Brahms, E.; v. Haaren, C.; Hachmann, R. & Meiforth, J. 2003: Integriertes Schutzgebietssystem – Neue Wege für Naturschutz, Grundwasserschutz und Landwirtschaft am Beispiel der Wassergewinnungsregion Hannover-Nord. Institut für Landschaftspflege und Naturschutz Universität Hannover (Hrsg.): Margraf Publishing.
- Eckelmann W. & Renger, M. 1981: Erfassung und Darstellung der Trockengefährdung landwirtschaftlich genutzter Standorte am Beispiel der Bodenkundlichen Standortkarte i.M. 1:200.000.
- FAO 2006: World Reference Base for Soil Resources 2006. World Soil Resources Reports No. 103. FAO, Roma.
- Müller, Udo 1997: Auswertungsmethoden im Bodenschutz. Dokumentation zur Methodenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS) Hrsg.: Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung 1997. 6. Auflage. 321 Seiten.