

Bioforsk Rapport

Bioforsk Report
Vol. 4 Nr. 24, 2009

Engrapp eller raigras ved etablering og resåing av norske fotballbaner

1. Bakgrunn, metoder og resultater fra etableringsåret 2008

Poa pratensis or *Lolium perenne* for establishment and overseeding of Norwegian football pitches

1. Background, methods and results from the establishment year 2008

Trygve S. Aamlid¹, Bjørn Molteberg², Lars Nesheim³, Åge Susort¹, Trond Pettersen¹, Frank Enger², Jan Tangsveen² og Lasse Weiseth³

¹Bioforsk Øst Landvik, ²Bioforsk Øst Apelsvoll og ³Bioforsk Midt-Norge Kvithamar





Hovedkontor/Head office
Frederik A. Dahls vei 20
N-1432 Ås
Tel.: (+47) 40 60 41 00
post@bioforsk.no

Bioforsk Øst
Bioforsk Landvik
Reddalsveien 215
N-4886 GRIMSTAD
Tel.: (+47) 40 60 41 00
trygve.aamlid@bioforsk.no

Tittel/Title:

Engrapp eller raigras ved etablering og resåing av norske fotballbaner. 1. Bakgrunn, metoder og resultater fra etableringsåret 2008. / *Poa pratensis* or *Lolium perenne* for establishment and overseeding of Norwegian football pitches 1. Background, methods and results from the establishment year 2008

Forfatter(e)/Author(s):

Trygve S. Aamlid, Bjørn Molteberg, Lars Nesheim, Åge Susort, Trond Pettersen, Frank Enger, Jan Tangsveen og Lasse Weiseth

Dato/Date: 7.feb. 2009	Tilgjengelighet/Availability: Åpen	Prosjekt nr./Project No.: 1910099	Saksnr./Archive No.:
Rapport nr./Report No.: 24 / 2009	ISBN-nr./ISBN-no: 978-82-17-00473-8	Antall sider/ Number of pages: 25	Antall vedlegg/ Number of appendices: 0

Oppdragsgiver/Employer: Norges fotballforbund / Kultur- og kirkedepartementet / TMG Gressservice AS	Kontaktperson/Contact person: Ole Myhrvold / Morten Roa / Tor Mjøen
---	---

Stikkord/Keywords: engrapp, etablering, ferdigplen, flerårig raigras, fotball, resåing, såtid establishment, Kentucky bluegrass, <i>Lolium perenne</i> , perennial ryegrass, <i>Poa pratensis</i> , overseeding, sod, sowing time	Fagområde/Field of work: Hagebruk og grøntmiljø Horticulture and urban greening
--	--

Sammendrag:

Denne rapporten beskriver bakgrunn og forsøksmetodikk, samt gir resultater fra etableringsåret 2008 i et nytt fireårig prosjekt med sammenlikning av engrapp og raigras på 'fotballbaner' anlagt ved Bioforsk Landvik (Grimstad), Apelsvoll (Østre Toten) og Kvithamar (Stjørdal).

Summary:

This report describes background and experimental methods and presents results from the establishment year 2008 of a new four-year project comparing *Poa pratensis* and *Lolium perenne* on experimental football pitches at Bioforsk Landvik (Norwegian south coast 58 °N), Apelsvoll (interior north of Oslo, 61 °N) and Kvithamar (Central Norway, 63 °N).

Land/Country:	Norge / Norway
Fylke/County:	Aust Agder, Oppland, Sør-Trøndelag
Kommune/Municipality:	Grimstad, Østre Toten, Stjørdal
Sted/Lokalitet:	Landvik, Apelsvoll, Kvithamar

Godkjent / Approved, 23. feb. 2009

Arne Sæbø
(forskningsleder grøntmiljø /
research leader, Urban Greening)

Avlevert / Submitted 17.feb. 2009

Trygve S. Aamlid
(prosjektleder / project leader)

Forord

Til tross for at det de siste åra har vært en kraftig økning i anlegg av nye kunstgrasbaner for fotball, er det fortsatt om lag 2000 naturgrasbaner, dvs. tre til fire ganger så mange naturgrasbaner som kunstgrasbaner her i landet. For disse banene er det et stort behov for forskning og veiledning om optimal skjøtsel.

Denne rapporten er den første i en serie av årlige rapporter fra det fireårige forskingsprosjektet 'Engrapp eller raigras ved etablering og resåing av norske fotballbaner'. Prosjektet gjennomføres ved Biofords sentre i tre ulike landsdeler og finansieres av Norges fotballforbund, Kultur- og kirke departementet og firmaet TMG Gresservice AS.

Bioforsk Øst Landvik,

17. feb. 2009

Trygve S. Aamlid
prosjektleder

1. Innhold

Forord	3
1. Innhold	4
2. Sammendrag	5
3. Summary	6
4. Innledning	7
5. Materiale og metoder	9
5.1 Forsøkssteder, meteorologiske data og vekstmasser	9
5.2 Forsøksplan og gjennomføring av behandlingene	10
5.3 Gjødsling og kjemiske jordprøver	13
5.4 Klipping og veiing av avklipp	15
5.5 Andre skjøtselstiltak	15
5.6 Slitasje	16
5.7 Registreringer	16
5.8 Statistiske analyser	17
6. Resultater	19
6.1 Dekningsprosent og visuelt inntrykk	19
6.2 Rotutvikling	21
6.3 Skjærfasthet og hardhet	21
6.4 Tilvekst utover høsten	23
7. Diskusjon	24
8. Referanser	25

2. Sammendrag

På grunn av god slitestyrke og overvintringsevne har norske fotballbaner tradisjonelt blitt etablert med engrapp (*Poa pratensis*) som viktigste grasart, enten ved direkte såing eller ved legging av ferdiggras. Den største ulempen med engrapp er at den spirer og etablerer seg svært seint, noe som gjør at turnrapp (*Poa annua*) ofte kommer inn allerede i etableringsfasen. Ved reparasjonssåing har det derfor vært vanlig å bruke (flerårig) raigras (*Lolium perenne*), som etablerer seg raskere og er vel så slitesterkt, men mindre vinterherdig enn engrapp. Ved gjentatt resåing vil raigras utgjøre en større og større del av plantebestanden i forhold til engrapp, og spørsmålet er derfor om en like godt kan bruke raigras allerede ved første gangs etablering av nye baner. På Jæren viste et tidligere forsøk at raigras gir bedre spilleflate enn engrapp, men til tross for klimaendringene er det usikkert om dette gjelder i andre landsdeler med strengere vintre. Formålet med dette prosjektet er derfor (1) å undersøke hvilken av etableringsmetodene 'Ferdiggras av engrapp' eller 'Direktesåing av raigras' som gir best banekvalitet og totaløkonomi ved nyetablering av fotballbaner på Sørlandet, Indre Østlandet og i Trøndelag; og (2) å dokumentere tilslag, dekningsprosent og slitestyrke etter resåing med frøblandinger bestående av raigras eller forspirt engrapp enten like etter sesongavslutning om høsten (oktober), før sesongstart om våren (april) eller i fotballferien (månedsskiftet juni/juli).

Forsøk ble anlagt på Bioforsk-enhetene Landvik (Grimstad), Apelsvoll (Østre Toten) og Kvithamar (Stjørdal) 10-13. juni 2008. Vekstmassen var jord iblanda sand. Bedømt ut fra kriteriene dekningsprosent, rotutvikling og skjærfasthet (grenseverdier fra Sport Turf Research Institute, England) var engrappen spilleklar 4 uker etter legging og raigraset 8 uker etter såing. Ferdiggraset av engrapp, som var produsert på sandjord (kompatibel med vekstmassen på forsøksfeltene), førte med seg et betydelig filtag, men utviklet flere røtter enn raigraset i sjiktet 0-5 cm. Under 5 cm var rotutviklingen best i det sådde raigraset. Bedømt ut fra mengde avklipp var tilveksten utover høsten større i engrappen enn i raigraset i alle felt. Engrappen hadde dessuten mørkere og friskere farge, særlig på Landvik, som var det eneste feltet med regelmessig slitasje i etableringsåret. Skjærfastheten og hardheten av spilleflaten var likevel størst for raigraset.

De første rutene ble resådd i forbindelse med lufting og dressing av forsøksfeltene i september/oktober. Forsøka skal etter planen gå til og med 2011, og resultater vil bli presentert i årlige rapporter.

Stikkord: engrapp, etablering, ferdiggras, flerårig raigras, fotball, resåing, såttid

3. Summary

Due to its wear tolerance and winter hardiness, Norwegian football (soccer) pitches traditionally have been seeded or sodded with *Poa pratensis* as the main turfgrass species. However, a major disadvantage of *Poa pratensis* is its slow germination and poor competitive ability during establishment, which often allows *Poa annua* to come into the sward. For repair purposes, most groundsmen have therefore been using *Lolium perenne*, which is faster in establishment and of similar wear tolerance, but less winter-hardy than *Poa pratensis*. Because of reseeding practices, *Lolium perenne* will often constitute an increasing percentage of the sward with time, and the question has therefore been raised if *Lolium perenne* may just as well be used for establishment of new pitches. A previous trial showed *Lolium perenne* to be superior to *Poa pratensis* for football pitches at Jæren (the winter-mild coastal area south of Stavanger in South West Norway), but despite possible climate changes, it is an open question to what extent this result can be transferred to other parts of Norway with tougher winter climates. Thus, the objectives of this project are (1) to compare 'Poa pratensis sod' versus 'Lolium perenne seed' for establishment of football pitches on the Norwegian south coast, in the inland north of Oslo, and in central Norway; and (2) to document the effect of overseeding *Lolium perenne* or pre-germinated seed of *Poa pratensis*, either in October (after the football season), April (before the start of the season), or June/July (during the football vacation) on turf quality and wear tolerance in the respective areas.

Trials were established at the Bioforsk research centers Landvik (58 °N), Apelsvoll (61 °N) and Kvithamar (63 °N) on 10-13 June 2008. The growing substrate was soil mixed with sand. Based on recommended threshold values for turf coverage, root development and traction from Sport Turf Research Institute, Bingley, England, main plots established with *Poa pratensis* and *Lolium perenne* could be opened to play 3-4, and 7-8 weeks after sodding and seeding, respectively. The *Poa pratensis* sod, which had been produced on a soil compatible to that on the experimental pitches, brought with it a significant amount of thatch but produced more roots than *Lolium perenne* at depths less than 5 cm. By contrast, seeded *Lolium perenne* produced more roots than sodded *Poa pratensis* at depths greater than 5 cm. Clipping weights were larger in sodded *Poa pratensis* than in seeded *Lolium perenne* throughout the establishment season in all trials. Especially in the trial at the southernmost location Landvik, which was the only trial exposed to regular wear and compaction in the establishment year, *Poa pratensis* had a darker and healthier color than *Lolium perenne* in autumn. Nevertheless, surface hardness and traction were generally higher in seeded *Lolium perenne* than in sodded *Poa pratensis*.

The first overseeding of some plots was carried out in conjunction with aeration and sand-dressing of trials in late September or early October. The project is scheduled to continue until 31 Dec 2011 and results will be presented in annual reports.

Key words: establishment, Kentucky bluegrass, *Lolium perenne*, perennial ryegrass, *Poa pratensis*, overseeding, sod, sowing time

4. Innledning

De to mest brukte grasarter på fotballbaner i Europa er engrapp (*Poa pratensis*) og flerårig raigras (*Lolium perenne*, heretter bare omtalt som raigras). Begge er slitesterke, men krevende med hensyn til tilgang på lys, vann og plantenæring. For øvrig er følgende egenskaper viktige ved bruk på fotballbaner:

Engrapp		Raigras	
Styrke	Svakhet	Styrke	Svakhet
	Sein etablering fra frø (forspirt frø kan kanskje hjelpe)	Rask etablering fra frø	
Egnet for ferdigplen			Uegnet for ferdigplen med mindre det brukes nett.
God reparasjonsevne fra utløpere			Ingen utløperdannning. Kan bli tuete
God overvintringsevne			Dårlig overvintringsevne
	Sein vekststart om våren, tidlig kvile om høsten	Lang vekstsesong	
	Tåler ikke lav klipping	Rimelig tolerant til lav klipping	
	Danner mye filt	Moderat filtdanning	
	Utsatt for sopp i fuktig klima	Sterk mot sopper i vekstsesongen	

På grunn av overvintringsevnen har hittil engrapp vært den mest brukte grasarten ved etablering av norske idrettsanlegg. Bare på Vestlandet, fortrinnsvis i Rogaland, har noen baner satset utelukkende på raigras helt fra etablering. Fra et forsøk i Time på Jæren konkluderte Andersen (2004) at såing med reint raigras, eller ei blanding av engrapp og raigras, eventuelt også med innblanding av rødsvingel (*Festuca rubra*), gav større slitestyrke og bedre kvalitet enn såing med rein engrapp. I andre områder av landet har bruken av raigras stort sett vært begrenset til reparasjonssåing.

Uansett hvor en befinner seg i landet er det en stor utfordring å hindre at tunrapp (*Poa annua*) blir en dominerende komponent på fotballbanen. Her har raigraset, med sin raske etablering fra frø og relativt kortlevde planter, samme økologiske tilpasning som tunrapp. Engrapp har derimot sein frøspiring, varige planter og vegetativ formering / reparasjon gjennom utløperdannning. Erfaring, blant annet fra mange års sortsprøving av gras til grøntanlegg (Molteberg & Aamlid 2007) viser imidlertid at selv raigraset nesten alltid overlever den første vinteren etter såing, mens det er større utgang andre og særlig tredje vinteren. Skal en satse på raigras på naturgrasbanene, er det derfor avgjørende med regelmessig resåing, slik at en hele tiden beholder et ungt plantebestand.

Raigras er i utgangspunktet en grasart tilpasset maritimt klima. Den vokser hele året og trives i områder med milde vintre. Engrapp har derimot en kontinental tilpasning med kvile om vinteren. Klimaendringene vil gi mildere og mer nedbørrike vintre. Prognoser fra FN's klimapanel (IPPC) sier at globale middeltemperaturen vil øke med minimum 2 °C, i nordområdene, sannsynligvis med minst 3 °C (IPPC 2007). Dette taler i favør av mer raigras på banene. Det forhold at spillsesongen er i ferd med å utvides med økende bruk av banene i vinterhalvåret, samt at mange toppfotballbaner har undervarme og bruker ulike typer duker eller lys for å forlenge spillsesongen, peker i samme retning. Mens hjelpesåing / resåing tidligere ble utført bare etter vinterskader, praktiserer mange baner nå et skjøtselsprogram med direktesåing en eller to ganger i året uansett om det er skader eller ikke. Videre har noen toppbaner sydd inn plastfibre (Grassmaster) for å forsterke grasmatta. Dette umuliggjør bruk av ferdiggras for å reparere eventuelle skader.

Ved nyetablering eller renovering av fotballbaner er tida som regel knapp. De fleste steder har en ikke tid til å vente på at engrappen skal etablere seg fra frø, men bestiller ferdiggras i stedet. Erfaringene med ferdiggras er imidlertid delte; for eksempel har det flere steder vært problemer med å få graset til å gro fast i underlaget. Dette skyldes ofte sjuktdannelse fordi ferdiggraset har vokst på vanlig jord med mye finstoff (finsand, silt og leire), mens det ved konstruksjon av nye fotballbaner fortrinnsvis bør brukes vekstmasser dominert av grovsand og mellomsand (kornstørrelse 0.25 - 1.0 mm). Problemet kan unngås enten ved at ferdiggraset vaskes reint for jord før utlegging, eller ved at produsenten legger ut en vekstmasse lik den som skal brukes på fotballbanen. Begge deler er imidlertid fordyrende.

Et annet problem med ferdiggras av engrapp er at det, uavhengig av om graset er vaska eller ikke, ofte fører med seg mye filt. Når spill og komprimering av banen kommer i gang kan dette filtlaget føre til nedsatt infiltrasjon (Canaway 1990), og de første åra etter legging vil det uansett påføre fotballklubben større kostnader til vertikalskjæring, lufting og toppdressing. Mange klubber har dessuten påført seg selv et problem ved å kjøpe ferdiggras som inneholdt mye tunrapp, et problem som ser ut til å forsterkes ved bruk av vaska ferdiggras da frø og plantedeler av tunrapp lett blir spredt med vannet i vaskemaskinene. Endelig har noen erfart at ferdiggraset kommer i ruller med ujevn tykkelse, noe som kan føre til ujevnt tilslag etter legging.

Ved resåing, derimot, har raigras vært den dominerende grasarten på norske fotballbaner. Noen blander inn 25-50 % engrapp, men mange hevder at det ved resåing med slike frøblandinger bare er raigraset som spirer, og at en dermed på sikt uansett vil få større og større andel raigras i banedekket. I så fall kunne en kanskje like godt ha startet med raigras allerede ved første gangs etablering av banen? Innblanding av engrapp i raigrasfrøet er et fordyrende element, ettersom frø av gode engrappsorter er tre til fire ganger så dyrt som frø av gode raigrassorter. Andre påstår at engrapp etablerer seg brukbart dersom det brukes forspirt frø, og enda mer dersom det brukes spesialsåmaskiner som legger frøet i hull eller slisser, slik at det til en viss grad beskyttes for konkurranse fra omkringliggende planter i etableringsfasen.

Et annet viktig spørsmål er når i sesongen eventuell hjelpesåing skal utføres. I praksis blir dette ofte gjort i eller like før fotballferien, men dette er ikke nødvendigvis det mest optimal tidspunktet med hensyn til vanntilgang og konkurranse fra eksisterende plantedekke. Flere banemestre har erfart at høstsåing med raigras gir en bedre start på vekstsesongen året etter. Dette er interessant fordi 'Grasbaneprojektet 1998-2001' konkluderte med at det under norske forhold var spesielt vanskelig å oppnå god banekvalitet om våren (Engelsjord 2002).

Til sammen tilsier klimaendringene, utvida brukssesong og endrede skjøtselsrutiner på fotballbanene at det er grunn til å ta dagens tilrådninger om bruk av engrapp og raigras på naturgrasbaner i ulike landsdeler opp til ny vurdering. Måla med dette fireårige prosjektet (2008-2011) er derfor:

1. Å dokumentere hvilken av etableringsmetodene 'Ferdiggras av engrapp' og 'Direktesåing av raigras' som gir best banekvalitet og totaløkonomi ved nyetablering av 'forsøksfotballbaner' på Sørlandet, Indre Østlandet og i Trøndelag.
2. Å dokumentere tilslag, dekningsprosent og slitestyrke etter resåing av frøblandinger bestående av raigras eller engrapp til tre ulike årstider på de samme 'banene'.
3. Gjennom årlige samlinger på hver av de tre 'banene' å formidle resultater og skape et miljø for personell med ansvar for naturgrasbaner, både i topp- og breddeidretten.

5. Materiale og metoder

5.1 Forsøkssteder, meteorologiske data og vekstmasser

'Forsøksfotballbaner' ble anlagt i dagene 10-13. juni 2008 på Bioforsk-enhetene Landvik, Apelsvoll og Kvithamar i henholdsvis Grimstad, Østre Toten og Stjørdal kommuner. Temperatur og nedbørsdata for den resterende del av vekstsesongen 2008, samt normalverdier, er gitt i tabell 1. På de to nordlige lokalitetene var middeltemperaturen gjennom hele sesongen godt over normalen. På Landvik og Apelsvoll var august uvanlig nedbørrik.

Tabell 1. Månedsmiddeltemperatur og månedsnedbør for perioden juni-okt. 2008, samt normalverdier (1961-90) på Bioforsk-enhetene Landvik, Apelsvoll og Kvithamar.

	Landvik, Grimstad				Apelsvoll, Østre Toten				Kvithamar, Stjørdal			
	Temp., °C		Nedbør, mm		Temp., °C		Nedbør, mm		Temp., °C		Nedbør, mm	
	2008	Norm	2008	Norm	2008	Norm	2008	Norm	2008	Norm	2008	Norm
Jun	14.7	14.7	75	71	14.1	13.7	43	60	13.5	12.4	80	68
Jul	17.3	16.2	101	92	16.7	14.8	82	77	15.7	13.7	79	95
Aug	15.6	15.4	250	113	13.6	13.5	140	72	13.7	13.3	76	87
Sep	11.6	11.8	137	136	9.3	9.1	47	66	10.5	9.8	81	112
Okt	7.9	7.9	153	162	5.7	4.6	57	64	6.7	6.0	103	104
Sum/ Middel	13.4	13.2	716	574	11.9	11.1	369	339	12.0	11.0	419	466

På Landvik og Apelsvoll ble forsøka anlagt på godt drenerte jordbruksarealer, henholdsvis sandjord på Landvik og morenejord på Apelsvoll. På Landvik ble 6 cm av jorda fjerna, 'traubunnen' profilert med 2 % langsgående fall fra midten til begge sider og ny sand (hovedfraksjon 0.25-1.0 mm) lagt ut i to omganger, total tykkelse ca 12 cm. Etter hver utlegging ble sanden frest sammen med jorda under, slik at sjiktdannelser eller brå overganger skulle unngås. Etter siste fresing ble massene grundig vannet og komprimert før såing eller legging av ferdiggras. Samme framgangsmåte ble brukt på Apelsvoll, men der var det ikke mulig å frese inn /blande inn mer enn 2-3 cm av det eksisterende jorddekket på grunn av mye stein. På Apelsvoll lå feltet i naturlig (2 %) helling, og profilering var derfor unødvendig.

På Kvithamar ble feltet anlagt på en gammel forsøksgreen der det tidligere var kjørt på sand. Eksisterende grasdekke ble fjernet og vekstmassen profilert og komprimert på samme måte som på Landvik (bilde 1).

Kornfordelingsanalyser viste mer enn 45 % finstoff (<0.2 mm) i den ferdig blanda vekstmassen på alle tre felt (tabell 2). Dette er gjennomsnittsverdier for sjiktet 0-20 cm, og innholdet av finstoff er helt sikkert mindre i de øverste 5-10 cm. Likevel er den høye finstoffandelen langt fra ideell, men den tilsvarer situasjonen på veldig mange norske fotballbaner.

Tabell 2. Kornfordelingsanalyser av vekstmasse fra sjiktet 0-20 cm på forsøksfotballbanene på Landvik, Apelsvoll og Kvithamar.

	Grus (frasikt) >2 mm	Jord (< 2 mm), prosent av ulike fraksjoner				
		Grovsand 0.6-2 mm	Mellomsand 0.2-0.6 mm	Finsand 0.2-0.06 mm	Silt 0.002-0.06 mm	Leire <0.002 mm
Landvik	0	8.8	44.1	25.2	17.7	4.2
Apelsvoll	16.9	18.0	29.9	14.6	22.5	15.0
Kvithamar	23.5	20.4	22.4	14.5	31.1	11.5



Bilde 1. Anlegging av forsøket på Kvithamar. Foto: Lasse Weiseth.

5.2 Forsøksplan og gjennomføring av behandlingene

De tre forsøka ble anlagt etter samme split-plot forsøksplan med to blokker (gjentak), etablering på storruter (7m x 4m) og resåing på småruter (1m x 4m). Inkludert kantsoner var arealet av hvert felt 17 m x 10 (8) m = 170 (136) m². Talla i parentes gjelder Apelsvoll der tilgjengelig areal ikke tillot kantsoner i enden av hver rute, dvs. langs langsiden av 'fotballbanen'.

Forsøksplanen inneholdt følgende behandlinger:

Faktor 1: Grasart ved etablering (storruter)

- A. Raigras (sås direkte)
- B. Engrapp (ferdiggras).

Faktor 2: Tidspunkt og frøblanding ved resåing (småruter)

- 1. Ingen resåing
- 2. Raigras sådd seint om høsten (etter sesongavslutning, første gang i okt. 2008)
- 3. Engrapp sådd seint om høsten (etter sesongavslutning, første gang i okt. 2008)
- 4. Raigras sådd tidlig om våren (før sesongstart, første gang i april 2009)
- 5. Engrapp sådd tidlig om våren (før sesongstart, første gang i april 2009)
- 6. Raigras sådd i månedsskiftet juni/juli (ved starten av fotballferien)
- 7. Engrapp sådd i månedsskiftet juni/juli (ved starten av fotballferien)

Frøblandinga av raigras som ble brukt både ved etablering og resåing bestod av 50 % 'Bizet 1' og 50 % 'Concerto'. Ferdiggraset av engrapp var innkjøpt fra Østfold Gress AS og var sådd med 25 % 'Eva', 25 % 'Conni', 25 % 'Limousine' og 25 % 'Julia'. Graset ble levert som 60 cm breie ruller. Ved resåing av engrapp i oktober 2008 var det planen å bruke ei blanding 50 % 'Limousine' og 50 % 'Julius', men da det var umulig å skaffe forspirt frø av 'Limousine', ble det brukt rein 'Julius'. Alle sortene er ifølge STRI / BSPB (2007) slitesterke og egnet for fotballbaner.



Bilde 2a,b. Etter legging av ferdigplenen ble raigraset sådd med drop-seeder på Apelsvoll og Landvik (t.v.) og for hand på Kviithamar (t.h.). Fotos: Trygve S. Aamlid (a) og Lasse Weiseth (b).

Såmengden ved etablering av storrutene med raigras var 5.0 kg/100 m² på Landvik og 4.0 kg/100 m² på Apelsvoll og Kvithamar. Såinga foregikk med en håndskjøvet såmaskin ('drop-seeder') på Apelsvoll og Landvik (bilde 2a) og for hand på Kvithamar (bilde 2b). Etter såing eller legging av ferdiggraset ble alle de tre feltene vannet flere ganger om dagen for å sikre roting av ferdiggraset og spiring av raigraset (omslagsbilde og bilde 3). På Landvik og Apelsvoll ble sådde storruter dekket med fiberduk i henholdsvis 7 dager og 18 dager etter såing for å hindre uttørking og øke jordtemperaturen.



Bilde 3. I motsetning til på Landvik og Apelsvoll ble raigrasrutene ikke dekket med fiberduk på Kviithamar. Foto: Lasse Weiseth.



Bilde 4. Forsøket på Apelsvoll ca 1.juli. Foto: Bjørn Molteberg.



Bilde 5. a) Tor Mjøen klar til resåing av enkelte ruter med såperforator på Apelsvoll 16.oktober. b) Huller laget av såperforatoren. Begge fotos: Bjørn Molteberg.

Ved resåing av til sammen åtte småruter på hvert felt i slutten av september eller oktober var såmengden av engrapp eller raigras $3.0 \text{ kg}/100 \text{ m}^2$. På Kvithamar og Apelsvoll ble denne såinga utført med såperforator, dvs. en 80 cm brei såmaskin som lager huller og samler opp proppene før frøet slippes over hullene (bilde 5). Ved bruk av denne såmaskinen vil frø som faller ned i eller fester seg til siden av hullene skjermes for konkurranse fra eksisterende plantedekke i spirefasen. For at oppsamlinga av hullpropper skal fungere optimalt, må imidlertid maskinen kjøres med høy hastighet, og det må være tørre, lagelige forhold. Dette fungerte fint på Apelsvoll, men på Kvithamar var det fuktig ved såing og derfor vanskelig å få frøet, særlig av engrapp, til å falle ned i hullene. På Kvithamar ble alle ruter (altså ikke bare de som var resådd) lufta med vertidrain like etter såing (bilde 6).



Bilde 6. Vertidrainbehandling av alle ruter på Kvithamar ble utført 29.september, like etter resåing av ledd 2 og 3. Foto: Lasse Weiseth.

På Landvik ble det ved resåing om høsten i stedet for såperforator, brukt en Aerocore hullpipeluffer med 12 mm piper over hele feltet. Proppene ble blåst vekk med løvblåser, og deretter ble de aktuelle rutene sådd med vanlig drop-seeder. En del av frøet falt da oppi hullene fra hullpipeluftinga.

Sådatoene om høsten (ledd 2 og 3) var 29.sept på Kvithamar, 9.okt. på Landvik og 16.okt på Apelsvoll.

På alle tre steder ble hele forsøksfeltet (ikke bare rutene som skulle sås) dresset med 3 mm rein sand i forbindelse med såinga om høsten. På Apelsvoll ble dressinga utført før såing, på Kvithamar etter såing (og vertidrainbehandling) og på Landvik med 40 % av sanden før såing og 60 % etter såing.

5.3 Gjødsling og kjemiske jordprøver

Før såing eller legging av ferdiggras ble ulike typer av den organiske gjødsla 'Gro Power' rakt inn i det øverste jordlaget på alle tre felt. På Apelsvoll ble det i tillegg også gjødsla med Fullgjødset[®] 18-3-15 før såing og legging av ferdigplenen (tabell 3).

Fra månedsskiftet juni/juli til første uke av august ble storrutene med raigras gjødsla hver uke for å sikre rask etablering. Storrutene med ferdigplenen av engrapp ble i samme periode gjødsla annenhver uke. Fra og med første uke av august ble både engrapp og raigras gjødsla annenhver uke. Gjødslertypene var stort sett Fullgjødset[®] 18-3-15 og Fullgjødset[®] 11-5-18, men på Landvik ble det brukt Anderson 13-2-13, som har mindre kornstørrelse, ved de tre siste gjødslingene i slutten av sesongen. Total tilførsel av næringsstoff framgår av tabell 3.

Tabell 3. Tilførsel av næringsstoff til storrruter med raigras og engrapp i forsøksfeltene på Landvik, Apelsvoll og Kvithamar.

	Raigras (direkte sådd)								Engrapp (ferdiggras)							
	N	P	K	Mg	S	Ca	Fe	Mn	N	P	K	Mg	S	Ca	Fe	Mn
Landvik																
Førsåing/ legging 27.juni – 28.okt	5.0	1.3	0.8	0.5	0.0	0.0	1.0	0.05	5.0	1.3	0.8	0.5	0.0	0.0	1.0	0.05
SUM	27.0	5.8	23.7	2.4	13.8	2.1	1.7	0.25	21.2	4.4	17.3	1.8	11.1	1.4	1.7	0.19
Apelsvoll																
Før såing/ legging 4.juli – 2.okt	15.9	1.9	10.1	1.2	2.8	0.7	0.7	0.02	15.9	1.9	10.1	1.2	2.8	0.7	0.7	0.02
SUM	33.8	6.4	29.2	3.0	9.9	2.7	0.7	0.15	28.5	5.1	24.5	2.6	8.7	2.3	0.7	0.15
Kvithamar																
Før såing/ legging 25.juni – 1.okt	6.0	0.4	1.9	0.3	0.7	0.0	0.7	0.02	6.0	0.4	1.9	0.3	0.7	0.0	0.7	0.02
SUM	26.2	5.3	24.1	2.5	9.7	2.5	0.7	0.22	20.9	4.5	19.8	2.0	8.5	2.1	0.7	0.22

Jordprøver tatt i oktober i alle tre forsøk viste at innholdet av organisk materiale (glødetapet) var dobbelt så stort på Apelsvoll og nesten tre ganger så stort på Kvithamar som på Landvik. Apelsvoll hadde litt lavere pH, mens Landvik hadde høyere innhold av fosfor og magnesium, enn de andre feltene (tabell 4).

Tabell 4. Glødetap, pH og innhold av plantetilgjengelig fosfor, kalium, magnesium, kalsium og natrium i sjiktet 0-20 cm ved avslutning av vekstsesongen i forsøksfeltene på Landvik, Apelsvoll og Kvithamar.

	Glødetap %	pH (H ₂ O)	mg pr 100 tørr jord				
			P-AL	K-AL	Mg-AL	Ca-AL	Na-AL
Landvik	2.0	6.7	15.8	7.1	12.4	63.9	3.9
Apelsvoll	4.0	6.3	5.7	5.6	9.0	14.7	1.7
Kvithamar	5.5	6.7	4.4	6.2	8.1	273	1.7

5.4 Klipping og veing av avklipp

Feltene ble klippet med nye John-Deere rotorklippere med oppsamlertstyr (bilde 7a). Klippeintervallet var to ganger pr uke i juli og august og en gang pr uke i siste halvdel av september. Første klipping av både engrapp og raigras var 9.juli på Landvik, 1.juli på Apelsvoll og 2.juli på Kvithamar. Ved første klipping i begynnelsen av juli og ved de siste klippingene sist i september og først i oktober var klippehøyden 35 mm; ellers ble både engrapp og raigras klippet på 30 mm.



Bilde 7a,b. Klipping og oppsamling opp avklipp i forsøket på Landvik 17.september.
Begge fotos: Trygve S. Aamlid.

5.5 Andre skjøtselstiltak

I tillegg til lufting og dressing av feltene ved avslutning av sesongen, ble storrutene som var etablert med ferdiggras av engrapp luftet med den 23.juli på Landvik og 18.aug på Apelsvoll. På Kvithamar ble ferdiggraset luftet med knivlufter 22.aug (bilde 8a). Etter lufting ble engrappen i alle tre felt dresset med 3 mm sand (bilde 8b). Disse behandlingene ble utført for å tynne ut fillaget i ferdigplenen.

På Apelvoll ble det foretatt en ny lufting med faste 8 mm pinner til 8-10 cm dybde 23.september, denne gang både på ruter sådd med raigras og ruter etablert med ferdiggress av engrapp.



Bilde 8a,b. Knivlufting og sanddressing av engrapp på Kvithamar 22.aug.
Begge fotos: Lasse Weiseth.

5.6 Slitasje

Fra og med 28. august og ut vekstsesongen ble det i feltet på Landvik kjørt regelmessig slitasje med en 350 kg tung, to-tromla slitasjemaskin med fotballknotter på tromlene (bilde 9). På Apelsvoll og Kvithamar vil tilsvarende slitasjebehandlinger komme i gang i 2009.

Alle tre forsøksfelt ble vannet etter gjødsling og ellers etter behov, men det ble ikke ført vanningsregnskap.



Bilde 9. Slitasjemaskin brukt i forsøket på Landvik. Foto: Trygve S. Aamlid.

5.7 Registreringer

På Landvik og Apelsvoll ble dekningsprosent på alle ruter registrert minst en gang pr måned fra etablering til vekstavslutning. I disse feltene ble det også foretatt sporadiske observasjoner av rotdybde i ukene etter etablering. Systematisk bestemmelse av rotutvikling ble foretatt 16. juli, 8. august og 22. juli på henholdsvis Landvik, Apelsvoll og Kvithamar ved at det fra hver storrute ble tatt ut søyler fra sjiktet 0-20 cm (På Apelsvoll var det ikke mulig å komme djupere enn 15 cm på grunn av mye stein). Diameter på rotborene var 56 mm på Landvik og Apelsvoll og 80 mm på Kvithamar. Innholdet i borene ble delt i sjiktene 0-1.5 cm (på rutene med ferdiggras hovedsaklig filt), 1.5-5 cm, 5-10 cm, og under 10 cm, vaska grundig, og tørka ved 60-80 °C for bestemmelse av tørrvekt.

På Landvik og Apelsvoll ble det fra og med 28. juli foretatt ukentlige målinger av grasdekkets skjærfasthet. Disse målingene ble gjort med en 'traction-måler' bygget etter modell fra Sport Turf Research Institute, England (Fig. 1, Bilde 10a). Fra og med 21. august ble det også utført ukentlige målinger av grasdekkets hardhet med en Clegg Impact Hammer (Bilde 10b). Den 19. september ble målinger med begge disse instrumentene også utført på Apelsvoll.

Som et mål på hvor lenge engrapp og raigras var i vekst ut over høsten ble avklippet fra hver storrute på Landvik og Apelsvoll tørket og veid en gang pr uke fra midten av september og fram til siste klipping, henholdsvis 9. oktober og 6. oktober (bilde 7b). Resultatene ble uttrykt som gram tilvekst pr m² pr dag. På Kvithamar ble tørking og veiing av avklippet kun utført 18. september.

I alle tre felt ble registreringene om høsten avslutta etter resåing av ledd 2 og 3 sist i september eller første halvdel av oktober.

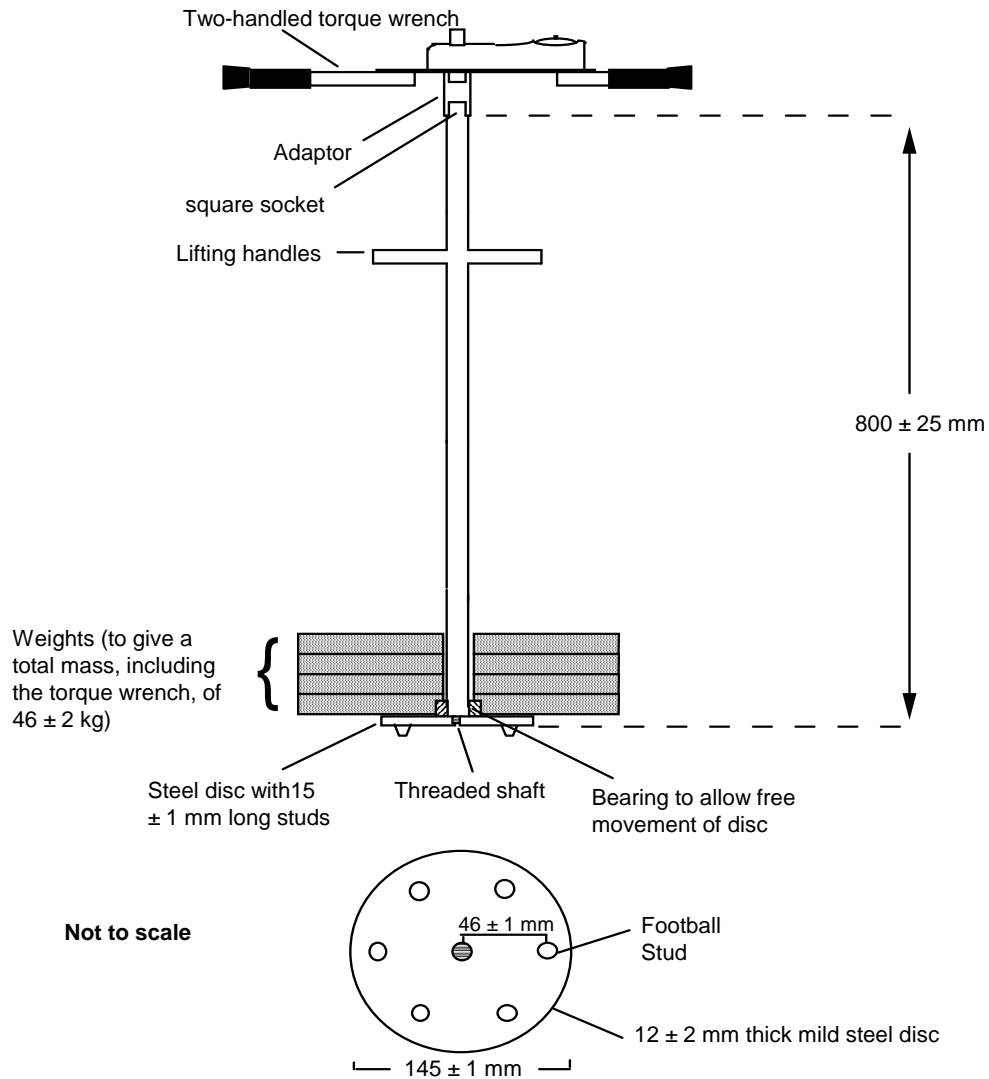


Fig. 1. Modell av skjærfasthetsmåler.

5.8 Statistiske analyser

Siden ulike behandlinger på småruter ikke ble igangsatt før ved avslutning av vekstsesongen, ble variansanalyser utført bare for faktoren på storruter, dvs. ferdiggras av engrapp vs. direktesådd raigras. Variansanalysene ble utført både på resultatene fra hver observasjon og på middeltall for hele eller deler av forsøksperioden. Uttrykket 'signifikant' i denne rapporten viser alltid til sannsynlighetsnivået $P=0.05$, mens ordet 'tendens' brukes for P -verdier mellom 0.05 og 0.20.



Bilde 10. Måleinstrumenter brukt i forsøka på Landvik og Apelsvoll. Øverst (a): Skjærfasthets- ('traction')-måler; Nederst (b): Clegg Impact Hammer brukt til å måle hardheten av spilleflaten Begge fotos: Trygve S. Aamlid

6. Resultater

6.1 Dekningsprosent og visuelt inntrykk

Ferdiggraset av engrapp hadde jamt over god kvalitet. Rullene som ble levert til Landvik og Kvithamar var praktisk talt fri for ugras, men på Apelsvoll utgjorde tunrapp om lag 3 % av plantedekket (bilde 11). Raigraset etablerte seg raskt og hadde en måned etter såing 80-90 % dekning i alle felt. På disse sådde rutene var det så vidt spor av tofrøblada ugras, men ugraset ble snart utkonkurrert av raigraset. På Kvithamar var det i en periode 3-6 uker etter såing en del hattsopper på rutene med ferdiggras av engrapp, men disse forsvant av seg selv ved klipping.

Etter perioden med mye slitasje ble det i raigraset på Landvik registrert små sjukdomsangrep, sannsynligvis av rød tråd (*Laetisaria fuciformis*, bilde 12). I denne perioden var raigraset generelt lysere på farge enn engrappen (bilde 13) og bladverket ble i større grad preget av slitasjen (bilde 14a, b). Likevel ble plantedekket før resåing 9.oktober bedømt til 99 % både i engrapp og raigras. På grunn av forekomsten av tunrapp i engrapprutene var de tilsvarende tall på Apelsvoll henholdsvis 96 og 99 %.



Bilde 11. På Apelsvoll var det enkelte tuer av tunrapp i ferdiggraset av engrapp. Foto tatt 1.sept. av Bjørn Molteberg.



Bilde 12. Angrep av sopp, sannsynligvis rød tråd, i raigraset på Landvik, 17.sept. Foto: Trygve S. Aamlid



Bilde 13. Helhetsinntrykk av engrapp (øverst til venstre, nederst til høyre) og raigras (øverst til høyre, nederst til venstre) på Landvik, 17.sept. Foto: Trygve S. Aamlid.



Bilde 14a,b. Virkning av intens slitasje og komprimering utover høsten på bladverk av raigras (venstre) og engrapp (høyere). Foto tatt 17.okt. av Trygve S. Aamlid.

6.2 Rotutvikling

På Apelsvoll viste observasjoner 3.juli at røttene var om lag 6 cm djupe under raigraset og 9-10 cm djupe under engrappen. Omtrent det samme ble observert på Landvik (data ikke vist).

Figur 2 viser resultater fra vasking og veiing av rotsylindre tatt ut i juli (Landvik og Kvithamar) eller august (Apelsvoll). På Landvik var tørrvekta av overjordiske plantemateriale (skudd) og av underjordisk plantemateriale i sjiktet 0-1.5 cm signifikant større i engrapp enn i raigras. Tilsvarende, ofte nær signifikante tendenser ble observert også på Apelsvoll og Kvithamar. For sjiktet 0-1.5 cm skyldes mesteparten av denne forskjellen fillaget som fulgte med engrappen. Vekta av røtter i sjiktet 5-10 cm, og særlig sjiktet under 10 cm, var derimot større på raigrasrutene enn på engrapprutene, og igjen var denne forskjellen signifikant eller nær signifikant i alle felt. I middel for alle tre felt var tørrvekta av røtter i sjiktet 5-10 cm 67 g m^{-2} for raigras mot 54 g m^{-2} for engrapp. I sjiktet under 10 cm var de tilsvarende tallene henholdsvis 63 og 37 g m^{-2} .

At tørrvekta av røtter gjennomgående var større på Apelsvoll enn på Landvik og Kvithamar kan delvis forklares ved at prøvene ble tatt ut om lag tre uker seinere på Apelsvoll enn i de andre feltene.

6.3 Skjærfasthet og hardhet

Ved først måling av skjærfasthet på Landvik 28.juli viste raigras litt mindre fasthet enn engrapp, men forskjellen var ikke signifikant (middeltall henholdsvis 34 og 39 Nm; figur 3). Ved de videre observasjonene fram til og 12. september viste derimot raigraset tendens til større skjærfasthet enn engrappen (middel for seks observasjoner henholdsvis 48 og 40 Nm; $P=0.11$). Fra og med 18.september var de bare små forskjeller mellom det to artene.

På Apelsvoll var gjennomsnittlig skjærfasthet 19.september 40 og 36 Nm på henholdsvis raigras og engrapprutene. Denne forskjellen var ikke statistisk sikker.

Hardhetsmålingene på Landvik viste til å begynne med små forskjeller mellom de to artene. Etter et uforklarlig dropp i hardhet 12.september førte imidlertid den gjentatte slitasjen / komprimeringa til at overflaten ble stadig hardere, særlig på raigrasrutene (figur 3). I middel for perioden fra og med 12.september var denne forskjellen likevel ikke signifikant ($P=0.18$). Også på Apelsvoll var overflaten hardere på raigrasrutene enn på engrapprutene ved måling 19.september (middeltall henholdsvis 58 og 44 g; $P=0.10$).

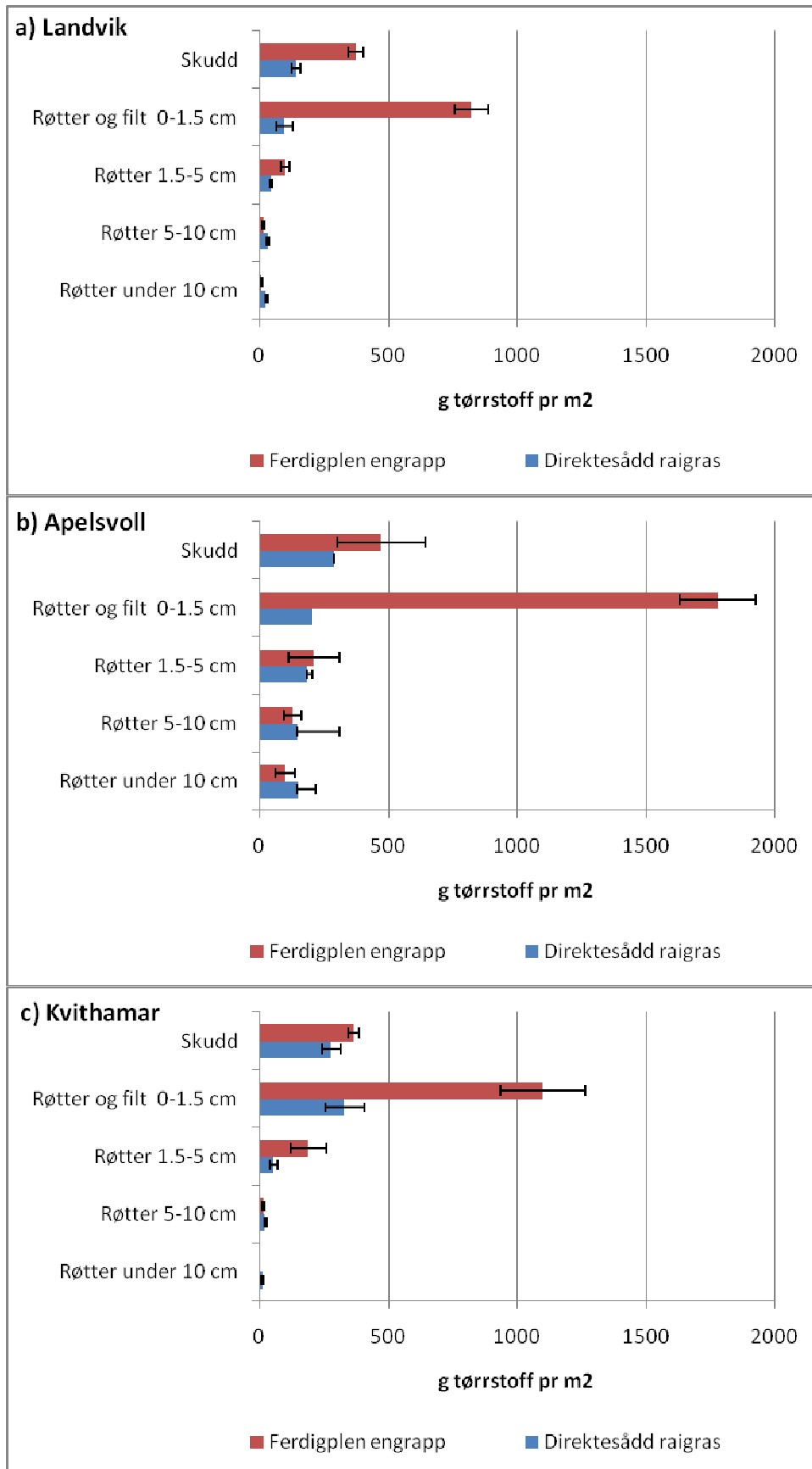


Fig. 2. Tørrvekt av skudd og røtter (og filt) i ulike sjikt bestemt 16.juli på Landvik, 8.august på Apelsvoll og 22.juli på Kvithamar. Feilfelt (1 SE) viser middelfeilten for de ulike observasjonene (n=4).

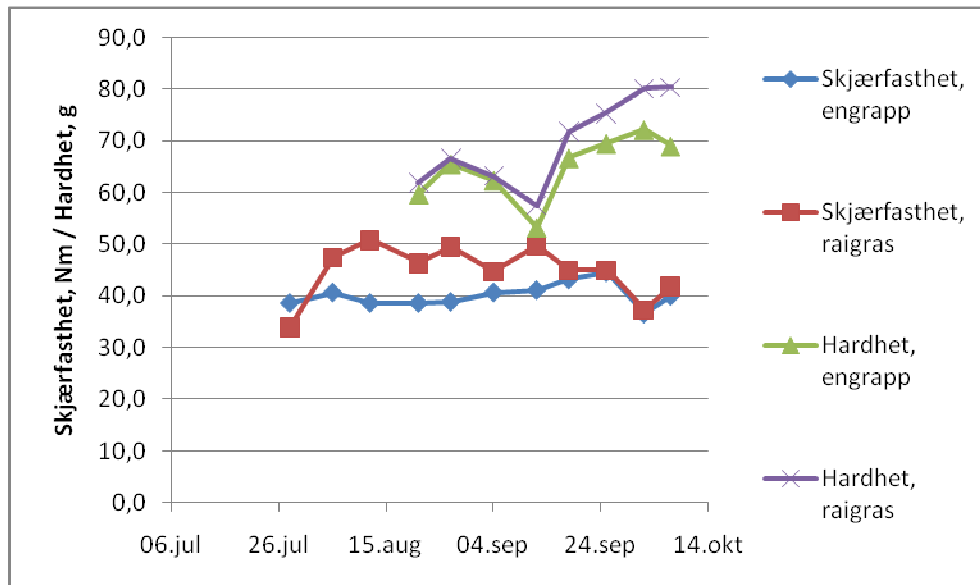


Fig. 3. Skjærfasthet og hardhet av grasdekke bestående av engrapp og raigras i feltet på Landvik høsten 2008.

6.4 Tilvekst utover høsten

I alle tre felt var vekten av avklipp i september og oktober større for engrapp enn for raigras (figur 4). Forskjellen var signifikant både ved den ene observasjonen på Kvithamar og i middel for de fire observasjonene på Apelsvoll. På Landvik var forskjellen mellom engrapp og raigras mindre, men i middel for fem observasjoner var den nær signifikant ($P=0.07$) også i dette feltet.

Betydelig mindre avklipp på Landvik enn på Apelsvoll og Kvithamar skyldes sannsynligvis først og fremst at bare feltet på Landvik ble utsatt for regelmessig komprimering / slitasje. På grunn av mindre glødetap og større nedbør / utvasking var muligens også nitrogentilgangen ut over høsten mindre på Landvik enn på Kvithamar og særlig Apelsvoll.

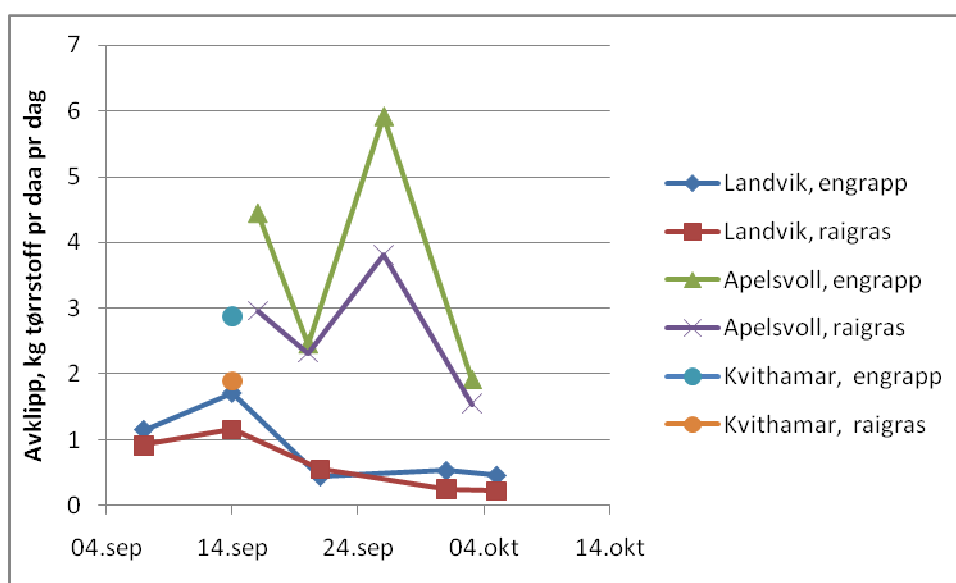


Fig. 4. Tørrvekt av avklipp i september og oktober på Landvik (5 obs.), Apelsvoll (4 obs.) og Kvithamar (1 obs.). Punktene angir gjennomsnittsdato i perioden mellom klipping.

7. Diskusjon

Ifølge Stephen M. Baker ved Sport Turf Research Institute i Bingley, England (pers. komm., juni 2008), er følgende grenseverdier nyttige for å vurdere når nyanlagte fotballbaner kan åpnes for spill:

1. Dekningsprosent > 85.
2. Rotdybde > 75 mm.
3. Skjærfasthet > 45 Nm.

I våre forsøk var det første av disse kriteriene oppfylt allerede ved legging av ferdigraset av engrapp og cirka en måned etter såing av raigraset. Den jevne og raske etableringa av sådde ruter skyldes dels at vi brukte relativt stor såmengde (Canaway 1990), dels at spiresjiktet inneholdt mye finstoff som gav god jordkontakt (tabell 2), dels at vi var nøye med duklegging og vanning i etableringsfasen, og dels at de direktesådde rutene ble gjødsla hyppigere enn naborutene med ferdiggras (tabell 3, jf. Aamlid et al. 2007).

Med hensyn til rotutvikling var sådd raigras raskere enn ferdiggras av engrapp til å danne røtter i dybden, men det sådde raigraset produserte ikke like stor rotmasse som ferdiggraset i sjiktet 1.5- 5 cm. Den større andelen røtter i djupere sjikt ved såing skyldes kanskje at en del av disse røttene var frørøtter (vannrøtter), dvs. kortlevde røtter som primært hjelper til med vannforsyninga i etableringsfasen. Under det mer 'modne' ferdiggraset var derimot alle røttene kronrøtter, som stort sett er konsentrert i de øverste jordlag. Jo eldre et grasdekke er, jo større andel av den totale rotmassen vil finnes i den øverste delen av jordprofilet (Petersen 1981)

Ved første 'traction'-måling på Landvik 28.juli var skjærfastheten større der det var lagt ferdiggras av engrapp enn der det var sådd raigras, skjønt ingen av de to spilleflatene holdt kravet om minst 45 Nm. Dette kravet til nye baner er da også relativt høyt, for eksempel viser Canaway (1990) til eldre undersøkelser der minimumskravet var 20-30 Nm på etablerte baner i spillsesongen. At skjærfastheten etter 1.august var større i det direktesådde raigraset enn i ferdiggraset kan skyldes at vekstmassen, med sitt store innhold av finstoff, lettere ble komprimert under raigraset enn der ferdiggraset fungerte som en 'støtpute'. Dette hadde sannsynligvis vært annerledes på et mer ustabil sandbasert underlag uten organisk materiale (Aamlid 2008, Canaway 1990, 1993). At direkte såing gir en hardere overflate enn bruk av ferdiggras er derimot i samsvar med engelske undersøkelser (Canaway 1990, 1993).

Et uventa resultat i alle tre forsøk var at engrappen produserte mer avklipp og opprettholdt veksten like lenge om høsten som raigraset. En mulig forklaring på dette, kan være at alle engrappsortene som var brukt i ferdigplenen hadde sørlig opphav og dermed, i motsetning til tidligere brukte sorter som for eksempel 'Nugget', var lite påvirket av daglengden i september (Håbjørg 1977). Dette samsvarer med de siste forsøksseriene med offisiell norsk sortsprøving av plengras der engrappsorter beholdt minst like frisk grønnfarge ut over høsten som nye raigrassorter (Molteberg & Enger 1999, 2003, 2007).

Alt i alt har resultatene av dette første forsøksåret i prosjektet 'Engrapp eller raigras på norske fotballbaner' vist at baner etablert ved legging av ferdiggras normalt kan tas i bruk 3-4 uker etter legging. På stabilt underlag, for eksempel mineraljord med innblanda sand, og med intensivt stell i etableringsfasen, kan tilsvarende baner etablert ved direktesåing av raigras tas i bruk 7-8 uker etter såing, altså en forsinkelse på om lag en måned.

Kommende år i prosjektet vil fortelle mer om overvintringa av de ulike grasartene i ulike klimasoner og om effekten av resåing på ulike tider av året.

8. Referanser

- Andersen, O. 2004. Engrapp og raigras i frøblandinger til fotballbaner. Bioforsk Særheim forskingssenter. 4s.
- BSPB / STRI (2007). Turfgrass Seed 2007. British Society of Plant Breeders Limited and Sports Turf Research Institute, UK. 28 pp.
- Canaway, P.M. 1990. A comparison of different methods of establishment using seed and sod on the cover and playing quality of turf for football. *Journal of the Sport Turf Research Institute* 66: 28-41.
- Cook, A., Baker, S.M., Canaway, P.M. & Hunt, J.A. 1993. Evaluation of turf established using liquid sod as compared with establishment using seed and turf. *Journal of Turfgrass Science* 73: 73-83.
- Engelsjord, M.E. 2002. Grasbaneprosjektet 1998-2001. Hovedrapport. Del II: Virkningen av klima, vekstmasse og vedlikehold på grasdekkets kvalitet. *Park og Idrett / Norges Idrettshøgskole*, Oslo.
- Håbjørg, A. 1977. The effect of artificial heating on winter survival and turf quality of selected varieties of *Poa pratensis* L. *Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole* 56 (25): 1-13.
- IPCC 2007. Climate Change 2007. The IPCC Fourth Assessment Report. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Molteberg, B. & Enger, F. 1999. Resultater av offisiell verdiprøving i gras til grøntanlegg 1995-1998. Total sammendrag for hele forsøksperioden. *Planteforsk Utredning 07/99*: 1-78.
- Molteberg, B. & Enger, F. 2003. Resultater av offisiell verdiprøving i gras til grøntanlegg 1999-2002. Total sammendrag for hele forsøksperioden. *Grønn Kunnskap* 7 (13): 1-100.
- Molteberg, B. & Enger, F. 2007. Resultater av offisiell verdiprøving i gras til grøntanlegg 2003-2006. Total sammendrag for hele forsøksperioden. *Bioforsk Fokus* 2 (16): 1-52.
- Molteberg, B. & Aamlid, T.S. 2007. Nordisk sortsguide for gras til grøntanlegg. Anbefalte sorter til green, fairway/tee, plen, fotballbane og ekstensiv grasbakke basert på forsøksresultater 1985-2006. *Bioforsk Fokus* 2 (18). 125 s.
- Petersen, M. 1981. Græsplener - prinsipper & funksjoner. A/S L. Dæhnfeldt, Odense, Danmark. 362 pp.
- Throughton, A. 1957. The underground organs of herbage grasses. *Commonwealth Bureau for Pasture and Field Crops Bulletin* 44. 163 s.
- Aamlid, T.S. 2008. Organic amendments to the USGA green root zone: Soil and turf characteristics over a three year period. In: S. Magni (ed.): *Proceedings, 1st European Turfgrass Society Conference, 19th-20th May 2008, Pisa, Italy*. pp. 37-38.
- Aamlid, T.S., Hanslin, H.M., Molteberg, B. Susort, Å., Steensohn, A.A., Enger, F. & Haaland, P. 2007. Evaluation of organic fertilizers and biostimulants on sand-based golf greens and football fields. *Bioforsk Report* 2 (61): 1-51