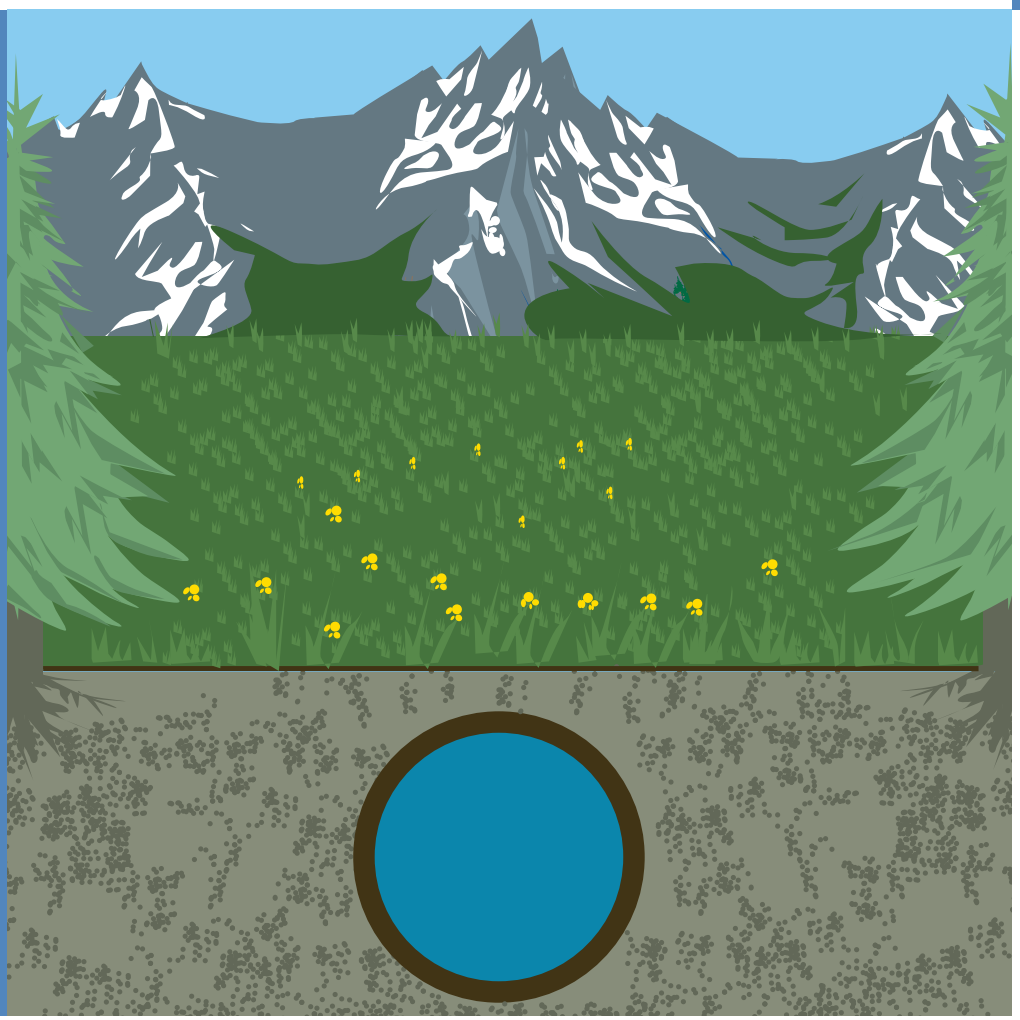
En vegetasjonsøkologisk undersøkelse av fire rørgater på Vestlandet

16
2007

RAPPORT



En vegetasjonsøkologisk undersøkelse av fire rørgater på Vestlandet

Norges vassdrags- og energidirektorat
2007

Rapport nr 16/ 2007

En vegetasjonsøkologisk undersøkelse av fire rørgater på Vestlandet

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør: Jan Slapgård

Forfatter: Jørn-Frode Nordbakken og Knut Rydgren

Trykk: NVEs hustrykkeri
Opplag: 25
Forsidefoto:
ISBN 978-82-410-0648-7
ISSN 1501-2832

Sammendrag: Nedgraving av rørgater i forbindelse med vannkraftutbygginger er eksempler på tyngre fysiske naturinngrep. I noen tilfeller tilsås de nyetablerte rørgatene med gressfrø, andre ganger blir de overlatt til naturlig revegetering. I begge tilfeller vil vegetasjonens artssammensetning gjennomgå en langvarig suksesjon i retning av den som kjennetegner de lokale omgivelser.

Initiativet til denne undersøkelsen kom fra NVE høsten 2005, da det ble uttrykt ønske om mer kunnskap om vegetasjonsutvikling i rørgater på Vestlandet i forhold til alder (tid siden ferdigstilt) og geografisk beliggenhet.

Fire 2-5 år gamle rørgater, og vegetasjonen omkring ble undersøkt. De fire rørgatene, fra vest mot øst, var: (i) Rovde (Vanylven, Møre og Romsdal), (ii) Befring, (iii) Veiteberg (begge i Stardalen, Jølster, Sogn og Fjordane) og (iv) Vassetvatnet (ved Borgund, Lærdal, Sogn og Fjordane). To rørgater ferdigstilt i 2006, Breistølen og Vindedal, begge i Lærdal, ble besøkt, men ikke undersøkt.

Samtlige rørgater var anlagt i områder med lite næringskrevende vegetasjon. Prøveflater på 0,5 x 0,5 m ble tilfeldig plassert langs midten av rørgata, og i den naturlige vegetasjonen ut til siden. For hver prøveflate ble det registrert mengde av enkeltarter (smårutefrekvens), dekning av bunn-, felt-, busk- og tresjikt,

naken jord, og strø, samt antall arter feltsjikthøyde og helning. Rørgatenes alder ble også registrert. Numerisk og statistisk analyse av feltdata ble brukt for å kvantifisere avstand i artssammensetning mellom f eks rørgatevegetasjon og upåvirket omkringliggende vegetasjon.

Den viktigste strukturen i datasettet tolkes som en suksesjonsgradient (DCA akse 1), fra ung rørgatevegetasjon til naturlig vegetasjon. Langs denne gradienten avtar dekning av naken jord, mens dekning av busksjikt, bunnsjikt, strø, og feltsjikt øker. Den nest viktigste gradienten (DCA 2) gjenspeiler en kyst-innland klimagradient.

Bortsett fra for den tre år gamle ikke-tilsådde Befring-rørgata, hvor artsinventaret i fem av rørgaterutene ikke skiller seg fra analyseruter med naturlig vegetasjon i det samme området, så er det generelt signifikante forskjeller mellom rørgatevegetasjon og naturlig vegetasjon, uavhengig av om rørgatene er tilsådd eller ikke, og uavhengig av alder. Rørgatene er fortsatt i en tidlig suksesjonsfase, og tross mange eksempler på at omkringliggende vegetasjon har begynt å etablere seg i rørgatene, vil det ta flere tiår før forskjeller i artsinventar mellom rørgater og omgivelser viskes ut.

Det finnes lite naken jord i den naturlige vegetasjonen, og det er en tendens til redusert dekning av naken jord med økt alder på rørgatene. Hvor raskt rørgatevegetasjonen vil nærme seg den naturlige vegetasjonen omkring vil dels avhenge av klima. Suksesjonen vil være langsommere i fjellet enn i lavlandet grunnet mer ekstreme miljøforhold, og langsomme rater i de fleste biologiske prosesser, inkludert suksesjonsrater.

Tilsåing gir raskere etablering av et vegetasjonsdekke i rørgatene de første årene, som eksemplifisert ved rørgaten i Rovde. Ved tilsåing kan det imidlertid ta noe lengre tid å redusere forskjeller i artsinventar mellom rørgate og omgivelser fordi de lokale artene må utkonkurrere (ofte ikke-lokale) utsådde gressarter. Det var lite erosjonsskader i de fire undersøkte transektene. Rask etablering av et vegetasjonsdekke kan være en fordel i erosjonsutsatte områder.

Betydningen av den lokal frøbank/sporebank i koloniseringen av rørgatene er fortsatt uklar, men fordi gravearbeidene gjerne resulterer i at toppjord og undergrunnsmasse blandes kan trolig flekkvise forskjeller forventes.

Dersom det finnes vegetasjonsfrie flekker (dominert f eks av grus og stein) uten vegetasjon 3-4 år etter et at rørgatene ble ferdigstilt, bør tilførsel av organisk materiale eller av finkornet

mineral-materiale vurderes å tilføres for å bedre koloniseringen.

Emneord: Vannkraft, miljø

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

September 2007

Innhold

Forord **6**

Sammendrag **7**

1 Innledning **9**

2 Aktuelle rørgater **12**

3 Områdebeskrivelser **13**

4 Materiale og metoder og forklaring av begreper **15**

5 Resultater **17**

6 Diskusjon **24**

Litteratur **26**

Vedlegg: Bilder **28**

Forord

NVE er de siste årene tilført midler for å støtte FoU-prosjekter med formål å utvikle teknologi og kunnskap for en mer effektiv utnyttelse av små vannkraftressurser. Midlene kan også benyttes til FoU-prosjekter innen opprustning og utvidelse av eksisterende større vannkraftverk eller til øvrige prosjekter for bevaring og videreutvikling av norsk vannkraftkompetanse.

De fleste prosjektene som er støttet er utført av konsulenter eller utdanningsinstitusjoner på oppdrag fra NVE. Denne rapporten er en av mange som er et resultat av disse bevilgningene. Rapporten er skrevet av Jørn-Frode Nordbakken og Knut Rydgren ved Høgskulen i Sogn og Fjordane.

Oslo, september 2007

Marit Lundteigen Fossdal
avdelingsdirektør

Torodd Jensen
seksjonssjef

Sammendrag

Nedgraving av rørgater i forbindelse med vannkraftutbygginger er eksempler på tyngre fysiske naturinngrep. I noen tilfeller tilsås de nyetablerte rørgatene med gressfrø, andre ganger blir de overlatt til naturlig revegetering. I begge tilfeller vil vegetasjonens artssammensetning gjennomgå en langvarig suksesjon i retning av den som kjennetegner de lokale omgivelser.

Initiativet til denne undersøkelsen kom fra NVE høsten 2005, da det ble uttrykt ønske om mer kunnskap om vegetasjonsutvikling i rørgater på Vestlandet i forhold til alder (tid siden ferdigstilt) og geografisk beliggenhet.

Fire 2-5 år gamle rørgater, og vegetasjonen omkring ble undersøkt. De fire rørgatene, fra vest mot øst, var: (i) Rovde (Vanylven, Møre og Romsdal), (ii) Befring, (iii) Veiteberg (begge i Stardalen, Jølster, Sogn og Fjordane) og (iv) Vassetvatnet (ved Borgund, Lærdal, Sogn og Fjordane). To rørgater ferdigstilt i 2006, Breistølen og Vindedal, begge i Lærdal, ble besøkt, men ikke undersøkt.

Samtlige rørgater var anlagt i områder med lite næringskrevende vegetasjon. Prøveflater på 0,5 x 0,5 m ble tilfeldig plassert langs midten av rørgata, og i den naturlige vegetasjonen ut til siden. For hver prøveflate ble det registrert mengde av enkeltarter (småruteFrekvens), dekning av bunn-, felt-, busk- og tresjikt, naken jord, og strø, samt antall arter feltsjikthøyde og helning. Rørgatenes alder ble også registrert. Numerisk og statistisk analyse av feltdata ble brukt for å kvantifisere avstand i artssammensetning mellom f eks rørgatevegetasjon og upåvirket omkringliggende vegetasjon.

Den viktigste strukturen i datasettet tolkes som en suksesjonsgradient (DCA akse 1), fra ung rørgatevegetasjon til naturlig vegetasjon. Langs denne gradienten avtar dekning av naken jord, mens dekning av busksjikt, bunnsjikt, strø, og feltsjikt øker. Den nest viktigste gradienten (DCA 2) gjenspeiler en kyst-innland klimagradient.

Bortsett fra for den tre år gamle ikke-tilsådde Befring-rørgata, hvor artsinventaret i fem av rørgaterutene ikke skiller seg fra analyseruter med naturlig vegetasjon i det samme området, så er det generelt signifikante forskjeller mellom rørgatevegetasjon og naturlig vegetasjon, uavhengig av om rørgatene er tilsådd eller ikke, og uavhengig av alder. Rørgatene er fortsatt i en tidlig suksesjonsfase, og tross mange eksempler på at omkringliggende vegetasjon har begynt å etablere seg i rørgatene, vil det ta flere tiår før forskjeller i artsinventar mellom rørgater og omgivelser viskes ut.

Det finnes lite naken jord i den naturlige vegetasjonen, og det er en tendens til redusert dekning av naken jord med økt alder på rørgatene. Hvor raskt rørgatevegetasjonen vil nærme seg den naturlige vegetasjonen omkring vil dels avhenge av klima. Suksesjonen vil være langsommere i fjellet enn i lavlandet grunnet mer ekstreme miljøforhold, og langsomme rater i de fleste biologiske prosesser, inkludert suksesjonsrater.

Tilsåing gir raskere etablering av et vegetasjonsdekke i rørgatene de første årene, som eksemplifisert ved rørgaten i Rovde. Ved tilsåing kan det imidlertid ta noe lengre tid å redusere forskjeller i artsinventar mellom rørgate og omgivelser fordi de lokale artene må

utkonkurrere (ofte ikke-lokale) utsådde gressarter. Det var lite erosjonsskader i de fire undersøkte transektene. Rask etablering av et vegetasjonsdekke kan være en fordel i erosjonsutsatte områder.

Betydningen av den lokal frøbank/sporebank i koloniseringen av rørgatene er fortsatt uklar, men fordi gravearbeidene gjerne resulterer i at toppjord og undergrunnsmasse blandes kan trolig flekkvise forskjeller forventes.

Dersom det finnes vegetasjonsfrie flekker (dominert f eks av grus og stein) uten vegetasjon 3-4 år etter et at rørgatene ble ferdigstilt, bør tilførsel av organisk materiale eller av finkornet mineral-materiale vurderes å tilføres for å bedre koloniseringen.

1 Innledning

Nedgraving av rørgater i forbindelse med vannkraftutbygginger er eksempler på tyngre fysiske naturinngrep som berører omgivelsene rundt et vassdrag og ikke bare vassdragets vannføring (DN 2006). Foruten visuell betydning kan slike inngrep også ha lokaløkologiske effekter (lokalklima, effekter på dyr og planter), og kan medføre store interessekonflikter. Det har i de senere år kommet krav om økt miljøhensyn og dokumentasjon av biologiske verdier ved utbygging av vassdragsannlegg (Skauge 1999; Brodtkorp & Selboe 2004; Hamarsland 2005).

Arealer påvirket av gravearbeider vil etter at rørgata er ferdigstilt fremstå som nakne vegetasjonsfrie områder. I noen tilfeller tilsås disse arealene med gressfrø, andre ganger blir de overlatt til seg selv og naturlig revegetering. I begge tilfeller vil artssammensetningen på disse arealene i lang tid fremover være annerledes enn omgivelsene, men artssammensetningen vil gjennomgå endringer (dvs suksesjon), og gjerne da i retning av den samme type vegetasjon som kjennetegner de lokale omgivelsene. Trolig vil det ta flere tiår før forskjeller i artsinventar mellom rørgater og omgivelser viskes ut (jfr. Jonsson & Esseen 1998; Nordbakken 2001, Rydgren, Økland & Hestmark 2004).

Ettersom det er ønskelig at rørgatene skal gli mest mulig inn i landskapsbildet, bør ikke variasjonen i rørgatevegetasjonen skille seg vesentlig fra omgivelsene. Vi vet imidlertid lite om tidsperspektivet knyttet til vegetasjonsetablering på arealer hvor det er utført gravearbeider, enten disse arealene er tilsådd eller overlatt til naturlig revegetering. Hvilke betydning har tilsåing, frøbank, og innvandring fra omkringliggende vegetasjon? Hvilke suksesjonshastigheter kan forventes? Bruk av numerisk og statistisk analyse av feltdata fra ruteanalyser gjør det mulig å kvantifisere avstand i artssammensetning mellom rørgatevegetasjon og upåvirket omkringliggende vegetasjon og å besvare noen av disse spørsmålene.

Erosjon kan være et problem fordi vegetasjonsdekket som beskytter overflatejorda mot erosjon har et begrenset vegetasjonsdekke de første årene etter inngrepet. Dette problemet vil trolig være størst der rørgatene ligger i bratt terreng, i nedbørsrike områder, og i områder der suksesjonen mot et sluttet vegetasjonsdekke går langsomt. En rask etablering av arter med velutviklet rotsystem kan derfor være av stor betydning for å stabilisere jorda, og for å få et stabilt vegetasjonsdekke.

Det kan også være områder langs en rørgate hvor gravearbeidene skaper et miljø som er dårlig egnet for etablering av ny vegetasjon, f. eks. hvis overflata har fått et lag med grus og stein som lett tørker ut, og hvor nyetablering via frø vanskeliggjøres. Vi vet i det hele tatt lite om behovet for tiltak i form av tilførsel av organisk materiale, tilsåing, o l.

Initiativet til denne undersøkelsen kom fra NVE ved seniorrådgiver Haavard Østhagen og overingeniør Tone Israelsen høsten 2005, da det ble uttrykt ønske om mer kunnskap om vegetasjonsutvikling i rørgater på Vestlandet. Med tanke på å studere dette, fikk vi fra NVE en liste med sju rørgater. Disse rørgatene var plassert langs en gradient fra et nedbørrikt oseanisk klima i vest ved kysten sør i Møre og Romsdal, og østover via midtre

og indre fjordstrøk, til et mer nedbørfattig kontinentalt klima i Lærdalsfjellene, Sogn og Fjordane.

Av disse sju rørgatene var fire mer enn to år gamle (en fra 2001, to fra 2003, og en fra 2004), mens tre ble ferdigstilt i 2005, og tilsådd i 2006. Grunnet manglende vegetasjonsdekke ble ikke de tre nyeste rørgatene inkludert i den vegetasjonsøkologiske undersøkelsen. To av de nyeste rørgatene, Breistølen og Vindedal, begge i Lærdal, ble imidlertid besøkt, og vi beskriver kort noen inntrykk derfra, mens en ny rørgate i Møre og Romsdal, Trandal, ikke ble besøkt.

Formålet med undersøkelsen er å studere vegetasjonsutviklingen i rørgater av ulik alder, bl. a. for å kvantifisere forskjellen mellom dem og å undersøke om de "eldre" rørgatene ligner mer på omgivelsene enn de yngre rørgatene. Denne rapporten beskriver resultatene fra 10 dager feltarbeid i 2006.

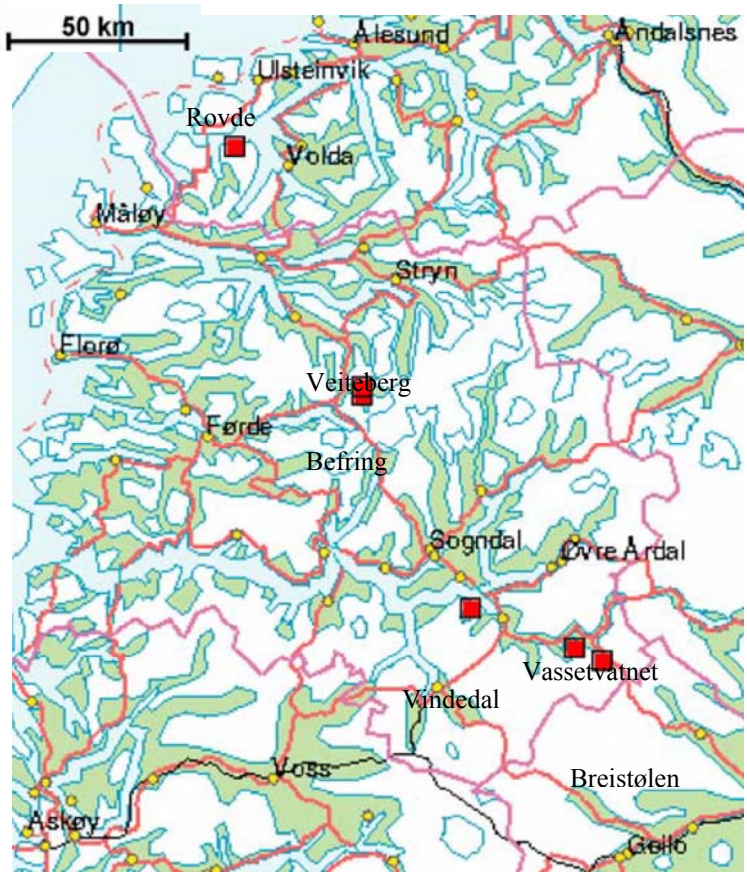


Fig. 1. Geografiske posisjoner for de besøkte lokalitetene (røde kvadrater). Rovde (Vanylven, Møre og Romsdal) lengst i vest, Stardalen (Jølster, Sogn og Fjordane, med to rørgater: Befring og Veiteberg), Vindedal ved Lærdalsfjorden (Sogn og Fjordane), Vassetvatnet ved Borgund i Lærdal, og Breistølen på Hemsedalsfjellet (Lærdal, Sogn og Fjordane). Vindedal og Breistølen ble ferdigstilt i 2005, og inngår ikke i den vegetasjonsøkologiske analysen.

2 Aktuelle rørgater

Sju rørgater var aktuelle for nærmere undersøkelser ifølge NVE. Rekkefølgen i listen nedenfor angir posisjon fra vest mot øst.

Rovde (ferdigstilt og tilsådd 2004), Vanylven, Møre og Romsdal.
Trandal (ferdigstilt 2005) ved Hjørundfjord, Ørsta, Møre og Romsdal.
Befring (ferdigstilt 2003, ikke tilsådd) og Veiteberg (ferdigstilt 2001, ikke tilsådd) i Stardalen, Jølster, Sogn og Fjordane.
Vindedal (ferdigstilt 2005, delvis tilsådd 2006), Vassetvatnet (ferdigstilt og tilsådd 2003), og Breistølen (ferdigstilt 2005, tilsådd 2006), alle i Lærdal, Sogn og Fjordane.

Av disse besøkte vi to av de nyeste rørgatene, Vindedal og Breistølen, men da begge fortsatt manglet et vegetasjonsdekke valgte vi å ikke inkludere dem i den vegetasjonsøkologiske analysen. Vi valgte av samme årsak å ikke inkludere Trandal (Gaarder 2003), som heller ikke ble besøkt.

De resterende fire rørgatene ble besøkt, og vegetasjonen i og utenfor rørgatene ble undersøkt. Hver av disse stedene omtales i det følgende som lokalitet.

3 Områdebeskrivelser

Ved Vedeld Kraftverk på Rovde (anleggseier Tussa), er det gravd ned en 1500 m lang rørgate (30-300 m o.h.). Den næringsfattige berggrunnen i området består av skjøvne og foldete prekambriske grunnfjellsbergarter, særlig gneiser og granitter (NGU 2006). Rørgata ligger i mellom- og sør-boreal vegetasjonssone i sterkt oseanisk seksjon (Mb/Sb-O3; Moen 1998), med et stort innslag av vestlige arter. Treløs kystlynghei preger landskapet omkring øvre 2/3 av rørgata, fra ca 200 m o.h., med naturlig dannet torv (av ukjent mektighet) oppå moreneavsetninger. Nedre tredjedel av rørgata i bratt skogkledd skråning ned til kraftstasjon.

Berggrunnen ved de to rørgatene i Stardalen, Befring og Veiteberg, består av næringsfattige prekambriske dypbergarter (NGU 2006). Landskapet omkring rørgatene er dekket av bunnmorene, ofte med et lag torvjord i konkave terrengformer. I forbindelse med to mindre kraftverk, et på hver side av Stardalen, er det gravd ned to rørgater, som begge ligger i mellomboreal vegetasjonssone i den klart oseaniske seksjon (Mb-O2; Moen 1998). Det vokser gran-bjørkeskog omkring rørgatene, med et feltsjikt dominert av lyng (blåbær, tyttebær, krekling, røsslyng) og gress (smyle). Stardalen bærer preg av vestlige vegetasjonstyper og arter, men det finnes også innslag av arter med tyngdepunkt lenger øst. Ingen av disse rørgatene er tilsådd. I tilknytning til Befring Kraft AS (ved Bjørn Befring), på sørsiden av dalen, har en ca 2 km lang rørgate (ca 320-580 m o.h.). Fra et par hundre meter nedenfor inntaket, etter å ha passert flere kryssende bekker og fuktige sig, går et flere hundre meter langt strekk av rørgata gjennom næringsfattig myr. Veiteberg Kraft AS (ved Tor Veiteberg) har en 960 m lang rørgate (ca 320-430 m o.h.).

Rørgata til Vindedal Kraftverk, Lærdal (anleggseier Kjell Espeland) ligger i sør- og mellomboreal vegetasjonssoner (ca 20-250 m.o.h) og klimatisk i overgangsseksjon mellom oseanisk og kontinentalt klima (SB/MB-OC; Moen 1998). Den nedgravde rørgata er ca 1.6 km lang, og går hovedsakelig gjennom dype løsmasser. Den naturlige vegetasjonen rundt rørgata hadde til dels høystaudepreg, med bl. a. gråor og tyrihjelm. I nedre deler av rørgate, som ble tilsådd våren 2006, fantes noe gress og ettårige urter, mens det lenger oppe var sparsomt med planter. Rørgata går langs elva gjennom et delvis gjengrodd kulturlandskap med hyppig innslag av kulturlandskapsplanter. I øvre deler går den gjennom et ca 50 år gammelt plantefelt av tettstilt gran. Den nybygde veien fra kraftstasjonen til inntaket krysser rørgata flere ganger. I øvre delen er veien erosjonsskadd etter det voldsomme regnskyllet høsten 2005. Det ser ut som om vegetasjonen rekoloniserer raskt, noe som vil kunne begrense erosjonsskadene.

Vassetvatnet ved Borgund ligger i et område med næringsfattige sedimentære og vulkanske bergarter fra prekambrium (NGU 2006). Landskapet omkring rørgata preges av bunnmorene av varierende mektighet og noe torvmark i forsenkninger. Den 430 m lange rørgata, som eies av Borgund kraft, fører vann fra en bekk ned til Vassetvatnet lenger sør, og ligger i en sørvendt fjellside i lavalpin sone (ca 1100-1140 m o.h.), i en overgangsseksjon mellom oseanisk og kontinentalt klima (LA-OC; Moen 1998). Rørgata ble ferdigstilt og tilsådd i 2003. Naturlig, omkringliggende vegetasjon er preget av lyng (krekling, blålyng, blåbær), med innslag av høystauder i områder nær fossen. I øvre

halvdel er rørgata kun svakt konveks. Overflatelaget virker relativt tørt, bortsett fra i områder nær inntaket, og i forbindelse med en bekk som krysser om lag midtveis i traseen ovenfor veien. Et område på noen titalls meter, fra ca 40 m nedenfor inntaket, er dekket av naken jord, og har kun meget sparsomt med vegetasjon. I det flatere området der bilveien krysser rørgata inneholder overflatelaget lite finkornet materiale. I skråningen ned mot Vassetvatnet, ligger rørgata mer oppå bakken, men bra dekning av gress medfører allikevel at rørgata ikke synes så godt. Gresset på rørgata er kraftig beitet av sau.

Rørgata ved Breistølen (Hemsedalsfjellet, Lærdal; anleggseier Borgund Kraft) ligger i lavalpin sone over tregrensen (ca 1130 - 1120 m o.h.), i en overgangsseksjon mellom oseanisk og kontinentalt klima (LA-OC; Moen 1998). Den 430 m lange rørgata, som fører vann fra en bekk til et eksisterende vanninntak lenger sør, er gravd ned oppå bakken, og fremstår som en jordvoll (ca 1,5 m høy, inntil 5 m bred ved basis) som slynger seg gjennom et landskap med lavtvoksende vegetasjon preget av lyng (krekling, blålyng, blåbær) og lappvier. Rørgata er dominert av naken, næringsfattig mineraljord uten vegetasjon, tydelig atskilt fra omkringliggende lynghei. Selve rørgata ble tilsådd med gressfrø sommeren 2006. Selv om rørgata er tilsådd forventes av klimatiske årsaker en langsom revegetering.

4 Materiale og metoder og forklaring av begreper

Ruteplassering, registrering av vegetasjon og forklaringsvariabler
Vi valgte å legge ut prøveflater på 0,5 x 0,5 m langsetter rørgatene, tilfeldig plassert nær midten av traseen. Ut til siden for rørgaterutene la vi ut prøveflater i den naturlige vegetasjonen inntil rørgatetraseen (tilfeldig side). Totalt antall prøveflater er 83, hvorav Vassetvatnet (23 ruter), Befring (22 ruter), Veiteberg (18 ruter) og Rovde (20 ruter).

Artsmengder ble registrert i form av smårutefrekvens (dvs. forekomst/fravær i hver av 16 småruter prøveflatene er oppdelt i).

For hver av prøveflatene ble dekning av busk og tresjikt, feltsjikthøyde, feltsjiktdekning, bunnsjiktdekning, naken jord dekning, strødekning, helning og antall arter registrert. Rørgatenes alder ble også registrert.

Ordinasjon – indirekte gradientanalyse
Vegetasjonsdata ble analysert med DCA-ordinasjon (Detrended correspondence analysis; Hill 1979, Hill & Gauch 1980), en form for indirekte gradientanalyse som ofte benyttes til å studere gradienter i vegetasjonssammensetning. Programpakken CANOCO 4,0 (ter Braak & Šmilauer 1998) ble brukt, med nedveiing av arter sjeldnere enn medianfrekvens (Eilertsen et al. 1990), ellers standard valg av parametre.

I en DCA-ordinasjon plasseres ruter og arter langs akser (ordinasjonsakser) som representerer vegetasjonsgradienter; hovedgradienter i artssammensetningen. Vegetasjonsgradientene fremstilles i et koordinatsystem med akser skalert i standardavvikenheter (S.D.-enheter). Ordinasjonsaksene, som kan tolkes økologisk ved at ruteposisjoner korreleres med verdier for økologiske forklaringsvariabler, gjenspeiler en gradvis endring av artssammensetningen. En konstant endringsrate i artssammensetning langs aksene gjør at ruter med avstand 1 S.D. normalt har mer enn 50 % felles arter, mens ruter over 4 S.D. fra hverandre har få eller ingen felles arter (Økland 1990).

Statistisk analyse
Som mål på graden av samvariasjon mellom par av forklaringsvariabler, og mellom forklaringsvariabler og posisjon langs DCA aksene, ble Spearman rang korrelasjonskoeffisient (Sokal & Rohlf 1995) beregnet. Korrelasjonskoeffisienten har en verdi fra –1 ved perfekt motsatt samvariasjon til +1 for perfekt positiv samvariasjon.

Den ikke-parametriske tegntesten (sign test; Sokal & Rohlf 1995) ble benyttet for å undersøke forskjeller mellom lokalitetene med hensyn til posisjoner langs de to første og viktigste ordinasjonsaksene (DCA 1 og DCA 2).

Nomenklatur

Navnsettingen for karplanter følger Lid & Lid (1994), moser følger Frisvoll et al. (1995), og lav Krog et al. (1994).

5 Resultater

Egenskaper ved forklaringsvariabler

Lokalitetenes rekkefølge fra øst mot vest var positivt korrelert med feltsjikthøyde, noe som henger sammen med en tendens til høyere feltsjikt i vest. Høyde og dekning av feltsjikt var begge negativt korrelert med dekning av bunnsjikt, mens det var en negativ korrelasjon mellom dekning av feltsjikt og naken jord. Både høyde og dekning av feltsjikt var positivt korrelert med strømengde (Tab. 1).

Naken jord var negativt korrelert med strø, helning og artsantall. Dette henger sammen med at strø produseres av feltsjiktet, og jo mer planter, jo mindre naken jord. Videre indikerer det at arealet av naken jord (i analyserutene) ikke øker i bratt terreng, og at antall arter ofte øker når arealet av naken jord avtar.

Tab. 1. Spearman rangkorrelasjoner (nedre triangel) og signifikansverdier (øvre triangel) mellom forklaringsvariabler. Signifikante korrelasjonsverdier ($P \leq 0.05$) i fete typer, negative korrelasjoner i kursiv. Inkluderer både naturlig vegetasjon og rørgater. N=83.

	Lokalitet	Busksjikt	Feltsjikt-høyde	Feltsjikt	Bunnsjikt	Naken jord	Strø	Helning	Antall arter
Lokalitet	* * *	0,383	0,004	0,318	0,249	0,723	0,062	0,586	0,714
Busksjikt	0,096	* * *	0,204	0,999	0,028	0,018	0,172	0,501	0,175
Feltsjikthøyde	**0,315**	*-0,140*	* * *	0,270	0,011	0,501	0,044	0,620	0,179
Feltsjikt	*-0,110*	0,001	0,122	* * *	0,001	< 0,001	< 0,001	0,171	0,097
Bunnsjikt	0,127	**0,243**	***-0,280***	***-0,360***	* * *	0,042	0,024	0,232	0,923
Naken jord	*-0,039*	***-0,260***	0,074	***-0,572***	***-0,225***	* * *	< 0,001	0,005	0,015
Strø	0,206	0,151	**0,222**	**0,531**	***-0,249***	***-0,599***	* * *	0,330	0,425
Helning	0,060	0,074	0,055	0,151	0,132	***-0,310***	0,107	* * *	0,535
Antall arter	*-0,041*	*-0,150*	0,148	0,183	*-0,011*	***-0,269***	0,088	0,069	* * *

Det var liten forskjell lokalitetene imellom når det gjaldt feltsjikthøyde i den naturlige vegetasjonen, så det var i den grasdominerte rørgatevegetasjonen at høyden øker mot vest (Tab. 2). Den naturlige vegetasjonen i Veiteberg viste en noe lavere midlere feltsjiktdekning enn de tre andre lokalitetene, noe som skyldes at data fra "den naturlige vegetasjonen" var samlet i et område dominert av plantet gran. Rørgatevegetasjonen i Veiteberg, som var den eldste av rørgatene, derimot, viser større dekning i feltsjiktet enn de andre rørgatene.

Bunnsjiktet i naturlig vegetasjon viste lavest dekning i lavalpin vegetasjon ved Vassetvatnet, mens Befring viste høyest midlere verdier for bunnsjiktdekning. I Befringrørgata ble det enkelte steder observert større flekker med f. eks. vanlig

bjørnemose (*Polytrichum commune*), vanlig krukkemose (*Pogonatum urnigerum*), engkransemose (*Rhytidiadelphus squarrosus*), og torvmoser (*Sphagnum* sp.)

Naken jord finnes praktisk talt ikke i den naturlige vegetasjonen. Det var en tendens til redusert dekning av naken jord med økt alder på rørgatene, og i den eldste rørgata, Veiteberg, fra 2001, var det svært lite naken jord. Det var noe mer strø i naturlig vegetasjon vestpå. I Veitebergrørgata, derimot, skyldes en høy midlere dekning av strø et velutviklet feltsjikt.

Deler av Befring, Veiteberg og Rovderørgatene går gjennom ganske bratt terreng (25°-30° helning), men erosjon var generelt ikke noe problem, bortsett fra noen få steder i Befring. Det var noenlunde sammenfallende artsantall (i analyserutene) lokalitetene imellom, og mellom naturlig vegetasjon og rørgater (skjønt artssammensetningen varierer).

Tab.2. Forklaringsvariablenes midlere verdier (± standardavvik) for natur og rørgater innen enkellokalitetene. Årstall angir hvilket år anlegget var ferdig.

	Feltsjikthøyde	Feltsjikt	Bunnsjikt	Naken jord	Strø	Helning	Art antall
Natur							
Vassetvatnet	14,9 ± 5,8	76,4 ± 13,4	29,7 ± 25,8	0	21,4 ± 13,2	13,4 ± 5,8	9,8 ± 4,0
Befring	14,9 ± 2,8	69,5 ± 21,4	57,8 ± 33,9	0,1 ± 0,3	27,1 ± 20,3	11,6 ± 7,8	8,5 ± 2,1
Veiteberg	14,3 ± 2,9	48,9 ± 27,7	55,0 ± 32,9	0	37,2 ± 23,3	15,2 ± 6,9	7,3 ± 2,1
Rovde	15,0 ± 2,5	58,0 ± 19,5	51,0 ± 26,2	0	37,0 ± 18,4	12,1 ± 8,3	8,4 ± 1,8
Rørgate							
Vas 2003	13,4 ± 6,2	37,5 ± 24,2	23,6 ± 15,5	39,2 ± 26,4	11,0 ± 7,7	7,8 ± 7,6	7,5 ± 3,7
Bef 2003	15,7 ± 4,6	33,2 ± 16,3	56,8 ± 24,3	20,0 ± 14,4	9,1 ± 7,7	12,1 ± 7,3	8,5 ± 2,1

Egenskaper ved vegetasjonsdataene

I alt 103 karplantearter ble registrert i analyserutene, men flere arter ble observert utenfor analyserutene (ikke oppgitt). Kun 9 av artene forekom i analyserutene på alle fire lokalitetene, mens 15 av artene ble observert i analyserutene på 3 av lokalitetene (Tab 3). I alt 28 arter fantes på kun to av lokalitetene (Tab. 4).

Tab. 4. Arter som forekom på minst to av lokalitetene. Arters frekvens lokalt og i totalmaterialet. Artene er gruppert etter hvor mange av lokalitetene de forekommer i, deretter sortert etter frekvens i totalmaterialet.

		Vassetvatnet, Lærdal, SF	Befring, Jølster, SF	Veiteberg, Jølster, SF	Rovde, Vanylven, MR	Totalt
		Frekvens	Frekvens	Frekvens	Frekvens	Frekvens
Carex pilulifera	bråtestarr	.	.	28	5	7
Eriophorum vaginatum	torvmyrull	.	9	.	15	6
Rubus chamaemorus	molte	.	9	.	10	5
Andromeda polifolia	kvitlyng	.	5	.	15	5
Dactylorhiza maculata	flekkmarihånd	.	5	.	10	4
Melampyrum pratense	stormarimjelle	.	23	33	.	13
Salix phylicifolia	grønnvier	.	23	33	.	13
Maianthemum bifolium	maiblom	.	23	28	.	12
Juncus effusus	lyssiv	.	5	28	.	7
Veronica officinalis	legeveronika	.	9	17	.	6
Juncus filiformis	trådsiv	.	9	11	.	5
Carex pallescens	bleikstarr	.	5	17	.	5
Carex ovalis	harestarr	.	5	11	.	4
Listera cordata	småtveblad	.	5	.	5	2
Festuca rubra	rødsvingel	70	.	.	25	25
Phleum pratense	timotei	17	.	.	35	13
Poa pratensis coll	engrapp	35	.	.	5	11
Trifolium pratense	rødkløver	4	.	.	5	2
Poa annua	tunrapp	4	.	.	5	2
Phleum alpinum	fjelltimotei	26	9	.	.	10
Bistorta vivipara	harerug	26	9	.	.	10
Trifolium repens	kvitkløver	17	5	.	.	6
Alchemilla alpina	fjellmarikåpe	17	5	.	.	6
Carex brunnescens	seterstarr	13	.	33	.	11
Rumex acetosella	småsyre	17	.	6	.	6
Solidago virgaurea	gullris	9	.	6	.	4
Salix caprea	selje	4	.	11	.	4
Empetrum nigrum	krekling	52	18	.	10	22
Carex nigra	slåttestarr	26	18	6	.	13
Anthoxanthum odoratum	Gulaks	13	9	28	.	12
Viola palustris	myrfiol	9	5	22	.	8
Nardus stricta	finnskjegg	4	5	17	.	6

De resterende 51 artene forekom kun i analyserutene i en av lokalitetene. Flere av artene fantes nok på mer enn en lokalitet, men kom ikke med i analyserutene. Tall angir antall ruter arten forekom i.

Rovde**.** *Juncus squarrosus* (heisiv) 7, *Juniperus communis* (einer) 6, *Narthecium ossifragum* (rome) 6, *Blechnum spicant* (bjønnkam) 6, *Carex bigelowii* (stivstarr) 5, *Erica tetralix* (klokkelyng) 4, *Carex binervis* (heistarr) 3, *Trichophorum cespitosum* (bjønnskjegg) 3, *Polygala serpyllifolia* (heiblåfjær) 2, *Lolium perenne* (raigras) 2, *Linnea borealis* (linnea) 2, *Juncus supinus* (krypsiv) 2, *Lycopodiella inundata* (myk kråkefot) 1, *Eriophorum angustifolium* (duskmyrull) 1, *Equisetum sylvaticum* (skogsnelle) 1, *Drosera rotundifolia* (rundsoldogg) 1, *Carex panicea* (kornstarr) 1, *Arctostaphylos alpinus* (rypebær) 1, *Alopecurus geniculatus* (knereverumpe) 1

Veiteberg**.** *Picea abies* (gran) 2, *Alnus incana* (gråor) 1, *Rumex acetosa* (engsyre) 1, *Silene rupestris* (småsmelle) 1, *Festuca pratensis* (engsvingel) 1, *Poa nemoralis* (lundrapp) 1

Befring**.** *Oxalis acetosella* (gaukesyre) 2, *Phegopteris connectilis* (hengeving) 2, *Ranunculus repens* (krypsoleie) 2, *Agrostis stolonifera* (krypkvein) 2, *Alchemilla* sp (marikåpe) 1, *Omalotheca sylvatica* (skoggråurt) 1, *Carex pauciflora* (sveltstarr) 1.

Vassetvatnet**.** *Salix herbacea* (musøre) 11, *Campanula rotundifolia* (blåklokke) 5, *Omalotheca supina* (dverggråurt) 5, *Sibbaldia procumbens* (trefingerurt) 5, *Cerastium fontanum* (vanlig arve) 5, *Betula nana* (dvergbjørk) 3, *Phyllodoce caerulea* (blålyng) 3, *Leodontum autumnalis* (føllblom) 2, *Peducilaris lapponica* (bleikmyrklegg) 2, *Sagina procumbens* (tunarve) 2, *Sedum annuum* (småbergknapp) 2, *Hieracium* sp (svæve) 1, *Huperzia selago* (lusegras) 1, *Myosotis arvensis* (åkerforglemmegei) 1, *Pinguicula vulgaris* (tettegras) 1, *Ranunculus acris* (engsoleie) 1, *Salix lapponum* (lappvier) 1, *Thalictrum alpinum* (fjellfrøstjerne) 1, *Veronica serpyllifolia* (snauveronika) 1.

DCA-ordinasjon og tolkninger

DCA-ordinasjonen av smårutefrekvensdata ga egenverdi for DCA 1 lik 0,693 og for DCA 2 lik 0,574. Gradientlengde for DCA 1 var 5,2 SD, og for DCA 2 4,9 SD. Ordinasjonen bekrefter at rørgatevegetasjon fremstår tydelig forskjellig fra omkringliggende vegetasjon (Fig 2), skjønt det finnes flere eksempler på at omkringliggende vegetasjon har begynt å etablere seg i rørgatene.

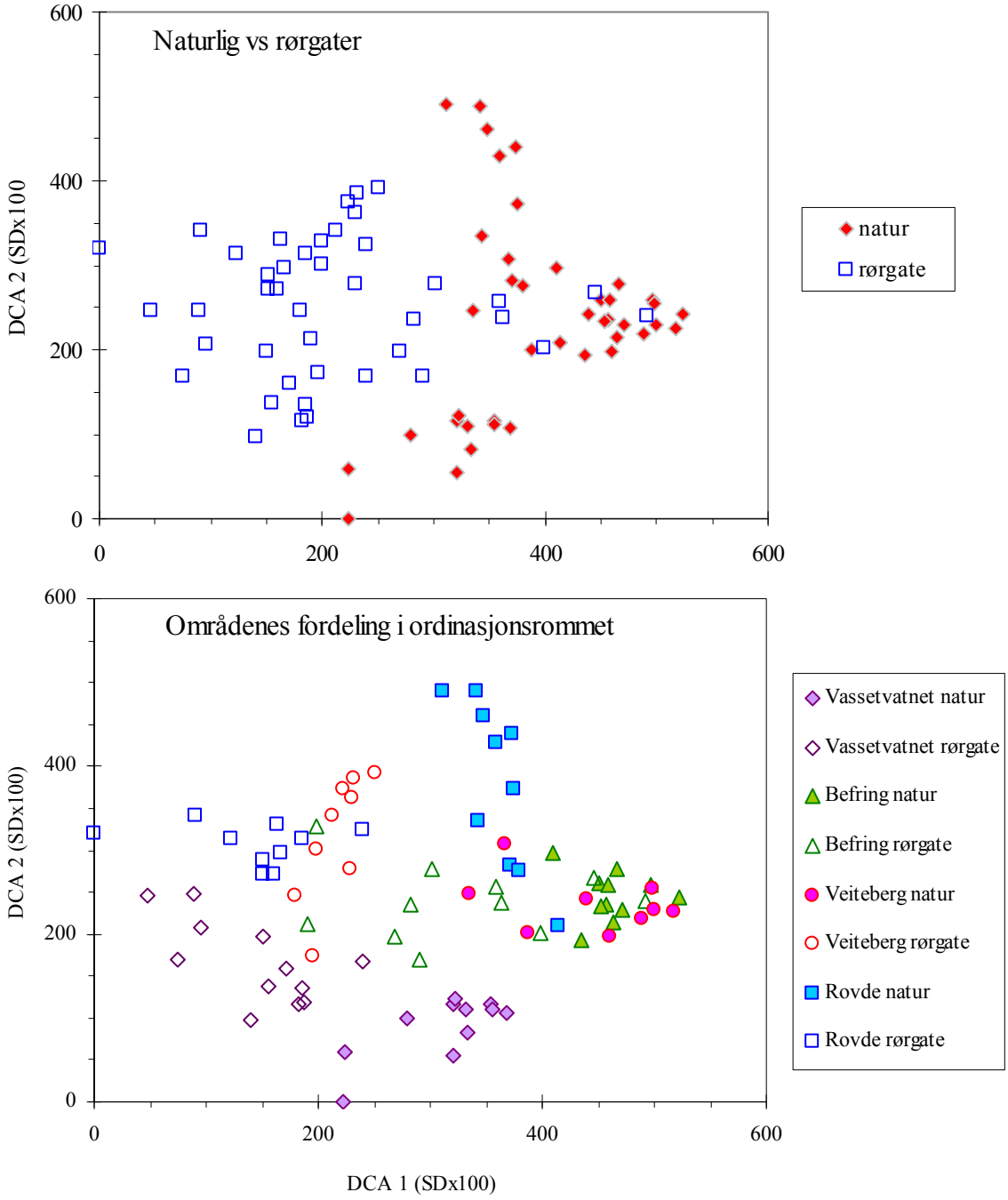


Fig 2. Resultater fra DCA-ordinasjon av smårutefrekvensdata i 83 analyseruter (41 naturlig vegetasjon – fylte symboler, 42 rørgatevegetasjon - åpne symboler). Øverste figur viser hvordan naturlig vegetasjon og rørgatevegetasjon fordeler seg i ordinasjonsrommet. På nederste figur er angitt posisjoner for natur- og rørgatevegetasjon fra ulike lokaliteter.

Langs DCA 1, som representerer en suksesjonsgradient, vises en signifikant reduksjon i dekning av naken jord og redusert feltsjikthøyde, mens det var en signifikant økning av busksjikt, bunnsjikt, strø, feltsjikt og helning langs aksen (Tab. 5).

Langs DCA 1 (Fig 1) var det en signifikant reduksjon i dekning av naken jord og redusert feltsjikthøyde, mens det var en signifikant økning av busksjikt, bunnsjikt, strø, feltsjikt og helning langs aksen (Tab. 5). Til tross for at to av lokalitetene, Rovde og Vassevatnet, har blitt tilsådd, velger vi å tolke denne aksen som en suksesjonsgradient.

Tab. 5. Spearman rangkorrelasjoner mellom ordinasjonsakser (DCA 1 og DCA 2) og signifikansverdier (P). Signifikante korrelasjonsverdier ($P \leq 0.05$) i fete typer, negative korrelasjoner i kursiv.

	DCA 1	P	DCA 2	P
Lokalitet	0.076	*0.492*	**0.792**	*<0.001*
Busksjikt	**0.464**	*<0.001*	-0.084	*0.455*
Feltsjikthøyde	***-0.296***	*0.007*	**0.277**	*0.012*
Feltsjikt	**0.294**	*0.008*	-0.079	*0.473*
Bunnsjikt	**0.342**	*0.002*	-0.026	*0.813*
Naken jord	***-0.617***	*<0.001*	-0.003	*0.981*
Strø	**0.307**	*0.005*	0.197	*0.074*
Helning	**0.235**	*0.034*	-0.015	*0.890*

Langs ordinasjonsakse DCA 1 har rørgaterutene i alle lokalitetene (middel 1,4 – 3,3 SD) generelt lavere score enn rutene fra naturlig vegetasjon (middel 3,1 -4,6 SD). Rørgateruter fra Vassetvatnet (sådd 2003) og Rovde (sådd 2004) har samme middelposisjon langs DCA 1, fulgt av Veiteberg og Befring. Naturlig vegetasjon fra Vassetvatnet oppnår lavest score langs DCA 1 fulgt av Rovde, Veiteberg, og Befring.

Tegntesten viste at det langs DCA 1 var signifikante forskjeller i posisjon mellom analyseruter fra naturlig vegetasjon og fra rørgatevegetasjon, både for totalmaterialet, og innen hver av de fire lokalitetene.

Tab. 6. Midlere verdier for ruteposisjoner (S.D. ± standardavvik) langs de to første ordinasjonsaksene for natur- og rørgateruter.

	Sådd	DCA 1	DCA 2
Natur			
Vassetvatnet	-	3,1 ± 0,5	0,9 ± 0,4
Befring	-	4,6 ± 0,3	2,5 ± 0,3
Veiteberg	-	4,4 ± 0,7	2,4 ± 0,3
Rovde	-	3,6 ± 0,3	3,8 ± 1,0
Rørgate			
Vas 2003	Ja	1,4 ± 0,6	1,7 ± 0,5
Bef 2003	Nei	3,3 ± 1,0	2,4 ± 0,4
Vei 2001	Nei	2,2 ± 0,2	3,2 ± 0,7
Rov 2004	Ja	1,4 ± 0,6	3,1 ± 0,2

Langs DCA 2, som gjenspeiler klimagradienten fra kyst til innland, var det en positiv signifikant korrelasjon med lokalitet, dvs. øst-vest posisjon, slik at områdene lengst vest har høyest verdier langs aksen, tilsvarende med feltsjikthøyden (i rørgatene).

Rørgatenes posisjoner langs DCA 2 (middelverdier 1,7 – 3,1 SD) ligger innefor den variasjon som uttrykkes for naturlig vegetasjon (middelverdier 0,9 – 3,8 SD). Rørgateruter fra Vassetvatnet har lavest score, fulgt av Befring, Rovde og Veiteberg. Naturlig vegetasjon ved Vassetvatnet har lavest score langs DCA 2 fulgt av Veiteberg, Befring, og Rovde.

Langs DCA 2 har rørgateruter fra Vassetvatnet og Veiteberg lavere score enn naturrutene i disse områdene, og mens Befring var nær naturrutene, så har naturrutene fra Rovde høyere middel enn rørgaterutene. Langs DCA 2 var det signifikante forskjeller mellom analyseruter fra natur og rørgater kun for Befring.

Posisjon langs DCA 1 og DCA 2 for naturlig lavalpin vegetasjon ved Vassetvatnet var signifikant forskjellig fra de andre tre lokalitetene. Den naturlige vegetasjonen i Befring og Veiteberg, viste ingen signifikant forskjell, men vegetasjonen i begge disse lokalitetene var forskjellig fra lyngheivegetasjonen i Rovde. Tegntesten viste at vegetasjonen i den sådde rørgata ved Vassetvatnet var signifikant forskjellig plassert langs DCA 1 i forhold til de naturlig revegeterte rørgatene i Befring og Veiteberg, men ikke fra den sådde rørgata i Rovde. Langs DCA 1 var Befring-rørgata signifikant forskjellig fra rørgatene i Veiteberg og Rovde, mens Veiteberg-rørgata var forskjellig fra Rovde.

6 Diskusjon

Den viktigste vegetasjonsvariasjonen i datasettet, som omfatter vegetasjonsdata innsamlet fra 4 rørgater på Vestlandet, fra indre Sogn til kysten av Møre og Romsdal, av relativt ny dato (den eldste er 5 år gammel) og nærliggende naturlig vegetasjon, kan tolkes som en suksesjonsgradient (DCA akse 1). Den uttrykker vegetasjonsvariasjon fra ung rørgatevegetasjon til naturlig vegetasjon. Langs denne gradienten avtar dekning av naken jord, mens dekning av busksjikt, bunnsjikt, strø, og feltsjikt øker. Den andre ordinasjonsaksen (DCA 2) gjenspeiler kyst-innland gradienten, fra et nedbørrikt oseanisk klima i vest ved kysten sør i Møre og Romsdal, og østover via midtre fjordstrøk, til et mer nedbørfattig og mer kontinentalt klima i Lærdalsfjellene, Sogn og Fjordane. Denne gradienten, som viser at det er større variasjon mellom naturlig vegetasjon enn det er innen rørgatevegetasjonen, ser ut til å stemme overens med den geografiske klimagradienten i området slik den er beskrevet av Moen (1998).

Bortsett fra for den tre år gamle naturlig revegeterte Befring-rørgata, hvor artsinventaret i fem av rørgaterutene ikke skiller seg nevneverdig fra analyseruter med naturlig vegetasjon i det samme området, så viser denne studien at det generelt fortsatt er signifikante forskjeller mellom rørgatevegetasjon og naturlig vegetasjon, uavhengig av om rørgatene er tilsådd eller naturlig revegetert. Rørgatene er fortsatt i en tidlig suksesjonsfase, og til tross for at det finnes mange eksempler på at omkringliggende vegetasjon (inkludert arter som gran, bjørk og rogn) har begynt å etablere seg i rørgatene, vil det trolig ta flere tiår før forskjeller i artsinventar mellom rørgater og omgivelser viskes ut (jfr. Jonsson & Esseen 1998; Nordbakken 2001, Rydgren, Økland & Hestmark 2004). Tilsåing vil gi en raskere ”grønnfarging” av rørgatene, men det er mer ønskelig å dirigere suksesjonen i retning av den artssammensetninge som finnes i naturmiljøet omkring, for å oppnå en størst mulig likhet mellom vegetasjon på rørgatene og naturmiljøet (Chambers 1997; Hamarsland 2005). I de tilfeller hvor rørgatene tilsås vil det ta lengre tid å oppnå dette, fordi de lokale artene må utkonkurrere de (ofte ikke-lokale) gressartene som har blitt sådd ut.

Hvor raskt rørgatevegetasjonen vil nærme seg den naturlige vegetasjonen omkring vil dels avhenge av klima. Suksesjonen vil være langsommere i fjellet enn i lavlandet grunnet mer ekstreme miljøforhold (Chambers 1997), og langsomme rater i de fleste biologiske prosesser, inkludert suksesjonsrater (Allard 2003). Også jordbunnsforholdene kan spille inn. Etter gravearbeid er det vanlig at det opprinnelige topplaget og undergrunnsmassen blandes, og at det naturlige poresystemet for vann og gasstransport dannet i tidens løp skades, noe som kan medføre at plantene får et grunt rotsystem og økt følsomhet overfor uttørking (Vigerust & Njøs 1987). Over tid vil imidlertid tørke, tele, røtter, meitemark gradvis løse opp tett jord.

Rask etablering av vegetasjon vil bidra til å stabilisere jorda i bratte skråninger. Som eksemplifisert ved rørgaten i Rovde i denne undersøkelsen, gir utsåing en noe raskere etablering av et vegetasjonsdekke de første årene (se f eks Montalvo et al. 2002). Andre undersøkelser har vist at gjødsling kan gi raskere etablering av utsådde frø etter forstyrrelser. I områder med generelt næringsfattig vegetasjon vil imidlertid fordelen med

økt næring ikke favorisere de ønskete artene, og over tid oppnås et lavere artsmangfold enn på ikke-gjødslete lokaliteter (Petersen et al. 2004).

Til tross for at deler av rørgatene ved Befring, Veiteberg og Rovde går gjennom områder hvor det er helning på 25° eller mer (Rovde maksimum 32°), er det ikke påfallende erosjonsskader, noe som kan forklares ved at arealet av naken jord (i analyserutene) ikke øker i bratt terreng. Bortsett fra noen mindre tilfeller av erosjonsskader ved Befring (tvers over rørgata ved den store "kummen", og nedover rørgata i øvre deler av bratthenget), som trolig kan tilskrives ekstreme nedbørmengder høsten 2005. I begge disse områdene var vegetasjonsdekket noe begrenset. De øvre jordlag så imidlertid ut til å inneholde en god del med finmateriale, og på grunnlag av tilstanden i den to år eldre rørgata ved Veiteberg, på andre siden av dalen, vil et stabilt vegetasjonsdekke trolig være etablert i løpet av de nærmeste 3-5 årene.

Noen hundre meter av rørgatene ved Befring (tre år gammel) og ved Rovde (to år gammel) går gjennom torvmarksdominerte områder. Torvmosene (*Sphagnum* spp.) koloniserer langsomt naken torv (Soro et al. 1999). Ingen nykolonisering av torvmoser ble observert i rørgata på Rovde, men ved Befring ble det observert flere små flekker med torvmoser (inntil 5-6 cm i diameter). Det er ukjent om disse små torvmosekoloniene stammer fra fragmenter i jorda eller om de har vandret inn etter avsluttet gravearbeid. Flekker med pionerarter som vanlig bjørnemose (*Polytrichum commune*) og krukkemose (*Pogonatum urnigerum*) kan stamme fra en sporebank i jorda eller fra spredning av sporer etter inngrepet. Når det gjelder betydningen av den lokal frøbank/sporebank i koloniseringen av rørgatene, så er det mulig at den spiller en begrenset rolle, ettersom gravearbeidene gjerne resulterer i at toppjord og undergrunnsmasse blandes (Vigerust & Njøs 1987).

Det finnes praktisk talt ikke naken jord i den naturlige vegetasjonen, og denne studien viser at det er en tendens til redusert dekning av naken jord med økt alder på rørgatene. I den eldste rørgata, Veiteberg (5 år gammel) er det lite naken jord. I de tre år gamle rørgatene ved Vassetvatnet og Befring finnes større vegetasjonsfrie flekker (inntil flere titals meter lange) hvor overflatelaget inneholder mye sand og grus og lite finkornet materiale, og hvor etablering via frø vanskeliggjøres fordi overflatelaget lett tørker ut. Tilførsel av organisk materiale eller noe mer finkornet materiale kan trolig bedre koloniseringen av slike flekker.

Litteratur

Allard, A. 2003. Detection of vegetation degradation on Swedish mountainous heaths at an early stage by image interpretation. - Ambio 32: 510-519.

Brodtkorb, E. & Selboe, O.K. 2004. Dokumentasjon av biologisk mangfold ved bygging av småkraftverk (1-10 MW). – NVE Veileder 1: 1-21.

Chambers, J.C. 1997. Restoring alpine ecosystems in the western United States: environmental constraints, disturbance characteristics, and restoration success. - I: Urbanska, K. M.; Webb, N. R., and Edwards, P. J. Restoration ecology and sustainable development, Cambridge University Press, Cambridge, s. 161-187.

DN (Direktoratet for naturforvaltning). 2006. Inngrepsfrie naturområder i Norge. Registrert med bakgrunn i avstand fra tyngre tekniske inngrep. – http://www.dirnat.no/content.ap?thisId=1009367

Eilertsen, O., Økland, R.H., Økland, T., & Pedersen, O. 1990. Data manipulation and gradient length estimation in DCA ordination. – Journal of Vegetation Science 1: 261-270.

Gaarder, G. 2003. Trandal kraftverk. Virkninger på biologisk mangfold. – Miljøfaglig Utredning, rapport 37: 1-21.

Hamarsland, A. (red.) 2005. Miljøtilsyn vedvassdragsanlegg. – NVE Veileder 2: 1-116.

Hill, M. & Gauch, H.G. 1980. Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. – Vegetatio 42: 47-58.

Jonsson, B. G. & Esseen, P.-A. 1998. Plant colonization in small forest-floor patches: importance of plant group and disturbance traits. – Ecography 21: 518-526.

Moen, A. 1998. Nasjonalatlas for Norge. Vegetasjon. – Statens kartverk, Hønefoss.

Montalvo, A., McMillan, P.A. & Allen, E.B. 2002. The relative importance of seeding method, soil ripping, and soil variables on seeding success. - Restoration Ecology 10(1): 52-67.

Nordbakken, J.-F. 2001. Fine-scale five year vegetation change in boreal bog vegetation. – Journal of Vegetation Science 12: 771-778.

NGU (Norges Geologiske Undersøkelse). 2006. Berggrunnskart. – http://www.ngu.no/kart/bg250/

Petersen S. L., Roundy, B. A. & Bryant, R. M. 2004. Revegetation Methods for High-Elevation Roadsides at Bryce Canyon National Park, Utah. - Restoration Ecology 12(2): 248-257.

Rydgren, K., Økland, R.H. & Hestmark, G. 2004. Disturbance severity and community resilence in a boreal forest. – Ecology, 85(7): 1906–1915.

ter Braak, C.J.F. & Šmilauer, P. 1998. Canoco reference manual. – Centre for Biometry, Wageningen.

Skauge, A. 1999. Arealplanlegging i tilknytning til vassdrag og energianlegg. – NVE Veileder 3: 1-30.

Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. 1995. Biometry (3. utg.). – Freeman, New York.

Soro, A., Sundberg, S. & Rydin, H. 1999. Species diversity, niche metrics and species associations in harvested and undisturbed bogs. – Journal of Vegetation Science 10: 549-560.

Vigerust, E. & Njøs, A. 1987. Sprengning, omgraving og masseflytting – hva med vilkårene for vekst? – Jord og myr 5: 164-174.

Økland, R.H. 1990. Vegetation ecology: theory, methods and applications with reference to Fennoscandia. – Sommerfeltia supplement 1: 1-233.

Vedlegg: Bilder

Bilde 1: Rovde (ferdigstilt og tilsådd 2004), Vanylven, Møre og Romsdal. Fra like nedenfor inntaket.

Bilde 2: Rovde. Område med en del nakne flekker i nedre halvdel av rørgata, ovenfor siste bratthenget.

Bilde 3: Veiteberg (ferdigstilt 2001, ikke tilsådd) i Stardalen, Jølster, Sogn og Fjordane. Fra øvre deler av rørgata..

Bilde 4: Veiteberg. Fra nedre halvdel av rørgata, litt ovenfor innmarka. Artsrikt miljø.

Bilde 5: Befring (ferdigstilt 2003, ikke tilsådd) i Stardalen, Jølster, Sogn og Fjordane. Om lag halvveis langs rørgata.

Bilde 6: Befring. Bra mosevekst i øvre deler av det nordvendte bratthenget ned mot dalbunnen.

Bilde 7: Vassetvatnet (ferdigstilt og tilsådd 2003) i Lærdal, Sogn og Fjordane. Fra litt nedenfor midten av rørgata oppover mot inntaket.

Bilde 8: Vassetvatnet. Nedre deler av rørgata.

Bilde 9: Breistølen (ferdigstilt 2005, tilsådd 2006) på Hemsedalsfjellet i Lærdal, Sogn og Fjordane. Fra like nedenfor inntaket.

Bilde 10: Vindedal (ferdigstilt 2005, noe tilsådd i nedre deler 2006) i Lærdal, Sogn og Fjordane. Fra øvre deler av rørgata..