



Nye frøblandingar for meir stabil grovfôrproduksjon

NIBIO RAPPORT | VOL. 7 | NR. 63 | 2021



Liv Østrem¹⁾, Ragnhild Borchsenius⁴⁾, Sigrídur Dalmannsdóttir²⁾, Marit Jørgensen²⁾, Oddbjørn Kval-Engstad⁴⁾ og Tor Lunnan³⁾

NIBIO, Mat og samfunn/Fôr og husdyr ¹⁾Fureneset, Holt²⁾, Løken³⁾, ⁴⁾NLR

TITTEL/TITLE

Nye frøblandingar for meir stabil grovfôrproduksjon

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Liv Østrem, Ragnhild Borchsenius, Sigridur Dalmannsdottir, Marit Jørgensen, Oddbjørn Kval-Engstad og Tor Lunnan

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
23.04.2021	7/63/2021	Åpen	51300	19/00894
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-02813-0	2464-1162	31		

OPPDRAUGSIVER/EMPLOYER:Forskningsmidlene for jordbruk og matindustri/
Norwegian Research Funding for Agriculture and
the Food Industry**KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:**

Liv Østrem

STIKKORD/KEYWORDS:

Grovfôr, frøblandingar, dyrkingsforhold

Grassland, seed mixtures

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Grovfôrdyrking

Forage production

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Såvareverdikjeda i Norge er svært fragmentert samanlikna med land der same firma er ansvarleg for heile prosessen frå utvikling av ny sort til sal av frø. Dette forprosjektet har som mål å definera korleis ein gjennom meir forskningsbaserte frøblandingar og ferdig testa frøblandingar der bonden kan velja ut frå sine dyrkingsforhold og sin driftsmodell, kan auka avling og varighet av engvekstar. Dette inneber eit opplegg for frøfirma der desse forhold seg til felles kunnskap og retningslinjer for samansetjing av frøblandingar, men framleis er uavhengige som aktørar m.o.t. forretningsmessig drift. Ein vesentleg lengre vekstsesong tilseier behov for nye feltforsøk med oppdatert kunnskap om såmengde, såmåte, artar, sortar og frøblandingar tilpassa ulike driftsformer og klimatiske dyrkingsforhold i heile landet. Rapporten foreslår meir grunnleggjande forsøk utført av NIBIO og utprøving av frøblandingar i NLR-regi, eventuelt i samarbeid med vidaregåande skular med naturbrukslinjer.

Forprosjektet er finansiert gjennom *Forskningsmidlene for jordbruk og matindustri*.

LAND/COUNTRY:

Norge

FYLKE/COUNTY:

Vestland

KOMMUNE/MUNICIPALITY:

Fjaler

STED/LOKALITET:

Nibio Særheim / Fureneset

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

GODKJENT /APPROVED

Mats Höglind

NAVN/NAME

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Liv Østrem

NAVN/NAME



Forord

Rapporten er eit svar på målformuleringane i søknad sendt til Landbruksdirektoratet 25.04.2019, innvilga juni 2019, med tittel «Nye frøblandingar for meir stabil grovfôrproduksjon». Søknaden er basert på drøftingar i møte hjå Graminor 26. mars 2019 der alle dei involverte aktørane var til stades. Mattilsynet (ansvarleg for sortsgodkjenning) er etter eige ønskje ikkje samarbeidspart men er orientert om prosjektet, og prosjektet vil heller ikkje omfatta verdiprøving. Denne rapporten er skrive som eit resultat av dette prosjektet.

Fureneset, 23.04.21

Liv Østrem

Innhold

1	Bakgrunn.....	6
1.1	Prosjektgruppe	6
1.2	Trengst det nytenking om norske frøblandingar?	6
2	“Norske frøblandingar”	9
2.1	Artssynergi.....	9
2.2	Grunnlag for samansetjing av frøblandingar	11
2.3	Samansetjing, såmåte og såmengde av artar i norske frøblandingar	12
2.4	Samansetjing av frøblandingar i Norge	16
2.5	Samansetjing av frøblandingar i Sveits.....	17
2.6	Godkjenning og testing av sortar i Norge	18
3	Utvikling og samansetjing av nye blandingar	20
3.1	Vekstsesongen.....	20
3.2	Etableringsfasen	21
3.3	Førkvalitet.....	21
3.4	Ugras.....	22
3.5	Auka sjukdomsangrep	22
3.6	Artseigenskapar og funksjonelle grupper	23
3.7	Ekstremhendingar	24
3.8	Eigne blandingar	24
4	Oppsummering av FoU-spørsmål (NIBIO) - utvikling av frøblandingar.....	25
5	Utvikling og samansetjing av nye blandingar	26
5.1	Aktørar i utprøvingsfasen	26
5.2	Regionale klimasoner	26
6	Forskningsbasert utvikling av frøblandingar	28
6.1	Finansiering	28
6.2	Grovfôrforum	28
	Referansar	29

1 Bakgrunn

Såvareverdijeda i Norge er svært fragmentert samanlikna med land der eitt firma (eller institutt) er ansvarleg for heile prosessen frå utvikling av ny sort til sal av frø. I Norge er Graminor AS ansvarleg for sortsutvikling av klimatilpassa sortar, med eigen forskingsaktivitet eller forskning i samarbeid med andre. Mattilsynet er ansvarleg for verdiprøvinga som blir gjennomført av NIBIO, og sortsgodkjenninga skjer av Mattilsynet ved Plantesortsnemnda. Frøfirma (Felleskjøpet Agri, StrandUnikorn, Felleskjøpet Rogaland-Agder) tek hand om frøavl, marknadsføring og sal av reine sortar og frøblandingar gjennom eit landsdekkande salssystem for FKA og StrandUnikorn, og avgrensa til Rogaland og Agder for FKRA. NLR har rådgivingsansvar for sine medlemmer, og ein viktig del av rådgivinga er å gi råd som optimaliserer drifta hjå den enkelte bonde.

Dette fragmenterte systemet fungerer greitt for kvar aktør. Spørsmålet vårt er om eit formalisert samarbeid som legg til grunn ein del felles retningslinjer, på sikt kan gi

- meir forskningsbaserte frøblandingar
- ferdig testa frøblandingar der bonden kan velja ut frå sine dyrkingsforhold og sin driftsmodell
- eit opplegg for frøfirma der desse forhold seg til felles kunnskap og retningslinjer for samansetting av frøblandingar, men framleis er uavhengige som aktørar m.o.t. forretningsmessig drift. Det er ingen i dag som har ansvar for å utvikla nye blandingar, og det er ingen formell test av nye blandingar med nye sortar, og eit klima som er i endring. Vi ser derfor eit stort potensial i eit felles forsøk for å auka norsk grovfôravling gjennom bruk av nye frøblandingar testa på rutinebasis.

1.1 Prosjektgruppe

Følgjande aktørar er med i prosjektet:

NIBIO / Fôr og husdyr v/ Liv Østrem, Tor Lunnan, Marit Jørgensen og Sigridur Dalmannsdottir

Norsk Landbruksrådgiving (NLR) v/ Ragnhild Borchsenius (grovfôrkoordinator) og Oddbjørn Kval-Engstad

Graminor AS v/ Helga Amdahl

Felleskjøpet Agri v/ Jon Atle Repstad

Strand Unikorn v/ Bjørn Molteberg

Felleskjøpet Rogaland Agder v/Jens Randby og Geir Paulsen

1.2 Trengst det nytenking om norske frøblandingar?

Engareal som gir gode og stabile grovfôravlingar med optimal kvalitet, er basis for ein berekraftig og økonomisk mjølk- og kjøtproduksjon, og som også kan auka den lokalproduserte delen av fôrrasjonen. Grovfôrkostnadane er jamt over høge (Grovfôr2020), og det er grovfôravlinga som skal betala kostnadane. Men engavlingane har ikkje auka slik ein skulle venta med betre sortsmateriale av ulike artar, og frøblandingane kan vera ein av mange grunnar til avlingsstagnasjon (Lunnan 2012). Frøblandingar til eng og beite utgjer ca. 90 % av omsette såvarer til eng i Norge (i kg). Då er italiensk og westerwoldsk raigras og grønfôrblendingar ikkje tatt med. Frøblandingane er i hovudsak samansette av sortar som er godkjende i Norge, men sjølve frøblandingane er ikkje testa før sal.

Omfanget av norsk såvareomsetning varierer mellom år. I perioden 2016-2018 vart det i sum for alle artar av gras og kløver omsett om lag 1850 tonn frø per år. Av denne totalomsetninga utgjorde norskprodusert timoteifrø 1100 tonn (Graminor, Nesheim 2019). Tabell 1.2.1. viser alle sortane som er godkjende i Norge henta frå NORSK OFFISIELL SORTSLISTE, pr 30.08.2020

(<http://www.plantesortsnemnda.no/offisiell-sortsliste>). I tillegg er tatt med dei sortane som vart marknadsførde av FKA, StrandUnikorn og FKRA i 2020. Prosent marknadsførde sortar varierer mykje, men spesielt i dei største artane er det få sortar i sal, og potensialet som ligg i kostbar sortsutvikling blir ikkje tatt ut.

Tabell 1.2.1. Godkjende og marknadsførde sortar i Norge (FKA, StrandUnikorn, FKRA)

Art	Godkjende og marknadsførte (utheva) sortar (Sortslista 29.01.2021). I parentes er utanlandske sortar i sal som ikkje er godkjende eller ikkje har vore testa i Norge. NO: Norske sortar, /: utanlandske sortar. Tabellen omfattar berre sortar brukt i fôrproduksjon.
Timotei	NO: Engmo, Grindstad , Gunnar, Lakta, Leidang, Lerke, Lidar, Liljeros, Noreng , Varg, Vega /:Switch
Engsvingel	NO: Fure , Gollum, Gyda, Norild , Vang, Vanja, Veid, Vestar , Vidar, Vidvin, Vikan, Vinjar , Vollan /: Liherold, SW Minto, SW Revansch
Fleirårig raigras	NO: Fagerlin, Fia, Figgjo , Fjaler, Ivar, Trygve /: Barpasto, Calibra , Kentaur, Mathilde, Prana (Abosan, Aston Energy, Barkamax, Barmaxima, SW Birger, Dunluce, Foxtrot, Garbor, Indicus, Mara, Ovambo, Picaro, Pomposo, Tetragraz, Valmiron)
Raisvingel	NO: /: Hykor (svingeltype raisvingel)
Raisvingel	NO: Fabel, Frosta /: Lifema, Paulita (raigrastype raisvingel)
Hundegras	NO: Frisk, Laban
Raudsvingel	NO: Frigg, Klett, Leik (Gondolin, Hastings)
Strandsvingel	NO: /: Kora, Retu, Swaj (Barolex, Karolina)
Engkvein	NO: Leikvin , Leirin, Nor /: Tracenta
Engrapp	NO: Knut /: Limagie, Monopoly, Oxford (Balin, Kupol)
Hybridraigras	NO: Fenre (Storm)
Bladfaks	NO: Leif , Lom
Strandrøyr	NO: Flint, Lara
Raudkløver	NO: Gandalf, Lars , Lasang, Lasse, Lea , Legato, Linus, Reipo /: Betty, Ilte (Selma, Torunn, Yngve)
Kvitkløver	NO: Largo, Lilja, Litago, Norstar , Snowy /: Liflex, Milkanova, Silvester, SW Hebe (Klondike, Rivendel, Undrom)
Luserne	NO: Lage, Lavo, Live , Lotte, Ludvig (Creno, Saskia)
Italiensk raigras	/: Barpluto, Fabio , Lipsos, Macho, Mondora (Barmultra II, Meroa, Turgo)
Westerwoldsk raigras	/: Andy, Bartigra, Caremo , Clipper, Labelle , Major, Primora, Swale (Barspektra II, Lemnos, Pollanum)

Klimaendringar fører til lengre vekstsesong og meir ekstremhendingar i form av vassmetta eller tørre periodar. Lengre vekstsesong krev tilpassa artar og sortar. Siste standard normalperiode (1961-1990) blir i 2021 erstatta av ny 'normal' for vértilhøva i Norge. Den nye 1991-2020-normalen har høgere gjennomsnittstemperatur for haust- og vintermånadane enn den tidlegare normalen. Auken tilseier tidlegare vekststart og totalt sett lengre vekstsesong med veksttemperatur utover hausten, sjølv om mindre lys kan avgrensa denne haustveksten. Varmare haustar fører også til ei endring i samspel

mellom lys og temperatur, noko som påverkar herdingsprosessen og eigenskapar i samband med overvintring. Endringane er større jo lengre nord ein kjem i landet. Mange stader vil dette merkast ved at område med stabilt lange og snørike vintrar vert færre, og at det variable kystvéret flyttar seg lengre inn i landet. Ein lengre vekstsesong vil påverka arts- og sortsval ulikt. Lengst nord kan vekstsesongen bli lang nok til to slåttar, i fjellområda kan det framleis vera to slåttar med god utnytting av vekstsesongen, og i sør vil ein ekstra slått eller beiting vera avhengig av lokale dyrkingsforhold. I dei fleste områda vil største endringa vera kravet til auka gjenvekst ein eller fleire gonger i sesongen avhengig av kvar i landet ein er. Ein varig plantebestand skal takla desse endringane ved å ha vekstpotensiale for heile vekstsesongen, og samtidig oppretthalda avlingsstabilitet til tross for vekslende vér- og klimatilhøve. Plantematerialet i blandingane må difor vera godt tilpassa både klima, bruks- og driftsmåte.

På bakgrunn av dei til dels store klimaendringane vi ser, og som utifrå prognosar vil auka i tiåra framover, er det grunn til å stilla spørsmål om eksisterande frøblandingar er optimale for dagens grovfôrproduksjon. I tillegg er det store endringar i driftsmåte og -utstyr.



Artar og sortar i frøblandingane må vera godt tilpassa både klima, bruks- og driftsmåte

Foto: Liv Østrem

2 “Norske frøblandingar”

Dette kapitlet omhandlar effekten av artssynergi, grunnlag for samansetjing av frøblandingar i dag, og såmåte og såmengde av artar i norske frøblandingar. Samansetjing av frøblandingar i Norge og i Sveits er omtala, og til sist ein omtale av det norske godkjenningssystemet og testing av sortar.

2.1 Artssynergi

Mange av dei marknadsførde frøblandingane er snevre, dvs. dei inneheld få artar. Ei frøblanding bør innehalda artar som utfyller kvarandre i tid, dvs. gjennom vekstsesongen og over engår, og i rom, dvs. planter med ulik rottdjupne og plantehøgde (Grønnerød 1982). Ifølgje litteraturen gir bruk av artsblandingar ein klar artssynergi. Høg genetisk diversitet med artar som har ønska eigenskapar og som fyller ut ulike nisjar, kan vera ein strategi for å tilpassa seg varierende miljøforhold. Fleire studiar med forsøk over heile Euopa viser at fleirartsblandingar gir større avling enn dei same artane i reinbestand (Finn m. fl. 2013, Sturludottir m. fl. 2013). Frøblandingane førte ikkje til lågare fôrqualität i avlinga, og det vart mindre ugras (Sturludottir m. fl. 2013, Connolly m. fl. 2018). Andre studiar viser at artsblandingar taklar stress betre enn reinkultur av enkeltartane. Artar i blanding takla til dømes både flaum (Wright m. fl. 2017) og tørke betre når dei vaks i blanding samanlikna med dei same artane i reinkultur (Haughey m. fl. 2018).

Også norske forsøksseriar med frøblandingar har vist slike resultat. Blanding av kløver med gras viste positiv effekt på avling, og blanding av ulike grasartar var også positivt for avlingsmengd, viser resultat frå første engår i ein forsøksserie med reinbestand og blanding av opptil 7 artar av gras og kløver på tre ulike stader i Norge (Brophy m. fl. 2019). Frøblandingar med moderat timoteiinnhald opnar for at fleire artar kan dominera avhengig av overvintringsforholda, og avling og kvalitet av reine bladgrasblandingar konkurrerer godt med timoteibasert frøblanding (Rivedal og Østrem 2018). Der vekstsesongen er lang, er det vist at tre slåttar gir større fordøyeleg tørrstoffavling enn to slåttar, og artsrike blandingar med moderat timoteimengde gav størst avling (Aune og Østrem 2019, Østrem og Aune 2019).

Auka artsdiversitet i enga kan også gi andre fordelar som til dømes auka diversitet i pollinatorar. Slike effektar kan gjera seg gjeldande i beite, men i mindre grad i eng til slått der planten meir sjeldan når blomstringsfasen før slått. Orford m. fl. (2016) fann at ved introduksjon av belgvekstar og nokre urter i enga auka både mengd og mangfald av pollinatorar. Jordfaktorar kan også bli påverka av artsmengda i enga. Blanding av artar med ulik rotarkitektur og roteigenskapar som til dømes fordeling og mengde av tjukke og fine røter, kan gi betre aggregatstabilitet og hydrologisk leiingsevne i jorda gjennom roteksudat (mucilage) og betre mykorrhizakolonisering (Gould m. fl. 2016). Blandingar produserer også meir røter enn det ein skulle venta frå rotmengda produsert i reinbestand (de Kroon m. fl. 2012). Dette har ein prøvd å forklara med at smittetrykket frå artsspesifikke jordpatogen vert mindre ved blandingar, slik at røtene kan veksa meir «uforstyrra» (de Kroon m. fl. 2012).

Mange studiar har altså vist at artsblandingar aukar engavlinga i forhold til reinbestand av dei same artane, men **artseigenskapane** er viktigare enn tal artar i blandinga (Sanderson 2010). Auka diversitet kan såleis føra til auka karbonopptak på grunn av auka produktivitet, og ein global metaanalyse av jordforholda i ulike økosystem viste at artsblandingar i gjennomsnitt hadde 5 % høgare karboninnhald (organisk innhald / soil organic carbon (SOC)) i jorda enn reinbestand (Chen m. fl. 2020). Meir belgvekstar i blandingar kan potensielt gi meir tap av lystgass frå enga, spesielt under vassmetta forhold (Bracken m. fl. 2020). Ein har likevel funne at blanding av artar kan redusera utslepp av både lystgass og metan (Ribas m. fl. 2015), og artseigenskapar avgjer kor stort tapet blir. Til dømes har smalkjempe (*Plantago lanceolata*) vist seg å redusera lystgasstap frå ei kløverrik eng (Bracken m. fl. 2020). I Finland er det lansert frøblandingar med 10-15 artar for å redusera klimagasstap.

Engsvingel er etter timotei den viktigaste arten i ei frøblanding, og i teorien skal engsvingel ta over plassen når timotei går ut. I fjellbygdene viser botaniske registreringar at engsvingel i liten grad utfyller timotei over tid, og at enger eldre enn tre år får inn ein god del ikkje-sådde artar som til dømes kveke (Lunnan og Todnem 2017). Registreringar i Møre og Romsdal viser same resultat (Lunnan pers. medd.). Vanlege frøblandingar til surfôr er baserte på timotei og engsvingel, og dette fører til høgt innhald av ikkje-sådde artar i eldre enger. I Sør-Norge får engsvingel lett angrep av bladfleksjukdom i gjenveksten utan at omfanget er dokumentert.



*Artsblandingar aukar engavlinga i forhold til reinbestand av dei same artane
Foto: Liv Østrem*

Norske engsvingelsortar har låg resistens mot kronrust som er den største soppjukdommen i Europa, spesielt på fleirårig raigras (Østrem m. fl. 2017). Bruk av ugrasmiddel (lågdose-preparat) i gjenveksten etter siste slått har vist negativ effekt på engsvingel, ikkje berre som ei midlertidig veksthemming, men med rein utgang (Synnes 2019). Ein veit ikkje om det er sortsskilnader eller om engsvingel reagerer likt i heile landet, men det trengst ein erstatningsart for engsvingel i frøblandingar, i alle fall for Sør-Norge.

Strandsvingel er aktuell erstatningsart med djupe røter som hentar vatn og næringsstoff frå jordsjikt der andre artar ikkje veks. Sortsutviklinga i strandsvingel er konsentrert mykje om mjukblada sortar for å auka fôrkvaliteten, med aktivitet i m.a. Finland og Belgia (Cougnon m. fl. 2018). Strandsvingel kjem godt ut i norske forsøk, også i fjellbygdene (Todnem og Lunnan 2017; Kval-Engstad og Østrem 2020). I mange land i Europa er bladgras som fleirårig raigras, nærast einerådande i eng og beite, gjerne i lag med ein kløverart, og fleirårig raigras kan vera aktuell i blandingar under marginale dyrkingsforhold også i Norge (Jørgensen m. fl. 2019). Engrapp er med i frøblandingar til beite, og engrapp var mykje meir varig enn timotei og engsvingel i fjellbygdene (Lunnan og Todnem 2017). Til langvarig eng er også artar som engkvein og raudsvingel aktuelle sjølv om dei har lågare avlingspotensial og dyrkingsverdi enn timotei. Småvaksne artar gjer oftast lite av seg i starten av engperioden, men dei kan ta over etter kvart når til dømes timotei og engsvingel går ut, og såleis demme opp for meir uønska ikkje-sådde artar.

2.2 Grunnlag for samansetjing av frøblandingar

Norske frøblandingar blir i dag i hovudsak sette saman etter to kriterium – bruksmåte og hardførheit. Under hardførheit ligg både tilpassing av artar og sortar i dei ulike artane ved at til dømes fleirårig raigras stort sett blir brukt berre i kystnære strøk i Sør-Noreg. Dei fleste blandingane er timoteibaserte, og andelen timotei er høgast i blandingar til høyr og surfôr, medan beiteblandingar har mindre timotei og meir av andre artar. I slike frøblandingar utgjer timotei rundt 50%. Blandingar til høyr og surfôr er baserte på timotei og engsvingel som grasartar, gjerne med tillegg av fleirårig raigras i kyststrøka, og oftast med raudkløver i tillegg. Med beite i tillegg kjem engrapp og kvitkløver inn i blandingane.

Varigheit blir lite brukt som kriterium for samansetjing av frøblandingar i Noreg i motsetnad til mellom anna Sveits. Hardførheit og varigheit er ikkje synonyme begrep. Timotei er mellom dei mest hardføre artane vi har, men varigheita er eit problem ved at timotei i stor grad går tilbake i engene etter tre-fire års bruk (Lunnan og Todnem 2017). Engsvingel er også temmeleg hardfør, men ikkje særleg meir varig enn timotei, slik at surfôrblendingar basert på timotei og engsvingel som einaste grasartar, berre bør brukast til kortvarig eng.

I tillegg til artsblandingar blir ulike sortar i blanding også ein del brukt i norske frøblandingar. Det gjeld særleg for fleirårig raigras på Sør-Vestlandet, men også i nokon grad for timoteisortar.

I tabell 2.2.1 er gitt oversikt over dei mest nytta frøblandingane i Norge. Opplistinga viser det generelle mønsteret, ikkje enkeltblandingar for sal. Tabellen er basert på Grovfôrkatalogane frå FKA, StrandUnikorn og FKA for 2019.

Tabell 2.2.1. Marknadsførte frøblandingstypar i Norge basert på vektprosent (%)

timotei	eng-svingel	engrapp	fl.årig raigras	strand-svingel	andre gras	raudkløver	kvitkløver	Bruksområde
100								
80	20							Kortvarig eng
70-80	10-20	5-10				5-10	5	eng
60-65	20-25							
50-70	20		10			10-15	5	
50-55	20-25	10-15				5-15	5-10	Beite, langvarig eng
40-45	15-25	10-20			5-10*			eng
40-45			10	35		5-8	7-10	
50					50**			Spesialblanding
			40-50		40-0***	10		
			90-100		0-10 ^x			Intensiv bruk

*raudsvingel, **hundegras, ***bladfaks, ^xhybridraigras



Det er viktig at såmengda gir plantetal som gir rom for utvikling av alle sådde artar og som dekker arealet godt for å hindra ugrasvekst. Foto: Liv Østrem

2.3 Samansetjing, såmåte og såmengde av artar i norske frøblandingar

Planter skal ha lys og næring for å utvikla seg. For å få lys nok må kvar plante ha eit minimum areal for optimal utvikling. Konkurransen til dei ulike artane varierer mykje i etableringsfasen, t.d. mellom fleirårig raigras som etablerer seg raskt, og artar som engrapp og engkvein som etablerer seg sakte. Her må ein både finna det beste plantetalet pr m² og sjølvstekt også økonomisera med frø, dvs. ikkje bruka meir enn det som trengst for å få eit godt attlegg.

Tabell 2.3.1 viser tusenkornvekt (TKV) for engvekstartar. TKV varierer frå 0,10 gram i engkvein til 4,2 gram i tetraploid raigras. I ei blanding skal alle artane ha lik sjanse til spiring, og spireprosent og sådjupne (figur 2.3.1.) vil påverka spiringa.

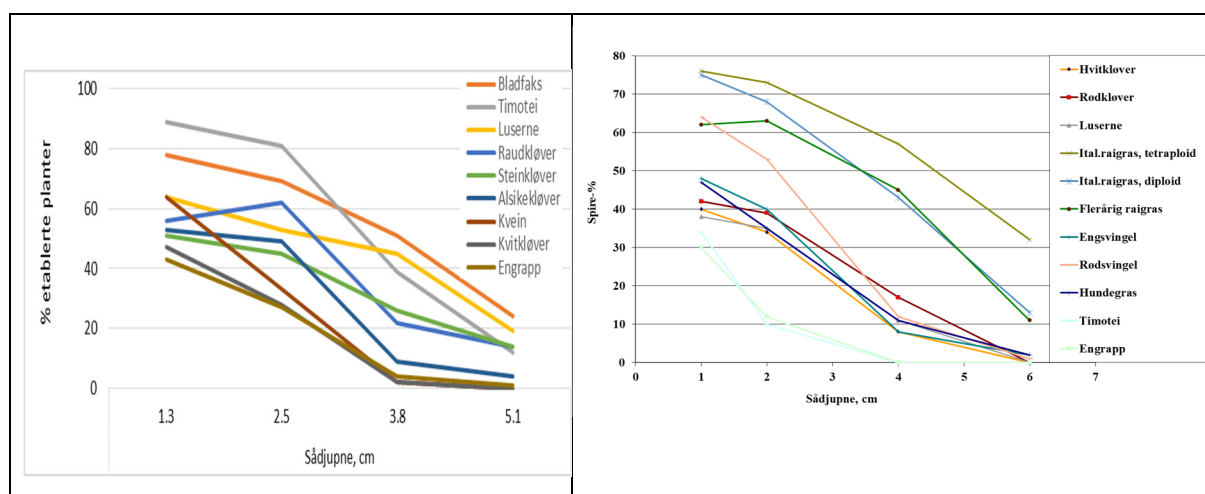
Ei optimal såmengde vil gi eit plantetal som gir plantene nok rom og næring for optimal utvikling, og eit tett plantebestand som kan maksimera avlinga. For låg såmengde vil ikkje dekkja arealet godt nok og opna for ugrasvekst, medan for høg såmengde kan resultera i hard konkurranse som hemmar veksten og avlinga frå alle plantene, spesielt artar som etablerer seg raskt og har stort bladareal som mottek mykje lys. Ekstremt høge såmengder kan medføre sjølvuttytning eller plantedød som indikerer ødsling av frø sjølv om det ikkje går ut over avlinga.

Frøstorleiken gir ein god peikepinn på kor mange planter av ein art som spirer, men dette er ikkje heilt eintydig. Diploid fleirårig raigras og engsvingel har lik frøstorleik, men sidan raigraset spirer raskare enn engsvingel, vil spiringsfarten også påverka plantetalet ved slutten av etableringsfasen. I tillegg vil sjølvstekt sådjupna vera viktig (Figur 2.3.1).

Tabell 2.3.1. Tusenkornvekt (TKV) i engvekstartar (i parentes tal frå Opsahl 1969/ Opsahl og Skjelvåg 1984).

Art	TKV	Art	TKV	Art	TKV
Timotei	0,55 (0,4)	Engrapp	0,40 (0,2)	Raudkløver	1,50 (1,8)
Bladfaks	3,50 (3,3)	Engkvein	0,10	Kvitkløver	0,50 (0,7)
Strandrøyr	0,80 (0,8)	Engsvingel	2,00 (2,0)	Alsikekløver	(0,7)
Fleirårig raigras T*	4,20	Strandsvingel	2,20	Luserne	(2,0)
Fleirårig raigras D*	2,00 (2,0)	Sauesvingel	0,45 (0,4)		
Hundegras	1,0 (1,0)	Raudsvingel	1,00 (1,0)		

T* = tetraploid, D* = diploid



Figur 2.3.1. Spireprosenten i ulike artar som effekt av sådjupne; til venstre etter Opsahl (1969), til høgre frå Statens Planteavlsforsøg (1981).

Jordarten verkar også inn sidan jordtemperaturen varierer med jordart der t.d. sandjord blir tidlegare varm enn jord med høgt organisk innhald. Såtida kan også spela inn, og såtidforsøk med fem såtider om hausten frå 4. august til 13. september viste tydeleg dårlegare spiring og vekst ved såing etter 1. september (Aase 1970). Her trengst det nye forsøk for å visa korleis m.a. frøstorleik påverkar konkurranseforhold og tal etablerte planter i enga.

Tabell 2.3.2. viser spiring og plantetal ved breisåing og radsåing (Opsahl og Skjelvåg, 1984). Tal planter pr m² seint i atleggsåret varierer svært mykje mellom artane og lite mellom dei to såmåtane. Belgvekstane varierte frå 19 % (alsikekløver) til 31 % (raudkløver) planter pr m² etter 100 spiredyktige frø. Tilsvarende tal for grasartane var 10 % i timotei til (over) 100 % i fleirårig raigras. Ifølgje Opsahl og Skjelvåg (1984) vil 100-200 planter pr m² vera nok til å gi full avling frå andre engåret og utetter, tilsvarende 40 g /daa for timotei. Dette er ei teoretisk tilnærming, men det seier likevel noko om nødvendig frømengde.

I andre land vert såmengde oppgitt som mengde spiredyktige (viable) frø, t.d. 500 levedyktige frø per m² i høve til radavstand. Frå Canada finn ein også tabellar for plantetal per arealeining (Canada, Ministry of Agriculture and Forestry), inkludert såmengdetabellar for ulike jordbruksvekstar, også for engvekstar. Her tek ein utgangspunkt i det plantetalet per arealeining ein ønskjer, altså tal frø per rad, per m² osv av aktuell art / sort. Deretter tek ein omsyn til prosent levande frø (pure live seed), og det ligg også til rette for å laga blandingar med ønska artsfordeling av artar / sortar

(<https://www.agric.gov.ab.ca/app21/ldcalc?calcId=104>).

Tabell 2.3.2. Spiring og plantetal ved breisåing og radsåing (Opsahl 1969)

Arter i frøblanding	såmengde, kg/daa	spire- dyktige frø /m ²	tal planter pr m ² seint i atleggsåret			
			breisådd	radsådd	etter 100 spiredyktige frø (%)	
					breisådd	radsådd
Raudkløver	0,4	220	68	68	31	31
Tiriltinge	0,4	300	75	73	25	24
Alsikekløver	0,2	270	51	48	19	18
Kvitkløver	0,1	140	38	37	28	26
Sum belgvekstar	1,1	930	232	226	25	24
Eng. raigras	0,3	140	142	147	101	105
Ital. raigras	0,2	90	70	66	77	74
Engsvingel	0,2	90	19	18	21	20
Hundegras	0,4	320	113	107	36	34
Timotei	0,3	720	82	65	11	9
Sum grasarter	1,4	1360	426	403	31	30
Ialt	2,5	2290	658	629	29	27

Spesielt i kulturar for direktesal er det i mange land ferdige oppsett for å finna rett plantetal per arealeining. Her blir såmengda justert etter frøkvaliteten i form av frøstorleik og spireprosent. Eit dokument frå Australia (NSW Department of primary industries) viser såmengda slik: Såmengde (kg/ha)=tenkt plantetal (pl/m²) x 100 frøvekt (g) x 10 / spireprosent x etableringsprosent (https://www.dpi.nsw.gov.au/data/assets/pdf_file/0005/157442/pulse-point-20.pdf).

Norske frøblandingar er klare for sal, og det er lagt lite til rette for at bøndene sjølve lagar sine egne frøblandingar. Spireprosenten er vektlagt i mais og hybriddrug. Her er frøet dyrt og TKV varierer mykje mellom sortar.

Tabell 2.3.3 og 2.3.4 viser tal frø per m² i marknadsførde norske frøblandingar, med høgt og moderat innhald av timotei, saman med andre artar. Plantetalet er avhengig av TKV, såmengde per m² og artsfordelinga i frøblandinga. Tabellane viser fordelinga av antal frø = potensielle planter av dei ulike artane. Her er ikkje teke omsyn til spireprosent eller ulik risiko for manglande spiring av småfrøa artar.

Tabell 2.3.3 Mengde frø per art i frøblanding av timotei (80%) og engsvingel (20%) avhengig av tilrådd såmengde

Art	TKV	% i blanding	Frø/m ² ved ulik såmengde (kg daa ⁻¹)			% frø*
			2,0	2,5	3,0	
Timotei	0,55	80	2909	3636	4364	94
Engsvingel	2,00	20	200	250	300	6
		100	3109	3886	4664	100

*gjeld for den midterste såmengda

Planteutgangen i etableringsfasen er stor og ukjent, men sjølv om ein reduserer plantetalet av timotei med inntil 50%, vil artsfordelinga mellom timotei og engsvingel likevel berre verta endra til 88:12 mot 94:6 i tabell 2.3.3, altså framleis potensiale for stor dominans av timotei, sjølv med mykje mindre timoteifrø i blandinga.

Tabell 2.3.4. Mengde frø per art i artsrik frøblanding (FKA Vestlandsblanding) avhengig av tilrådd såmengde

	TKV	% i blanding (vektbasert)	frø/m ² ved ulik såmengde (kg daa ⁻¹)			% frø*
			2,5	3,0	3,5	
Timotei	0,50	35	1750	2100	2450	48
Engsvingel	2,00	10	125	150	175	3
Strandsvingel	2,20	10	114	136	159	3
Raisvingel	1,00	8	200	240	280	6
Hundegras	1,00	7	175	210	245	5
Engrapp	0,40	15	938	1125	1313	26
Fleirårig raigras	4,20	10	60	71	83	2
Kvitkløver	0,50	5	250	300	350	7
		100	3611	4333	5055	100

*gjeld for den midterste såmengda

I prosjektet FôrEff («Improved cost-efficiency in Norwegian forage production», 2016-2020) vart avlingsrespons og ugrasmengde testa i felt med eit gitt tal artar sett saman etter eit simplex design / statistisk analyse (Cornell 2002). Artane er testa som reine artar og i ulike blandingsforhold som er berekna på grunnlag av tilrådd såmengde av dei ulike artane i reinkultur.

Tabell 2.3.5. viser same oppsett som dei to føregåande tabellane med basis i ei frøblanding brukt i FôrEff-prosjektet, der ein rekna ut innhaldet av dei 7 ulike artane som prosent av tilrådd mengde frø i reinkultur. I ei av blandingane var innhaldet av kvar art 14 % av tilrådd frømengde i reinkultur, og dette ga ulik mengde frø per m² av artane. Så lenge ein tek utgangspunkt i tilrådd såmengde av dei ulike artane, vil plantetalet vera dominert av TKV og kan dermed bli svært høgt. Men sjølv om antal frø var lågt for fleirårig raigras i denne blandinga, dominerte denne arten sterkt i enga, så det er vanskeleg å berekne korleis frøtalet påverkar plantetalet i enga.

Tabell 2.3.5. Mengde frø per art i artsrik frøblanding (FôrEff-prosjektet) avhengig av såmengde

	TKV	Tilrådd i reinkultur (kg daa ⁻¹)	% av rein- kultur*	frø/m ² ved ulik såmengde (kg daa ⁻¹)			% frø i andel av frøbland- inga
				2,5	3,0	3,5	
Fleirårig raigras	4,20	3,5	14	138	166	193	3
Timotei	0,50	2,0	14	662	795	927	13
Engsvingel	2,00	3,5	14	290	348	406	6
Engrapp	0,40	2,0	14	828	993	1159	17
Engkvein	0,10	1,5	14	2484	2980	2477	50
Raudkløver	1,50	1,3	14	143	172	201	3
Kvitkløver	0,50	1,3	14	430	517	603	9
			100	4975	5971	6966	100

*prosentandelen av dei ulike artane i frøblandingane er heilt like uansett kva frømengde ein nyttar

Generelt er potensielt plantetal svært høgt i norske frøblandingar, i alle fall om ein samanliknar med dei 100-200 planter pr m² som Opsahl og Skjelvåg (1984) oppgav til å vera nok til å gi full avling frå andre engåret og utetter, også om ein justerer kraftig for tap av frø under attleggsfasen. Norske frøblandingar er basert på frøvekt av dei ulike artane. Eit alternativ som må vurderast er å basera frømengda på volum.

Minste mengde frø av spesifikke artar i blanding er lite tatt omsyn til. I norske frøblandingar varierer kløverdelen frå 5-15 % for raudkløver og kvitkløver. Unntaksvis utgjer raud- og kvitkløver til saman meir enn 15%. Kvitkløver er småfrøa og utgjer meir av potensielt plantetal enn prosent frø tilseier, men tilsvarande gjeld ikkje for raudkløver. Såmengda er meir kritisk for raudkløver enn for kvitkløver sidan kvitkløver breier seg vegetativt med utløparar.

Kritisk grense for kløverfrø er 0.5-0.6 kg/daa (Opsahl og Skjelvåg, 1984). Dette var basert på eit svensk forsøk med ulike såmengder (1,5, 2,5 og 3,5 kg frø per daa) og varierende fordeling av kløver og timotei (12,5, 25 og 50 % kløver og blanding med 87,5, 75 og 50 % timotei). Kløvermengda var avgjerande for avlingsresultatet, og avlingsnedgang ved bruk av minste frømengde vart forklart med for lite kløver i frøblandinga. I økologisk dyrking er også 0.5-0.6 kg/daa tilrådd mengde. Ei frøblanding bør dermed innehalda minst 15% kløverfrø.

For grasartar er minste mengde frø i blanding mindre kjent. Tidlegare var t.d. andelen engsvingel i blanding mykje høgare enn i dag. I Grønnerød (1969/revidert 1992) var ei vanleg engfrøblanding for ensilering for meir enn to slåttar 30-50% engsvingel + tilsvarande av timotei og 20 % kløver, ev. 45:45:10 %.

Såmengda vil påverka talet på skot i bestandet, noko som både påverkar avlinga og kor tett bestandet blir. Eit finsk såmengdeforsøk i engsvingel med 0,5 til 3,5 kg frø per daa viste at fire månadar etter såing var skot-talet svært likt og avlinga om lag den same etter alle såmengdene. Året etter vart avlinga størst der det var 3600 skot m⁻² (ref. i Jetne 1973), utan merknad om dette er eit resultat av opphavleg såmengde eller nitrogen gjødsling. Norske forsøk med timotei-raudkløverblanding tilrådde 2,5-3,0 kg frø ved breisåing og 2,0-2,5 kg per dekar ved radsåing. Jetne (1973) skriv «Dersom vi i ei frøblanding byter timoteien ut med engsvingel, hundegras, bladfaks eller raigras, bør vi venteleg auke såmengda med 0,5-1,0 kg per dekar».

Jetne (1973) refererer til forsøk med kløver sådd saman med ulike grasartar (Grønnerød 1970b) og skriv dette: «Kor mykje ein skal få att for å ta med kløver i attlegg til eng, rettar seg elles noko etter kva grasart ein sår saman med kløveren. Det er velkjent at hundegraset er aggressivt, og har lett for å trengje unna kløver og andre vekstar. I forsøka (...) gav såleis kløver saman med timotei ei meiravling på 49 kg tørrstoff per dekar, saman med bladfaks 59 kg, men saman med hundegras berre 22 kg. Dette er medeltal for alle gjødselmengder og hausteår».

Dei grundige forsøka frå 1950-60-åra er gjort med få artar som fungerte godt i lag under dei rådande miljøforholda då (Skjelvåg 1970, Opsahl og Skjelvåg 1984), med ein driftsmåte som ikkje lenger finst, og med ein kortare vekstsesong. Desse endringane for grovfôrproduksjonen tilseier nye forsøk med fleire artar som kan visa konkurransen mellom artar og sortar.

2.4 Samansetjing av frøblandingar i Norge

Norske frøblandingar er i hovudsak laga over same lest i fleire tiår der mengde timotei avgjer kva og kor stort innhald av andre artar som vert tatt med (Jfr tabell 2.2.1). Når ein endrar sort i ei blanding skjer det i hovudsak ved å erstatta ein sort med ein nyleg godkjent sort, som etter resultatata i verdiprøving er betre enn den som var i blandinga tidlegare.

Konkurranssevna er ein av dei viktigaste planteegenskapane når ein art/sort skal vera del av ei grasblanding samanlikna med reinbestand, og dette bør også implementerast i sortsutviklinga. Rask stengelstrekking er viktig eigenskap for raudkløver i blanding, og stengelstrekkinga starta tidlegare i raudkløverpopulasjon som var selektert i grasblanding enn frå reinbestand (Ergon og Bakken 2016). Seleksjon og sortsutvikling i reinbestand vil dermed ikkje identifisera plantematerialet med optimal varighet i artsblanding. Nadeem m. fl. (2019) konkluderte at tidleg utvikling i raudkløver er ein viktig konkurransefaktor i lag med rasktveksande gras. I forsøk med luserne sådd i blanding vart eigenskapar sterkt påverka av naboplantene. Ein såg at eigenskapar som minimerte konkurransegraden (competition intensity) vart endra i forhold til naboartane (Annicchiarico 2003; Maamouri m. fl.

2017). Ergon m. fl. (2016) fann at det beste mengdeforholdet prosentvis mellom raudkløver, kvitkløver, fleirårig raigras og strandsvingel i eit treslåttsregime var 10:20:40:30 %, og tilsvarende 10:30:30:30 % i eit femslåttsregime.

Resultata er likevel ikkje eintydige når det gjeld konkurransen mellom sortar av ulike artar i ei frøblanding. Ved testing av frøblandinga med timotei (60%), engsvingel (20%), fleirårig raigras (10%) og raudkløver (10%) på 11 stader i Sør-Norge, fann ein lite tydelege sortsskilnadar i artsblandingar: «Konklusjonen på denne undersøkelsen blir at sortsforskjeller som er observert når timotei og fleirårig raigras blir dyrka i reinbestand, i liten eller ingen grad forplantet seg da de ble dyrka i blandinger med andre arter» (Langerud m. fl. 2019; Nesheim og Langerud 2019). Ein grunn til dette resultatet kan vera at 10% raudkløver er i minste laget for å få fram ev. sortsskilnader i blandinger med konkurransesterke artar som timotei og fleirårig raigras.

2.5 Samansetjing av frøblandingar i Sveits

I Sveits, der dyrka eng utgjer 3% av landbruksarealet (126000 ha) og samla beiteareal 27%, har forskingsbaserte frøblandingar vore ein realitet i hundre år. Auka biodiversitet og auka avling har vore to sider av same sak, men også basert på erkjening av at ulike mål (driftsmåtar, klimatiske dyrkingsforhold osv) er avhengig av ulike typar artsrike grasmarker. Systemet omfattar kvalitetsmerka frøblandingar knytt til engalder (kortvarig vs langvarig) og artsmangfold (få vs mange artar).

Utvikling av frøblandingar omfattar desse stega:

1. **Den beste sorten.** Sortstesting skjer på same grunnlag som i Norge, altså som rein sort og testa m.o.t. på avling, overleving, førkvalitet og sjukdomsresistens. Sortane blir også testa i blanding for konkurranseevne.
2. **Feltforsøk.** Utvikling av frøblandingar er basert på tilgjengeleg kunnskap og ny forskning. Det beste mengdeforholdet mellom artane blir testa med «Simplex design» for å testa samspelet mellom artane, dvs. avling i reinbestand samanlikna med fleire artar i lag som samla kan gi betre avling enn artane i reinbestand, eller overskridande avlingsauke, dvs. betre avling enn høgstytande art i reinbestand. Viktige faktorar er N-nivå og belgvekstar, kritisk såmengde og konkurranse mellom artane.

Val av artar er basert på varighet, driftsmåte (slått, beite, kombinasjon), bruksintensitet, klimatisk lokalisering (ekstreme forhold), artsdiversitet (kor mange av artane vil bli att i enga over tid osv.). Suksessjonsprinsippet er viktig, altså samspelet mellom artar som etablerer seg raskt og sakte, og avhengig av slike eigenskapar blir ulike artar nytta i ulike frøblandingar.

I forsøk på småruter testar ein nye frøblandingar, og også endringar i eksisterande frøblandingar m.o.t. avling, førkvalitet, gjenvækst, tetthet og botanisk samansetjing. Her vert m.a. ulike sortar av same art testa i elles lik artsblanding.

Dei mest lovande frøblandingane blir så testa på storruter under praktiske forhold (gardsbruk, landbruksskule). Brukstilråding er basert på temperaturmiddel og ikkje spesifikt til høgde over havet.

3. **Standard frøblandingar.** Swiss Grassland Society (SGS) utgjer ein paraply-organisasjon av bønder, rådgivingstenesta, landbruksskular, forskningsinstitusjonar og såvareindustrien. SGS står ansvarleg for meir enn 30 standard frøblandingar der kode og farge viser til brukslengde, klimatiske dyrkingsforhold (kulde, tørke osv) og bruksmåte. Berre dei absolutt mest tilrådde sortane og med best frøkvalitet, er nytta.
4. **Kvalitetsmerkinga** er ein kontrakt mellom SGS og såvareindustrien. Sortsval, feltforsøk, utviklingssystem og kvalitetsmerking utgjer suksessen. Til tross for ein høgare frøpris blir 80% av

frøblandingane omsett som kvalitetsblandingar fordi brukarane er trygge på at dei får beste sort, beste blanding og beste frøkvalitet til sitt bruk.

Finansiering av kvalitetsmerka frøblandingar skjer gjennom ein høgre frøpris og økonomisk støtte frå SGS til storskalatesting og kvalitetstestar. Ved frøkjøp går CHF 0,30 = NOK 3,0 per frøsekk ≥ 10 kg til prosjektet. Forskingsinstituttet (Agroscope) testar sortar og utviklar frøblandingar i smårutforsøk med 'skattebetalarane sine pengar'.

Omtalen er basert på to presentasjonar; Seed mixtures for diverse conditions: Introduction to the Swiss system of composing and testing; Daniel Suter og Olivier Huguenin-Elie (seminar på Gardermoen 14. april 2016), og Multi-species grasslands: from research to practice; Daniel Suter, Olivier Huguenin-Elie, Matthias Suter og Andreas Lüscher. Den sistnemnde presentasjonen var del av programmet på Grovførkonferansen 11. mars 2020. Konferansen vart avlyst, og presentasjonen var via Teams 15. april 2020 til interesserte aktørar innan såvarekjeda.

2.6 Godkjenning og testing av sortar i Norge

Offisiell verdiprøving

Når eit foredlingsfirma, norsk eller utanlandsk, har klar ein kandidatsort (ein potensiell ny sort), vert desse kandidatsortane melde inn til offisiell verdiprøving for evaluering av overvintring, avling og førkvalitet. I Norge vert prøvinga gjennomført av NIBIO etter avtale med Mattilsynet. Førvekstane vert pr 2020 testa periodisert, dvs at dei ulike artane vert testa regelmessig, og med tettare frekvens av dei viktigaste artane enn av mindre viktige artar. Sortar i same art vert testa i tre engår etter etableringsåret, og felte vert etablerte tre år etter kvarandre. Full testing av ein art tek dermed seks år frå etablering av første omgang til 3. året er ferdig i tredje runde.

For å få ein sort godkjent og oppført på NORSK OFFISIELL SORTSLISTE (https://www.mattilsynet.no/planter_og_dyrking/plantesorter/Norsk_offisiell_sortsliste/gjeldende_norsk_offisiell_sortsliste.34386), gitt av Plantesortsnemnda i Mattilsynet, må sorten også gjennom ein DUS-test (**D**istinctness, **U**niformity and **S**tability). DUS-testen (på norsk *SES*-test) skal visa at sorten kan skiljast frå andre sortar, at sorten er **e**insarta og at sorten er **s**tabil over generasjonar m.o.t. spesifikke eigenskapar. DUS-testen gir rettsvern til ein ny sort slik at foredlaren også har rett til inntekter av frøproduksjonen av sorten, og testen er regulert gjennom UPOV-konvensjonen.

Førvekstane vert i 2021 testa på følgjande NIBIO-stasjonar: Holt (Tromsø), Steinkjerområdet (Trøndelag), Løken (Øystre Slidre), Apelsvoll (Kapp), Fureneset (Fjaler), Særheim (Klepp). Dei to siste deler om felte i same utprøvinga. Fleirårig raigras blir også testa i Østfold av NLR SørØst.

Rettleiingsprøving

Denne prøvinga er finansiert med midlar frå Landbruks- og matdep. og er administrert av NIBIO. Prøvinga har følgjande målsetjing: «Supplere verdiprøvingen ved å prøve aktuelle plantesorter til eng og beite i et større omfang under ulike driftsforhold over hele landet, i blanding med flere arter. Bakgrunnen for prøvinga er «Valg av rette sorter kan ha en avgjørende betydning for hvor godt en lykkes med grovførproduksjonen. Det går mellom annet på overvintringsevne, avlingsnivå og førkvalitet. Nye sorter av eng- og beitevekster blir testet på seks steder i landet i den offisielle verdiprøvingen. Denne begrensede prøvingen i renbestand gir ikke et godt nok grunnlag for rådgiving om valg av sorter. Det er særlig viktig å kunne prøve aktuelle sorter og blandinger i de distrikter der grovførproduksjon har stor betydning».

Aktuelle problemstillingar for bruk av rettleiingsprøvinga er:

1. Kontinuerleg artstesting.

I Norge manglar ein kontinuerlege testingar av alle godkjende sortar i ein art i same testing. Med den låge utnyttinga av sortar i einskilte artar som vist i tabell 1.2.1., er sjansen ganske stor for at godkjende sortar ikkje kjem næringa til gode. Ei planmessig testing av alle godkjende sortar i same art i ulike regionar, vil visa kva sortar som passar i dei ulike områda, og kan i sin tur verka som eit korrektiv til val av frøblandingssort for desse områda.

Slik prøving har til no vore gjennomført i timotei (Lunnan 2020), og tilsvarende testing vart starta i engsvingel og raudkløver i 2020. Engsvingelsortane vert etablert i 50/50-blanding og raudkløver med 75% timotei, i begge tilfelle med best klimatisk tilpassa timoteisort.

2. Varig eng som effekt av slåttetidspunkt og overvintring.

Artsutvikling i frøblandingar for varig eng skjer utover dei vanlege tre engåra som engvekstforsøk vanlegvis varer. Etter tre engår vil t.d. timoteiandelen gå ned og andre artar i blandinga, andre gras eller ugras ta over plassen. Engforsøk i 4-6 år med to slåttetidspunkt og artsrike frøblandingar, kan gi svar på kva tid og korleis artsendingane skjer. Desse forsøka må omfatta grundig botanisering i førsteslåttan, ev. sortering av artane etter prøveuttak. Ein slik forsøksserie må vera landsdekkande for å få fram variasjonen i lengda på vekstsesongen.

3. Hausteregime / slåttetidspunkt – effekt på overvintring, avling og artsdynamikk.

Vekstsesongen vil påverka korleis frøblandingar klarar overvintringa og opprettheld avling over år. I forsøket vil ein bruka same frøblanding til ulik haustefrekvens som vil variera med vekstforholda, dvs. to og tre slåttar, ev. tre og fire slåttar. Forsøket bør vera så landsdekkande som råd.



Testing av engvekstar bør skje i heile landet, her av raudkløver på Holt i Tromsø

Foto: Sigrídur Dalmannsdóttir

3 Utvikling og samansetjing av nye blandingar

Optimale frøblandingar skal innehalda artar og sortar som er tilpassa driftsmåte og klimatiske dyrkingsforhold der frøblandingane skal nyttast. Kapittelet tek føre seg grunnleggjande faktorar ein må ta omsyn til både i sortsutvikling og ved utvikling og samansetjing av nye frøblandingar for å tilfredsstilla dette kravet. I tabell 3.1 er opplista engvekstartane og deira eigenskapar knytt til ulike bruksmåtar.

Tabell 3.1. Artar eigna for ulike bruksmåtar (brukstype, kortvarig / langvarig eng, tørre / våte område). Tabellen er basert på informasjon frå m.a. NLR og såvarefirma

Artar	Surfôr	Beite	Kortvarig	Langvarig	Tørr jord	Fuktig jord
Timotei	X		X			X
Bladfaks	X			X	X	
Strandrøyr	X			X	(X)	X
Engsvingel	X	X	X			X
Strandsvingel	X			X	X	
Raisvingel-svingeltype	X		X	(X)	X	
Raudsvingel		X		X	X	
Fleirårig raigras	X	X	X			
Italiensk raigras	(X)	X				
Westerwoldsk raigras	X*	X				
Raisvingel-raigrastype	X	X	X			
Hundegras	X	X	X	(X)	X**	
Engrapp		X		X		X
Engkvein		X		X		X
Raudkløver	X		X			
Kvitkløver		X		X		
Luserne	X			X	X	

*gjeld første oppvekst

**best på sandjord-lett jord

3.1 Vekstsesongen

Lengda på vekstsesongen vil i stor grad påverka kva artar og i kva mengde kvar art bør utgjera i ei frøblanding. Ei ny problemstilling i mange område er at vekstsesongen aukar slik at mange brukarar må over frå ein til halvannen slått, eller frå to til 2,5 slåttar, eller enno ein slått, avhengig kvar i landet ein er. I nokre år er vekstsesongen lang nok til to eller tre heile slåttar, og ein må planleggja for desse endringane når det gjeld frøblanding.

Dette er m.a. vist i forsøk med timoteibaserte frøblandingar med anten engsvingel eller strandsvingel (begge 25% av frøvekta) i tillegg til engrapp og kløver. På Løken (500 m.o.h.) i Valdres var desse to frøblandingane svært like både i tørrstoffavling og fordøyeleg tørrstoffavling i middel for tredje engåret. På Fureneset (Sunnfjord, 10 m.o.h.) var strandsvingelblandinga rundt 10% betre enn engsvingelblandinga for høvesvis tørrstoffavling og fordøyeleg tørrstoffavling. Sorterte grasprøvar i førsteslåtten i tredje engåret viste mest berre timotei i begge blandingsane på Løken. Her er lengda på vekstsesongen godt tilpassa timotei, med passeleg veksetid for timotei etter andreslåtten til reservelagring før innvintring. På Fureneset var det i dei same blandingsane rundt 25% og 65% av

høvesvis engsvingel og strandsvingel og tilsvarende 70% og 30% av timotei. Avlinga var ugrasfri begge stader. Når vekstsesongen blir lang nok til tre slåttar, verkar strandsvingel ha betre evne enn engsvingel til å ta plassen etter timotei som har dårleg gjenvekstevne på seinsommaren (Østrem og Lunnan, 2020). Slike resultat tilseier at frøblandingane i langt større grad enn tidlegare må vera tilpassa dei faktiske dyrkingsområda, der driftsmåte (slått/beite) og varigheit også spelar inn.

Det er ikkje eintydige resultat når det gjeld engsvingel. Eldre forsøk med blandingar og reinbestand av engsvingel og timotei i Nord-Norge viser at engsvingel held seg litt lengre i enga enn timotei (Jørgensen m. fl. 1994). Den same tendensen fann ein også i nyare forsøk der andel av engsvingel i blanding med andre gras heldt seg godt over tre engår i forsøk utført på Holt, Særheim og Kvithamar, mens engsvingeldelen på Løken avtok i den same perioden (Foreff, upubliserte resultat).

3.2 Etableringsfasen

Etableringsfasen er ein kritisk periode for engfrøblandingar. Me veit svært lite kva som skjer i plantebestandet i attleggsperioden, frå såing via spiring til ferdig etablert eng. Det er spesielt viktig å sjå på småfrøa artar som etablerer seg sakte, som engrapp, engkvein, raudsvingel m.fl., men óg ein seint etablerande art som strandsvingel sjølv om frøet er stort. Utviklinga av den botaniske samansetjinga i enga kan endra seg mykje frå samansetjinga i frøblandinga ved at ulike artar har ulik frøstorleik og ulik konkurransevne i tida etter såing. Dersom såinga blir i djupaste laget spirer småfrøa artar som engrapp seint og dårleg, medan storfrøa artar som raigras og svingel greier seg betre. Frå praksis er det ikkje uvanleg at timotei vert dominerande i blanding med engsvingel, sjølv om svingelfrøet er større. Fleirårig raigras tevlar spesielt godt i såingsåret og kan utgjera mykje av avlinga sjølv om andelen i såfrøet ikkje er høg. Konkurranse frå ugras og eventuell dekkvekst kan også verka mykje inn ved at ulike artar har ulik toleevne for skugging. Bladfaks toler til dømes dekkvekst dårlegare enn timotei, og luserne dårlegare enn kløver. Elles blir kløver sett mykje tilbake av sterk nitrogengjødsling i attlegget som favoriserer veksten av gras og ugras. I grasområda blir det til vanleg brukt mykje husdyrgjødsel i attleggsåker som favoriserer grasartane. Ugrassprøyting kan også redusera kløvermengda mykje.

I høve til gamal, kjent kunnskap er mykje endra av teknikk, arbeidsmåtar m.m. i praktisk drift, attåt auka storleik på driftseiningane og større vekt på stor avling frå starten av. Breisåing inneber i aukande grad luftassistert såing med ugrasharv, og så å seie alltid ei form for etterharv om vanleg breisåmaskin vert brukt. Radsåing med skållabb aukar óg, særleg i samband med direktesåing i eng eller areal som i avgrensa grad er jordarbeidd. Såing med mindre radavstand er teke i bruk av nokre, for å auka dekningsgraden i attlegget. Vedlikehalds- og reparasjonssåing i beståande eng aukar, og vert oftare nemnt både av arbeids- og klimaomsyn. Ved såing i beståande eng er særleg tiltak for å styrka konkurransevna for dei nye plantene viktige. Både ved vanleg såing og direktesåing trengst meir kunnskap om rett såmengde, då praktisk erfaring ofte ikkje stemmer med gamal kunnskap. God og tett etablering er eit tiltak for å bekjempe ugras, sidan tilgang på kjemiske ugrasmiddel og bønder som kan og vil sprøyta stadig vert mindre. Mest vanlege dekkvekst er ein kornart, anten til grønfôr eller modning, og her er sortane mykje endra, både i dekkevne og legdefare ved sterk gjødsling eller sein hausting.

3.3 Fôrkvalitet

Fôrkvalitet er ein viktig eigenskap for val av frøblanding. Dei viktigaste fôrkvalitets-parametrane er energi- og proteinverdi, men andre eigenskapar som fiberinnhald, fiberkvalitet, sukkerinnhald og mineralinnhald kan også bety litt. Energiverdien hos ulike grasartar er i stor grad knytt opp til fenologisk utviklingstrinn, og grasartar med sein utvikling, til dømes timotei, kan haustast over eit lengre tidsrom for å få ein akseptabel kvalitet. Haustetida for ei frøblanding bør settast etter kva artar som er dominerande i enga. I gjenveksten er det stor forskjell mellom artar ved at nokre artar ikkje set strå i det heile (svingelartar, engrapp, hundegras), medan andre har mykje strå (særleg timotei og

bladfaks). Raigras har litt strå. Dersom kravet til energiverdi i fôret er høgt, bør ein nytta artar som toler hyppig hausting og ikkje har altfor rask stråutvikling i frøblandinga. For å kopla avling saman med fôrkvalitet er fordøyeleg tørrstoffavling eit alternativ.

Proteinverdien (AAT-verdien) i fôret heng i stor grad saman med energiverdien ved at mykje av proteinforsyninga hos drøvtyggjarar blir danna av mikrobar i vomma, og denne produksjonen blir mest styrt av energiforsyninga til mikrobane. Er det lite råprotein i fôrrasjonen (negativ PBV-verdi) vil dette også setja ned danninga av mikrobeprotein. Råproteininnhaldet blir i stor grad styrt av haustetid, nitrogengjødsling og kløverinnhald og val av grasartar i frøblandinga har mindre å seia her.

Kløver skil seg frå gras ved å ha lågare fiberinnhald og høgare innhald av protein, kalsium og magnesium. Fiberkvaliteten er derimot gjerne lågare enn hos gras med ein høgare andel av ufordøyeleg fiber. Kvitkløver har særleg lågt fiberinnhald ved at ein berre haustar blad og blomar, medan raudkløver og luserne har meir stenglar og litt høgare fiberinnhald. Belgvekstar fyller mindre og passerer raskare gjennom vomma enn gras, og dette kan gje høgare fôropptak og produksjon.

Til beite er smakelegheita av ulike artar også ein viktig eigenskap. Dyra føretrekkjer unge, bladrike planter med høg energiverdi, men mange andre faktorar verkar inn her som innhald av ulike smaksstoff, sukkerinnhald og kva dei er vane med. Kvitkløver kan til dømes bli godt eller dårleg avbeita alt etter forholda.

3.4 Ugras

God konkurransevne av sådde artar mot ugras er ein viktig eigenskap for frøblandingar både i såingsåret og utover i engperioden. I såingsåret er ulike frøugras harde konkurrentar mot dei sådde artane. Ulike dyrkingstiltak som kjemisk ugrassprøyting og bruk av dekkvekst er vanlege tiltak for å fremja sådde artar, men andre faktorar som til dømes jordtemperatur ved såing, frøkvalitet, sådjupe og ugrasflora verkar sterkt inn. Ved attlegg utan dekkvekst kan ei tidleg beitepussing hjelpa mot mange frøugras.

Vanskelege ugras utover i engperioden er spesielt høymoleartar og kveke som begge trivst godt ved intensive haustesystem og sterk gjødsling. Høymole kan bekjempast kjemisk, og står for det meste av bruken av plantevernmiddele i etablert eng. Høymoleplantar kan plukkast bort i enga dersom bestanden er liten, men dette er arbeidskrevjande og let seg vanskeleg gjera når det er mykje høymole. Kveke kan ikkje sprøytast bort i graseng, men kjemisk bekjemping med glyfosat er vanleg før omlegging av enga. Dersom glyfosat blir forbode, må vi rekne med meir kveke i attlegga og høgare kvekeinnhald i ung eng enn i dag framover. Bruk av minst eitt år med åkervekstar mellom engperiodane kan redusera rotugras mykje ved hjelp av jordarbeiding og konkurranse, spesielt når ein brukar aggressive artar som til dømes italiensk raigras.

Viktige tiltak for å dempa ugrasinnhaldet i eng er elles å bruka breie frøblandingar med konkurransedyktige artar. Eit stort artsmangfald i enga gir betre ressursutnytting og mindre rom for ugras (Connolly m. fl. 2018). Konkurransesterke grasartar som hundegras og bladfaks kan halda kveke i sjakk (Grønnerød og Uhlen 1985), men dei konkurrerer også hardt mot kløver og andre sådde grasartar. Innblanding av varige artar som engrapp, engkvein, kvitkløver og raudsvingel i frøblandingane gir mindre rom for ugrasetablering når meir kortvarige artar som timotei, engsvingel og raudkløver går ut av enga.

3.5 Auka sjukdomsangrep

Mildare vintrar har ført til auka sjukdomsangrep også i vekstsosongen. Sjukdommar i vekstsosongen er av nyare dato, og erfaringar tilseier at det trengst ei grundig kartlegging av sjukdomsomfanget i engvekstane i vekstsosongen. Dette bør også vera viktig i sortsutviklinga.

Kronrust (*Puccinia coronata*) er den største soppsjukdommen på gras i Europa, spesielt på fleirårig raigras. Testing av norske sortar av fleirårig raigras testa for kronrust i Frankrike og Danmark, viste at det norske materialet hadde svært låg resistens. Det same gjeld for norsk raisvingelmateriale, men sidan det her er brukt utanlandsk materiale under sortsutvikling, har norsk raisvingel litt betre resistens enn sortar av fleirårig raigras (Østrem m. fl. 2017). Kronrust vart funne i fleirårig raigras på Jæren i 2018, og i 2019 vart raigrasbrunflekk (*Pyrenophora lolii*, syn. *Drechslera siccans*) observert i fleirårig raigras på Fureneset. Begge funna er verifisert av NIBIO planteklinikken, Ås.

I Sør-Norge får engsvingel fort angrep av bladflekkjukdom i gjenveksten utan at omfanget er dokumentert eller at sjukdomsbildet er kjent. I forsøk i Danmark vart det vist at dei norske engsvingelsortane Fure og Norild har låg resistens mot kronrust (Østrem m. fl. 2017), og ein må rekna med at dette også gjeld andre sortar av engsvingel.

For norsk sortsutvikling av engvekstar må sjukdommar i vekstsesongen koma inn som foredlingsmål. Norsk materiale av fleirårig raigras har som venta låg toleranse mot t.d. rust, og utfordringa er både å finna eigna testmetodar og gode teststader med planteutvikling som ikkje avviker for mykje frå det ein finn i Norge.

Endofyttar i gras kan vera bakteriar og sopp som lever inni planter (endo=inni, phyton=plante). Dei veks ved hyfer mellom plantecellene utan ytre sjukdomssymptom. Soppen får tilgang på sukker frå planta, som gjennom symbiosen kan få auka toleranse for abiotisk og biotisk stress. Endofyttar kan også skilja ut mykotoksiner som kan framkalla sjukdom hos dyr. Endofyttar er kjent i strandsvingel og andre svingelartar, og i andre grasslekter. Norsk materiale av fleirårig raigras er testa for endofyttinnhald.

I Norge har **vinterskadesopp** som snømugg (*Microdochium nivale*), trådkøllesopp (*Typhula incarnata*, *T. ishikariensis*) og grasknollsopp (*Sclerotinia borealis*) vore vanleg over heile landet og har vore studert i mange prosjekt. Vinterskadesoppene er også i endring ved at ein ser sjukdomsangrep på nye stader og under andre vilkår enn det som tidlegare har vore omtalt.

3.6 Artseigenskapar og funksjonelle grupper

Diversitet i artar og sortar i frøblandingar har i mange studiar vist å auka både produksjon og avlingsstabilitet og redusera ugrasinnehald samanlikna med reinbestand av artar (Schaub m. fl. 2020). Mangfald og utfyllande eigenskapar i artane knytt til for eksempel nitrogenopptak (belgvekster /gras), rotdjupne, vekstform, varigheit og toleranse ovanfor stress, bidreg sannsynlegvis til høgare produksjon over tid under varierende miljøforhold, siden plantene kan utnytta ulike nisjer både når det gjeld utnytting av lys, opptak av næringsstoff og vatn og evne til å fylla opne hol (Ashworth m. fl. 2018; Volaire m. fl. 2014; Nyfeler m. fl. 2011). Kva for type artar og eigenskapane til artane i frøblandinga er truleg viktigare enn tal artar (Sanderson 2010). Ein kan dela planter inn i såkalla funksjonelle grupper basert på at artane liknar kvarandre i morfologi, fysiologi eller i eigenskapar som til dømes bruk av ressursar og respons til miljøvilkår, sjøl om dei høyrer til vidt forskjellige artar (Duckworth m. fl. 2000). Ein kan utnytta at artar i ulike funksjonelle grupper har eigenskapar som kan utfylla kvarandre i tid og rom, når ein set saman artar eller sortar av artar i ei frøblanding. Eit kjent døme på dette er blandingar av gras og kløver som høyrer til to ulike funksjonelle grupper basert på kor dei henter nitrogen; N-fikserande kløver og ikkje-fikserande gras. Når belgvekstar vert blanda med gras, aukar förverdien generelt, og belgveksten kan overføra ein vesentleg mengde nitrogen til graset. Dersom ein set saman grupper av artar som er asynkrone m.o.t. fenologisk utvikling kan ein utvida vindauget for hausting utan at förkvaliteten vert redusert like raskt som om artar er synkrone i fenologi. Diversitet i funksjonelle grupper når det gjeld til dømes rotdjupne kan også bidra til større avlingsstabilitet og robustheit mot stress som eksempel tørke (Haughey m. fl. 2018). Kor raskt artane etablerer seg er også viktig for korleis dei konkurrerer mot ugras.

Engrapp er viktig i frøblanding til kombinasjonsdrift. Arten kan under gitte forhold bli ganske dominerande og kan vera problematisk m.o.t. ensileringseigenskapar. Hundegras kan også etter nokre år dominera enga og kan også vera problematisk ved ensilering pga lågt sukkerinnhald.

3.7 Ekstremhendingar

Ein av fordelane ved å bruka mange artar i frøblandingane er at ein reduserer risikoen ved dyrkinga ved ulike driftsforhold, overvintringsforhold, tørke, flom og ulike jordforhold. Er det til dømes ulike jordartar på eit skifte, kan ulike engvekstartar ta over og dominera på dei delane av skiftet der dei konkurrerer best. På myrjord gir strandrøyr høg avling, men timotei hevdar seg også godt tidleg i ung eng, medan bladfaks tevlar best på lettare, meir tørkeutsett jord (Vingdal m. fl. 1992). Sortsblanding av ulike timoteisortar med ulik overvintringsevne kan vera ein fordel der overvintringsforholda er vanskelege. Ved å setja til hardføre artar som engrapp og engkvein kan desse ta over plassen når timotei og engsvingel tynnast ut i enga. Slik kan avlingane haldast oppe og engperioden kan forlengjast. Desse artane vil normalt gjera lite av seg i starten av engperioden slik at dei i liten grad verkar negativt inn på veksten av timotei og engsvingel.

3.8 Eigne blandingar

Som vist til i 2.3 er det i fleire land lagt til rette for at bonden kan laga sine egne frøblandingar. Dette gjeld spesielt for artar som skal seljast direkte, men systemet kan også nyttast til engfrøblandingar. Dette krev kunnskap om artar, sortar, frøkvalitet osv som ein ikkje kan ta for gitt at finst. Prosjektet legg ikkje opp til at dette blir følgt opp ytterlegare, og at målet heller blir å synleggjera innhaldet og aktuell bruksmåte ved ulike frøblandingar.

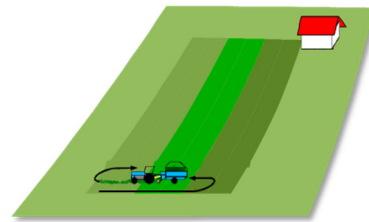
4 Oppsummering av FoU-spørsmål (NIBIO) - utvikling av frøblandingar

Kap. 4 gir ei oppsummering av aktuelle forskningsspørsmål knytt til utvikling og samansetjing av frøblandingar. Bakgrunnsstoffet er gitt i tidlegare kapittel, spesielt i kap. 3.

- Etableringsfasen
 - Såtid (tidspunkt for såing; vår, sommar, tidleg og sein haust)
 - Såmåte (rad-, breisåing) og såmengde
 - Sådjupne
 - Dekkvekst – artar, sortar og såmengde
 - Konkurransen mellom artar, artsdynamikk – kulturvekstar og ugras
- Kort- og langvarig eng
 - Artsdynamikk (viktig i område med mykje varig eng)
- Fôrqualität (energi og protein)
 - Reinbestand vs frøblanding (som effekt av haustetidspunkt og kvalitet i ulike alder)
- Sjukdommar
 - i vekstsesongen (artsspesifisitet, kartlegging, foredling)
 - overvintring (kartlegging)
- Andre økosystemtenester
 - Effekt av auka diversitet på insekt under norske forhold
 - Effekt av artsblandingar på jordforhold – rotmengd, organisk innhald i jord, mikro- og makroorganismar
 - tap av drivhusgassar / karbonbinding i jord

5 Utvikling og samansetjing av nye blandingar

Ei storskalatesting av frøblandingar bør gjerast under så praktiske forhold som råd, og under ulike klimatiske forhold i heile landet. Utfordringa vil vera å få jamne nok felt. Vi ser for oss striper på eit mest mogleg jamnt areal. Normalt har ei såmaskin 2,5 eller 3 meters breidde. Kvar blanding bør såast i minst 2, helst 3 såbredder. Tre til fire frøblandingar på eit skifte og gard vil vera det optimale for å gi gode resultat. Ved gjødsling på tvers av sårutene kan ein også få tatt avlingsregistreringar i småruter for kvar blanding.



Skisse av storskalatesting (Suter m. fl. 2020)

5.1 Aktørar i utprøvningsfasen

Storskalafelta kan plasserast ute hos NLR-medlemmer. Det er viktig at verten er interessert i resultata som kjem ut av desse storskalafelta for å sikra at vi får eit best mogleg resultat. Ein kompensasjon i form av eit økonomisk bidrag kan gjera at verten er ekstra påpasseleg med at feltet får best mogleg behandling. God omtale av ønska feltbehandling er viktig for at felta skal kunna samanliknast.

For å få lik handtering av alle felt må ein definera utstyret som trengst til såing og hausting. I frøblandingar med stor variasjon i frøstorleik kan ein m.a. erfara at dei store frøa ligg att i såkassen under såing, og dette må vera testa på førehand av maskinleverandørane.

Vidaregåande skular med landbruks-/naturbrukslinjer er andre aktuelle vertar for storskalafelt (sjå oversikt i tabell 5.1). Her kan felta også vera viktige pedagogiske bidrag til undervisninga. Oversikta viser vidaregåande skular med jordbruks- eller naturbrukslinjer som kan vera aktuelle for storskalaforsøk i samarbeid med NLR i dei ulike regionane. Desse skulane dekkjer dei fleste klimatiske regionane i landet.

5.2 Regionale klimasoner

Ulike klimatiske forhold har vore mykje diskutert i NLR. For rådgivingseiningane betyr høgde over havet meir enn nord-sør gradient, spesielt for einingar i Sør-Norge. Høgde over havet er avgjerande for kvar ein kan dyrka raigras. Fjellregionen i Sør-Norge har Løken som referansepunkt. Deretter har vi flatbygdene der det gjerne kan haustast 3 slåttar. Områda langs heile kysten til og med Rogaland kan ta tre til fire slåttar, og det er også mogleg å dyrka reine raigrasblandingar. Langs kysten nordover til og med Nordland har vi tilsvarande kyst- og innlandsgradient. Jo lenger nord vi kjem har vi andre lysforhold. Det er viktig å kartleggja frøblandingar for Nord-Norge under nordnorske forhold. Her har vi både dei kystnære strøka, og meir innlandsforhold som vil vera viktig i dei regionale klimasonene. Tilsvarande gjeld for resten av landet.

Med meir utfordrande klimatiske forhold ser vi behovet for å kartleggja på kva jordartar dei ulike frøblandingane blir testa under. Næringsutøvarane har fokus på artar som kan klara ekstrem tørke eller store nedbørmengder i mykje større grad enn tidlegare. I Gudbrandsdalen er det større fokus på artar som kan tola litt meir langvarig snødekke, og langs kysten over heile landet har det år om anna vore store isbrannskader. Frøblandingar som er varige, og toler dei utfordringane klima gir, har fått auka interesse.

Fleire forsøk har blitt gjort for å dela landet inn i agroklimatiske klimasoner for å omtala dyrkingsforholda i dei ulike delane av landet. Dei beste sonene finst i hovudsak på Austlandet, Sør-Vestlandet og i Trøndelag og samsvarar i stor grad med korndyrkings-områda. I takt med klimaendringar kan vi venta at desse sonene vert utvida eller endrast. Jordkartlegging i 40 år med

data om vannlagringsegenskapar i jordsmonnet kombinert med vérddata for nedbør, snødekke, temperatur, globalstråling og fordamping, har no gitt grunnlag for ein modell til eit dyrkingskart for engvekstar. Modellen (kartet) gir informasjon om avlingspotensialet, og ikkje faktisk avling som er avhengig av gjødsling, driftsregime, sortsmateriale mm.

Tabell 5.1. Vidaregåande skular med jordbruks- / naturbrukslinjer og tilhøyrande NLR-eining

Fylke	Vidaregåande skule	NLR-eining
Troms og Finnmark	Senja Vgs (tidl. Gibostad Landbruksskule)	
Nordland*	Tana Vgs naturbruk/landbruk Mosjøen Vgs (tidl. Vefsn Landbruksskole) Sortland Vgs (tidl. Kleiva Landbruksskole)	NLR Nord-Norge
Trøndelag	Mære landbruksskole Øya videregående skole Val videregående skole Skjetlein vgs (økologisk)	NLR Trøndelag
Møre og Romsdal	Gjermundnes vgs	Landbruk Nordvest
Innlandet	Jønsberg vgs (økologisk) Solør vgs, avd. Sønsterud Storsteigen vgs. Lena-Valle vgs, avd. Valle	NLR Innlandet
Viken (Østfold)	Kalnes vgs. Tomb vgs	NLR Øst
Viken (Akershus)	Hvam vgs	
Viken (Buskerud)	Buskerud vgs	NLR Østafjells
Vestfold - Telemark	Melsom vgs	NLR Viken
Agder	Tvedestrand og Åmli vgs, avd. Holt KVS_Bygland Søgne vgs (økologisk) KVS_Lyngdal	NLR Agder
Rogaland	Øksnevad vgs Strand vgs, avd. Rygjabø Tveit vgs	NLR Rogaland
Vestland	Nye Voss vgs Stend vgs Mo og Øyrane vgs Sogn jord- og hagebruksskule (økologisk)	NLR Vest

6 Forskningsbasert utvikling av frøblandingar

6.1 Finansiering

Kostnaden med ei framtidig forskningsbasert utvikling av frøblandingar vil vera avhengig av omfanget, altså kor mange av dei opplista punkta i 4 som ein vel å prioritera, i tillegg til kostnaden med storskalatesting av kandidatblandingar. I dette prosjektet har vi sett til Sveits, der finansieringa er delt mellom grunnløyving til utførande FoU-institutt kombinert med tilskot frå andre aktørar i såvarekjeda samt avgifter. Sidan dette på sikt bør vera eit kontinuerleg prosjekt, må prosjektet sikrast faste økonomiske rammer gjennom

1. Grunnløyving frå NIBIO
2. Aktørar i såvarekjeda (såvarefirma sitt ansvar for å testa sine egne produkt før sal kan inngå her)
3. Foredlar- / lisensavgift av omsett engvekstfrø
4. Jordbruksavtalemidlar (avgift til forskingsformål)
5. Andre midlar

6.2 Grovfôrforum

Aktørane i grovfôrproduksjonen er fragmenterte til liks med såvarekjeda, og fleire har sine egne forum der grovfôrproduksjonen er med som leverandør av innsatsfaktor. Eit eige grovfôrforum har vore diskutert som eit forum for alle aktørane på grovførsida, men ein har så langt ikkje fått etablert dette formelt. Eit grovfôrforum bør omfatta forvaltning, produksjon, såvarekjeda, forskning og rådgiving. Slike forum er etablert for andre vekstar, og for grovfôr er det aktuelt å sjå til tilsvarende forum for korn. Eit grovfôrforum vil styrka denne produksjonen og vera eit forum der også såvarer blir diskutert.

Referansar

- Annicchiarico P (2003) Breeding white clover for increased ability to compete with associated grasses. *Journal of Agricultural Science* 140, 255–266. DOI: 10.1017/S0021859603003198
- Ashworth AJ, Toler HD, Allen FL, Auge RM (2018) Global meta-analysis reveals agro-grassland productivity varies based on species diversity over time. *PLoS ONE* 13(7): e0200274.
- Aune AW, Østrem L (2019) Fôrkvalitet i ulike frøblandinger ved to og tre slåtter. *Bondevennen* 11, 14–15.
- Bracken CJ, Lanigan GJ, Richards KG Müller C, Saoirse RT, Grant J, Krol DJ, Sheridan H, Lynch MB, Grace C (2020). Sward composition and soil moisture conditions affect nitrous oxide emissions and soil nitrogen dynamics following urea-nitrogen application. *Science of the Total Environment* 722, 137780.
- Brophy C, Jørgensen M, Elverland E, Bakken AK (2019) Functional groups drive positive diversity effects across multiple Norwegian sites. *Grassland Science in Europe* (2019).
- Chen X, Chen HYH, Chen C, Ma Z, Searle EB, Yu Z and Huang Z (2020) Effects of plant diversity on soil carbon in diverse ecosystems: a global meta-analysis. *Biol. Rev.* (2020), 95, pp. 167–183.
- Connolly J, Sebastià M-T, Kirwan L, Finn JA, Llorba R, et al. (2018) Weed suppression greatly increased by plant diversity in intensively managed grasslands: A continental-scale experiment. *Journal of Applied Ecology* 55, 852–862. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12991>.
- Cornell, J.A. (2002) *Experiments with Mixtures: Designs, Models, and the Analysis of Mixture Data*, 3rd edn. Wiley, Chichester, UK.
- Cougnon M, Shahidi R, Schoelynck J, Van Der Beeten I, Van Waes C, De Frenne P, Van Labeke M-C, Reheul D (2018) Factors affecting grazing preference by sheep in a breeding population of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.). *Grass and Forage Science* *Grass Forage Sci.* 73, 330–339. <https://doi.org/10.1111/gfs.12340>.
- de Kroon H., Hendriks M., van Ruijven J., Ravenek J, Padilla F M, Jongejans, E, Visser E J W and Mommer L (2012) Root responses to nutrients and soil biota: drivers of species coexistence and ecosystem productivity. *Journal of Ecology* 2012, 100, 6–15
- Duckworth J C, Kent M and Ramsay P M. (2000) Plant functional types: an alternative to taxonomic plant community description in biogeography? *Progress in Physical Geography* 24,4, 515–542
- Ergon Å, Bakken AK (2016) Red clover traits under selection in mixtures with grasses versus pure stands. *Grassland Science in Europe* 21, 811–813.
- Ergon Å, Kirwan L, Bleken MA, Skjelvåg AO, Collins RP, Rognli OA (2016) Species interactions in a grassland mixture under low nitrogen fertilization and two cutting frequencies: 1. Dry-matter yield and dynamics of species composition. *Grass and Forage Science* 71, 667–682.
- Finn JA, Kirwan L, Connolly J, Sebastià M-T, Helgadottir A et al. (2013) Ecosystem function enhanced by combining four functional types of plant species in intensively managed grassland mixtures: a 3-year continental-scale field experiment. *Journal of Applied Ecology* 50, 365–375.
- Gould I, Quinton J, Weigelt A, De Deyn G, Bardgett R (2016) Plant diversity and root traits benefit physical properties key to soil function in grasslands. *Ecology Letters*. <https://doi.org/10.1111/ele.12652>
- Grønnerud B (1969) Forelesninger om grasarter. NLR-kompedium, 107 pp.

- Grønnerød B (1970) Forsøk med grasarter i blanding med rødkløver eller luserne ved tre nitrogenmengder og tre gangers høsting. FFL 21, 253-269.
- Grønnerød B (1982) Grasarter. Notater til forelesninger i kurset 'Eng- og beitedyrking. Inst. for plantekultur NLH, 121 s.
- Haughey E, Suter M, Hofer D, Hoekstra NJ, McElwain JC, Lüscher A, Finn JA (2018) Higher species richness enhances yield stability in intensively managed grasslands with experimental disturbance. SCIENTIFIC REPORTS 8:15047. DOI:10.1038/s41598-018-33262-9
- Jetne M (1973) Grasboka. Landbruksforlaget. 230 pp. ISBN 82-529-0055-0.
- Jørgensen M, Schjelderup I, Junntila O (1994) Dry matter production and botanical composition of monocultures and mixtures of meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds.) and timothy (*Phleum pratense* L.) in field experiments at three locations in northern Norway 1984-1989. Norwegian Journal of Agricultural Sciences 8, 291-299.
- Jørgensen M, Leraand MK, Ergon Å, Bakken AK (2019) Effects of including perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) in different species mixtures on yield, feed quality and botanical composition in first year of ley. Grassland Science in Europe 24, 152-154.
- Kval-Engstad O, Østrem L (2020) Strandsvingel kan erstatte engsvingel. Buskap 3, 34-35.
- Langerud A, Bakken AK, Sikkeland EH (2019) Prøving av lovende timotei- og raigrassorter i frøblandinger. Svekket eller forsterket sortsrangeringene når sortene testes i frøblandinger og ikke i reinbestand? Buskap (3), 44-45.
- Lunnan T (2012) Avlingsutvikling i engdyrkinga. Bioforsk FOKUS 2(7), 141-142.
- Lunnan T (2021) Prøving av timoteisortar. NIBIO Rapport 7(16), ISBN: 978-82-17-02751-5, ISSN: 2464-1162.
- Lunnan T, Todnem J (2017) Enggransking i fjellbygdene i Sør-Noreg. 1. Botanisk samansetjing av fulldyrka eng. NIBIO-rapport 3(144), 20 s.
- Maamouri A, Louarn G, Béguier V, Julier B (2017) Performance of lucerne genotypes for biomass production and nitrogen content differs in monoculture and in mixture with grasses and is partly predicted from traits recorded on isolated plants. Crop & Pasture Science, 68, 942-951. <http://dx.doi.org/10.1071/CP17052>
- Nadeem S, Steinshamn H, Sikkeland EH, Gustavsson A-M, Bakken AK (2019) Variation in rate of phenological development and morphology between red clover varieties: Implications for clover proportion and feed quality in mixed swards. Grass Forage Sci. 74, 403-414. DOI: 10.1111/gfs.12427
- Nesheim L (2019) Vil timotei fortsatt dominere i enga? Norsk Landbruk 12/13, 38-39.
- Nesheim L, Langerud A (2019) Diploid and tetraploid red clover varieties in different grass mixtures in Norway. Grassland Science in Europe 24, 506-508.
- Nyfelde D, Huguenin-Elie O, Suter M, Frossard E, Lüscher A (2011) Grass-legume mixtures can yield more nitrogen than legume pure stands due to mutual stimulation of nitrogen uptake from symbiotic and non-symbiotic sources. Agriculture, Ecosystems & Environment, 140, 155-163
- Opsahl B (1969) Eng- og beitedyrking. NLH-kompendium, 74 pp.
- Opsahl B, Skjelvåg A (1984) Eng- og beitedyrking. Attlegg til eng og beite. Institutt for plantekultur, NLH. ISBN 82-557-0207-5. 83pp.

- Orford KA, Murray PJ, Vaughan IP, Memmott J (2016) Modest enhancements to conventional grassland diversity improve the provision of pollination services. *Journal of Applied Ecology*, 53, (3) 906-915, <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12608>
- Ribas A, Llurba R, Gouriveau F, Altimir N, Connolly J, Sebastià M. T (2015) Plant identity and evenness affect yield and trace gas exchanges in forage mixtures. *Plant Soil* (2015) 391:93–10
- Rivedal S, Østrem L (2018) Frøblandingar til beite og slått. NIBIO-rapport 4(24), 39pp.
- Sanderson M A (2010) Stability of production and plant species diversity in managed grasslands: A retrospective study. *Basic and Applied Ecology*, 11, 216–224.
- Schaub S, Buchmann N, Lüscher A, Finger R (2020) Economic benefits from plant species diversity in intensively managed grasslands. *Ecological Economics*, 168. DOI: [10.1016/j.ecolecon.2019.106488](https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106488)
- Skjelvåg AO (1970) Attlegg til eng. Utsyn over norske forsøksresultat. *FFL* 21, 477-507.
- Statens Planteavlsvforsøg, Medd.1540/1981, Beretning 1671/1983
- Sturludottir E, Brophy C, Belanger G, Gustavsson A-M, Jørgensen M, Lunnan T, Helgadottir A (2013) Benefits of mixing grasses and legumes for herbage yield and nutritive value in Northern Europe and Canada. *Grass and Forage Science*, 69, 229–240.
- Synnes OM (2019) Medlemsskriv NLR Vest / Wærnhus K (red.), Berge TW, Netland J, Tørresen KS (2017) Biologisk veiledningsprøving 2017 Ugrasmidler. NIBIO RAPPORT 3, 165: 5-23 (overvintring).
- Todnem J, Lunnan T (2017) Raigras og svingelartar under fjellbygdforhold. NIBIO Rapport 3, 19.
- Vingdal M, Lunnan T, Olsen E (1992) Grasartar for vanskelege driftsforhold. *FAGINFO* nr. 7 1992: 115-120.
- Volaire F, Barkaoui K, Norton M (2014) Designing resilient and sustainable grasslands for a drier future: adaptive strategies, functional traits and biotic interactions. *Eur J Agron* 52:81–89. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.10.002>
- Wright AJ, de Kroon H, Visser EJ, Buchmann T, Ebeling A, Eisenhauer N, Fischer C, Hildebrandt A, Ravenek J, Roscher C, Weigelt A, Weisser W, Voeselek LACJ, Mommer L (2017) Plants are less negatively affected by flooding when growing in species-rich communities. *New Phytologist* (2017) 213: 645–656 doi: [10.1111/nph.14185](https://doi.org/10.1111/nph.14185)
- Østrem L, Asp T, Ghesquière M, Sanada Y, Rognli OA (2017) Low crown rust resistance in Norwegian material of *Lolium perenne* and *×Festulolium*. In: Brazaukas G, Statkeviciute G, Jonaviciene K (Eds.) *Breeding Grasses and Protein Crops in the Era of Genomics*, 145-149 (ISBN 978-3-319-89577-2).
- Østrem L, Aune AW (2019) To og tre slåttar – kva artar og blandingar gir høgste avlingsrespons? *Bondevennen* 10, 18-19.
- Østrem L, Lunnan T (2020) Engsvingel ut og strandsvingel inn i frøblandingane? *Bondevennen* 29, 14-15.
- Aase K (1970) Såing av attlegg til ulik tid på ettersumaren. *FFL* 21, 311-320.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.