

Golfens miljøutfordringer

– En versting eller en positiv bidragsyter i miljøsammenheng?



Utarbeidet av Bioforsk Research Group



GOLFENS MILJØUTFORDRINGER

Agnar Kvalbein og Trygve S. Aamlid, Bioforsk Turfgrass Research Group

Golfspporten legger beslag på tidligere jordbruks- og naturområder i Norge. Hvordan virker denne omleggingen inn på dyreliv, plantevekst og vannkvalitet? Hvor mye bidrar baneskjøtsel til utslipp av klimagasser, og er bruk av gjødsel og plantevernmidler en stor kilde til forurensning?

Det er slike spørsmål denne teksten vil belyse. Effekten av golfere som reiser verden rundt som idrettsutøvere og turister er holdt utenfor. Det samme er transport til og fra hjemmeklubben, selv om denne typen problemstillinger er relevante i den politiske debatt både om miljø og klima.

Biodiversitet – biologisk mangfold

Konvensjonen om biologisk mangfold fra 1993 ga bakgrunn for Naturmangfoldloven som ble vedtatt av Stortinget i 2009 (Lovdata 2009b). Den skal sikre vern av naturområder og gi hjemmel for å bekjemping av fremmede arter og bevaring av truede arter. Direktoratet for naturforvaltning har utarbeidet handlingsplaner for en rekke naturtyper, samt ulike plante- og dyrearter (<http://www.dirnat.no/publikasjoner/dn-rapporter>).

Utbygging av veier, boliger og annen infrastruktur, økt mekanisering i primærnæringene og gjengroing av kulturlandskapet er forhold som truer det biologiske mangfoldet i Norge. Særlig i urbane områder har golfbaner vist seg å være egnede områder for truede plante- og dyrearter. Ofte er bare små tiltak nødvendige for å utvikle høyrough eller dammer til verdifulle habitater (leveområder) (Colding & Folke 2009). På de fleste golfbaner utgjør spillearealet tee-green-fairway mellom 30 og 60 % av totalarealet. Resten av banen bør skjøttes slik at det øker mangfoldet av planter og dyr og samtidig øker kvaliteten av golfopplevelsen.

Nesten 700 planter i Norge vokser i åpne enger. Mange av dem var tidligere knyttet til tradisjonell jordbruksdrift der svakt gjødslede enger ble slått til høy. Sein slått og etterfølgende fjerning av graset var viktig for å sikre frøspiring og lys til nye generasjoner av planter. I dag er eksistensen til flere kulturarter truet av redusert utmarksbeite, mer bruk av gjødsel og kjemiske ugrasmidler og nye tidspunkt og metoder for høsting av graset (Bele et al. 2011). Tradisjonelle slåttemark er



Bilde 1: Rauma golfklubb. Foto: Agnar Kvalbein

i seg selv viktige kulturminner (Direktoratet for naturforvaltning 2009), og flere golfbaner har, gjennom bevisst skjøtsel av høyrough, klart å bevare miljøet til verdifulle arter. Uten økte kostnader kan bevaring av sjeldne arter kombineres med større naturopplevelse for spillerne (blomstereng i stedet for 'bare gress') og raskere spill (lettere å finne igjen ballen i en rough som ikke er så tett). I Sverige og Danmark har noen klubber gjerdet av deler av roughen for beitedyr av sau, storfe eller

hest, og dette kan også bidra til mangfold og bevaring av spesielle vegetasjonstyper. Både dyreslag og beitetrykk må tilpasses for å få ønsket effekt.

Et eksempel på en golfbane som forvalter verdifull flora er Lunds Akademiska Golf Club som omslutter området Kungsmarken i Sør-Sverige. Her har klubben gjennom god skjøtsel tatt vare på sjeldne blomsterenger siden 1936. Med en variert flora følger også mange dyr, insekter og fugler. I 1974 ble området fredet som naturreservat (<http://www.lagk.se/naturreservat.html>).

For å trives i et område vil de fleste dyrearter trenge mat, skjul, trekkveier, overvintringsmuligheter og vern mot fiender. Golfbaner har mange verdifulle overgangssoner (randsoner) som er viktige for det biologiske mangfoldet. Dammer og andre vannhinder gir livsgrunnlag for amfibier, insekter og fugler. Men forventninger om rene overganger mellom spilleflate og vann og krav til spillbar skogbunn kan ofte ødelegge for mangfoldet. Her er det et stort forbedringspotensial på mange golfbaner. Konkrete tiltak for å øke dyrelivet på banen kan være å beholde sammenhengende krattbelter for trygg passasje, bevare steinrøyser som boplasser, og la siv få utvikle seg i vannhindrene.



Bilde 2: Et variert landskap gir livsbetingelser for flere dyr. Skjeberg golfklubb. Foto: Agnar Kvalbein

I Stockholmsregionen har Svenska Golf förbundet gjort miljøstudier for å dokumentere det biologiske mangfoldet på golfbaner (Colding & Folke 2009). Det er også laget en veiledning for utvikling av golfbanen som våtmarksressurs (Colding & Lundberg 2009). Det er godt dokumentert at dammene på flere golfbaner i Stockholm er viktige for å ta vare på truende amfibier (Colding et al. 2009).

Når golfbanenes betydning for biodiversitet vurderes, er det viktig å huske hvordan forholdene var før golfbanen ble anlagt. Det bør skilles mellom biodiversitet *til tross for* golf på den ene siden og biodiversitet *på grunn av* golf på den andre (Berntson & Lindström 2005). Denne distinksjonen er viktig for å oppnå troverdighet overfor allmennhet og miljøinteresserte. En av konklusjonene i den svenske studien var at golfbaner fører til større biologisk mangfold i områder som fra før var sterkt preget av menneskelig aktivitet, mens betydningen er mindre i områder med liten befolkning og mer naturlige miljøer (Colding & Folke 2009). I framtida forventes en økende andel av Norges befolkning å bo i byer og stettsteder, og da vil golfbanene få større betydning for bevaring av det biologiske mangfoldet.

Miljøforurensning

Vannforurensning

Omdanning og nedbryting av gressavklipp kan føre til avrenning som forårsaker uønsket vekst av alger og i verste fall oksygenmangel og død i vassdrag. Dette er mest kjent fra utslipp av silosaft. Risiko for slike utslipp fra golfbaner antas å være liten dersom gressavklippet håndteres på en forsvarlig måte (se seinere).

Erosjon: Jord som vaskes ut i bekker og vann kan føre til forurensning ved anlegg av golfbaner. Jordslammet kan true egg og yngel av fisk, og jordpartiklene kan ta med seg næringsstoffer som blir løst i vannet (Rød et al. 2009). Erosjonsfaren fra en etablert golfbane regnes derimot som svært liten. Det skyldes at gresset binder jorda godt.



Bilde 3: I anleggsfasen er det fare for jorderosjon og forurensning av vassdrag.

Næringsstoffer

Plantenæringsstoffene nitrogen og fosfor er særlig viktige for vannkvaliteten. Begrenset tilgang på nitrogen hindrer oppblomstring av alger. Tilgangen på fosfor regulerer veksten av cyanobakterier (tidligere kalt blågrønnalger) som er selvforsynt med nitrogen fra lufta.

Fosfor bindes sterkt i mineraljord, og utlekking gjennom dreneringssystemet har derfor liten betydning. Forsøk har vist forhøyet utlekking fra nye greener som har kompost i vekstmediet (Aamlid 2005) og ved fosforgjødsling ut over det som er nødvendig for plantene (Guertal 2007). Fosfor kan også tapes som overflateavrenning ved sterk nedbør på fairways like etter gjødsling (Shuman 2002), men dette er sjeldne tilfeller. Kortklipte arealer gir liten risiko for overflateavrenning av fosfor når graset fryser i hjel om høsten, noe som ellers kan være et problem ved vanlig engdyrking (Bechmann 2005).

I norske forsøk med fem måneders inngroing av sandbaserte greener varierte fosforutlekkinga fra under 0.2 kg P/daa på greener med rein sand eller torv i vekstmediet til om lag 0.5 kg P/daa på greener med kompost i vekstmediet (Aamlid 2005). Til sammenlikning har landbrukets Jordsmønnsobservasjonsprogram vist et gjennomsnittlig fosfortap ved korndyrking på Østlandet på om lag 0.1 kg P/daa, mens 0.6 kg/daa er mer representativt ved intensiv potet- og grønnsakdyrking på lette jordarter (Rød et al. 2009).

De fleste gjødselprodukter som brukes på golfbaner inneholder nitrogen i form av urea eller andre organiske forbindelser eller i de uorganiske formene ammonium (NH_4^+) og nitrat (NO_3^-). Både urea og ammonium kan tas direkte opp av plantene, mye mer vanlig er at det omdannes til nitrat i jorda. Dette tas raskt opp av plantene dersom vekstforholdene er gode, men flere studier har vist at noe kan sige gjennom jorda og forurense vassdrag og i verste fall grunnvann. Der grunnvann er

drikkevannskilde har dette i noen lokale tilfeller i USA gitt helseskade (Petrovic 1989). I deler av Danmark og Sverige, der grunnvannet er vannkilde for befolkningen, er det lagt begrensninger på hvor mye lettløselig gjødsel som kan anvendes på golfbanene.

Ifølge verdens helseorganisasjon (WHO) sine retningslinjer og EUs nitratdirektiv bør drikkevann ikke inneholde over 50 mg nitrat/liter (EU 1998). I Norge oppgis konsentrasjonen vanligvis som nitrat-nitrogen ($\text{NO}_3\text{-N}$), og da er den tilsvarende grenseverdien 11.3 mg $\text{NO}_3\text{-N}$ /liter. Ved Bioforks forskingsanlegg for gress til grøntanlegg (Bilde 1) har vi i fire ulike prosjekter målt utvasking av nitrat fra golfgreener. For etablerte gressmatter lå nitratinnholdet i grøftevannet som regel langt under grenseverdien (Aamlid 2005, Aamlid et al. 2009b, Kusliene et al. 2010, Espevig 2011). I et prosjekt fant vi for eksempel gjennomsnittsverdien 0.49 mg $\text{NO}_3\text{-N}$ /liter og maksimalverdien 6.1 mg $\text{NO}_3\text{-N}$ /liter, det siste fra greener uten organisk materiale i vekstmediet (Aamlid et al. 2009b). Utlekking av nitrogen fra etablerte golfbaner skjer hovedsakelig i perioder med lite gressvekst. Sterk gjødsling om våren for å få banene raskt i spill innebærer en risiko for næringstap. Når deler av greener må reetableres etter vinterskader øker også faren for lekkasjer.

Ved etablering av nye, sandbaserte golfgreener og fotballbaner har man både i Sverige (Hedlund 2002) og Norge målt verdier som langt overskriver WHO/EU-grensen. Ved inngroing av en sandbasert fotballbane målte vi en middelvei på 28 mg $\text{NO}_3\text{-N}$ /liter og en maksimalverdi på 77 mg $\text{NO}_3\text{-N}$ /liter den først måneden etter såing (Kusliene et al. 2010). Dette skyldes en kombinasjon av hyppig og mye vanning, samt kraftig gjødsling for å få grasmatta til å gro sammen. I et tidligere prosjekt med noe svakere gjødsling ved inngroing av golfgreener var tilsvarende middel- og maksimumsverdi henholdsvis 4.1 og 19 mg $\text{NO}_3\text{-N}$ /liter, mens den totale nitrogenavrenninga i perioden mai-september utgjorde 4.6 kg N/daa. Det siste kan sammenliknes med gjennomsnittlige årlige nitrogentap på henholdsvis 2.8 kg og 7.2 kg N/daa ved korn- og grønnsak/potetdyrking på Sørøstlandet (Rød et al. 2009).



Bilde 4: Lysimeter-anlegget ved Bioforsk Turfgrass Research Center på Landvik ved Grimstad ble konstruert i 2003 for å måle avrenning av næringsstoffer og plantevernmidler fra sandbaserte golfgreener. Foto: Trygve S. Aamlid

Plantevernmidler

Bortsett fra en rapport basert på data innsamlet fra 82 baner i år 2000 (Tronsmo 2001) foreligger ingen samlet statistikk over forbruket av plantevernmidler på norske golfbaner. Vi mener likevel å ha ganske god oversikt over bruken.

Soppmidler brukes normalt bare på greenene. Som regel er det snakk om en forebyggende sprøyting mot snømugg før vinteren, men i noen tilfeller kan det også være behov for sprøyting mot sopper i

veksts sesongen. Tre handelspreparater med til sammen fem aktive stoffer er i dag godkjent til bruk på norske golfbaner, to av dem bare til forebyggende sprøyting før vinteren (Strandberg et al. 2010).

Ugrasmidler brukes på fairways, altså et betydelig større areal enn greenene. Fordi mindre enn halvparten ble sprøytet hvert år fant likevel Tronsmo (2001) at forbruket av aktivt stoff av ugrasmidler var mindre enn det tilsvarende forbruket av aktivt stoff av soppmidler. Åtte ugrasmidler med til sammen sju aktive stoffer er i dag godkjent til bruk på golfbaner i Norge (Strandberg et al. 2010).

Skadeinsekter er heldigvis et lite problem på norske golfbaner. Av de 82 banene som rapporterte til Tronsmo (2001), var det bare to som hadde brukt insektmidler. Bruken i dag er neppe større, selv om tre insektmidler med like mange aktive stoff er godkjent (Strandberg et al. 2010).

Kjemiske vekstreguleringsmidler er også definert som plantevernmidler. Pr 1.nov. 2011 er ingen vekstreguleringsmidler godkjent til bruk på golfbaner, men det er søkt om godkjenning for Primo MAXX med det virksomme stoffet trineksapak-etyl. Sommeren 2011 ble dette preparatet godkjent til bruk på golfbaner i Sverige.

Basert på datainnsamlingen i 2000 fant Tronsmo (2001) at gjennomsnittlig bruk av plantevernmidler på norske golfbaner var 0.009 kg aktivt stoff pr daa, mot 0.067 kg aktivt stoff pr daa i landbruket. Mindre baner/enkle anlegg var da holdt utenfor. Om man så isolert på greenene var gjennomsnittlig forbruk 0.279 kg aktivt stoff/daa; dette var mer enn gjennomsnittet i norsk korndyrking, men mindre enn ved dyrking av poteter, bær og frukt. Samlet sett stod golfbanene for om lag 0.03% av den totale bruken av plantevernmidler i Norge (Tronsmo 2001). Dette bildet har neppe endret seg vesentlig de elleve åra som er gått siden undersøkelsen ble gjennomført.



Bilde 5: Snømugg gir mange år betydelige skader og dette er vanskelig å unngå uten bruk av sprøytemidler. Foto: Agnar Kvalbein

Generelt har utviklingen både på golfbanene og i jordbruket gått i retning av mer spesifikke preparater og lavere forbruk av aktivt stoff. Dersom vekstreguleringsmidlet Primo MAXX blir godkjent, må vi forvente en økning i bruken av aktivt stoff på norske golfbaner, men dette kan muligens kompenseres ved mindre behov for soppsprøyting (Aamlid et al. 2009c). Dessuten kan kjemisk vekstregulering føre til mindre utslipp av CO₂ fra klipping (se seinere).

Fra et miljøsynspunkt kan det stilles spørsmål ved bruken av soppmidler på greener. Midlene sprøytes ofte om høsten. Da går nedbrytingen langsomt fordi temperaturen er lav, og mye nedbør gir økt fare for utvasking. De soppmidlene som nå er tillatt brukt, er alle skadelige for vannlevende organismer og derfor ikke tillatt å sprøyte nær vann (kravet til buffersone varierer fra 10 til 20 m). Svenske og norske forsøk har påvist for høy konsentrasjon av soppmidlene iprodion og axozystrobin i avløpsvann fra rene sandgreener (Vandsemb et al. 2003, Strömqvist & Jarvis 2005, Larsbo et al. 2008, Aamlid et al. 2009a,b). Pr 1.nov 2011 er disse to soppmidlene ikke lenger godkjent til bruk på golfbaner i Norge, men for axozystrobin er det søkt om godkjenning av en ny formulering.

For de to nevnte lekkasje-utsatte soppmidlene har forsøk vist 90-99% reduksjon i utlekkingsfaren ved å blande inn 20 volumprosent organisk materiale i sanden ved konstruksjon av nye golfgreener (Larsbo et al. 2008, Aamlid et al. 2009a,b). Slik innblanding er det normale, og det blir anbefalt ved etablering av nye greener også fordi det gir en raskere etablering. Dersom noen golfbaner likevel skulle foretrekke rene sandgreener kan utlekking av utsatte soppmidler reduseres med 80-90 % ved regelmessig bruk av vætemidler for å unngå tørkeflekker og andre former for hydrofobisitet (Larsbo et al. 2008, Aamlid et al. 2009b).

EU har gjennom sitt direktiv 2009/128 gitt alle medlemsland frist til 1.januar 2012 med å innføre lover og forskrifter slik at all bruk av kjemiske plantevernmidler følger prinsippene for Integreert Plantevern. De viktigste prinsippene er:

- Skader skal forebygges ved å hindre smittespredning, bruk av motstandsdyktig plantemateriale og optimal skjøtsel.
- Det skal defineres økonomiske skadeterskler slik at kjemiske plantevernmidler bare brukes når det er viktig.
- Sprøyting skal ikke gjøres rutinemessig, men basert på prognoser/varsler eller sikker identifikasjon av skadegjørere i felt
- Man skal velge de midlene som har best effekt og minst miljørisiko. Det skal også tas hensyn til faren for utvikling av kjemikalieresistens.
- Det skal føres journal og virkningen av sprøyting skal dokumenteres/evalueres.

Selv om Norge ikke er medlem av EU, tar Mattilsynet sikte på å implementere disse IPM- prinsippene også i vårt land (Erling Sikkeland, pers. komm. okt 2011). I denne forbindelse har de nordiske golfforbundene, gjennom sin forskningsstiftelse STERF, utgitt en rekke faktablad med retningslinjer for IPM på golfbaner. Dersom disse retningslinjene følges, mener vi at den nåværende bruken av plantevernmidler på norske golfbaner medfører liten belastning for miljøet.

Miljøfarlig avfall

Vedlikehold av motorer og maskiner gir spillolje. Blybatterier på avveier utgjør en miljøtrussel. Innsamling av avfall er nå godt organisert av kommunene, og disse systemene vil normalt ivareta de behov golfanleggene har for forsvarlig avfallshåndtering.

Det er vanlig å samle opp gressavklipp fra greener. Noen baner praktiserer også oppsamling på tees og forgreener. Dette avklippet er næringsrikt og nedbrytes raskt dersom det har tilgang på luft, men om det legges i haug blir lufttilgangen dårlig og det skjer en anaerob omdanning (gjæring). Fra og med 1.juli 2009 ble det forbudt å deponere nedbrytbart avfall (Lovdata 2009a). Hensikten med bestemmelsen var å hindre lokal vannforurensning og utslipp av klimagasser, særlig metan. Dette betyr at avklippet nå ikke kan legges i permanente hauger, men må spres lokalt eller gjenvinnes, for eksempel gjennom forsvarlig kompostering.

Daglig vask av klippere og annet utstyr er en god rutine. Med vaskevannet følger gressklipp, men også rester av smørefett og andre petroleumsprodukter. Dette kan gi lokal forurensning dersom vaskeplassen ikke har egnet utstyr for oppsamling.

Renseteknikk på golfbaner

Noen golfbaner har planlagt og investert for å sikre at vannet som renner ut fra banen er minst like rent som det som renner inn. I anleggsfasen gjøres tiltak for å hindre erosjon, og det lages sedimentasjonsbasseng for å hindre at slam renner ut i vassdragene. Næringsrikt vann fra dreneringssystemet samles opp og benyttes til vanning. I Sverige er det vanlig at kommunene pålegger slike tiltak, men i Norge er slike løsninger sjeldne.

Stavanger golfklubb har laget et biologisk renseanlegg for vannet som renner gjennom golfbanen. En sedimentasjonsdam sørger for utfelling av jordpartikler, og rikelig med siv og andre vannplanter videre nedover et våtmarksområde sørger for store overflater der belegg av denitrifikasjonsbakterier kan hente ut nitrogen og føre det tilbake til lufta. Slike løsninger krever arealer og vedlikehold, men bidrar vesentlig til forbedret vannkvalitet.

Energi- og karbonregnskap

I Norge er det ingen krav til dokumentasjon på dette området.

I Danmark må derimot ca 10 % av virksomhetene innlevere miljøregnskap, såkalte 'grønne regnskaper', til myndighetene. Langt flere har frivillig utarbeidet et grønt regnskap slik at de kan følge med på hvordan miljøarbeidet utvikler seg. Dansk Golf Union har gjennom flere år samlet inn grønne regnskap som et ledd i den såkalte pesticidavtalen mellom DGU og miljømyndighetene. 132 klubber innberettet data for 2010. Regnskapet omfatter forbruk av plantevernmidler, vann, gjødsel, drivstoff og produksjon av avfall. Drivstoffbruket i de 132 klubbene var i gjennomsnitt 12.000 liter. Gjennomsnittlig dekker disse banene 700 dekar og 53 % av arealet er i spill (DGU 2011). Dette gir et CO₂-utslipp på over 30 tonn¹.

Vi har ikke tilsvarende tall fra Norge, og det må flere elementer til for å gi et fullstendig CO₂-regnskap, blant annet forbruk av andre driftsmidler og oppvarming og vedlikehold av maskiner og utstyr.

I gressmatter bindes det også CO₂ ved at innholdet av det organiske materialet i jorda øker. Omlegging fra åker til eng nevnes som et tiltak i klimapolitikken. Når åkerjord omdisponeres til golfbane vil dette årlig kunne bindes opp omtrent 150 kg CO₂ pr dekar pr år. (Grønlund et al, 2008a) Tallet for en enkelt bane kan avvike mye fra dette overslaget, men det er altså grunnlag for å hevde at en golfbaner anlagt på åkerjord vil være tilnærmet klimanøytrale sett i et tidsperspektiv på 60 til 100 år. Det er usikkert om omdisponering av skog til golfbane virker på samme måte. Bedre drenering vil kunne redusere jordens evne til å binde karbon, mens gjødsling vil øke bindingspotensialet.

Golfbaner eller golfhull som er anlagt på myr vil bidra sterkt til utslipp av CO₂. Drenering av myr vil starte en nedbryting av det organiske materialet kan frigi 2-3 tonn CO₂ pr dekar pr år. (Grønlund et al, 2008b) Dette er et høyt tall, og slike anlegg bør derfor unngås.

Teknisk og faglig utvikling

Den tekniske utviklingen har ikke gitt betydelig nedgang i energiforbruket de siste åra. Overgangen til klippeaggregater som drives av elektromotorer er ikke først og fremst motivert av mindre forbruk, men av redusert risiko for oljelekkasje på greener. Slike lekkasjer er svært lokale og betyr minimalt i miljösammenheng, men de ødelegger spillekvaliteten dramatisk. Robotklippere som går på strøm introduseres nå i privathager, og de er med hell testet ut på driving range på golfbaner. Disse har et vesentlig lavere energiforbruk enn tradisjonelle klippere (Jensen 2010).

Gjødselforbruket på danske golfbaner har vært relativt konstant de senere åra, men bedre kunnskap om de enkelte gressartenes næringsbehov gir nå grunnlag for bedre tilpasset gjødsling som kan redusere det samlede forbruket noe.

Lovende resultater med kjemiske vekstregulatorer gir også håp om at klippebehovet kan reduseres (Aamlid et al. 2009c).

Om vi reduserer vanningsmengdene og klarer å holde jorda fuktig, men ikke vannmettet, vil gressplantene vokse litt mindre. Klippebehovet reduseres og spillekvaliteten øker. Dette er nå i ferd med å bli dokumentert i forsøk (Aamlid et al. 2011). I praksis er det vanskelig å utnytte denne effekten uten å forlate teknologien basert på sirkulerende vannspredere. I land der arbeidskostnadene er lavere og prisen på vann er høy, vil vi trolig se en utvikling i retning av mer håndvanning med slange.

Oppsummering

Anlegg og drift av golfbaner representerer ikke noen stor trussel mot naturmiljøet, men med relativt enkle midler kan forbedringer oppnås på mange områder. Bevisstheten om miljøansvaret synes å være høyere på golfklubbene i Danmark og Sverige enn i Norge. Dette kan delvis forklares med at danskene og svenskene i større grad benytter grunnvann som drikkevannskilde, men golfforbundene i våre naboland har også hatt større fokus på miljøarbeidet. I 2000 framla Svenska Golfförbundet dokumentet *Golfsportens miljöpåverkan*, og de har senere vedtatt miljøplaner som har fått konsekvenser for de enkelte golfklubbene. Dansk Golf Union legger mye arbeid i de grønne regnskapene. Dette gir god dokumentasjon og skaper stor bevissthet om miljøvern og ressursforbruk i golfbransjen.

Skandinavian Turfgrass and Environment Research Foundation (STERF) har bidratt sterkt til å utvikle kompetanse innenfor miljøforvaltning av golfbaner. Denne kompetansen er tilgjengelig for golfklubbene via hjemmesiden <http://sterf.golf.se>. Forskningsbasert veiledning til greenkeepere om riktig plantevalg, plantevern, gjødsling, vanning og gode vinterstrategier formidles gjennom Norwegian Greenkeepers Association sitt magasin *Gressforum*, det årlige Gresskurset og gjennom NGF sine anleggsseminarer som settes opp hvert semester.

Referanser

- Bechmann, M. 2005. Fosforindeks - et verktøy for å vurdere risiko for fosfortap fra jordbruksarealer i Norge Doctor Scientiarum Thesis 2005:24. 170s.
- Bele, B, E. Svalheim & A. Norderhaug 2011. Bondens kulturmarksflora for Sørlandet, Bioforsk FOKUS 6(4).
- Berntsson, L & A. Lindstrøm 2005. En undersökning av golfbanors potential som bärare av höga naturvärden. Magisteruppsats i biologi, Göteborgs universitet.
- Colding J. & S. Lundberg 2009. Golfbanan som våtmarksressurs. STERF 2009 <http://sterf.golf.se> (Nov 2011)
- Colding, J., J. Lundberg, S. Lundberg & E. Andersson 2009. Golf courses and wetland fauna. *Ecological Applications* 19: 1481-1491
- Colding J. & C. Folke 2009. The role of golf courses in biodiversity conservation and ecosystem management. *Ecosystems* 12: 191-206.
- DGU, Dansk Golf Union: Golfsportens grønne regnskab http://www.danskgolfunion.dk/media/207383/089_dgu%20grønneregnskab-2.%20korr.pdf (November 2011).
- Direktoratet for naturforvaltning 2009. Handlingsplan for slåttemark. DN-rapport 2009-6. 57s.
- Espevig, T. 2011. Winter hardiness and management of velvet bentgrass (*Agrostis canina*) on golf greens in the Nordic climate. Universitetet for Miljø og Biovitenskap Ph.D. Thesis 2011: 14.
- EU 1998. Council Directive 98/83/EC of 3 Nov. 1998 on the quality of water intended for human consumption. *Official Journal of the European Commission L330*: 32-54.
- Grønlund, A, K. Knoth de Zarruk, D. Rasse, H. Reiley, O.Klakegg, I. Nystuen 2008. Kunnskapsstatus for utslipp og binding av karbon i jordbruksjord. Bioforsk Rapport Vol 3, Nr 132
- Grønlund, A., A.Hauge, A.Hovde, D. P.Rasse, 2008: Carbon loss estimates from cultivated peat soils in Norway: a comparison of three methods. *Nutr Cycl Agroecosyst* (2008) 81:157-167
- Guertal, E.A. 2007. Phosphorus leaching from sand-base putting greens. *USGA Turfgrass and Environmental Research Online* 6(16): 1-6.
- Hedlund, A. 2002. Vart tar kvävet i greenen vägen? *Greenbladet* nr 4 2002.
- Jensen, A.M.D. 2010. Græsklippe-robotter – kan vi bruke dem på en golfbane? *Greenkeeperen* 4/2010 s 62-65
- Kusliene, G., T. Pettersen, T. Espevig, A. A. Steensohn & T.S. Aamlid 2010. Reduced leaching of nitrogen and phosphorus using nutrient coated perennial ryegrass seed (iSeed®). *Bioforsk report* 5 (116): 1-20.
- Larsbo M., T. S. Aamlid, L. Persson & N. Jarvis 2008. Fungicide leaching from golf greens: Effects of root zone composition and surfactant use. *Journal of Environmental Quality* 37: 1527-1535.
- Lovdata 2009a. Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften) § 9-4 a. <http://www.lovdata.no/for/sf/md/xd-20040601-0930.html>. (November 2011).
- Lovdata 2009b. Lov om forvaltning av naturens mangfold (naturmangfoldloven) <http://www.lovdata.no/all/nl-20090619-100.html>. (November 2011).
- Petrovic, A.M. 1989. Golf course management and nitrates in groundwater. *Golf Course Management* 57 9): 54, 56-58, 60, 64.
- Rød, L.M., R. Pedersen, J. Deelstra, M. Bechmann, H.O. Eggestad & A.F. Øgaard 2009. Erosjon og næringsstofftap fra jordbruksdominerte nedbørfelt. Årsrapport for 2008/09 fra Program for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA). *Bioforsk Rapport* 4 (165): 1-40.
- Shuman, L. M. 2002: Phosphorus and nitrate-nitrogen in runoff following fertilizer application to turfgrass. *Journal of Environmental Quality* 31(5): 1710-1715
- Strandberg, M., A.M.D. Jensen, A-M.D. Gustavsson, A. Tronsmo & P. Persson 2010. Golfens forsknings- og utvecklingsprogram intergrerad växtskydd. *Scandinavian Turfgrass and Environment Research Foundation* 2010. 11s.

- Strömqvist, J., & N. Jarvis. 2005. Sorption, degradation and leaching of the fungicide iprodion in a golf green under Scandinavian conditions: Measurements, modelling and risk assessment. *Pest Management Science* 61: 1168–1178.
- Tronsmo, A. 2001. Forbrukt mengde av plantevernmidler i relasjon til areal på norske golfbaner. Rapport fra en brukerundersøkelse over forbruk av plantevernmidler på norske golfbaner i år 2000 sammenliknet med forbruk på andre landbruksarealer. Rapport, Norges Golfforbund. 8s.
- Vansemb S.M., G.H. Ludvigsen & O.Lode. 2003. Pesticides' occurrence in leachate from golf courses. Studies on two courses and one experimental green. *Jordforsk rapport 94/03*.
- Aamlid, T.S. 2005. Organic amendments of sand-based golf greens: Effects on establishment rate, root development, disease occurrence and nutrient leakage during the first year after sowing. *International Turfgrass Society Research Journal* 10: 83-84 (Annexe)
- Aamlid, T.S., T. Espevig, B. Molteberg, A. Tronsmo, O.M .Eklo, I.S. Hofgaard, G.H. Ludvigsen & M. Almvik 2009. Disease control and leaching potential of fungicides on golf greens with and without organic amendment to the sand-based root zone. *International Turfgrass Society Research Journal* 11: 903-917.
- Aamlid, T.S., M. Larsbo & N. Jarvis 2009. Effects of surfactant use an peat amendment on leaching of fungicides and nitrate from golf greens. *Biologia* 64: 419-423.
- Aamlid, T.S., O. Niemelainen, M. Rannikko, O. Noteng, M. Waldner, T. Haugen, S. Junnila, T. Pettersen & T. Espevig 2009. Evaluation of the plant growth regulator Primo MAXX® (trinexapac-ethyl) on Nordic golf courses. Results from the second evaluation year 2008 and recommendations. *Bioforsk Rapport* 4 (4): 1-28.
- Aamlid, T.S., T.O. Pettersen & A. Kvalbein 2011. Vanningsprosjektet: Bedre økonomi ved underskuddsvanning to ganger i uka enn ved full rotbløyte. *Gressforum* 2011(2): 18-21.

ⁱ Utslippsfaktor, inkludert fremstilling, bensin henholdsvis diesel: 2.86 / 3.04 kg CO₂-ekvivalenter pr liter

