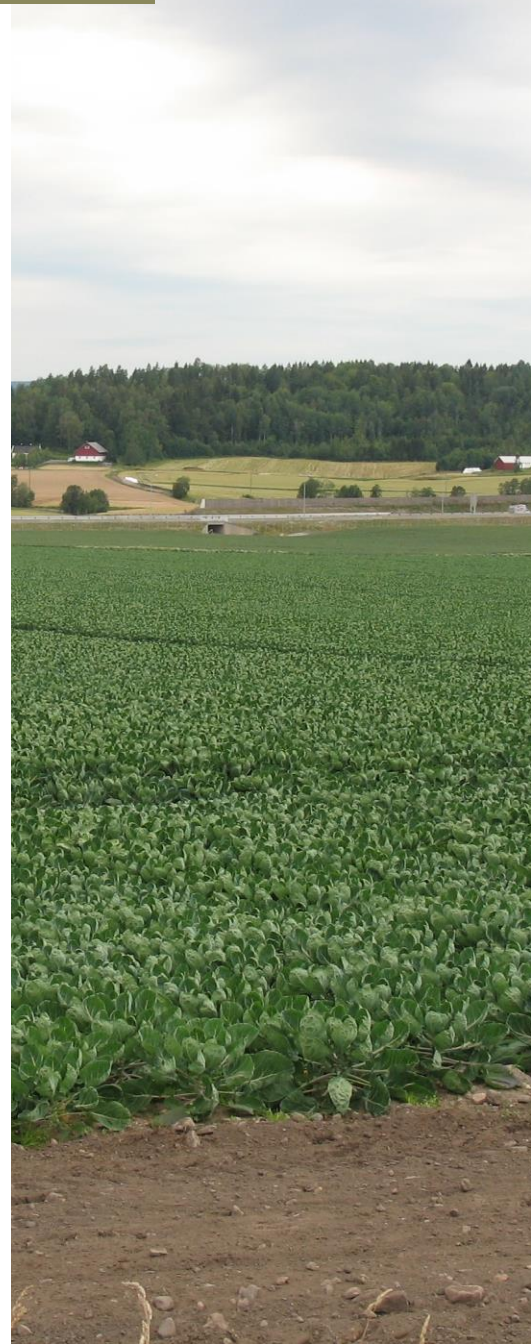
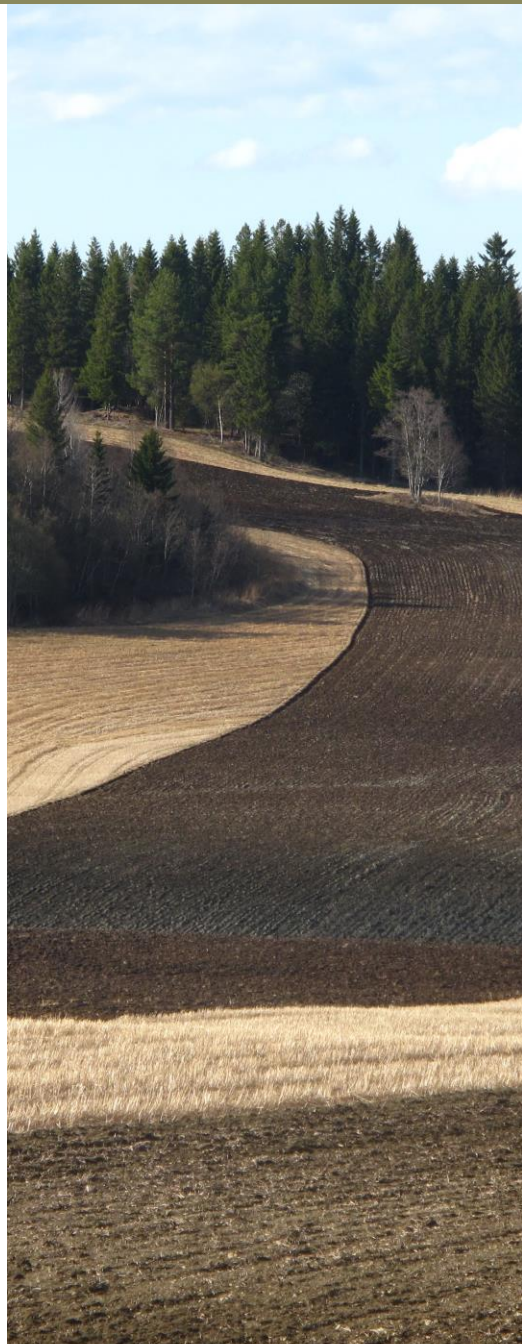


Godkjenning av plantevernmidler i Norge

METODER FOR MODELLERING AV KONSENTRASJONER AV
PLANTEVERN MIDLER I OVERFLATEVANN



Godkjenning av plantevernmidler i Norge

- metoder for modellering av konsentrasjoner av plantevernmidler i overflatevann

Denne rapporten er utarbeidet av Mattilsynet, basert på informasjon fra blant annet Vitenskapskomiteen for mat og miljø og Statistisk sentralbyrå. Mattilsynet har fått høringsinnspill fra Norsk landbruksrådgivning, Norsk institutt for bioøkonomi, Norsk plantevernforening og CropLife Europe.

Publisert: Mars 2023.

Prosjektledere: Mari Haugene og Cathrine Skaar Hoel, Avdeling nasjonale godkjenninger

Forsidefoto: F.v. Ullensvang, Nick Sarebi. Melhus, Ole Husby. Stokke, Karl Ragnar Gjertsen.

Forsidefoto tillatt brukt under Creative Commons-lisens.

Publisert på www.mattilsynet.no

Innholdsfortegnelse

Sammendrag.....	3
English summary.....	3
1 Innledning	3
1.1 Bakgrunn.....	3
1.2 Problemstilling.....	4
2 Teori.....	4
2.1 Hvordan estimere transport av et plantevernmiddel til overflatevann?	4
2.2 Andre faktorer som er avgjørende for estimert konsentrasjon	6
2.3 Hvilke mål for beskyttelse av overflatevann er fastsatt i regelverket?	8
3 Metoder.....	10
3.1 Sammenlikning av modellering og feltforsøk ville vært mest pålitelig.....	10
3.2 Hvordan vurdere om et scenario er representativt uten feltforsøk?.....	10
3.3 Andre hensyn	11
4 Resultater.....	11
4.1 Vurdering av scenario opp mot norske jord- og klimaforhold	11
4.2 Vurdering av scenario opp mot dyrkingsareal for åker- og hagebruksvekster	24
5 Diskusjon	27
5.1 Hvilke kulturer bør være dekket av scenariene?.....	28
5.2 Er det nødvendig med temperaturkorrigering?	28
5.3 Valg av scenarier for drenering	29
5.4 Valg av scenarier for overflateavrenning	31
5.5 Er valgt metode i tråd med miljømålene for overflatevann?	32
6 Konklusjon.....	33
6.1 Anbefalte scenarier for overflatevann	33
6.2 Videre arbeid.....	36
Ordliste.....	36
Referanser	37
Vedlegg 1. Figurer dreneringsscenario.....	41
Vedlegg 2. Figurer overflateavrenningsscenario.....	43
Vedlegg 3. Nedbørskart	45
Vedlegg 4. Figurer landbruksareal og avlingstype	46
Vedlegg 5. Input for simulering av temperaturpåvirkning	47

Sammendrag

Mattilsynet har vurdert om metoden som brukes for å estimere transport av plantevernmidler til overflatevann er egnet for norske landbruksforhold. For å sørge for økt harmonisering i det Nordisk-Baltiske samarbeidet om godkjenning av plantevernmidler, og for å spare tid og ressurser hos Mattilsynet, anbefaler vi at man fortsetter å bruke overflatevannsscenarioene laget av FOCUS (2001). Vi anbefaler samtidig at antallet overflatevannsscenarioer som brukes reduseres fra ni til seks. Du finner en oppsummering av vurderingen og Mattilsynets anbefaling i tabell 9. En vurdering av hvorvidt det kan være aktuelt å godkjenne plantevernmidler til bruk i avgrensede områder kan leses i et separat dokument, «Vurdering av geografisk avgrenset godkjenning av plantevernmidler», publisert i 2023.

English summary

The Norwegian Food Safety Authority has investigated whether the current method for estimating transport of plant protection products to surface water is relevant for conditions in Norwegian agricultural areas. To increase harmonisation in the Nordic-Baltic cooperation on authorisation of plant protection products, and to save time and resources at the Food Safety Authority, we recommend continuing to use the surface water scenarios developed by FOCUS (2001). We also recommend that the number of scenarios used is reduced from nine to six. A summary of the assessment, as well as our recommendations, can be found in table 9. A separate assessment on whether it is feasible to approve the use of plant protection products for certain areas only, in those cases where they cannot be approved based on the regular risk assessment, can be found in a separate report, «Vurdering av geografisk avgrenset godkjenning av plantevernmidler», published in 2023.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Før man avgjør om et plantevernmiddel kan godkjennes for salg i Norge må det gjennom en miljøvurdering, blant annet en risikovurdering for vannlevende organismer (Forordning (EF) 1107/2009).

Dette gjøres ved at man beregner en konsentrasjon av plantevernmidlet i overflatevann ut ifra bruksbetingelsene det søkes om. Deretter gjør man en sammenlikning av disse konsentrasjonene med konsentrasjoner som man forventer at gir negative effekter på dyr og planter. Disse tålegrensene (RAC, regulatory acceptable concentrations) bestemmes på bakgrunn av forsøk og skjønnsmessige vurderinger, og er uavhengige av estimert konsentrasjon av plantevernmidler i vann.

Hvis man vurderer at konsentrasjonene i vann kan bli så høye at det kan gi skader på miljøet som anses som uakseptable, undersøker man om dette kan avbøtes med risikoreduserende tiltak slik at plantevernmidlet likevel kan godkjennes.

Det har blitt satt spørsmålstegn ved metoden som brukes av Mattilsynet for å estimere transport av plantevernmidler til overflatevann. På oppfordring fra Landbruks- og matdepartementet (LMD) har Mattilsynet gjort en vurdering av om metoden bør endres, eller om den bør beholdes slik den er i dag. Du finner en oppsummering av vurderingen og Mattilsynets anbefaling i tabell 9. Se ordlista for forklaring av ord og uttrykk.

I tillegg ble Mattilsynet bedt om å vurdere hvorvidt det kan være aktuelt å godkjenne plantevernmidler til bruk i avgrensede områder, i de tilfellene de ikke kan godkjennes for hele landet på grunn av risiko for skader på vannlevende dyr og planter. Denne vurderingen kan leses i et separat dokument, «Vurdering av geografisk avgrenset godkjenning av plantevernmidler», publisert i 2023.

1.2 Problemstilling

I denne rapporten vil Mattilsynet:

1. Redegjøre for metoden som brukes for å estimere transport av plantevernmidler til overflatevann
2. Vurdere om metoden er egnet for norske landbruksforhold, det vil si at den:
 - a. bør produsere konsentrasjoner som realistisk sett kan gjenfinnes i miljøet i norske landbruksområder
 - b. bør være beskyttende nok til å oppfylle miljømål for overflatevann
3. Anbefale en metode for estimering av transport av plantevernmidler til overflatevann som bidrar til effektiv saksbehandling og øker harmoniseringen i det Nordisk-Baltiske samarbeidet om godkjenning av plantevernmidler i størst mulig grad.

2 Teori

2.1 Hvordan estimere transport av et plantevernmiddel til overflatevann?

Mulig transport av aktive stoffer og deres nedbrytningsprodukter til overflatevann i landbruksområder estimeres med matematiske modeller utviklet i EU-arbeidsgruppen FOCUS. Vurderingen har fire trinn, som går fra verst tenkelige utfall (trinn 1 og 2) til mer og mer realistisk bruk av plantevernmidlet (trinn 3 og 4). Hvis man får et tilfredsstillende utfall av risikovurderingen på et lavere trinn, går man ikke videre med de andre trinnene.

Denne rapporten vil fokusere på trinn 3, der man forsøker å beskrive med modeller en situasjon der et plantevernmiddel brukes i den virkelige verden. Kombinasjoner av jordtyper, topografi og klima som representerer større landbruksområder i EU som er sårbare for transport av plantevernmidler til overflatevann er satt sammen til 10 såkalte «scenarier» (FOCUS 2001). Prosjektet «National Scenarios – Norway. Introduction of national scenarios for approval of new pesticides in Norway» har i tillegg utviklet 4 scenarier (Bolli et al. 2011). To av disse er laget for å beregne transport av plantevernmiddel til grunnvann i stedet for overflatevann. FOCUS-scenariene simuleres i modellpakken SWASH. I tillegg kan man bruke programmet SWAN til å estimere effekt av risikoreduserende tiltak mot vann (trinn 4).

De to norske scenariene for overflatevann simuleres i modellpakken WISPE, og de to for grunnvann simuleres i modellen MACRO.

Informasjon om de fysiske-kjemiske egenskapene til det aktive stoffet og om hvordan det oppfører seg i jord, vann og sediment blir matet inn i modellene, i tillegg til informasjon om plantevernmidlets bruksområde (vekst, dose, tidspunkt og metode for sprøyting). På bakgrunn av dette estimerer modellene hvor mye av det aktive stoffet og dets nedbrytningsprodukter som sannsynligvis transporteres til overflatevann (representert ved en fiktiv grøft, bekk og/eller dam langs et jorde) i situasjonene som beskrives i de ulike scenariene (FOCUS 2001). Mattilsynet bruker 9 av disse scenariene i sin risikovurdering av plantevernmidler.

Figur 1 viser den geografiske plasseringen av forsøksstedene som er valgt til å representere scenariene.



Figur 1. Plassering av FOCUS-scenarier (D/R) og norskutviklede scenarier (Heia, Rustad, Syverud, Bjørnebekk).

Seks av FOCUS-scenariene (D1-D6) skal representere områder hvor kunstig drenering (i tillegg til vindavdrift) kan være en viktig tilførselsvei av plantevernmidlet til vann. Fire av FOCUS-scenariene (R1-R4) og to norske (Syverud, Bjørnebekk) skal representere områder hvor overflateavrenning (i tillegg til vindavdrift) kan være en viktig tilførselsvei av

plantevernmidlet til vann. En antakelse som ligger til grunn for denne rapporten er at de to norske grunnvannscenariene (Heia, Rustad) kan konverteres til scenarier for drenering, men det er usikkert om dette er mulig.

Scenariene er ikke designet for å beskrive spesifikke jorder ved forsøksstedet, men for å beskytte større landbruksområder mot vannforurensning. Situasjonene som beskrives i scenariene skal være såkalt «realistic worst-case», realistiske verstefallsscenarier, og er ikke nødvendigvis representative for jordbruket i landet som helhet. Tabell 1 oppsummerer noen av egenskapene ved scenariene (FOCUS 2001, Bolli et al. 2011).

Tabell 1. Utvalgte egenskaper ved scenariene.

Scenario	Gj.sn. temp. vår og høst (°C)	Gj.sn. årlig nedbør (mm)	Helling (%)	Jord
D1	<6.6	600-800	0-0.5	Stiv leire
D2	6.6-10	600-800	0.5-2	Stiv leire
D3	6.6-10	600-800	0-0.5	Sand
D4	6.6-10	600-800	0.5-2	Lettleire
D5	10-12.5	600-800	2-4	Lettleire
D6	>12.5	600-800	0-0.5	Mellomleire
Heia	5.6	800	<2	Siltig sand
Rustad	5.3	800	<2	Siltig mellomleire
R1	6.6-10	600-800	2-4	Siltig lettleire
R2	10-12.5	>1000	10-15*	Sandig lettleire
R3	10-12.5	800-1000	4-10*	Mellomleire
R4	>12.5	600-800	4-10*	Sandig mellomleire
Syverud	5.3	800	13	Mellomleire
Bjørnebekk	5.3	800	13	Siltig mellomleire

* 5% helling brukt i simulering

2.2 Andre faktorer som er avgjørende for estimert konsentrasjon av et plantevernmiddel

I tillegg til scenario, som representerer jord, klima og topografi, må man også ta hensyn til modellenes egenskaper og input-parametere som påvirker estimert konsentrasjon av et plantevernmiddel i overflatevann (såkalt «predicted environmental concentration in surface water», eller PEC_{sw}).

Vindavdrift under sprøyting er en viktig tilførselsvei av plantevernmiddel til overflatevann i modellene, og i ca. 50% av tilfellene er det vindavdrift som forårsaker høyest estimert konsentrasjon av plantevernmiddel i vann i en simulering (FOCUS 2001). Vindavdriften er *uavhengig av scenario*, og bestemmes på bakgrunn av høyde på kulturen som skal sprøytes og antatt sprøyteutstyr. Estimert konsentrasjon i vann er da kun avhengig av estimert prosentvis vindavdrift av den totale dosen, avstand til vannforekomsten og vannforekomstens volum.

Transport av oppløst eller partikkelbundet plantevernmiddel gjennom porer eller sprekker i jorda eller via avrenning av vann på jordoverflaten er mer komplekse prosesser enn vindavdrift. Mange ulike faktorer, som jordtype og struktur, topografi, plantedekke,

hydrologiske faktorer og plantevernmidlets iboende egenskaper påvirker hvor, når, hvordan og om transporten foregår. I felt er derfor de lokale forholdene avgjørende (Boye et al. 2012).

Disse faktorene er mindre relevante for simulering av transport via drenering og overflateavrenning i SWASH og WISPE. I disse modellene er høye PEC_{sw}-verdier der drenering eller avrenning har vært viktigste transportvei såkalt hendelsesstyrte eller «event-driven». Det vil si at de er forårsaket av en «macropore flow event» eller «runoff event», som igjen kan forårsakes av en enkelt nedbørsepisode (eller vanningsepisode).

Hvordan tidspunktet for sprøyting sammenfaller med nedbørsepisoder vil derfor være viktigere enn f.eks. årsnedbør, jordas egenskaper eller temperatur (Adriaanse et al. 2003, Adriaanse et al. 2017). Dette gjelder spesielt for overflateavrenning (FOCUS 2001).

Estimerte konsentrasjoner avhenger hovedsakelig av:

- Hyppighet av nedbørsepisoder, f.eks. antall dager per måned med nedbør, som igjen bestemmer antallet dager per måned med overflateavrenning. Jo flere dager med nedbør, desto større sannsynlighet for transport av plantevernmidler via overflateavrenning.
- Daglig nedbørsvolum, som bestemmer avrenningsvolumet
- Antall dager mellom sprøyting og en nedbørsepisode, som bestemmer hvor mye plantevernmidler som vil være igjen i ulike dybder av jordprofilen
- Dose plantevernmidler per arealenhet

Dreneringsscenarier er generelt noe mer sensitive for andre faktorer enn scenarier for overflateavrenning. En mulig forklaring kan være at overflateavrenningen skjer umiddelbart etter en nedbørsepisode, mens transport gjennom jorda via drenering kan ta tid. Hvis man «treffer på» en periode med mye nedbør i modellen, vil dreneringsscenarier som har leirete jordtyper med høy grad av vanntransport gjennom makroporer («preferential flow»), generelt gi høyere tap av plantevernmidler fra jordet (FOCUS 2001). Noen plantevernmidler (lav Koc, lav DT50) vil også være mer sensitive for variasjoner i nedbørsmønstre (EFSA et al. 2020) enn andre. Det er likevel nedbørsintensitet, nedbørsmengde og nedbørsmønstre i sammenheng med tidspunkt for sprøyting som avgjør størrelsesorden på PEC_{sw} også for disse scenariene.

Fordi episoder med overflateavrenning eller drenering er hendelsesstyrte, er tidspunkt for sprøyting som velges i modellen veldig viktig. Avhengig av daglig nedbør kan de estimerte konsentrasjonene variere med en størrelsesorden, f.eks. mellom 0,2 µg/L og 0,02 µg/L (FOCUS 2001).

For å minimere brukerens påvirkning av PEC_{sw} gjennom valg av sprøytetidspunkt, vil modellen forsøke å plassere det eksakte sprøytetidspunktet på dager med ingen eller lite nedbør, som følges av en periode med moderat nedbør. Valg av sprøytetidspunkt kan i noen tilfeller likevel være avgjørende for utfallet av risikovurderingen og dermed for godkjenningen av plantevernmidlet, og er en svakhet ved den nåværende risikovurderingen.

I dag blir den høyeste PEC_{sw}-verdien for hvert scenario fra en periode på 12 til 16 måneder¹ brukt i den akvatiske risikovurderingen. FOCUS (2001) mener at disse PEC-verdiene, med alle antakelsene som er gjort i modellene, sannsynligvis tilsvarer minst en «90th percentile worst-case» for konsentrasjoner i vann etter bruk av plantevernmidler i Europa. Verdiene er imidlertid bare beregnet for ett jorde og én mindre vannforekomst. Det er ikke tatt hensyn til større vannforekomster eller at f.eks. en bekk kan motta tilførsler fra flere gårder.

For å unngå at tidspunkt for sprøyting blir avgjørende, bør perioden for simulering av PEC_{sw} utvides fra 12-16 måneder, som kun omfatter én vekstsesong. Da vil man få et bedre bilde av risiko fra drenering eller avrenning, og PEC-verdiene vil bli mindre variable mellom preparater og bruksområder. EU-arbeidsgruppen FOCUS Surface Water Repair har publisert en rapport med forslag til oppdatering av FOCUS-scenariene, men oppdateringene er ikke ferdig testet (EFSA et al. 2020). Arbeidsgruppen anbefaler 20 års simulering av PEC_{sw}, og at man velger en temporal persentil mellom 50 og 90 til bruk i risikovurderingen (EFSA et al. 2020). De norskutviklede scenariene har en simuleringsperiode på 20 år². Modellen presenterer deretter blant annet den 90. persentilen for PEC_{sw} over de 20 årene (Bolli et al. 2013, NIBIO 2022).

Hvis det ikke er mulig å simulere over flere vekstsesonger i samme scenario, kan man i stedet simulere med flere scenarier for å prøve å fange opp situasjoner hvor plantevernmiddel transporteres til vannforekomster via drenering eller overflateavrenning. Det har vært Mattilsynets praksis fram til nå. Tabell 2 viser scenarier i bruk i den nordre sonen for samarbeid om godkjenning av plantevernmiddel (Northern Zone 2021).

Tabell 2. Scenarier i bruk for godkjenning av plantevernmiddel Skandinavia og Baltikum.

Land	Scenario									
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	R1	R2	R3	R4
Danmark			X	X						
Estland	X		X	X			X			
Sverige	X			X						
Norge	X		X	X	X	X	X	X	X	X
Litauen	X		X	X			X			
Latvia	X		X	X			X			
Finland	X			X			X			

2.3 Hvilke mål for beskyttelse av overflatevann er fastsatt i regelverket?

Det er ikke fastsatt en klar definisjon av hva som kan tillates av miljøpåvirkning for overflatevann i forordning (EF) nr. 1107/2009. Man må ta utgangspunkt i de generelle beskyttelsesmålene fastsatt i artikkel 4 (3e):

Et plantevernmiddel skal ikke ha noen uakseptable effekter på miljøet, med særlig hensyn til i) dets skjebne i miljøet, særlig forurensing av overflatevann, inkludert estuarvann og

¹ FOCUS-modellene kjører i 6 år + 1 år, hvor 6 år er «oppvarming». PEC velges kun fra det siste året (FOCUS 2001).

² WISPE-modellen kjører i 6 år + 20 år, hvor 6 år er «oppvarming». PEC velges fra de siste 20 årene (FOCUS 2001).

kystvann, ii) dets virkning på arter utenfor målgruppen og iii) dets virkning på det biologiske mangfoldet og økosystemet. Det er imidlertid uklart hva som defineres som «uakseptable effekter på miljøet».

Videre er det viktig å ta hensyn til at Forordning (EF) 1107/2009 er understøttet av føre-var-prinsippet, definert i Artikkel 1(4).

Forordning (EF) nr. 1107/2009 stadfester altså at et plantevernmiddel ikke skal ha uakseptable effekter på miljøet. Men hva regnes som uakseptable effekter? EFSA har utviklet en metode for å definere beskyttelsesmål basert på økosystemtjenester (EFSA 2010, EFSA 2016).

I forbindelse med utarbeidelse av EFSA sitt veiledningsdokument for vannlevende organismer (EFSA 2013) forsøkte man å definere spesifikke beskyttelsesmål (specific protection goals, SPG). Beskyttelsesmålene bestemmer beskyttelsesnivået, og setter rammene for den akvatiske risikovurderingen av plantevernmidler i Norge. EFSA (2013) kom fram til at vannlevende organismer som alger, planter og virvelløse dyr skal beskyttes på populasjonsnivå, mens virveldyr som fisk skal beskyttes på individnivå. De presenterte også to forskjellige tilnærminger for å beregne tålegrenser (RAC) som gjør at målet oppnås:

1. Økologisk terskel (ecological threshold option, ETO). Kun ubetydelig påvirkning på populasjonsnivå aksepteres.
2. Økologisk gjenoppretting (ecological recovery option, ERO). Noe påvirkning på populasjonene er akseptabelt, så lenge de vil hente seg inn etter et fall i populasjon innen rimelig tid.

For å finne det faktiske beskyttelsesnivået, må man se beskyttelsesmål for vannlevende organismer i sammenheng med «beskyttelsesmålet» for eksponering.

Med beskyttelsesmål for eksponering menes hvordan man beregner konsentrasjoner av plantevernmiddel i vann (PEC_{sw}), og hvilke antakelser man har gjort der. For eksempel kan det være at man velger å bruke høyeste beregna konsentrasjon i en vekstsesong.

Det er ikke definert et tydelig beskyttelsesmål for eksponering på EU-nivå, selv om FOCUS (2001) mener at PEC-verdiene som produseres av nåværende modeller sannsynligvis tilsvarer minst en «90th percentile worst-case» for konsentrasjoner i vann etter bruk av plantevernmidler i Europa. EFSA (2013) antar at man fortsetter med samme «beskyttelsesmål» for eksponering inntil videre.

Det er også relevant å ta hensyn til vannforskriften (2006). Miljømålet gitt i vannforskriften (2006, § 4) er at tilstanden i overflatevann skal beskyttes mot forringelse, forbedres og gjenopprettes med sikte på at vannforekomstene skal ha minst god økologisk og kjemisk tilstand.

3 Metoder

3.1 Sammenlikning av modellering og feltforsøk ville vært mest pålitelig

For å undersøke om måten PEC_{sw} blir beregnet på i dag er egnet for norske landbruksforhold, har Mattilsynet valgt å fokusere på hvilke av scenariene som kan sies å «representere» ulike norske landbruksområder best. Det er bred enighet om at *estimert konsentrasjon* av et plantevernmiddel i overflatevann (PEC_{sw}) er den variabelen som er viktigst for å vurdere hvor pessimistisk eller «worst-case» et scenario er, fordi det er denne variabelen som skal vurderes opp mot tålegrenser for akvatiske organismer (Boesten 2017). Dette estimatet varierer med tid og rom.

Et scenarios «representativitet» for et landbruksområde i form av at scenarioet har liknende jord- og klimaforhold er altså ikke nødvendigvis det viktigste ved valg av relevante scenario for risikovurderingen. Det er viktigere at scenarioet *produserer PEC_{sw}-verdier* som er representative for norske landbruksområder og kulturene som dyrkes der. Ideelt sett burde man sammenlikne konsentrasjonene av plantevernmidler som gjenfinnes i vann i kontrollerte feltforsøk med PEC_{sw}-verdier produsert av de ulike scenariene.

Et eksempel på slike feltforsøk er det danske overvåkingsprogrammet «Varslingsystem for udvaskning af pesticider til grundvand» (VAP). VAP-jordene er utvalgt for å representere variasjonen i danske jord- og klimaforhold. Man bruker største tillatte dose av forskjellige godkjente plantevernmidler for å kontrollere at denne bruken ikke produserer høyere PEC-verdier enn det som ble forventet på bakgrunn av modellering (GEUS 2001).

Mattilsynet har likevel valgt å bruke representativitet i betydningen «liknende jord- og klimaforhold» som et av kriteriene for å velge ut scenario for risikovurderingen, fordi vi ikke har tilgang til nok data fra relevante feltforsøk.

3.2 Hvordan vurdere om et scenario er representativt for norske landbruksforhold uten feltforsøk?

Mattilsynet ba Vitenskapskomiteen for mat og miljø (VKM) om å gjøre en undersøkelse av hvilke norske landbruksområder som er «representert» gjennom de norske scenariene eller FOCUS-scenariene med tanke på jord- og klimaforhold, eller som er «beskyttet» av dem (områder som *teoretisk* er mindre sårbare for tap av plantevernmidler til overflatevann enn situasjonen som beskrives i scenarioet). Vi viser til vårt oppdragsbrev til VKM (VKM et al. 2021) for mer utfyllende informasjon.

VKM et al. (2021) har gjort en sammenlikning av norske landbruksforhold og temperatur, jordtype, nedbør og helling i alle scenariene. Det ble gjort noen antakelser om hvilke faktorer som gjør scenariene mer eller mindre beskyttende for utlekking av plantevernmiddel via kunstige dreneringssystemer og via overflateavrenning. Disse kan sees i tabell 3. Grad av helling i R-scenariene ble ikke tatt med i vurderingen av relevans (VKM et al. 2021).

Tabell 3. Antakelser om hva som gjør et scenario mer eller mindre beskyttende for miljøet

Virkelighet	Scenario	Beskyttelse fra scenario
Høyt innhold av organisk materiale i de øverste jordlagene	Lavt innhold av organisk materiale i de øverste jordlagene	Høyere
Grov kornstørrelse	Fin kornstørrelse	Høyere
Fin kornstørrelse	Grov kornstørrelse	Lavere (blant annet på grunn av «preferential flow» til dreneringssystemer i tung jord)
Mye nedbør	Lite nedbør	Lavere
Mye helling	Lite helling	Høyere (kun for tap via drenering)

3.3 Andre hensyn

Siden hvilken kultur som simuleres også har innvirkning på PEC_{sw}, bør de scenariene man velger kunne simulere de viktigste åker- og hagebruksvekstene i Norge. I tillegg bør det være samsvar mellom området som «dekkes» av et scenario og hvilke vekster det er mulig å simulere i scenarioet. F.eks. bør scenarioer som er «representative» for Østlandet og Trøndelag kunne simulere korndyrking. For å undersøke dette har Mattilsynet blant annet analysert data fra Statistisk sentralbyrås jordbrukstelling (SSB 2022).

I tillegg har Mattilsynet valgt å legge vekt på at metoden som velges for estimering transport av plantevernmidler til overflatevann ikke bør skape vesentlig merarbeid for Mattilsynet, våre samarbeidspartnere i Norden og Baltikum, plantevernmiddelprodusenter eller andre, i forhold til den metoden som brukes i dag.

4 Resultater

4.1 Vurdering av scenario opp mot norske jord- og klimaforhold

I dette kapitlet vil vi oppsummere resultatene fra undersøkelsene til Vitenskapskomiteen for mat og miljø (VKM et al. 2021). Hovedkonklusjonen til Vitenskapskomiteen er at FOCUS-scenariene er lite «relevante» for Norge hvis man tar utgangspunkt i temperatur. Temperaturen i scenariene er jevnt over høyere enn de man finner i Norge. Hvis man ser bort fra temperatur, er FOCUS-scenariene relevante for mange landbruksområder i Norge med tanke på jordtype, nedbør og helling. De norske scenariene er relevante på temperatur, men begge de norske R-scenariene representerer bratte jorder med mye leire.

4.1.1 Temperatur

Det er velkjent at høye temperaturer som regel fører til raskere nedbryting av plantevernmidler i jord. De lavere temperaturene i Norge enn i noen av FOCUS-scenariene kan gi saktere nedbryting av plantevernmidler i jorda i realiteten enn i scenariene, noe som igjen kan føre til økt risiko for at plantevernmidlene havner på avveie. De norske scenariene trenger ikke temperaturkorrigering (VKM et al. 2021).

Komiteen foreslår to forskjellige måter å gjøre en temperaturkorrigering på:

- FOCUS-modellene bruker Arrhenius-likningen for å estimere effekten av temperatur på nedbrytningshastighet. Referansetemperatur i likningen kan endres for å ta hensyn til lavere temperaturer.
- Endre temperaturdata i de originale klimafilene i FOCUS- scenariene. Dette vil være komplisert å gjennomføre.

Tabell 4 viser foreslått korrigering av referansetemperatur (T_0) i Arrhenius-likningen. Hvis temperaturen er i gjennomsnitt 7 °C lavere enn det aktuelle FOCUS-scenariet, vil det tilsvare en 50% reduksjon i daglig nedbrytning av plantevernmidlet (VKM 2021).

Komiteen simulerte PEC_{sw} for FOCUS-scenariene med denne temperaturkorrigeringen og et utvalg fiktive plantevernmidler med forskjellig nedbrytningstid og sorpsjon i jord (tabell 5) For detaljerte input-verdier, se tabell 10 og 11 i vedlegg 5.

Mattilsynet har plottet resultatene av modelleringen inn i figur 2 til 11. Figurene viser høyest estimert konsentrasjon i vann (max. PEC_{sw}) for de fiktive stoffene A-I i alle FOCUS-scenariene³, med og uten temperaturkorrigering (TK). Stoffene er gruppert etter nedbrytningshastighet i jord (DT50), der ABC brytes ned raskt, DEF middels raskt og GHI brytes ned sakte. I hver gruppe bindes det første stoffet svakt til jordpartikler (lav Koc), det midterste stoffet middels sterkt, og det siste stoffet bindes sterkt i jord (høy Koc). Noen scenarier har flere vannforekomster, fiktive bekker (stream), grøfter (ditch) eller dammer (pond), som det blir beregnet egen PEC_{sw} for.

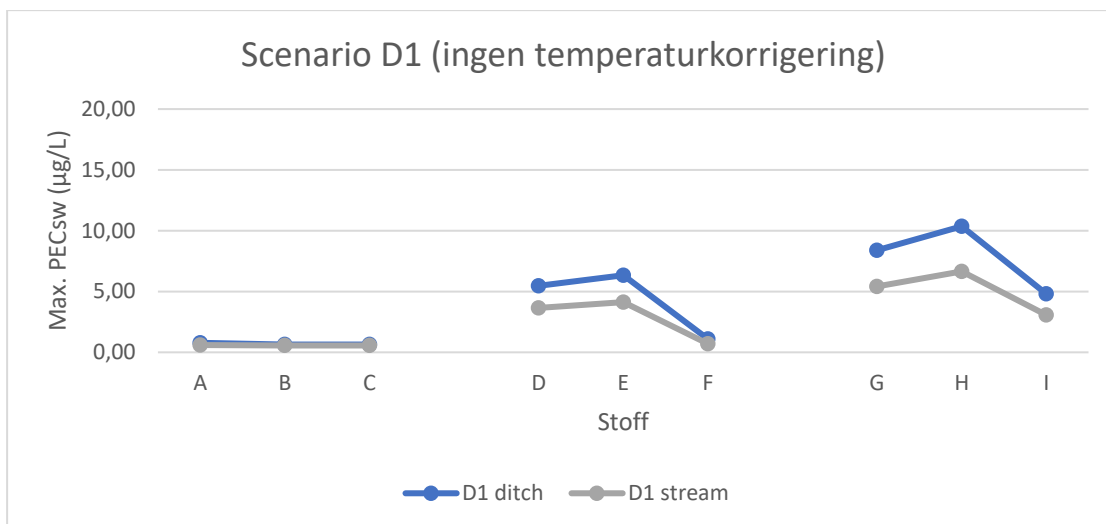
Tabell 4. Foreslått korrigering av referansetemperatur

Scenario	Temp.korreksjon °C
D1	0
D2	-1
D3	-1
D4	-1
D5	-6
D6	-8
R1	-2
R2	-3
R3	-5
R4	-7

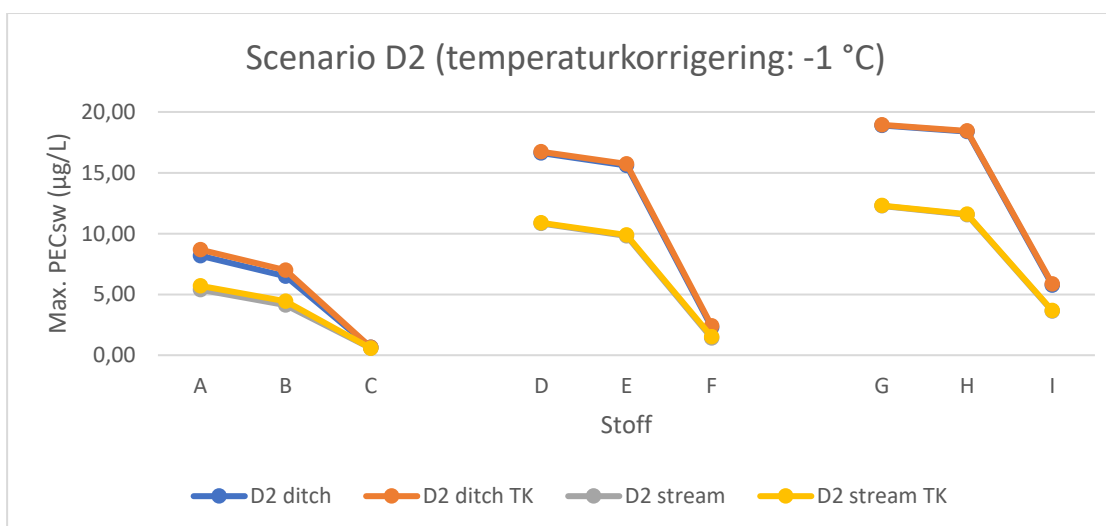
Tabell 5. Nedbrytning og sorpsjon i jord for de fiktive plantevernmidlene brukt i simuleringen

Stoff	DT50 i jord (dager)	Koc (cm ³ /g)
A	3	10
B	3	100
C	3	1000
D	30	10
E	30	100
F	30	1000
G	300	10
H	300	100
I	300	1000

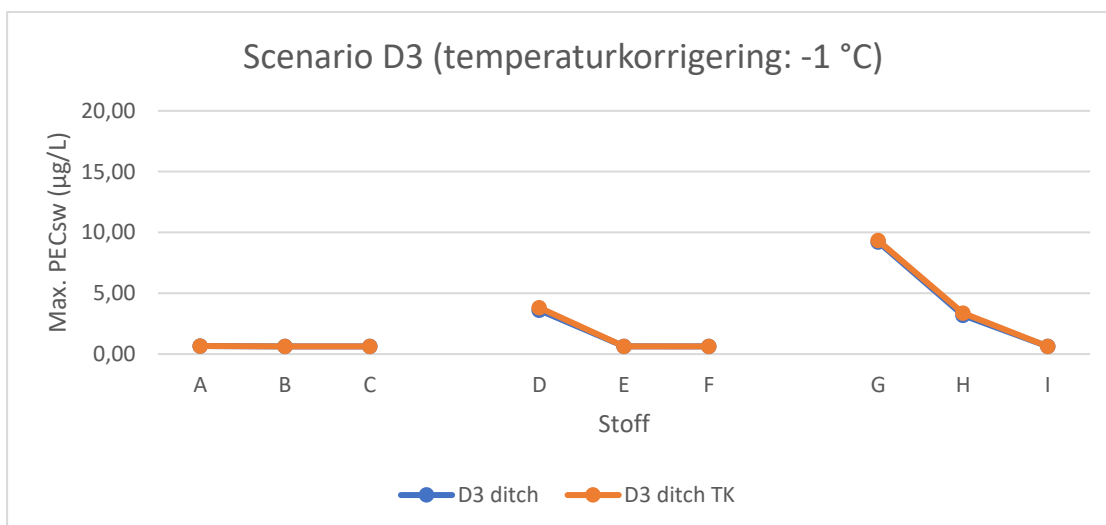
³ Det er ikke gjort noen korrigering av temperatur i scenario D1, men simulering av max. PEC_{sw} med stoffene A-I er med for kompletthetens skyld.



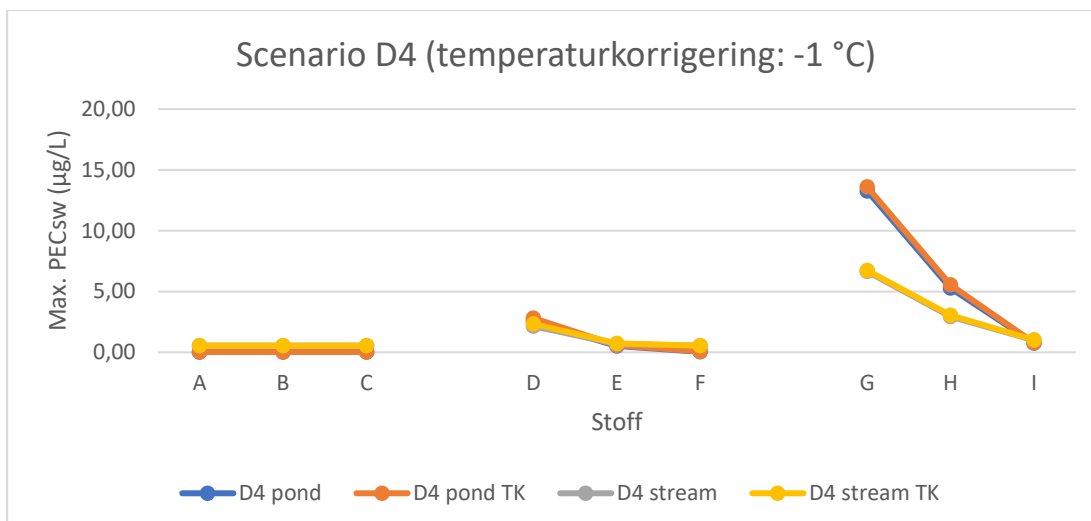
Figur 2. Max. PEC_{sw} for ulike stoffgrupper for scenario D1 med og uten temperaturkorrigering (TK), for alle vannforekomster i scenariet.



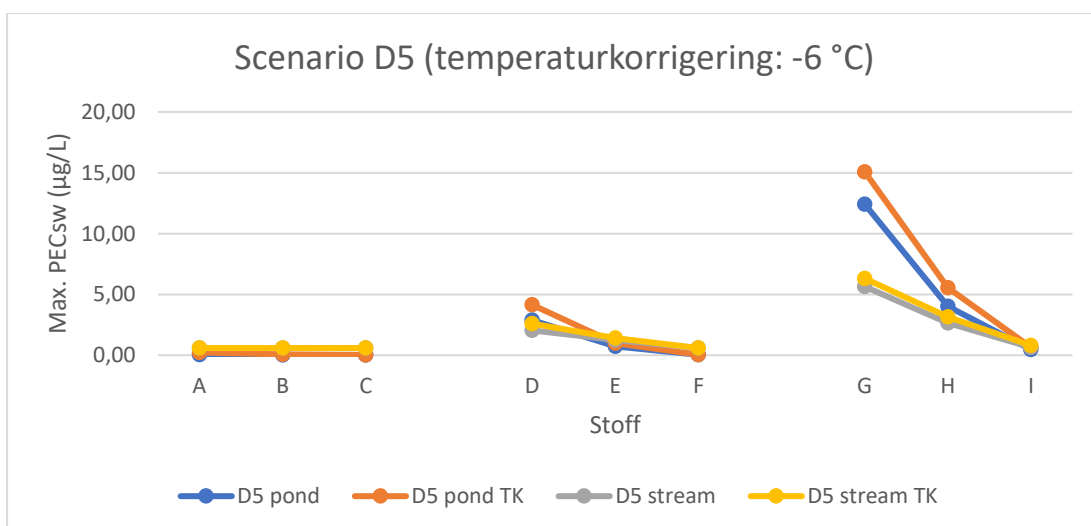
Figur 3. Max. PEC_{sw} for ulike stoffgrupper for scenario D2 med og uten temperaturkorrigering (TK), for alle vannforekomster i scenariet.



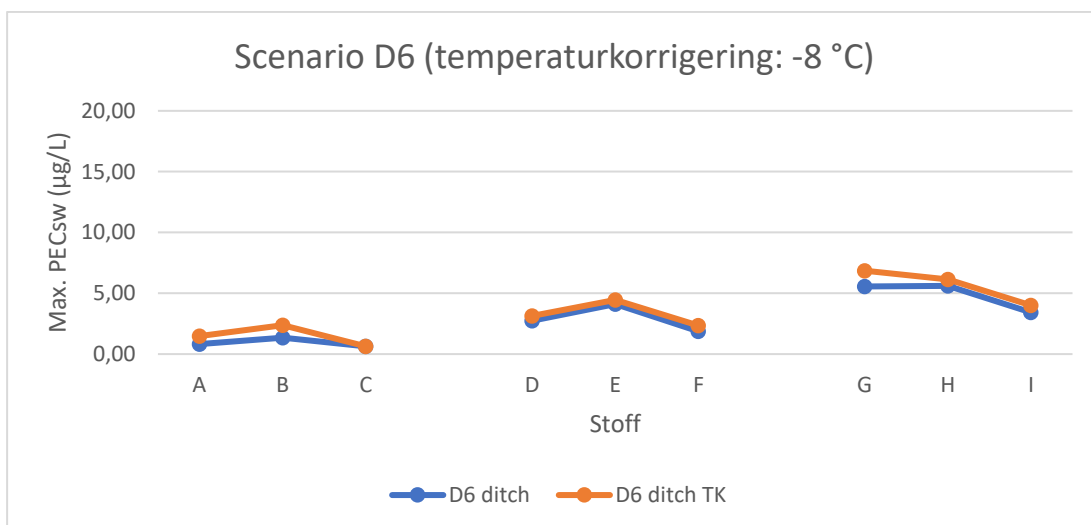
Figur 4. Max. PEC_{sw} for ulike stoffgrupper for scenario D3 med og uten temperaturkorrigering (TK).



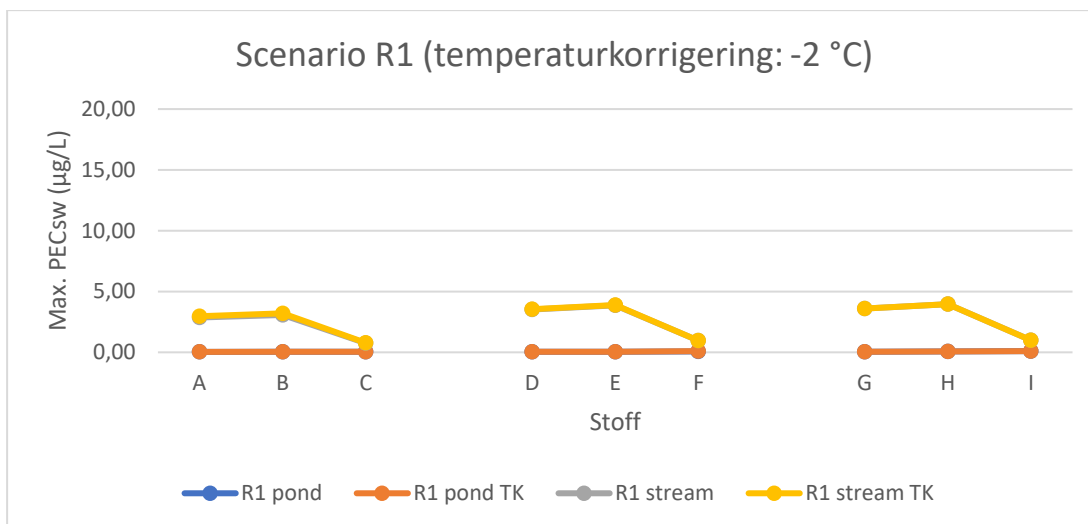
Figur 5. Max. PECsw for ulike stoffgrupper for scenario D4 med og uten temperaturkorrigering (TK), for alle vannforekomster i scenariet.



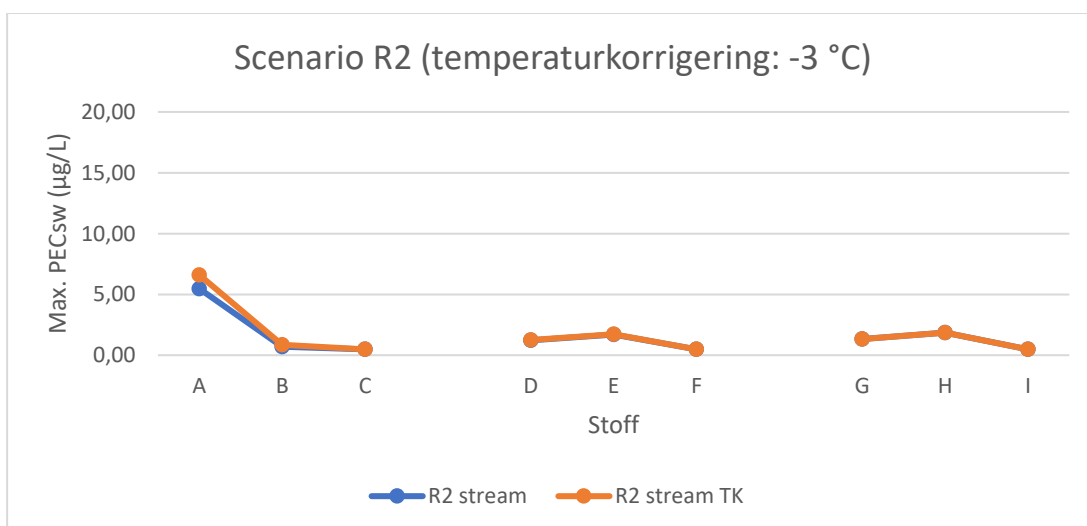
Figur 6. Max. PECsw for ulike stoffgrupper for scenario D5 med og uten temperaturkorrigering (TK), for alle vannforekomster i scenariet.



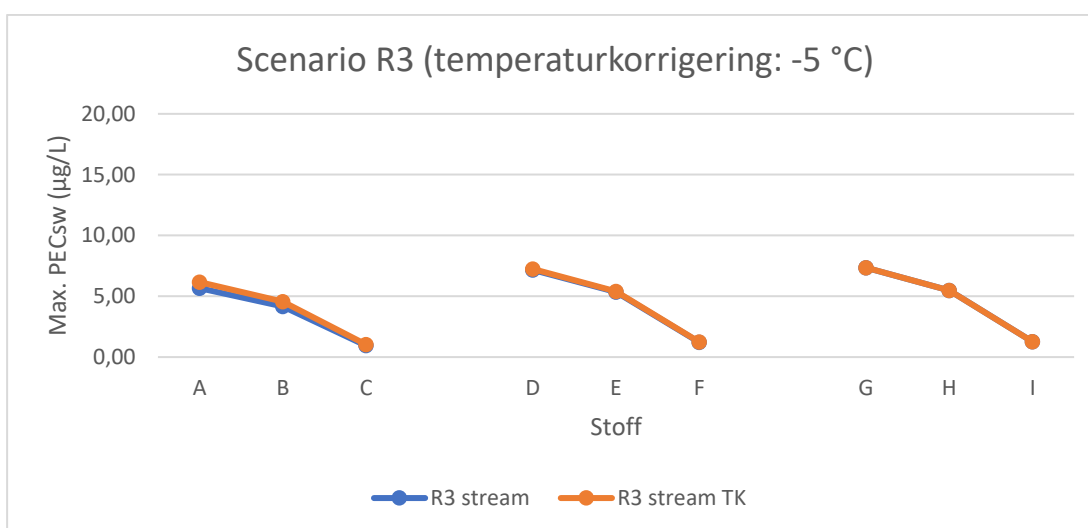
Figur 7. Max. PECsw for ulike stoffgrupper for scenario D6 med og uten temperaturkorrigering (TK).



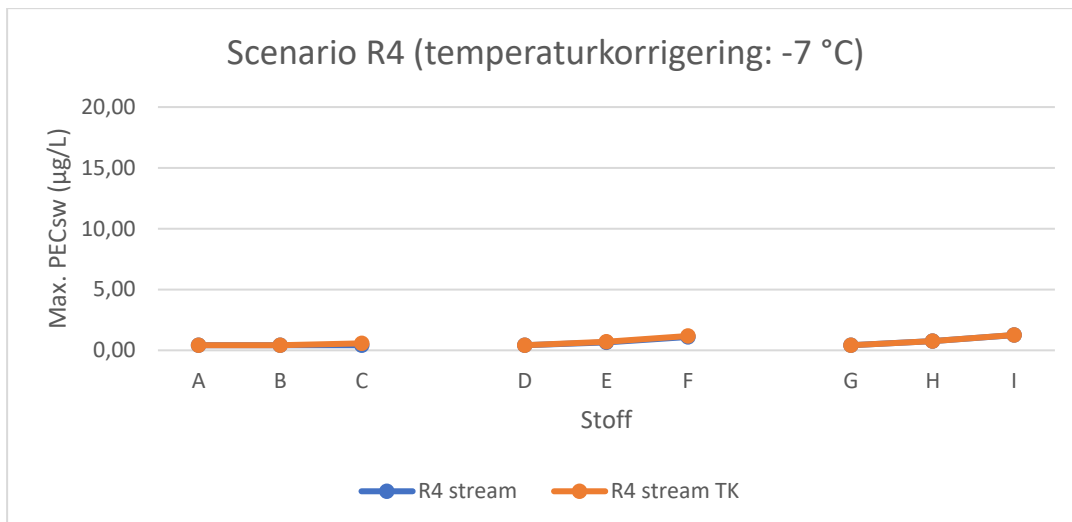
Figur 8. Max. PECsw for ulike stoffgrupper for scenario R1 med og uten temperaturkorrigering (TK), for alle vannforekomster i scenariet.



Figur 9. Max. PECsw for ulike stoffgrupper for scenario R2 med og uten temperaturkorrigering (TK).



Figur 10. Max. PECsw for ulike stoffgrupper for scenario R3 med og uten temperaturkorrigering (TK).



Figur 11. Max. PECsw for ulike stoffgrupper for scenario R4 med og uten temperaturkorrigering (TK).

For D-scenariene gir stoffene med lang nedbrytningstid (DT50 300 d) jevnt over høyere estimert konsentrasjon i overflatevann (PECsw) enn stoffene som brytes ned raskt (DT50 3 d). Nedbrytningstid ser ikke ut til å ha spesielt stor påvirkning på PECsw i R-scenariene. I tillegg ser det ut til at stoffene som adsorberes sterkest til jord i hver gruppe jevnt over gir lavere konsentrasjoner i overflatevann. Dette er som forventet.

Et unntak er scenario R4, hvor PECsw øker med økende DT50 og Koc, som indikerer at transport av stoff til overflatevann finner sted via erosjon, som stoff bundet til jordpartikler, og ikke som stoff oppløst i vann. I noen tilfeller gir også stoffer med sterkere sorpsjon (Koc 100) høyere PEC enn stoffer med lavere sorpsjon (Koc 10). Dette kan være fordi stoffer som er lettere løselig i vann (Koc 10) vil vaskes lettere vekk fra jordoverflaten og dermed ikke transporteres ned i dreneringssystemet i tilfellene hvor max. PECsw skyldes transport av oppløst stoff gjennom makroporer.

I ca. 91% av tilfellene⁴ har temperaturkorrigering liten eller ingen påvirkning på høyest estimert konsentrasjon i vann (max. PECsw) av de fiktive stoffene A-I.

For R-scenariene ser temperatur ut til å ha en viss påvirkning på PEC for stoffer som brytes ned raskt, og som i tillegg bindes svakt i jorda. Dette kan man se i 8% av simuleringene (stoff A og B, scenario R2 og R3). Det skyldes muligens at høyere temperatur gjør at nedbrytning går fortere, og for stoffer som da har en halveringstid i jord på bare 3 dager, kan noe av stoffet rekke å bli brutt ned før transporten av stoff til overflatevann finner sted, kanskje som en nedbørepisode med tilhørende avrenning et par dager etter sprøyting. I tillegg bindes stoffene svakt i jord og kan lett vaskes av på jordoverflaten løst i vann.

For D-scenariene kan man muligens se noe av samme tendensen som for R-scenariene (stoff A og B, scenario D2 og D6), men her er bildet mindre entydig. Simuleringene der max. PECsw ble mest påvirket av temperatur var med stoffene A og B i scenario D6, D og E i scenario D5, og G og H i scenario D5 og D6. G og H er stoffer med lang nedbrytningstid i

⁴ I ca. 66 av 72 simuleringer med D-scenarier, minus simuleringer med D1, hvor det ikke ble gjort temperaturkorrigering, og i ca. 41 av 45 simuleringer med R-scenarier.

jord, og lav til middels sorpsjon. D og E har middels lang nedbrytningstid og lav til middels adsorpsjon. Hovedbildet er likevel at kun 8% av simuleringene med D-scenarier ble påvirket av temperatur. Hvis man ser bort fra D5 og D6 ble ingen av simuleringene påvirket av temperatur i særlig grad.

For å illustrere hvilke typer stoff som er vanlige, har Mattilsynet gjort et tilfeldig utvalg av aktive stoffer i plantevernmidler som var på markedet i Norge per mars 2023 (tabell 6). Tabellen viser også hvilket fiktivt stoff fra tabell 5 som er mest sammenliknbart basert på nedbrytning og sorpsjon i jord. Kun ett av 13 stoff kan plasseres i gruppene A og B. Fem av stoffene er i gruppene D og E. Ingen av stoffene er i gruppene G og H.

Tabell 6. Noen aktive stoffer, deres egenskaper og stoffet fra tabell 5 som er mest sammenliknbart.

Aktivt stoff	DT50 (d) ^a	Kfoc (mL/g) ^b	Mest lik stoff	Type
Aminopyralid	54,8	6,84	D	Herbicide
Florasulam	1,55	20,37	A	Herbicide
Benzovindiflupyr	908	3697	I	Fungicide
Cyazofamid	4,7	1338	C	Fungicide
Diflufenikan	128	3417	I	Herbicide
Fenpyroksimat	52,3	1299	F	Insekticide
Fluroksypyr-meptyl	13,9	68	E	Herbicide
Glyfosat	20,51	15388	F	Herbicide
Metsulfuron-metyl	23,2	12 ^c	D	Herbicide
Klopyralid	19	1,41	D	Herbicide
MCPA	24	74	E	Herbicide
Protiokonazol	0,5	1765	C	Fungicide
Pyraklostrobin	49	8856	F	Fungicide

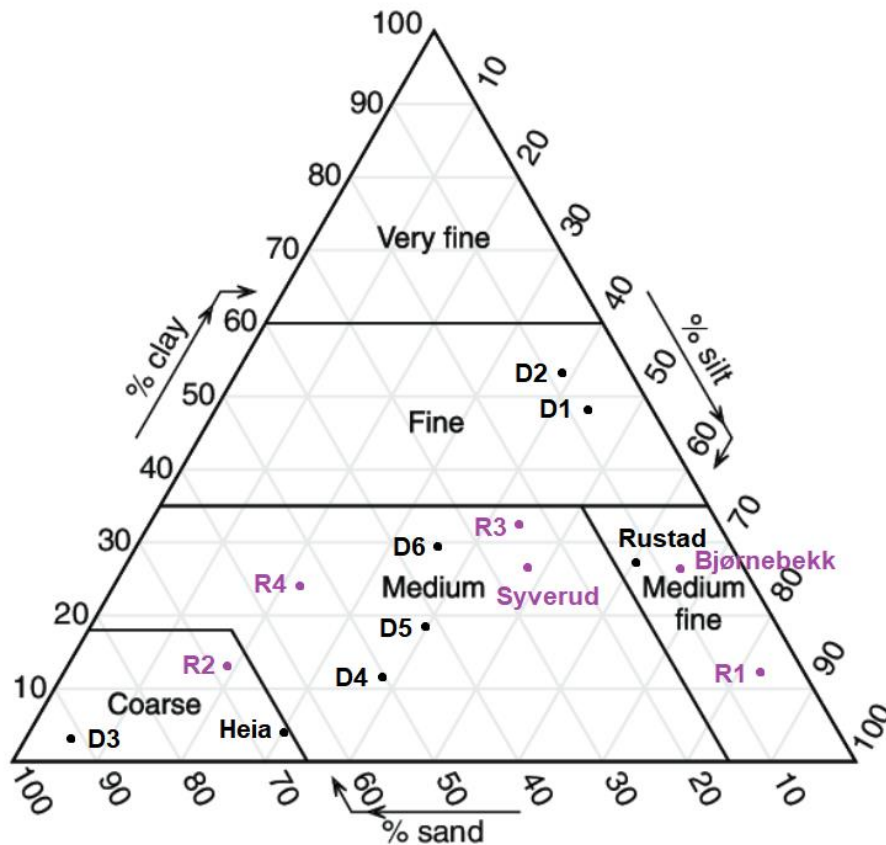
a) Geometrisk gjennomsnitt, labforsøk

b) Aritmetisk gjennomsnitt

c) Median

4.1.2 Jordtekstur

Alle scenariene ble klassifisert etter tekstur i plogsjiktet (etter CEC 1985) og delt inn i tre grupper; grov tekstur, medium tekstur og medium fin til fin tekstur (figur 12).



Figur 12. Teksturgrupper i plogsjiktet etter CEC (1985), med avrennings- (i lilla) og dreneringsscenarier (i svart).

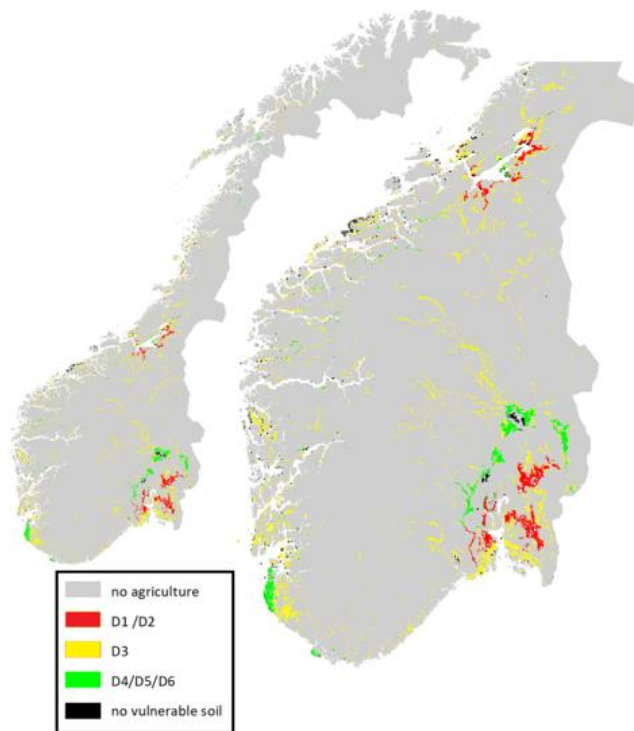
VKM foreslo dreneringsscenariene D1 og Rustad (fin/medium fin), D4 (medium), D3 og Heia (grov) som representanter for disse gruppene. Ingen av avrenningsscenariene ble filtrert ut på dette stadiet, men ble gruppert slik: R1, R3⁵ og Bjørnebekk (fin/medium fin), R4 og Syverud (medium) og R2 (grov).

I kartleggingen utført av VKM var grov tekstur den mest utbredte gruppen (303582 km²), etterfulgt av medium (6024 km²) og medium fin til fin tekstur (3332 km²). Både FOCUS D-scenariene og de norske dreneringsscenariene dekker variasjonen i jordtekstur i plogsjiktet. I følge VKM et al. (2021) er det de sandige og leirefattede plogsjiktene i D3 og Heia som representerer de største områdene, henholdsvis 59,6 og 67,7%. D1 (22,1%) og Rustad (14%) representerer plogsjikt dominert av henholdsvis leire og silt, mens D4 (13,3%) representerer lettleirer. Til sammen er både FOCUS D-scenariene og de norske scenariene representative for ca. 95% av arealet, hvis man bare tar hensyn til tekstur i plogsjiktet. De resterende 5% er organiske jordtyper.

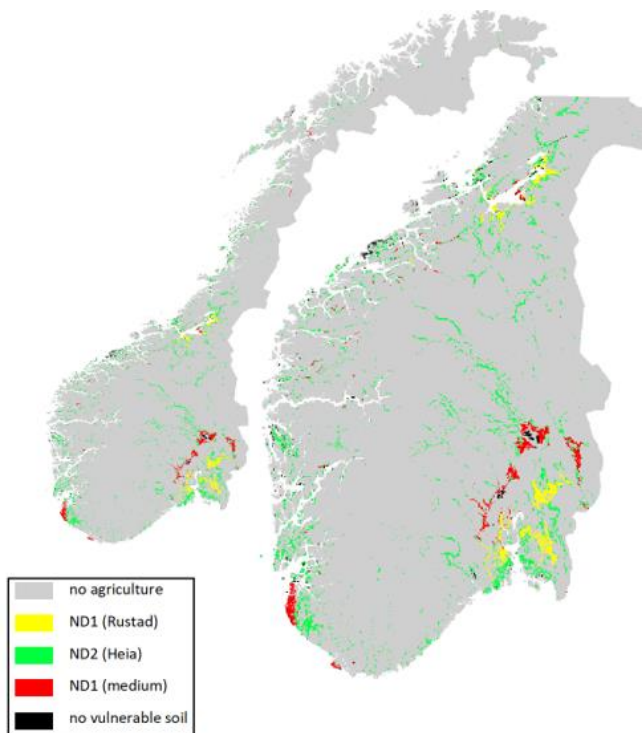
I en risikovurdering med kun norske scenarier kan Rustad kan brukes som en «worst-case» for områder som ligger mellom Heia og Rustad i tekstur, men man vil muligens overestimere risikoen for transport av plantevernmidler til vann via kunstige dreneringssystemer.

⁵ I VKM et al. (2021) ble R3 gruppert sammen med R1 i klassen «fin/medium fin tekstur», selv om R3 tilhører klassen «medium».

Kartene i figur 13 og 14 viser fordeling av dreneringsscenarier etter jordtekstur i plogsjiktet i landbruksområder i Norge.



Figur 13. Kartet viser fordeling av FOCUS dreneringsscenarier etter jordtekstur i plogsjiktet i landbruksområder i Norge. Kilde: VKM et al. 2021.

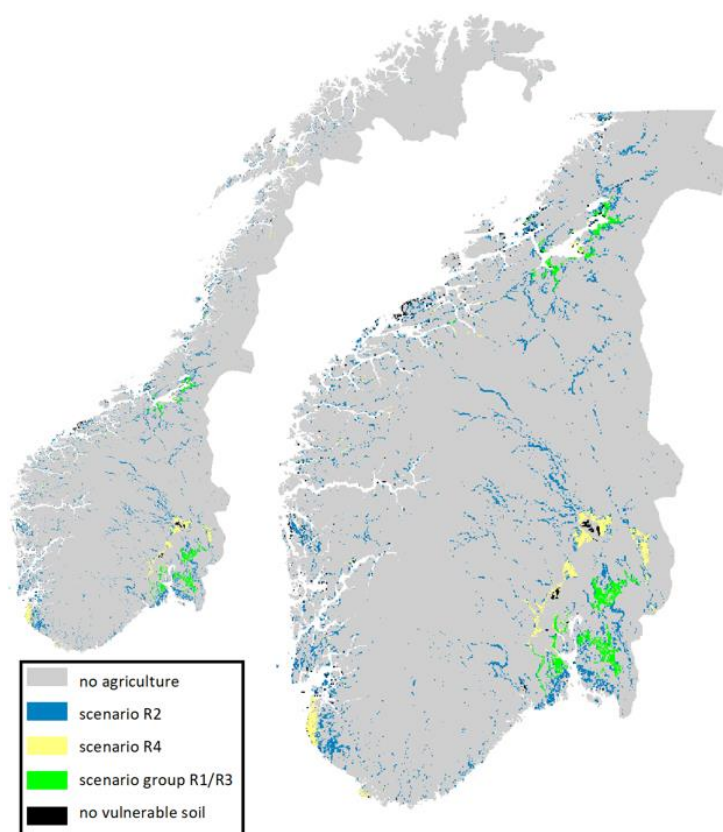


Figur 14. Kartet viser fordeling av norske dreneringsscenarier (ND) etter jordtekstur i plogsjiktet i landbruksområder i Norge. I tillegg til ND1 og ND2 er et hypotetisk scenario (Rustad med medium tekstur) inkludert på kartet. Kilde: VKM et al. 2021.

FOCUS R-scenariene har også god dekning av variasjonen i jordtekstur i plogsjiktet, men de norske overflateavrenningsscenariene er mer like hverandre. R2, en sandig leittleire, er alene om å representere grovere teksturer, og VKM et al. (2021) anslår at den i likhet med dreneringsscenariotet Heia (siltig sand) er representativ for 67,7% av landbruksarealet. Syverud (13,4%), R3⁶ (10,9%) og R4 (13,3%), mellomleirer med varierende grad av silt og sand, representerer plogsjikt med medium tekstur. R1 (3,2%) og Bjørnebekk (14%) representerer plogsjiktene med minst sand. Spesielt R1 er dominert av silt. Til sammen er FOCUS R-scenariene representative for ca. 95% av arealet, hvis man bare tar hensyn til tekstur i plogsjiktet. De resterende 5% er organiske jordtyper.

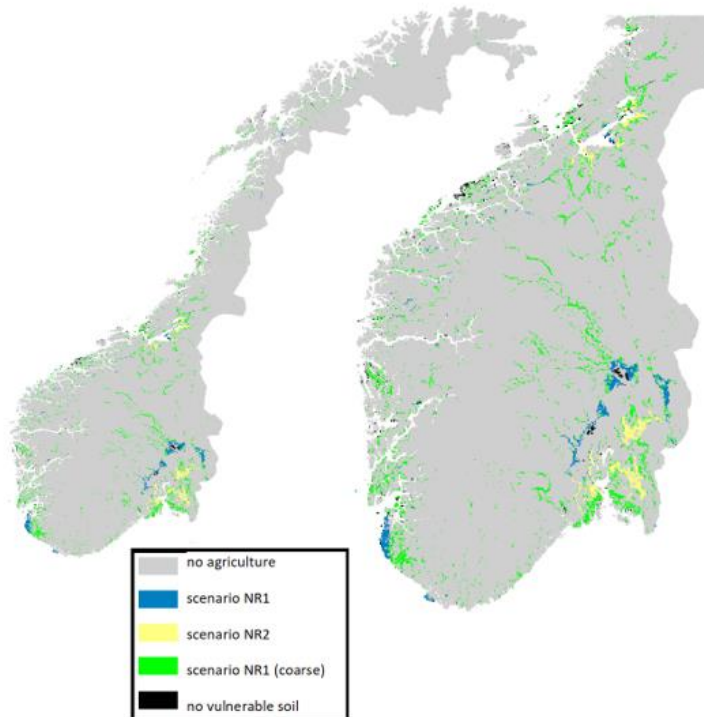
I følge VKM et al. (2021) er de norske scenariene for overflateavrenning representative for ca. 27% av arealet. Man kan likevel gjøre en risikovurdering med bare norske scenarier, men man vil muligens overestimere risikoen for transport av plantevernmidler til vann via overflateavrenning, i den grad det påvirkes av tekstur i plogsjiktet.

Kartene i figur 15 og 16 viser fordeling av scenarier for overflateavrenning etter jordtekstur i plogsjiktet i landbruksområder i Norge.



Figur 15. Kartet viser fordeling av FOCUS avrenningsscenarier etter jordtekstur i plogsjiktet i landbruksområder i Norge. Kilde: VKM et al. 2021.

⁶ I VKM et al. (2021) ble R3 gruppert sammen med R1 i klassen «fin/medium fin tekstur», selv om R3 tilhører klassen «medium».



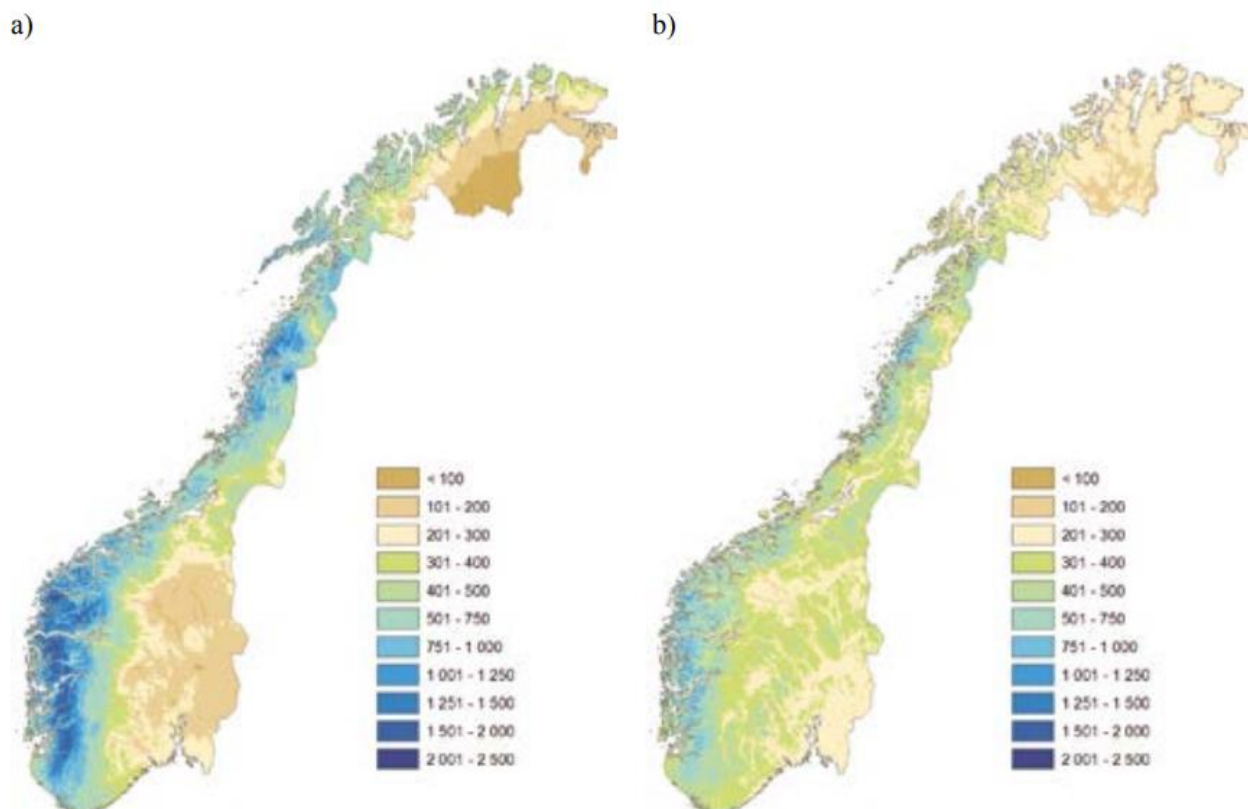
Figur 16. Kartet viser fordeling av norske avrenningsscenarier (NR) etter jordtekstur i plogsjiktet i landbruksområder i Norge. I tillegg til NR1 (Syverud) og NR2 (Bjørnebekk) er et hypotetisk scenario (Syverud med grov tekstur) inkludert på kartet. Kilde: VKM et al. 2021.

4.1.3 Nedbør

Etter temperatur er det nedbør som blir trukket frem av VKM et al. (2021) som mest avvikende fra forholdene i norske landbruksområder generelt, både for FOCUS-scenariene og de norske scenariene.

Tabell 1 viser gjennomsnittlig årlig nedbør i scenariene. FOCUS D-scenariene og de norske dreneringsscenariene (Rustad, Heia) bruker alle klimafilene med mellom 600-800 mm nedbør i året. For FOCUS R-scenariene varierer det mellom 600-1000 mm, mens de norske scenariene for overflateavrenning (Bjørnebekk, Syverud) ligger på rundt 800 mm. Det er ikke tatt hensyn til vanning.

Midlere årsnedbør for Norge for perioden 1971-2000 er estimert til ca. 1600 mm, men kontrastene i nedbørmengder fra vest mot øst er veldig store (Hanssen-Bauer et al. 2017). Årsnedbør er høyest i midtre strøk av Vestlandet (>3500 mm) og lavest i indre deler av Østlandet og Finnmark (rundt 300 mm). Nordover i landet avtar årsnedbøren litt, men flere områder langs kysten av Nord-Norge har en årsnedbør på over 2000 mm (figur 29, vedlegg 3). Skjevheten i den geografiske fordelingen av nedbør er mindre i sommermånedene juni-august, med hyppigere regnbyger på innlandet (figur 17).



Figur 17. Midlere nedbør for a) vinter (desember-februar) og b) sommer (juni-august) i perioden 1971–2000. Kilde: Hanssen-Bauer 2017.

Scenariene, som har mellom 600-800 mm årsnedbør med unntak av R1 og R3 (800-1000 mm), er altså for tørre for de nedbørrike delene av landet og for våte for de tørreste områdene. Siden det er nedbørsmønster, -mengde og -intensitet i vekstsesongen⁷ i sammenheng med tidspunkt for sprøyting som er avgjørende for simulering av transport av plantevernmidler via drenering og overflateavrenning, er dette viktig for representativiteten til scenariene.

I tillegg viser figur 30 (vedlegg 3) at mengden nedbør har økt i perioden 1991-2020 sammenliknet med forrige normalperiode, 1961-1990 (Tveito 2021). Klimafilene som brukes i simuleringen av PECsw bruker som nevnt tidligere værdata fra perioden 1975-1994. Det har blitt estimert at årlig nedbør vil øke også i framtiden, fordelt utover årstidene. I tillegg vil man få flere dager med kraftig nedbør i løpet av kort tid, og intensiteten på disse nedbørsepisodene vil øke (Hanssen-Bauer et al. 2017).

Kartene i figur 21 og 22 (vedlegg 1) viser fordeling av dreneringsscenarier etter jordtekstur i plogsjiktet og gjennomsnittlig årsnedbør i landbruksområder i Norge. Også her er landbruksarealet med organisk jord sett bort fra (5%). Omtrent 50% av landbruksarealet har <800 mm årsnedbør, og VKM et al. (2021) vurderer at dreneringsscenariene vil være beskyttende for disse områdene, selv om det er en mulighet for at man vil overestimere PECsw for de tørreste områdene på innlandet. Omtrent 45% av landbruksarealet har

⁷ Vekstsesongen er definert som antall døgn med middeltemperatur over 5 °C, og utgjør ca. 150-210 dager i perioden mars-oktober for store deler av landbruksområdene i Norge (Hanssen-Bauer et al. 2017).

årsnedbør >800 mm, og vil muligens være dårlige beskyttet av scenariene. Figur 23 og 24 (vedlegg 1) viser en oversikt over hvilke områder VKM et al. (2021) mener er godt nok beskyttet av de tilgjengelige dreneringsscenariene. For å øke representativiteten til dreneringsscenariene anbefaler VKM et al. (2021) at det lages et nytt scenario med klimadata fra et område som har mye høyere nedbør enn de nåværende scenariene.

Kartene i figur 25 og 26 (vedlegg 2) viser fordeling av avrenningsscenarier etter jordtekstur i plogsjiktet og gjennomsnittlig årsnedbør i landbruksområder i Norge. Litt over 50% av landbruksarealet har liknende årsnedbør som minst ett av FOCUS R-scenariene (fra 600 mm til >1000 mm). Ca. 45% av områdene er for tørre sammenliknet med scenariene. Spesielt områdene på innlandet som karakteriseres av grovere jordstruktur er dårlig representert av R2, det eneste avrenningsscenariet med grov jordtekstur i plogsjiktet, som har >1000 mm nedbør i året. VKM et al. (2021) vurderer at disse områdene er spesielt godt beskyttet av FOCUS R-scenariene.

I følge VKM et al. (2021) har kun 3% av landbruksområdene samme egenskaper som de norske avrenningsscenariene Bjørnebekk og Syverud når det gjelder tekstur i plogsjiktet (medium til medium fin) og nedbør (800 mm årlig). Ca. 59% av områdene er definert som mindre sårbare for transport av plantevernmidler ved overflateavrenning, enten på grunn av lavere nedbør, grovere jordtekstur eller begge deler. Det er en mulighet for at man overestimerer risikoen i disse områdene ved bruk av de norske scenariene, men områdene vil være veldig godt beskyttet (VKM et al. 2021). Ca. 45% av områdene har >800 mm nedbør, og vil muligens ikke være godt nok beskyttet av scenariene. Ved bruk av kun norske avrenningsscenarier anbefaler VKM et al. (2021) at det lages et nytt scenario med høyere nedbør.

Figur 27 og 28 (vedlegg 2) viser en oversikt over hvilke områder VKM et al. (2021) mener er godt nok beskyttet av de tilgjengelige overflateavrenningsscenariene. FOCUS R-scenariene er mer representative for norske jordbruksområder (forutsatt at de blir korrigert for temperatur) på grunn av et bredere spekter av årsnedbør.

4.1.4 Helling

Helling i scenariene ble ikke tatt med i vurderingen av relevans i VKM sin rapport (VKM et al. 2021). Mattilsynet har ikke fått tak i en sammenstilling av hellingsdata for hele landet for jordbruksarealer med mindre enn 20% helling, så vi vet ikke hvordan disse arealene fordeler seg. Derfor har vi heller ikke kunnet vurdere hvilke av scenariene som er mest relevant for størst mulig område, eller for forskjellige kulturer, på grunnlag av helling.

Det man i hvert fall kan si er at alle scenariene har relativt lite helling. Da FOCUS (2001) designet sine scenarier ble det lagt til grunn at det ikke er vanlig landbrukspraksis å dyrke åkervekster på arealer med en gjennomsnittlig helling på 15% eller mer, og at de fleste arealene som blir kunstig drenert har en helling på 4% eller mindre. FOCUS R-scenariene har mellom 3% (R1) og 5% (R2, R3, R4) helling. De norske scenariene Syverud og Bjørnebekk har begge 13% helling (Bolli et al. 2011).

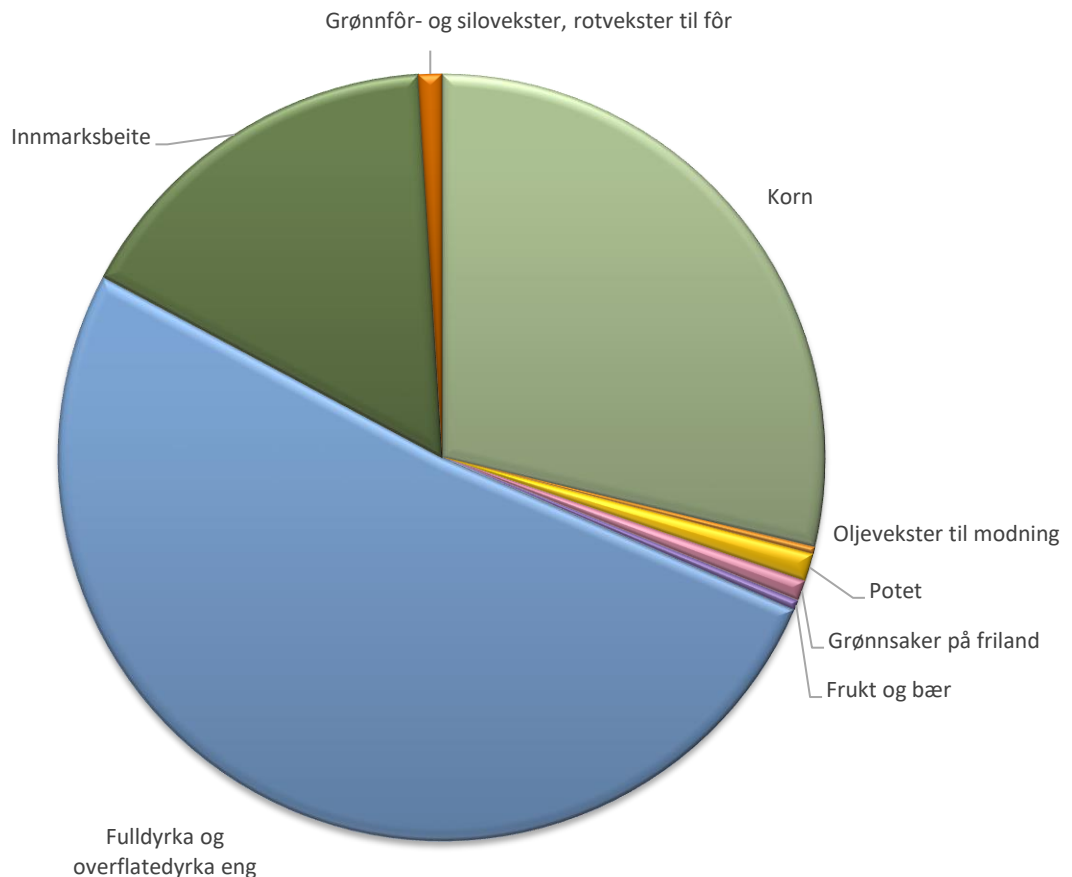
Ifølge jordsmonnstatistikken til Lågbru et al. (2018) har 91% av fulldyrka og overflatedyrka jord i Norge mindre enn 20% helling. Derfor er scenariene relevante for store deler av landbruksarealet. Vestlandet og Innlandet har størst andel av fulldyrka og overflatedyrka

areal med helling større enn 20%, opptil 21% på Vestlandet og 12% på Innlandet (Lågbru et al. 2018).

4.2 Vurdering av scenario opp mot dyrkingsareal for åker- og hagebruksvekster

4.2.1 Geografisk fordeling av dyrkingsareal for åker- og hagebruksvekster

Omtrent 3-4% av Norges areal er jordbruksareal. I 2020 var 9,8 millioner daa jordbruksareal i drift (SSB 2022). Figur 18 viser fordelingen av dyrkingsareal for de vanligste åker- og hagebruksvekstene i Norge, i tillegg til fulldyrka og overflatedyrka eng og innmarksbeite (etter SSB 2022). Eng til slått og beite i alt dekker ca. 65% av arealet, fulgt av korn som dyrkes på ca. 30%. Potet, grønnsaker på friland, grønnfôr- og silovekster, rotvekster til fôr, frukt og bær og oljevekster til modning dekker til sammen ca. 5% av landbruksarealet.

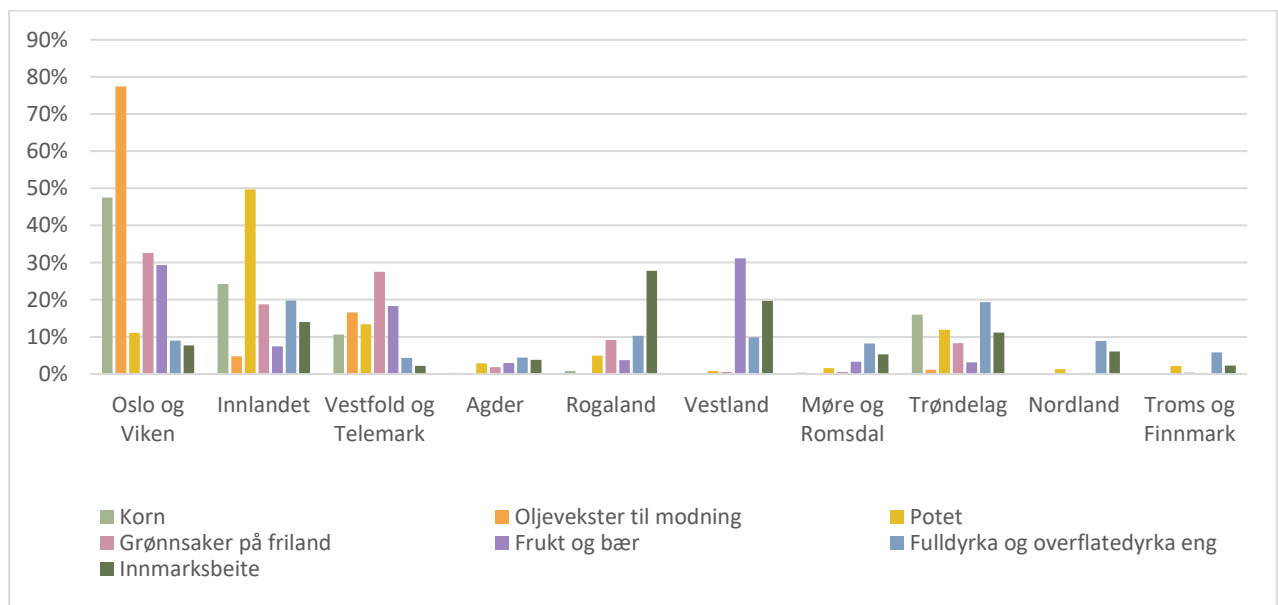


Figur 18. Totalt dyrkingsareal (daa) i Norge fordelt på ulike kulturer (etter SSB 2022). Tall fra 2020.

Det er stor variasjon i hva som dyrkes forskjellige steder i Norge. Figur 19 viser prosentvis fordeling av dyrkingsarealet til ulike kulturer fordelt på region (etter SSB 2022).

- Oslo og Viken, Innlandet, Vestfold og Telemark og Trøndelag står til sammen for 98% av kornarealet.

- Oslo og Viken alene står for 77% av arealet med oljevekster til modning, og sammen med Innlandet og Vestfold og Telemark blir det 99%.
- Innlandet har 50% av det totale potetarealet. Sammen med Oslo og Viken, Vestfold og Telemark, Rogaland og Trøndelag dekkes 91% av potetarealet i Norge.
- Oslo og Viken, Innlandet og Vestfold og Telemark har til sammen 79% av arealet hvor det dyrkes grønnsaker på friland. Med Rogaland og Trøndelag blir andelen 96%.
- Oslo og Viken og Vestland har mesteparten av arealet hvor det dyrkes frukt eller bær, til sammen 60%. Med Innlandet og Vestfold og Telemark blir det til sammen 86%.
- Arealer med fulldyrka og overflatedyrka eng er ganske jevnt fordelt utover hele landet.
- Rogaland og Vestland har størst andel av arealet brukt til innmarksbeite, med 47% til sammen. Resten av arealet er relativt jevnt fordelt utover i landet.



Figur 19. Prosentandel av nasjonalt dyrkingsareal (daa) for ulike kulturer, fordelt på administrativ region (etter SSB 2022). Tall fra 2020.

I Puschmann et al. (2004) beskrives inndelingen av landet i ti jordbruksregioner (figur 31, vedlegg 4). Naturlandskapet vil kunne variere sterkt innenfor en jordbruksregion, mens jordbruksbetingelsene innenfor en jordbruksregion skal være forholdsvis like. Puschmanns oppsummering av jordbruksarealene og hva som dyrkes hvor gir omtrent samme bilde som statistikken basert på administrativ region (SSB 2022).

Statistisk sentralbyrå har undersøkt bruken av plantevernmidler i eng og beite, bygg, havre, vårhvete, høsthvete, oljevekster, potet, kepaløk, hodekål, gulrot, jordbær og eple (SSB 2019)⁸. Av arealene som var med i undersøkelsen ble 32% behandlet med plantevernmidler i 2017. Eng og beite ble i liten grad behandlet med plantevernmidler. Bare 6,3% av alt eng- og beiteareal ble sprøytet, men siden det utgjør ca. 65% av landbruksarealet totalt er det likevel rundt 400 000 daa. Rundt 90% av det resterende jordbruksarealet (ca. 3 millioner daa) ble behandlet med plantevernmidler.

⁸ Vekstene omfattet 97% av jordbruksarealet, og undersøkelsen ble besvart av 77,4%.

4.2.2 Hvilke kulturer kan simuleres i de ulike scenariene?

Tabell 7 viser en oversikt over hvilke kulturer som per dags dato kan simuleres i de ulike scenariene (FOCUS 2001). Scenariet Heia kan i tillegg simulere sprøyting på jordbær og bærbusker.

Tabell 7. Kulturer i FOCUS-scenariene og de norske scenariene.

Kultur	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Hei	Rus	R1	R2	R3	R4	Syv	Bjø
Gress og lusern	x	x	x	x	x		x			x	x			
Høstkorn	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x		
Vårkorn	x		x	x	x		x	x				x	x	x
Høstraps		x	x	x	x				x		x			
Vårraps	x		x	x	x		x		x					
Åkerbønner		x	x	x		x			x	x	x	x		
Sukkerbeter			x	x					x		x			
Poteter			x	x		x	x		x	x	x			
Rotgrønnsaker			x			x	x		x	x	x	x		
Bladgrønnsaker			x	x		x	x		x	x	x	x		
Løkdannende grønnsaker			x	x		x	x		x	x	x	x		
Fruktsettende grønnsaker						x				x	x	x		
Erter			x	x	x	x	x		x	x	x	x		
Mais			x	x	x	x			x	x	x	x		
Kjerne- og steinfrukt			x	x	x		x		x	x	x	x		
Solsikker					x				x		x	x		
Sitrus						x						x		
Oliven						x						x		
Vinranker						x			x	x	x	x		
Bomull						x								
Humle									x					
Soyabønner											x	x		
Tobakk											x			

Hei = Heia, Rus = Rustad, Syv = Syverud, Bjø = Bjørnebekk

Tabell 8 viser kulturene i FOCUS-scenariene og et utvalg åker- og hagebruksvekster de omtrentlig representerer, og deres dyrkingsareal og avlingsstørrelse i Norge per 2020 (SSB 2021, SSB 2022). Tallene for potetavlingen er fra 2021.

I Norge er nesten alt korn vårkorn. Så å si all rug og rughvete samt 10–20% av hveten blir sådd som høstkorn (SNL 2023). I 2020 utgjorde dette til sammen ca.133 000-200 000 daa

(SSB 2022). Til sammenlikning utgjorde vårsådd bygg, havre og hvete til sammen ca. 2,9 millioner daa.

SSB-kategorien «Grønnfôr- og silovekster, rotvekster til fôr» (95 106 daa) er ikke tatt med i vurderingen, siden det ikke var mulig å plassere den i én FOCUS-kultur.

Bærbusker eksisterer ikke som FOCUS-kultur for simulering av transport av plantevernmidler til overflatevann, så bringebær, solbær, blåbær o.l. er plassert i FOCUS-kulturen «Kjerne- og steinfrukt». Kjerne- og steinfrukt brukes som surrogat for bærbusker i trinn 3 og 4 av vurderingen, men med beregnet vindavdrift tilsvarende «Ranker».

Tomat og agurk i veksthus, med en avling på hhv. 14 239 tonn og 19 600 tonn i 2020 (SSB 2021), går inn under kategorien «fruktsettende grønnsaker» i tabell 8, men er ikke relevant i denne sammenheng siden miljørisiko for vannlevende organismer per dags dato ikke blir vurdert ved sprøyting i veksthus i Norge.

Tabell 8. Vekster dekket av de ulike kulturene i FOCUS-scenariene og deres omtrentlige dyrkingsareal på friland i Norge, i tillegg til avlingsstørrelse (SSB 2021, SSB 2022).

FOCUS-kultur(er)	Dekkende for	Areal (dekar)	Avling (tonn)
Gress og lusern	Fulldyrka og overflatedyrka eng Innmarksbeite	5 007 229 1 584 431	-
Høstkorn og vårkorn	Hvete, rug, rughvete, bygg, havre	2 799 651	1 311 300
Poteter	Poteter	115 064	368 900
Høstraps og vårraps	Oljevekster til modning (raps/rybs)	29 732	*
Kjerne- og steinfrukt	Eple, plommer, bringebær o.l.	29 335	16 834
Bladgrønnsaker	Kål, salat, persille o.l.	26 943	56 812
Rotgrønnsaker	Gulrot, kålrot, selleri o.l.	25 998	75 608
Fruktsettende grønnsaker	Sylteagurk, jordbær	13 154	8 615
Løkdannende grønnsaker	Kepaløk, purre	8 969	24 624
Mais	Sukkermais	574	204
Åkerbønner	Åkerbønner	*	*
Erter	Erter	*	*
Ranker	Vinranker	*	*

* ingen statistikk tilgjengelig

5 Diskusjon

For å svare på punkt 2 i problemstillingen har Mattilsynet valgt å fokusere på hvilke av scenariene som kan sies å «representere» ulike norske landbruksområder best (se metodekapitlet).

Man bør se Mattilsynets anbefalinger for scenario i lys av at vindavdrift under sprøyting i ca. halvparten av tilfellene forårsaker den høyeste estimerte konsentrasjonen av plantevernmidler i overflatevann i løpet av en 12-14 måneders periode (FOCUS 2001).

Vindavdriften er uavhengig av scenario, med unntak av hvilke kulturer som er tilgjengelige for simulering.

Simulering av transport av plantevernmidler til vann via drenering og overflateavrenning er sterkt hendelsesbasert, og dette kan av og til forårsake høye estimater som ikke er representative for vekstsesongen som helhet. Det er likevel viktig å få disse transportveiene til vann med i risikovurderingen, selv om det kan variere fra produkt til produkt hvor bra de fanges opp på grunn av måten FOCUS-modellene fungerer på i dag. De norske scenariene skal i teorien kunne gi mindre variasjon på dette, siden man kan velge en temporal persentil av PEC_{sw} fra en simuleringsperiode på 20 år. FOCUS-modellene skal imidlertid få samme funksjon på sikt.

Siden nedbørsmønster, mengde og intensitet i vekstsesongen i sammenheng med tidspunkt for sprøyting er viktigere for drenering og avrenning enn faktorer som jordtype og temperatur, er det viktig at frekvensen, mengden og intensiteten av nedbør i «vekstsesongen» i scenarioet er så lik som mulig nedbøren i norske landbruksområder. Å kun se på årsnedbør slik vi har gjort her kan kanskje gi en viss indikasjon.

Mattilsynet har ikke vurdert hvordan endringer i valg av scenario vil kunne påvirke antall plantevernmidler på markedet, kun om scenariene er mer eller mindre «representative» og hvilken grad av beskyttelse man kan forvente at de gir for vannmiljøet, og om sprøyting på de viktigste kulturene er dekket.

5.1 Hvilke kulturer bør være dekket av scenariene?

Ut ifra areal og avlingsstørrelse mener Mattilsynet at det helst bør være dekning for FOCUS-kulturene gress og lusern, høstkorn, vårkorn, vårraps, høstraps, poteter, rotgrønnsaker, bladgrønnsaker, løkdannende grønnsaker og kjerne- og steinfrukt i scenariene.

Siden tomat og agurk i veksthus utgår fra vurderingen, vil «fruktsettende grønnsaker», som bare kan simuleres i det meget varme scenariet D6, dekke såpass lite areal at det ikke må prioriteres i valget av dreneringsscenarier. Potet, som tilhører søtvierfamilien Solanaceae (omfatter også tomat, chili og aubergine) kan muligens brukes som surrogat for noen vekster i kategorien «fruktsettende grønnsaker» som dyrkes på friland i Norge, som for eksempel medlemmer av gresskarfamilien Cucurbitaceae (sylteagurk, gresskar og squash). Man kan eventuelt bruke kategorien «bladgrønnsaker» for disse. Utenom «fruktsettende grønnsaker» er kategorien «bladgrønnsaker» kanskje også det mest aktuelle surrogatet for jordbær.

Dyrking av vekster som høstraps, ertor og åkerbønner har, slik vi har forstått det, foreløpig ikke noen stor arealmessig utbredelse i Norge, og vil ikke være avgjørende for valg av scenarier. Begge kulturene vil likevel være mulig å simulere, siden de er til stede i mange aktuelle scenarier. Disse kulturene vil muligens bli mer aktuelle med varmere klima.

5.2 Er det nødvendig med temperaturkorrigering?

Mandatet til VKM et al. (2012) var å finne ut av hvilke scenarier som var mest «representativt» for Norge med tanke på blant annet likt klima. Problemstillingen til Mattilsynet er å finne fram til scenarier som produserer konsentrasjoner som realistisk sett kan gjenfinnes i miljøet i norske landbruksområder. VKM et al. (2021) simulerte PEC_{sw} for

FOCUS-scenariene med temperaturkorrigeringen foreslått i tabell 4 og et utvalg fiktive plantevernmidler. Høyest estimert konsentrasjon i overflatevann (max. PEC_{sw}) ble mest påvirket av temperatur i scenariene D5 og D6, selv om konsentrasjonene i de fleste simuleringene med D5 og D6 også var relativt upåvirket av temperatur. I tillegg var max. PEC_{sw} fremdeles i samme størrelsesorden i de simuleringene hvor temperaturkorrigerert og ikke temperaturkorrigerert max. PEC_{sw} avvek mest fra hverandre. Mattilsynet mener likevel at dette er en god nok begrunnelse for å slutte å bruke disse scenariene i risikovurderingen, siden det finnes flere dreneringsscenarier som trenger mindre eller ingen temperaturkorrigering. For scenariene D1, D2, D3 og D4 hadde temperaturkorrigering lite eller ingenting å si for PEC se figurer 2 til 5.

Hvis man korrigerer FOCUS R-scenariene for at norsk klima er kaldere, har man en viss indikasjon på at man i noen tilfeller vil kunne få litt høyere PEC_{sw}-verdier for plantevernmidler som brytes raskt ned og bindes svakt i jord (figur 9 og 10), men i 91% av tilfellene med de fiktive plantevernmidlene A-I hadde altså temperatur lite eller ingenting å si for max. PEC_{sw} i R-scenariene. Forskjellen mellom korrigerert (0,57 µg/L) og ukorrigerert (0,42 µg/L) max. PEC_{sw} er størst (ca. 35%) for stoff C i scenario R4.

Ved bruk av scenariene D1, D2, D3, D4, R1, R2, R3 og R4 er det etter Mattilsynets skjønn unødvendig med temperaturkorrigering fordi forskjellen i faktisk simulert PEC_{sw} er veldig liten, og det er vanskelig å rettferdiggjøre den økte arbeidsmengden for både Mattilsynet og søker ut ifra et kost-nytte-perspektiv. Det kunne kanskje unntaksvis ha hatt noe å si for utfallet av en risikovurdering, men det ville forutsatt at konsentrasjonene skulle vurderes opp mot tålegrenser for akvatiske organismer som ligger i akkurat i samme området. Mattilsynet anser det som svært usannsynlig.

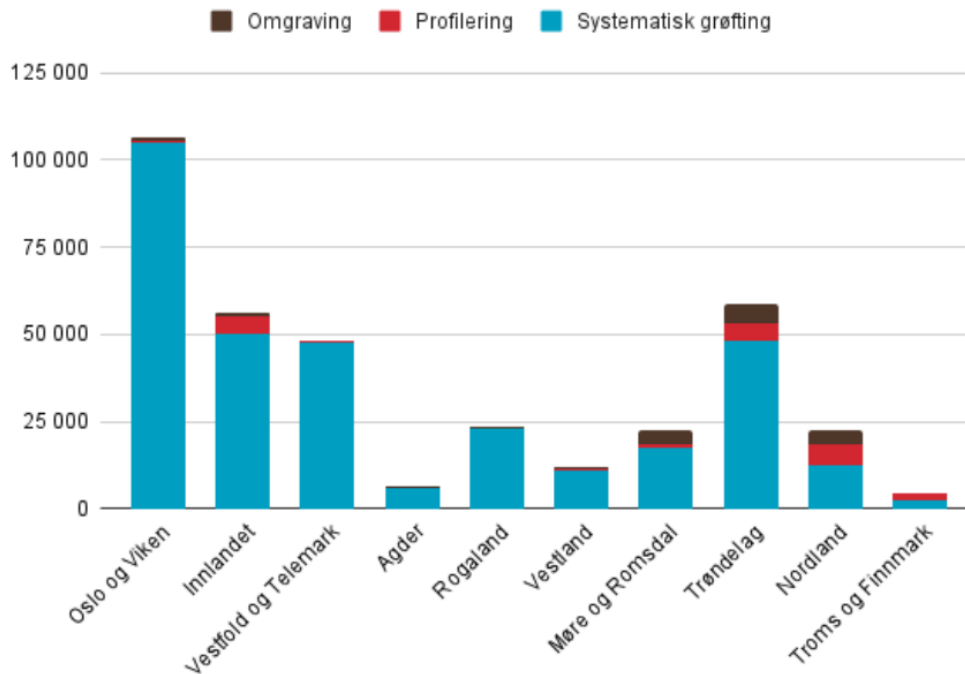
I tillegg brukes serier med værdata fra årene 1975-1994 i simuleringen, som var en del av forrige normalperiode for klima (1961-1990). Middelttemperaturen for vekstsesongen (vår, sommer og høst) var opp mot 1,4 °C høyere i enkelte områder i den nye normalperioden 1991-2020 (Tveito 2021). Det kan altså hende at «ukorrigerert» PEC_{sw} ligger nærmere sannheten enn «korrigerert» PEC_{sw}. Det er vanskelig å si.

5.3 Valg av scenarier for drenering

Det er ikke så stor forskjell i representativitet mellom FOCUS D-scenariene og de norske scenariene Rustad og Heia.

Alle scenariene for drenering, inkludert de norske, er for tørre for ca. 45% av landbruksarealet. Dette arealet ligger for det meste på Vestlandet og i Trøndelag. Det er kanskje ikke så kritisk for at det ikke finnes et passende D-scenario for kysten fra Sørlandet opp til Trøndelag, siden mesteparten av landbruksarealet brukes til eng eller beite, i tillegg til dyrking av frukt og bær (figur 19). Dette kan dekkes opp gjennom FOCUS R-scenariene (tabell 7). I tillegg er jordsmonnet for det meste veldrenert (figur 13 og 14). Unntaket er noen landbruksarealer på Jæren i Rogaland, hvor det er flatt, jordtypene er leirete og det også dyrkes en del korn og grønnsaker. Ideelt sett burde man hatt et drenerings-scenario med mer nedbør tilgjengelig for å dekke disse områdene. Det samme gjelder Trøndelag, som er et viktig kornområde med marine avsetninger, og derfor mye leirjord (figur 13, 14 og 19).

Ved å se på tilskudd som er gitt til drenering per fylke, kan man få et innblikk i omfanget av drenering i de ulike fylkene (Landbruksdirektoratet 2023). Figur 20 viser areal hvor det er gitt tilskudd til drenering i perioden 2013-2021. Dette bekrefter at det er spesielt viktig å ha D-scenarier som dekker Østlandets flatbygder rundt Oslofjorden og Mjøsa og Trøndelag.



Figur 20. Tilskudd til drenering, oppgitt i sum areal per fylke som er drenert i perioden 2013-2021. Kilde: Landbruksdirektoratet 2023.

Det er grei spredning på ulike jordteksturer både for FOCUS og norske D-scenarier. Scenariene D1 og D2 er relativt like, og Mattilsynet mener at det er ikke nødvendig å ha med begge i risikovurderingen. Av disse to ligger D1 nærmest norske forhold. Når det gjelder tilgjengelige kulturer i scenariene, så er Rustad bare parameterisert for høstkorn og vårkorn, mens Heia, D1, D3 og D4 har et bredere utvalg kulturer som kan simuleres.

Mattilsynet mener at både FOCUS D-scenariene D1, D3 og D4 og de norske D-scenariene er Heia og Rustad er «realistiske nok» for bruk i den akvatiske risikovurderingen.

Det er imidlertid usikkert om de norske scenariene Heia og Rustad, som egentlig er grunnvannsscenarier, kan brukes for å simulere drenering, siden forsøkene som ligger til grunn ble gjort med målinger av konsentrasjoner i ulike jorddyb og ikke i drenerør. Hvis det skulle bli aktuelt å bruke WISPE i risikovurderingen er dette en diskusjon som må tas mellom eksperter på plantevernmidler og modeller.

En fordel med bruk av FOCUS-scenariene i forhold til de norske scenariene er større grad av harmonisering med resten av Norden og Baltikum, som samarbeider med Mattilsynet om behandling av søknader. Disse landene bruker FOCUS-modellene. Det vil være mindre arbeidskrevende for både Mattilsynet og plantevernmiddelindustrien om vi har dokumentasjonskrav som er så like som mulig i disse landene. Ved bruk av FOCUS-scenariene vil Mattilsynet heller ikke måtte bruke ressurser på å holde modellene oppdatert, siden det gjøres sentralt i EU. Det er en ulempe at det per nå ikke er mulig å simulere

PECsw over flere vekstsesonger for disse scenariene, men siden det kommer i den neste store oppdateringen av FOCUS-modellene legger vi lite vekt på det i våre anbefalinger

Mattilsynet anbefaler derfor å bruke D1, D3 og D4 i risikovurderingen. For å veie opp for at risikovurderingen muligens ikke dekker landbruksområdene som trenger kunstig drenering og som har >800 mm årsnedbør kan man velge flere ulike tilnærminger:

1. Ikke foreta seg noe, siden områdene er relativt små i forhold til landbruksarealene på Østlandet og i Innlandet.
2. Basere seg på at eksisterende overvåking i disse områdene vil fange opp problematisk høye konsentrasjoner av plantevernmidler i overflatevann. JOVA-programmet dekker også våtere områder på Sør-Vestlandet (Time og Skas-Heigre), og et nytt felt er under etablering i Trøndelag. Dette er Mattilsynets anbefaling. Mattilsynet bør på sikt vurdere å lage en konkret prosedyre for hvordan slik overvåkingsdata kan brukes i risikovurderingen av plantevernmidler.
3. Lage et norsk scenario for drenering med mer nedbør, enten ved å justere en modell opp mot faktiske målinger i felt, eller ved å lage et rent teoretisk scenario som ikke kalibreres med felldata. Det første alternativet vil være mer ressurskrevende, men gi sikrere resultater, og det andre alternativet kan gjøres raskt, men gir usikre resultater. Mattilsynet mener at dette ikke er noe alternativ på kort sikt med tanke på harmonisering av krav i det Nordisk-baltiske samarbeidet om behandling av søknader, og ressursbruk for Mattilsynet og søker.
4. Når det kommer en oppdatering av FOCUS-scenariene med 20 års simulering av PECsw (EFSA et al. 2020), kan man velge en litt høyere temporal persentil av PECsw til bruk i risikovurderingen.
5. Legge til en sikkerhetsfaktor i simuleringer med de nåværende FOCUS-scenariene.

5.4 Valg av scenarier for overflateavrenning

FOCUS-scenariene R1, R2, R3 og R4 (etter korreksjon for temperatur) er mer representative for landet som helhet enn de norske scenariene Syverud og Bjørnebekk når det gjelder kombinasjoner av jordtekstur og nedbør, fordi de dekker en større variasjon i bl.a. nedbør og jordtekstur, inkludert et scenario (R2) med forholdsvis mye sand og litt leire (tabell 1).

Syverud og Bjørnebekk er dominert av leire og silt i plogsjiktet og er med sine 800 mm årsnedbør tørrere enn store deler av kysten fra Sør-Vestlandet og nordover, og våtere enn store deler av Innlandet og Østlandet (figur 17, figur 26, vedlegg 2 og figur 29 og 30, vedlegg 3). Det kan muligens gi dårligere beskyttelse av vannmiljøet i områdene som er for våte, og overestimere behovet for beskyttelse i de tørrere områdene. Også FOCUS R-scenariene er for tørre sammenliknet med gjennomsnittlig årsnedbør langs vestkysten, som kan komme opp i over 3500 mm (figur 25, vedlegg 2 og figur 29, vedlegg 3). Man må imidlertid ta hensyn til at i de mest nedbørrike områdene domineres jordbruksarealet i stor grad av eng og beite, som sprøytes i mye lavere grad enn andre kulturer. I en undersøkelse fra SSB (2019) ble bare 6,3% av areal til eng og beite sprøytet med plantevernmidler.

Det er vanskeligere å anbefale scenarier for overflateavrenning enn for drenering. Den sandige lettleiren i R2 representerer det største arealet når det gjelder tekstur i plogsjiktet. VKM et al. (2021) har i sin rapport valgt å gruppere R1 og R3, som begge er dominerte av fin kornstørrelse i plogsjiktet (hhv. siltig lettleire og mellomleire). Alle vekstene som er mulig å simulere i R3 kan dekket av R1, R2 og R4 til sammen, mens kun R1 kan simulere vårraps. Jordtypen i R3 har imidlertid mye større utbredelse (10,9% av landbruksarealet) enn den veldig siltige jordtypen i R1 (3,2% av landbruksarealet). R3 er også ett av to scenarier (R2 og R3) som har mer enn 800 mm årsnedbør. R1 vil trenge mindre temperaturkorrigering enn R3, men Mattilsynet anbefaler ikke temperaturkorrigering av R-scenariene fordi økningen i faktisk simulert konsentrasjon i vann ved lavere temperaturer er liten, muligens med unntak av scenario R4. Kun scenario R4, Syverud og Bjørnebekk kan simulere vårkorn. Bjørnebekk og Syverud er per nå *kun* kalibrert for å simulere vårkorn. Dyrking av vårkorn kan imidlertid simuleres i både D1, D3 og D4, hvis man skulle velge å bare bruke FOCUS R-scenarier, men kutte ut R4 på grunn av at det har et varmt klima.

I de andre landene i Norden og Baltikum er det kun R1 som er i bruk av FOCUS-scenariene for overflateavrenning. Mattilsynet mener at det ikke vil være forsvarlig for Norge fordi det er et av de tørrere scenariene.

Vi anbefaler å bruke R1 og R2 i risikovurderingen. Det gir en god dekning av viktige kulturer. Da mangler det et scenario som både er hellende og har ganske leirete jordtype og moderat til høy nedbør, og hvor man i tillegg kan simulere vårkorn, som jo er en svært arealmessig utbredt kultur i Norge. Både R4, Syverud og Bjørnebekk passer til denne beskrivelsen, men temperaturmessig passer Syverud og Bjørnebekk selvfølgelig svært mye bedre enn R4. Mattilsynet vil likevel ta en pragmatisk tilnærming og anbefale R4 over Bjørnebekk og Syverud, siden det vil gi store praktiske gevinster her og nå, med tanke på ressursbruk og effektivitet. Som vist i figur 8 til 11, hadde temperatur liten påvirkning på høyest estimerte konsentrasjon i overflatevann for R-scenariene. Vi mener derfor at det er faglig forsvarlig.

Det er selvfølgelig mulig å bruke en kombinasjon av FOCUS-scenarier og norske scenarier, men man vil da miste fordelene ved å kun ha FOCUS-scenarier. I tillegg mangler WISPE, modellen som kjører de norske scenariene, muligheten til å vurdere risikoreduserende tiltak, som effekten av en vegetasjonssone mot vann, på samme nivå som i modellen SWAN. I den nye versjonen av modellen WISPE vil det være mulig å gjøre en enkel vurdering av risikoreduserende tiltak. Mer avansert funksjonalitet kan man få lagt inn om man vil, men det må i så fall finansieres gjennom et eget prosjekt.

Hvis LMD ønsker at man skal fortsette å videreutvikle WISPE og norske scenarier for fremtidig bruk i risikovurderingen av plantevernmidler, så ser Mattilsynet for seg at man først bør forsøke å overtale andre land i Norden og Baltikum til å gå over til å bruke WISPE, slik at man kan beholde fordelene ved en harmonisert risikovurdering i samarbeidet om godkjenning av plantevernmidler.

5.5 Er valgt metode i tråd med miljømålene for overflatevann?

Metoden som brukes i den akvatiske risikovurderingen av plantevernmidler bør være beskyttende nok til å oppfylle miljømålene for overflatevann. Vannlevende organismer som

alger, planter og virvelløse dyr skal beskyttes på populasjonsnivå, mens virveldyr som fisk skal beskyttes på individnivå (EFSA 2013).

For å finne det faktiske beskyttelsesnivået, må man se tålegrensene for vannlevende organismer (RAC) i sammenheng med estimert konsentrasjon av plantevernmidler i overflatevann (PEC_{sw}). Det finnes ingen spesifikke «beskyttelsesmål» for beregning av PEC_{sw}.

Det er altså vanskelig å si om metoden som Mattilsynet anbefaler oppfyller målene. Det beste man kan få til er å prøve å simulere konsentrasjoner av plantevernmidler i overflatevann som ligger nært nok opp til virkeligheten, og som realistisk sett kan gjenfinnes i miljøet i norske landbruksområder. Mattilsynet mener at vi oppnår dette med våre anbefalinger, uten å bruke for mange ressurser på å finjustere verdier som uansett er estimater. Den eneste måten å etterprøve dette på er ved feltforsøk.

Representative eksponeringsberegninger vil bidra til riktig beskyttelse, også må det gjøres et større arbeid på EU-nivå for å knytte dette sammen med de spesifikke beskyttelsesmålene for vannlevende organismer.

6 Konklusjon

6.1 Anbefalte scenarier for overflatevann

Tabell 9 viser en oppsummering av tre forslag til alternativer for overflatevann og deres fordeler (+) og ulemper (-). Mattilsynet mener at alternativ 2 gir best balanse mellom beskyttelse av miljøet og ressursbruk. Basert på vår vurdering og høringsinnspill fra interesseorganisasjoner, så anbefaler vi alternativ 2.

Tabell 9. Oppsummering av alternativer for risikovurderingen i overflatevann.

Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
Bruke scenario D1, D3, D4, D5 og D6. R1, R2, R3 og R4. Nåværende metode	Bruke scenario D1, D3 og D4. R1, R2 og R4. Færre FOCUS-scenarier	Bruke scenario Rustad, Heia, Bjørnebekk, Syverud. Kun norske scenarier
Representativitet med hensyn til klima- og jordforhold og antatt grad av beskyttelse		
-Scenarier for drenering er for tørre for 45% av landbruksarealet. Kan gi for lave estimerte konsentrasjoner av plantevernmidler i vann. +Representative på jordtekstur.	-Scenarier for drenering er for tørre for 45% av landbruksarealet. Kan gi for lave estimerte konsentrasjoner av plantevernmidler i vann. +Representative på jordtekstur.	-Scenarier for drenering er for tørre for 45% av landbruksarealet. Kan gi for lave estimerte konsentrasjoner av plantevernmidler i vann. +Representative på jordtekstur.
+Scenarier for overflateavrenning er	+Scenarier for overflateavrenning er	-Scenarier for overflateavrenning er ikke

representative på nedbør og jordtekstur.	representative på nedbør og jordtekstur.	representative på nedbør og jordtekstur for landet som helhet.
-Ingen korrigerende av temperatur. For høy temperatur i noen scenario gir tidvis for lave estimat av konsentrasjon av plantevernmidler i vann.	+Scenarier for drenering trenger ikke korrigerende av temperatur. -Anbefaler heller ikke korrigerende av temperatur for overflatevannscenarier, selv om det tidvis kan føre til litt lavere estimat på plantevernmidler i vann.	+Ikke nødvendig med korrigerende av temperatur.
-Henter konsentrasjoner fra 12-16 måneder av simulerings-perioden. Valg av tidspunkt for sprøyting kan bidra til variabilitet i estimatene.	-Henter konsentrasjoner fra 12-16 måneder av simulerings-perioden. Valg av tidspunkt for sprøyting kan bidra til variabilitet i estimatene.	+Henter konsentrasjoner fra en periode på 20 år. Tidspunkt for sprøyting påvirker estimatene i mindre grad.
-Ikke mulig å lage nye scenario	-Ikke mulig å lage nye scenario	+Mulig å lage nye, skreddersydde scenario, eller gjøre endringer i eksisterende.
Mulighet for å estimere effekt av risikoreduserende tiltak mot vann		
+Ja, effekt av avstandskrav og avdriftsreduserende dyser via SWAN.	+Ja, effekt av avstandskrav og avdriftsreduserende dyser via SWAN.	-Til en viss grad
Arbeid som gjenstår, før metoden kan tas i bruk		
+Brukes i dag	-Oppdatere veiledning for søkere på nettsidene -Eventuelt utrede hvordan overvåkingsdata fra JOVA-feltene på Sør-Vestlandet og i Trøndelag kan støtte risikovurderingen	-Oppdatere veiledning for søkere på nettsidene. -Rustad og Heia, som per dags dato brukes til å beregne transport til grunnvann i modellen MACRO, må kunne brukes til å beregne transport til overflatevann via kunstig drenering. Dette er usikkert. Eventuelt må man utvikle nye scenarier for drenering. -Bør utvikle nytt scenario for overflateavrenning med mer nedbør. Dette scenarioet bør ha grovere jordtekstur enn Bjørnebekk og Syverud. I tillegg bør man kunne simulere flere kulturer enn vårkorn i disse scenariene. -Må være mulig å beregne effekt av risikoreduserende

		tiltak på tilsvarende måte som FOCUS.
Behov for eksterne ressurser, eventuelle kostnader og tidsplan		
+Ingen ekstra ressurser, kostnadsfritt. Kan gjennomføres umiddelbart.	+Ingen ekstra ressurser, kostnadsfritt. Én uke til å oppdatere veiledning og holde informasjonsmøter for berørte parter.	-Må lyse ut et eller flere eksterne prosjekter med lengre varighet for å oppdatere modell med risikoreduserende tiltak og nye scenarier
+FOCUS-modellene holdes oppdatert av EU, gratis brukerstøtte tilgjengelig for alle.	+FOCUS-modellene holdes oppdatert av EU, gratis brukerstøtte tilgjengelig for alle.	-WISPE må jevnlig oppdateres for å være i tråd med offisielle EU-modeller. Mattilsynet har ikke kompetanse til å gjøre dette selv, så dette vil måtte koordineres med eksterne. Brukerstøtte må også avtales.
Konsekvenser for Mattilsynet		
+FOCUS-modellene er kjente, ingen ekstra opplæring.	+FOCUS-modellene er kjente, ingen ekstra opplæring.	-Dette vil være en modell og scenarier som er helt unike for Norge, og saksbehandlerne vil måtte utvikle kompetanse på modellen WISPE.
+Ingen endringer i tidsbruk for risikovurderinger.	+Vil spare noe tid i saksbehandlingen på å ha dokumentasjonskrav som er likere kravene til de andre landene i det Nordisk-Baltiske samarbeidet om godkjenning av plantevernmidler.	-Usikkert hvordan dette vil påvirke tidsbruk. Man kan ikke forvente at saksbehandlerne i det Nordisk-Baltiske samarbeidet om godkjenning av plantevernmidler vil utvikle kompetanse på WISPE, og det kan bli vanskeligere å få dem til å gjøre vurderinger på vegne av oss, slik praksisen er i dag. Det kan muligens føre til lengre saksbehandlingstid hos Mattilsynet.
Konsekvenser for importør eller plantevernmiddelprodusent		
+Ingen endringer i tidsbruk for risikovurderinger.	+Kan spare noe tid på at Norge har krav til dokumentasjon som er noe likere kravene til de andre landene i det Nordisk-Baltiske samarbeidet om godkjenning av plantevernmidler.	-Vil måtte levere særnorske simuleringer med WISPE.

+FOCUS-modellene er kjente.	+FOCUS-modellene er kjente.	-Vil måtte utvikle kompetanse på modellen WISPE.
-----------------------------	-----------------------------	--

6.2 Videre arbeid

Mattilsynet har følgende forslag til oppfølging av denne rapporten:

1. Den beste måten å sjekke relevansen av scenarier for Norge på, er å sammenlikne estimatene fra modellering med resultater fra kontrollerte feltforsøk på avrenning og drenering. Slike forsøk må foreligge for flere forskjellige plantevernmidler med forskjellig nedbrytning og adsorpsjon i jord. Hvis ønskelig kunne man lett i litteraturen etter slike feltforsøk, eller eventuelt satt opp feltforsøk selv, på linje med for eksempel det danske VAP-programmet.
2. Anbefaler at man etablerer rutiner for bruk av data fra programmer som overvåker plantevernmidler, både for å dekke opp for landbruksområder som ikke representeres av modellering, og for sammenlikning med estimerte konsentrasjoner av plantevernmidler i vann. Bør funn fra overvåking få konsekvenser for bruk av plantevernmidler? I så fall hvilke konsekvenser, på en skala fra for eksempel informasjonskampanjer til omgjøring av godkjenning?
3. Anbefaler at man utreder bruken av en kombinasjon av FOCUS-scenarier og norske scenarier på sikt. For eksempel scenariene D1, D3 og D4, og R1, R2, Bjørnebekk og Syverud. Det vil være enklere for Mattilsynet å bruke modellen WISPE dersom de andre Nordisk-baltiske landene også tar den i bruk i fremtiden. Hvis man kun skal bruke norske scenarier, må man også undersøke om Heia og Rustad kan gjøres om til dreneringsscenarier. Eventuelt må man utvikle nye dreneringsscenarier.
4. Økt grad av ekstremnedbør på sikt kan ha betydning for relevansen av scenariene. Vil dette tas tilstrekkelig høyde for når klimadata i både FOCUS og WISPE etter hvert oppdateres med data fra ny klimanormal 1990-2020. Økt intensitet på nedbør i sammenheng med grad av helling kunne kanskje også vært relevant å se mer på i fremtiden.

Ordlister

Scenarier; D1, D2, D3, D4, D5, D6 R1, R2, R3, R4 Rustad, Heia, Bjørnebekk, Syverud	Kombinasjoner av jordtyper, topografi og klima som representerer større landbruksområder i EU eller Norge, brukes av en modell til å estimere konsentrasjon av plantevernmidler i overflatevann.
DT50	Beskriver nedbrytningshastighet. Antall dager det tar før konsentrasjonen av en forbindelse i jorda er halvert. Se også «Nedbrytningstid».

FOCUS	FORum for Co-ordination of pesticide fate models and their Use.
JOVA	JOVA-programmet (Program for jord- og vannovervåking i landbruket) er et nasjonalt overvåkingsprogram.
Koc	Sorpsjonskoeffisient, brukes til å beskrive i hvilken grad en forbindelse adsorberes til partikler i jord. Høy Koc (>1000 l/kg) indikerer høy adsorpsjon. Se også «Sorpsjon».
MACRO	Modell for transport av vann og løste stoffer i jord.
Nedbrytingstid i jord	Hvor lang tid det tar før et stoff brytes ned og forsvinner fra jorda. Se også «DT50».
PECsw	Predicted environmental concentration in surface water. Estimert konsentrasjon av et plantevernmiddel i overflatevann.
RAC	«Regulatory acceptable concentrations» av et plantevernmiddel, for eksempel i overflatevann eller sediment. Konsentrasjon hvor man ikke forventer forvaltningsmessig uakseptable konsekvenser for definerte organismer.
Sorpsjon/adsorpsjon i jord	Binding av et stoff på overflaten av fast stoff (her jordpartikler) som stoffet er i berøring med. Se også «Koc».
SWAN	Surface Water Assessment eNabler. Brukes i forbindelse med SWASH for å beregne effekt av avstandskrav til vann, avdriftsreducerende dyser og vegeterte buffersoner.
SWASH	Surface WATER Scenarios Help. Programvareskall som binder sammen modellene MACRO, PRZM og TOXSWA og en kalkulator for vindavdrift.
Risikoreducerende tiltak	For eksempel vegeterte buffersoner, som er vegetasjonsbelter med tett markdekke som ligger mellom åker og overflatevann, med formål å bremse og infiltrere avrenning. Evt. avdriftsreducerende dyser eller avstandskrav til vann ved sprøyting for å unngå forurensing via vindavdrift.
WISPE	The World Integrated System for Pesticide Exposure. Programvareskall som binder sammen modellene PRZM, RICEWQ, EXAMS og ADAM.

Referanser

Adriaanse, P.I., Ter Horst, M.M.S., Beltman, W.H.J., Van den Berg, F. (2003) FOCUS surface water scenarios: influence of scenario assumptions on predicted peak exposures. In: Del Re, A.A.M., E. Capri, L. Padovani, M. Trevisan (Eds), Pesticide in air, plant, soil & water

system. Proceedings of the XII Symposium Pesticide Chemistry, June 4-6, 2003, Piacenza, Italy, pp.487-497.

Adriaanse, P.I., R.C. Van Leerdam and J.J.T.I. Boesten (2017) The effect of the runoff size on the pesticide concentration in runoff water and in FOCUS streams simulated by PRZM and TOXSWA. *Science of the Total Environment* 584-585: 268-281.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.12.001>

Boesten, J.J.T.I. (2017) Conceptual considerations on exposure assessment goals for aquatic pesticide risks at EU level. *Pest Manag Sci* <https://doi.org/10.1002/ps.4701>

Bolli, R.I., Haraldsen, T., Haugen, L.E., Holten, R., Eklo, O.M. (2011) National Scenarios – Norway. Introduction of national scenarios for approval of new pesticides in Norway. *Bioforsk Report Vol. 6 Nr. 34 2011*. <http://hdl.handle.net/11250/2460405>

Bolli, R., Eklo, O.M., Holten, R. & Mulder, P.J (2013) National scenarios - Norway. development of WISPE for surface- and groundwater modelling of pesticides in major crops. *Bioforsk Rapport 8(172)*. 63 s. Bioforsk, Ås. <http://hdl.handle.net/11250/2445610>

Boye K, Jarvis N, Moeys J, Gönczi M and Kreuger J (2012) Pesticide Run-off to Swedish Surface Waters and Appropriate Mitigation Strategies – a review of the knowledge focusing on vegetated buffer strips. Technical Report 2012:4, Swedish University of Agricultural Sciences (SLU), Centre for Chemical Pesticides (CKB).

https://pub.epsilon.slu.se/12316/7/boye_k_etal_150701.pdf

CEC (1985). *Soil Map of the European Communities*, 1:1,000,000. CEC Luxembourg, 124pp., 7 maps.

EFSA (European Food Safety Authority), Adriaanse P, Boivin A, Klein M, Jarvis N, Stemmer M, Fait G and Egsmose M (2020) Scientific report of EFSA on the ‘repair action’ of the FOCUS surface water scenarios. *EFSA Journal* 2020;18(6):6119, 301 pp.

<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6119>

EFSA Panel on Plant Protection Products and their Residues (2010) Scientific Opinion on the development of specific protection goal options for environmental risk assessment of pesticides, in particular in relation to the revision of the Guidance Documents on Aquatic and Terrestrial Ecotoxicology (SANCO/3268/2001 and SANCO/10329/2002). *EFSA Journal* 2010;8(10):1821. [55 pp.] <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1821>

EFSA Panel on Plant Protection Products and their Residues (2013) Guidance on tiered risk assessment for plant protection products for aquatic organisms in edge-of-field surface waters. *EFSA Journal* 2013;11(7):3290. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2013.3290>

EFSA Scientific Committee (2016) Guidance to develop specific protection goals options for environmental risk assessment at EFSA, in relation to biodiversity and ecosystem services. *EFSA Journal* 2016; 14(6):4499, 50 pp. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4499>

Europaparlaments- og rådsforordning (EF) nr. 1107/2009 av 21. oktober 2009 om omsetning av plantevernmidler og om oppheving av rådsdirektiv 79/117/EØF og 91/414/EØF, 2019/EØS/35/01. Hentet fra: <https://lovdata.no/static/NLX3/32009r1107.pdf>

FOCUS (2001) FOCUS Surface Water Scenarios in the EU Evaluation Process under 91/414/EEC. Report of the FOCUS Working Group on Surface Water Scenarios, EC Document Reference SANCO/4802/2001-rev.2.

https://esdac.jrc.ec.europa.eu/public_path/projects_data/focus/sw/docs/Generic%20FOCUS_SWS_1.2.pdf

GEUS, Kjær J, Olsen P, Sjelborg P, Fomsgaard I, Mogensen M, Plauborg F, Jørgensen JO og Lindhardt B (2001) The Danish Pesticide Leaching Assessment Programme. Monitoring results May 1999 - July 2000. <http://pesticidvarsling.dk/>

Hanssen-Bauer, I., Førland, E.J., Haddeland, I., Hisdal, H., Lawrence, D., Mayer, S., Nesje, A., Nilsen, J.E.Ø., Sandven, S., Sandø, A.B., Sorteberg, A., & Ådlandsvik, B. (2017). Climate in Norway 2100 – a knowledge base for climate adaptation. NCCS Report no. 1/2017.

<https://klimaservicesenter.no/kss/rapporter/kin2100>

Jarvis, N., Hanze, K., Larsbo, M., Stenemo, F., Persson, L., Roulier, S., Alavi, G., Gärdenäs, A. & Rönngren, J. 2003. Scenario development and parameterization for pesticide exposure assessments for Swedish groundwater. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Soil Sciences, Division of Environmental Physics.

Kemikalieinspektionen (KEMI) (2010) Reason for modelling the Swedish groundwater scenarios with the MACRO model for registration of plant products in Sweden.

Landbruksdirektoratet (2023) Miljøstatistikk: Drenering. Hentet den 23.03.2023 fra:

<https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/statistikk-og-utviklingstrekk/miljostatistikk/drenering>

Lågbu, R., Nyborg, Å.A. & Svendgård-Stokke, S. (2018) Jordsmonnstatistikk Norge. NIBIO Rapport 4(13). 75 s. NIBIO, Ås. <http://hdl.handle.net/11250/2484038>.

NIBIO (2022) Høringssvar fra NIBIO til høringsdokument: Godkjenning av plantevernmidler i Norge – alternativer for miljøvurderingen.

https://www.mattilsynet.no/planter_og_dyrking/plantevernmidler/bruk_av_plantevernmidler_vann/miljorisikovurderingen_av_plantevernmidler_skal_revideres.40583

Northern Zone (2021) Guidance document on work-sharing in the Northern zone in the authorisation of plant protection products. Version 10, June 2021.

https://www.mattilsynet.no/planter_og_dyrking/plantevernmidler/godkjenning_av_plantevernmidler/veiledere_guidance_documents_plantevernmidler.36791

Puschmann O., Reid S.J., Fjellstad W.J., Hofsten J., Dramstad W.E. (2004)

Tilstandsbeskrivelse av norske jordbruksregioner ved bruk av statistikk. Norsk institutt for jord- og skogkartlegging. <http://hdl.handle.net/11250/2558439>

Riise, G., Lundekvam, H., Wu, Q. et al. (2004) Loss of Pesticides from Agricultural Fields in SE Norway – Runoff Through Surface and Drainage Water. *Environmental Geochemistry and Health* 26, 269–276. <https://doi.org/10.1023/B:EGAH.0000039590.84335.d6>

Statistisk sentralbyrå (2019) Bruk av plantevernmidler i jordbruket i 2017. Rapporten 2019/23. <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/artikler-og-publikasjoner/bruk-av-plantevernmidler-i-jordbruket-i-2017>

Statistisk sentralbyrå (2021) Hagebruksavlingar, 10507: Avling og areal, etter hagebruksvekst, statistikkvariabel og år. <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/jordbruk/statistikk/hagebruksavlingar>

Statistisk sentralbyrå (2022) Jordbruk, 11506: Jordbruksareal, etter bruken. <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/jordbruk>

Store norske leksikon (2023) Høstkorn. Hentet 22. februar 2023 fra på [snl.no](https://snl.no/h%C3%B8stkorn). <https://snl.no/h%C3%B8stkorn>

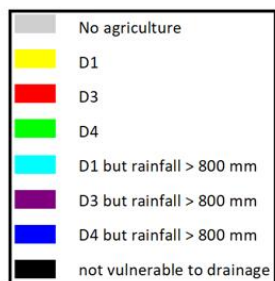
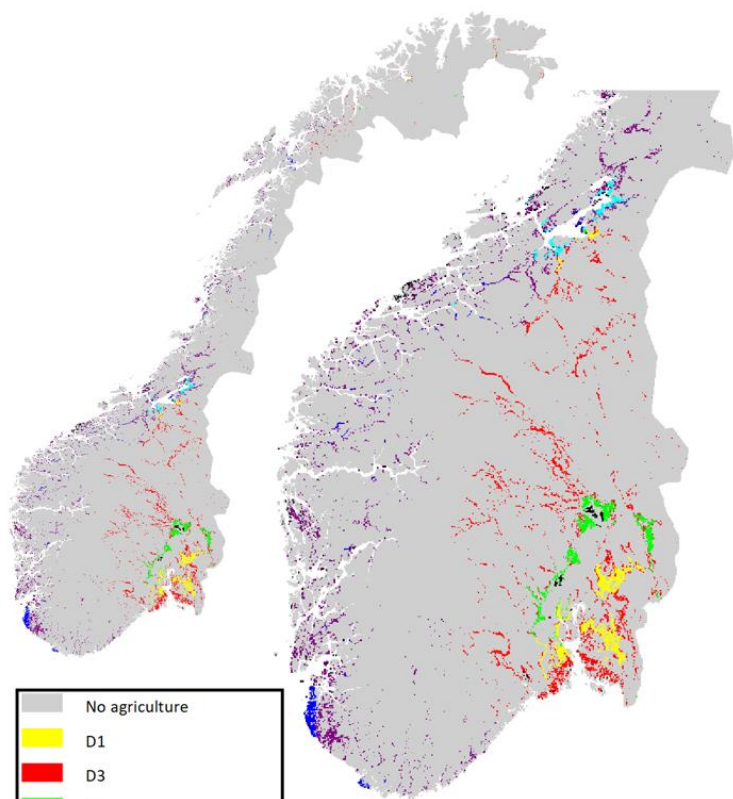
Tveito, O.E. (2021) Norwegian standard climate normals 1991-2020 - the methodological approach. MET report No. 05/2021. <https://klimaservicesenter.no/kss/vrdata/normaler>

Vannforskriften (2006). Forskrift om rammer for vannforvaltningen (FOR-2006-12-15-1446). Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-12-15-1446>

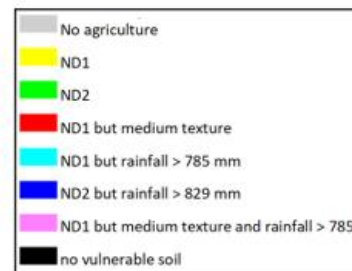
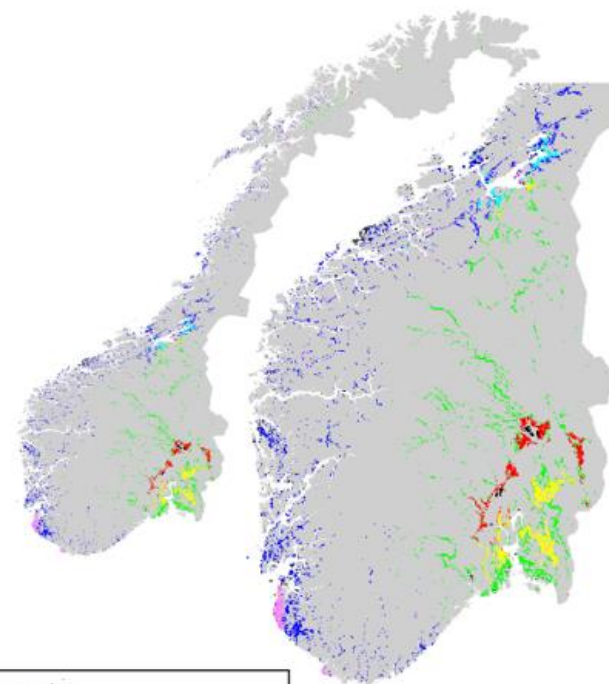
VKM (2015). Degradation and mobility of pesticides in Norwegian soils. Opinion of the Panel on Plant Protection Products of the Norwegian Scientific Committee for Food Safety. VKM Report 2015:34. <http://hdl.handle.net/11250/2472659>

VKM, Ole Martin Eklo, Nana Yaa Boahene, Tor Fredrik Holth, Michael Klein, Hubert Dirven, Dagrund Engeset, Jan Ludvig Lyche, Anders Ruus, Asbjørn Magne Nilsen (2021) Establishing the representativeness of available surface water scenarios for plant protection products in environmental risk assessment in Norway. Opinion of the Panel on Plant Protection Products of the Norwegian Scientific Committee for Food and Environment. VKM report 2021:11, 978-82-8259-365-6, ISSN: 2535-4019. Norwegian Scientific Committee for Food and Environment (VKM), Oslo, Norway. <https://vkm.no/risikovurderinger/alle-vurderinger/avrenning-og-drenering-til-overflatevann-relevante-savscenarier.4.57dd16931744da4a9332fd6.html>

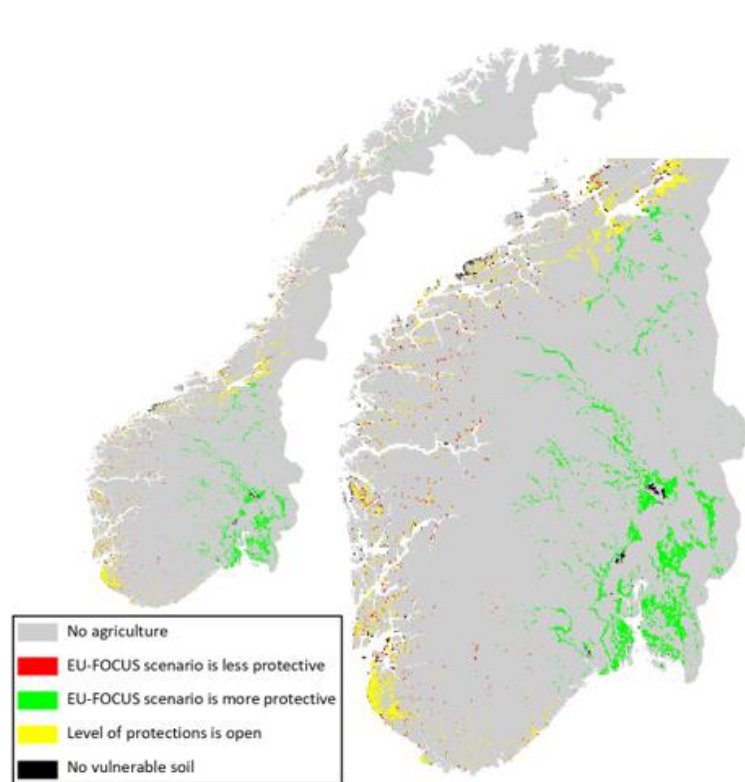
Vedlegg 1. Figurer dreneringsscenario



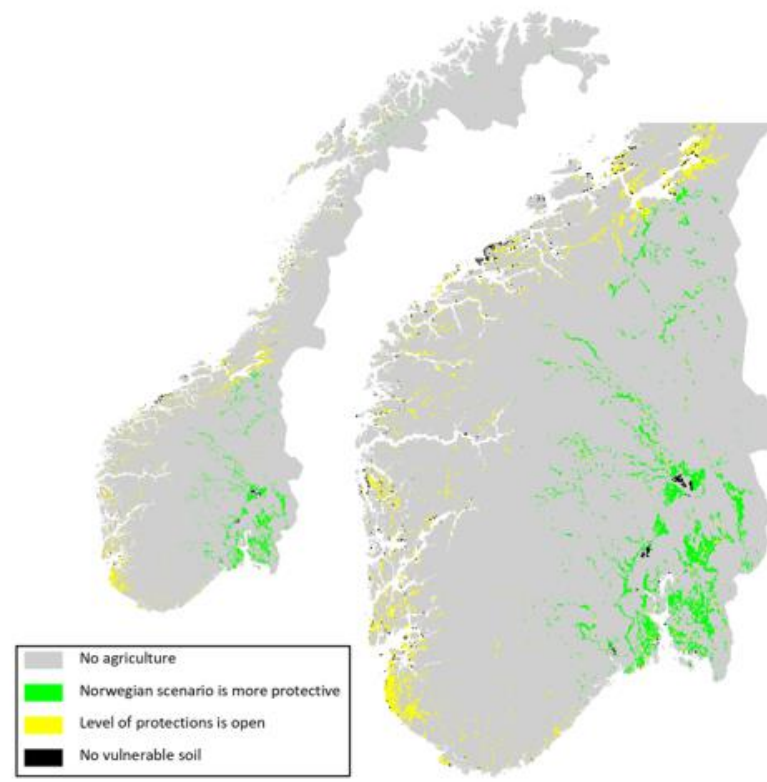
Figur 21. Kartet viser fordeling av FOCUS dreneringsscenarier etter jordtekstur i plogsjiktet og gjennomsnittlig årsnedbør i landbruksområder i Norge. Kilde: VKM et al. 2021.



Figur 22. Kartet viser fordeling av norske dreneringsscenarier etter jordtekstur i plogsjiktet og gjennomsnittlig årsnedbør i landbruksområder i Norge. I tillegg til ND1 og ND2 er et hypotetisk scenario (Rustad med medium tekstur) inkludert på kartet. Kilde: VKM et al. 2021.



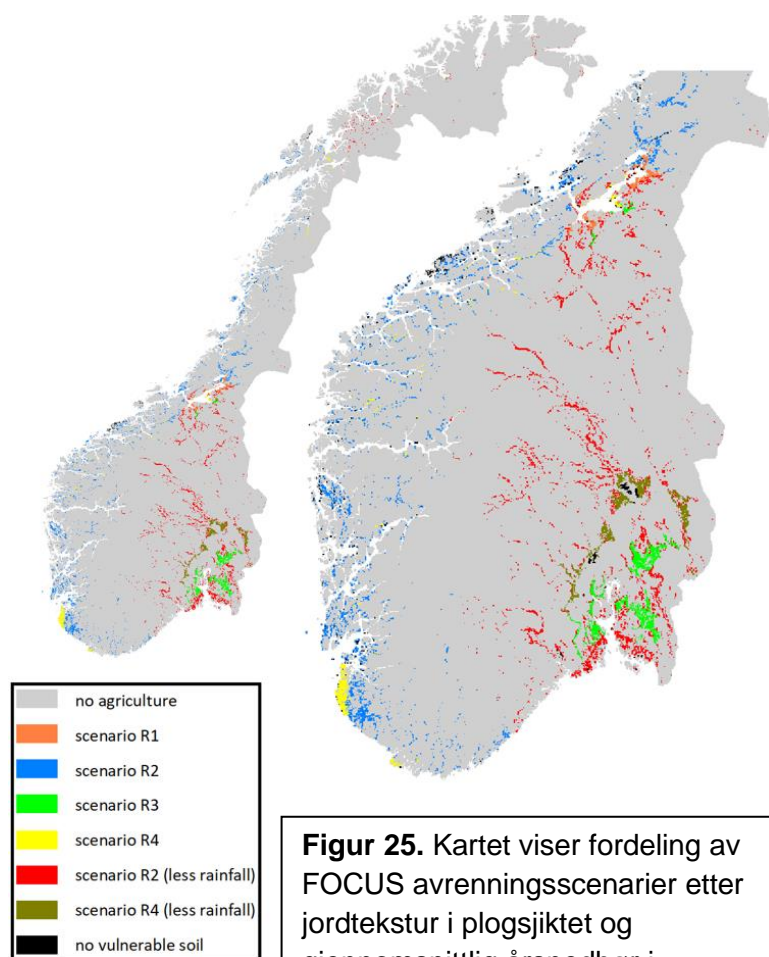
Figur 23. Kartet viser en oversikt over hvilke områder VKM et al. (2021) mener er godt nok beskyttet av FOCUS D-scenariene. Kilde: VKM et al. 2021.



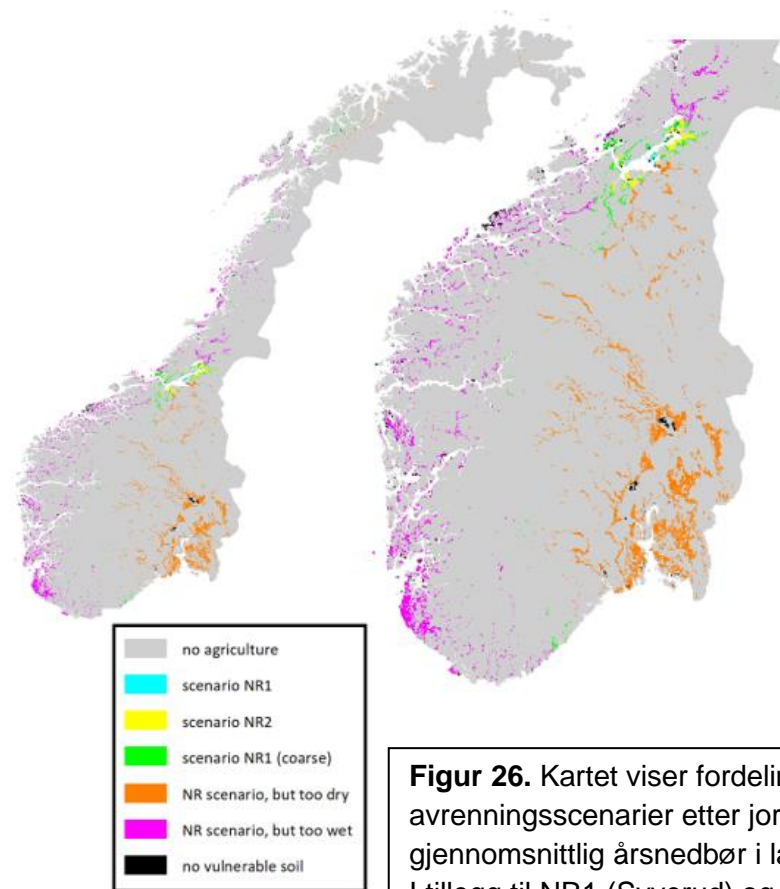
Figur 24. Kartet viser en oversikt over hvilke områder VKM et al. mener er godt nok beskyttet av de norske dreneringsscenariene. Kilde: VKM et al. 2021

Notat til figur 23 og 24: Beskyttelsesnivået i områdene med mer nedbør enn scenariene er stort sett definert som usikkert (gult, «protection level open») eller lavt (rødt, «less protective»). I de gule områdene er det mer organisk materiale og helling enn i scenariene, samtidig som nedbøren er høyere enn scenariene. Deler av disse områdene, kanskje med unntak av lavlandsbygdene i Trøndelag, vil ikke trenge dreneringssystem, og det er viktigere med et representativt avrenningsscenario.

Vedlegg 2. Figurer overflateavrenningsscenario

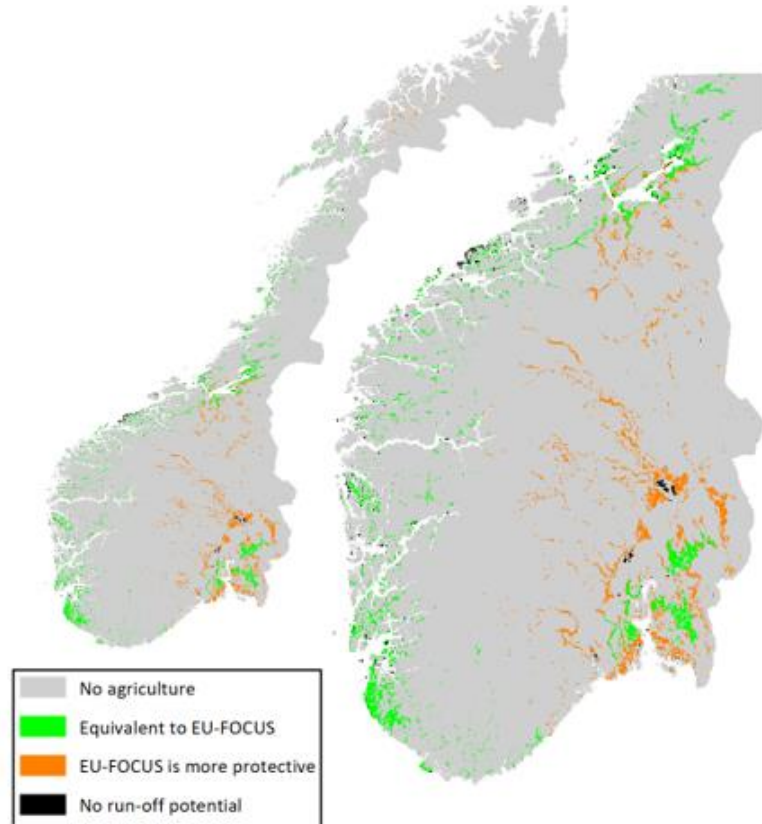


Figur 25. Kartet viser fordeling av FOCUS avrenningsscenarier etter jordtekstur i plogsjiktet og gjennomsnittlig årsnedbør i landbruksområder i Norge. Kilde: VKM et al. 2021.

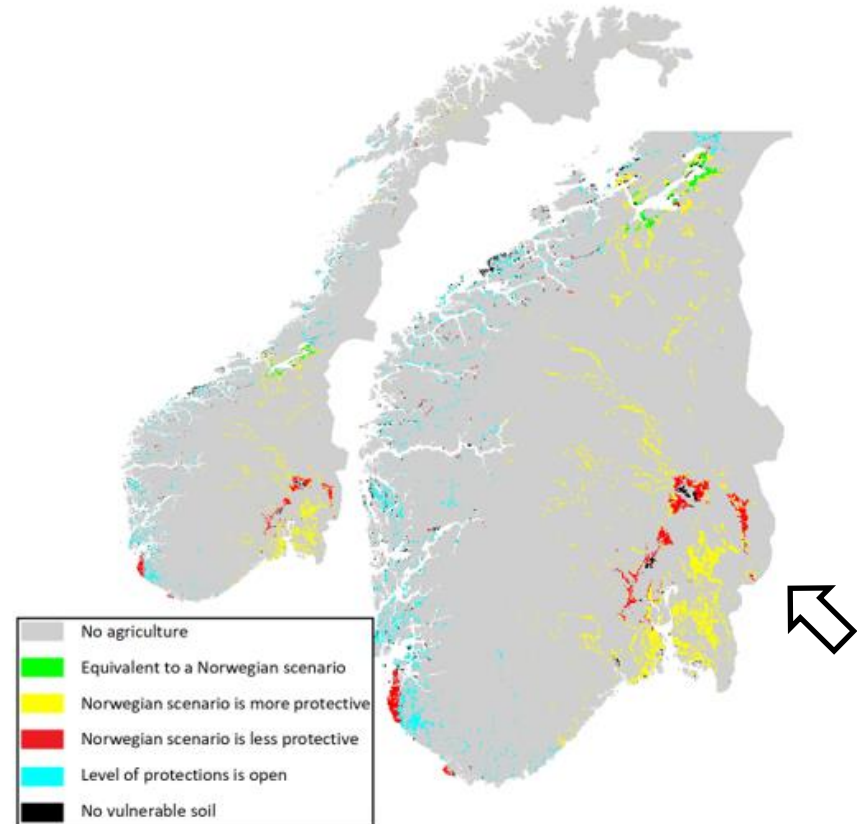


Figur 26. Kartet viser fordeling av norske avrenningsscenarier etter jordtekstur i plogsjiktet og gjennomsnittlig årsnedbør i landbruksområder i Norge. I tillegg til NR1 (Syverud) og NR2 (Bjørnebekk) er et hypotetisk scenario (Syverud med grov tekstur) inkludert på kartet som NR1 (coarse). NR scenario betyr at jordteksturen er representert av enten NR1, NR2 eller NR1 (coarse), men nedbøren stemmer ikke. Kilde: VKM et al. 2021.

Figur 27. Kartet viser en oversikt over hvilke områder VKM et al. (2021) mener er godt nok beskyttet av FOCUS R-scenariene Med temperaturkorrigering. Kilde: VKM et al. 2021.

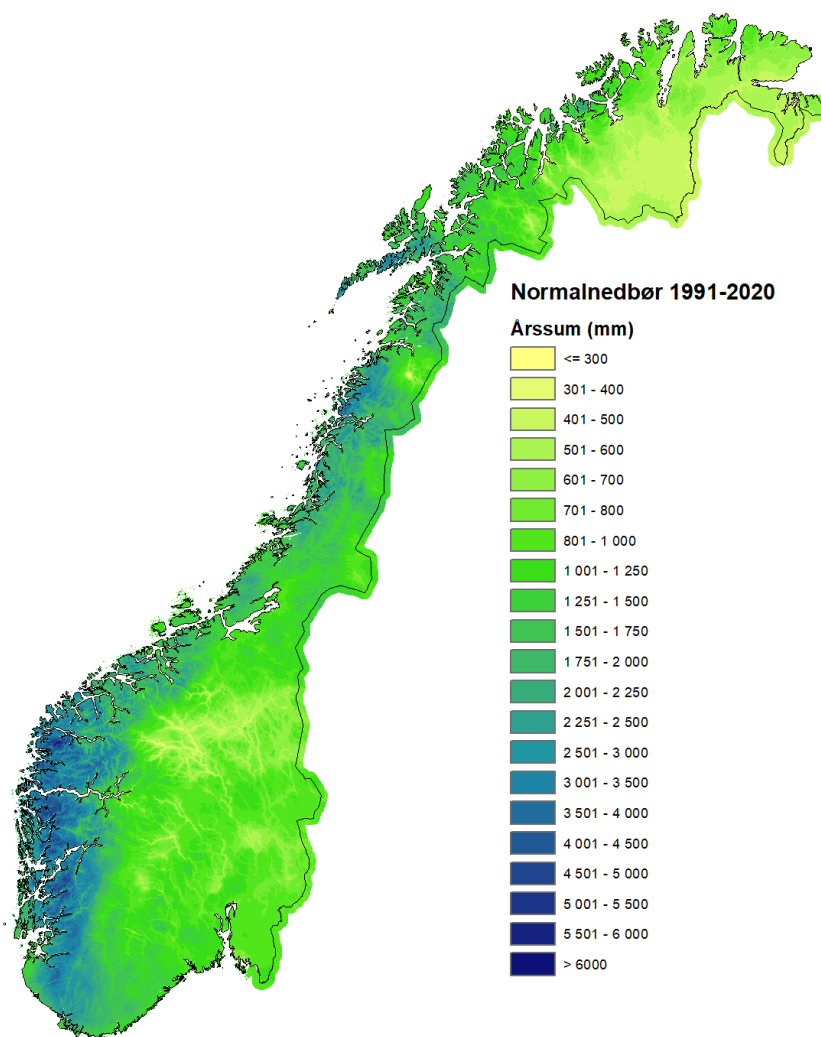


Figur 28. Kartet viser en oversikt over hvilke områder VKM et al. mener er godt nok beskyttet av de norske avrenningsscenariene. Kilde: VKM et al. 2021.

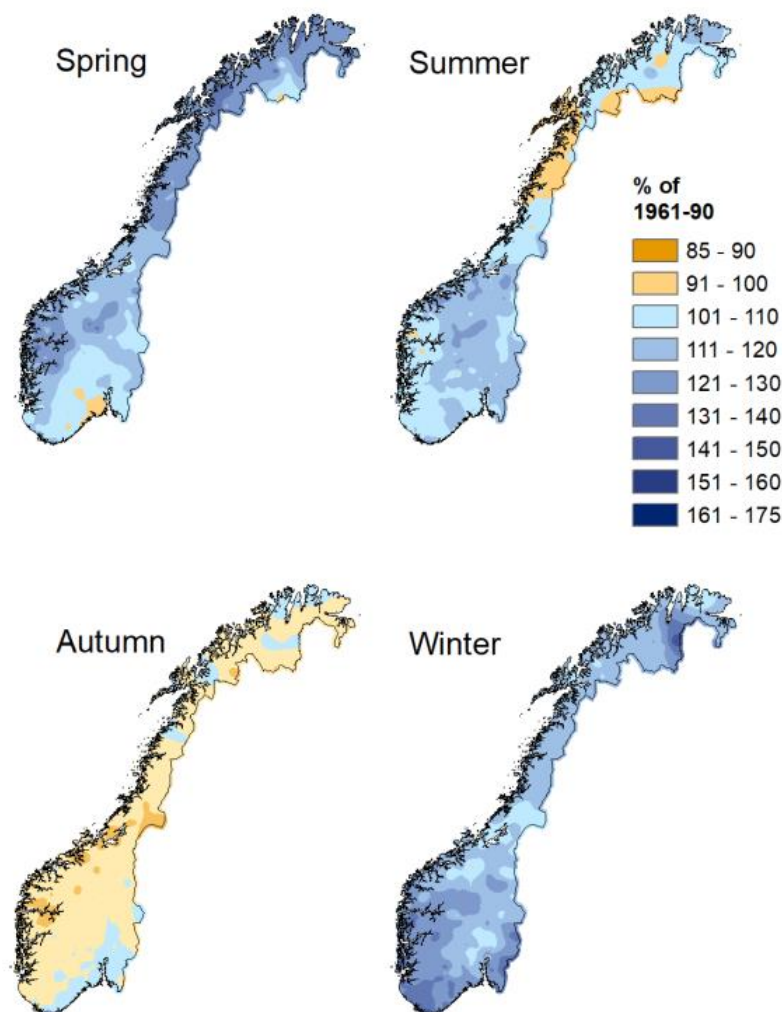


Notat til figur 27 og 28: I områdene med mindre nedbør enn scenariene er beskyttelsesnivået definert som høyt («more protective»). I områdene hvor beskyttelsesnivået er lavt («less protective») er det på grunn av at scenariene har mindre nedbør enn disse områdene, men jordteksturen er sammenliknbar (figur 16). De røde områdene i figur 16 som ligger i Viken og på Innlandet er antakelig en feil i figuren, siden disse områdene neppe får mer enn 800 mm årsnedbør (se vedlegg 3), som er nivået i de norske scenariene (se tabell 1). Disse områdene skal mest sannsynlig være markert i grønn («equivalent») eller gul («more protective»). I områdene hvor beskyttelsesnivået er definert som usikkert («protection is open») har jorda grovere tekstur enn i scenariene, men samtidig har scenariene mindre nedbør enn disse områdene. Figur 16 går ut ifra at man har et hypotetisk norsk avrenningsscenario med grov jordtekstur (se figur 12).

Vedlegg 3. Nedbørskart

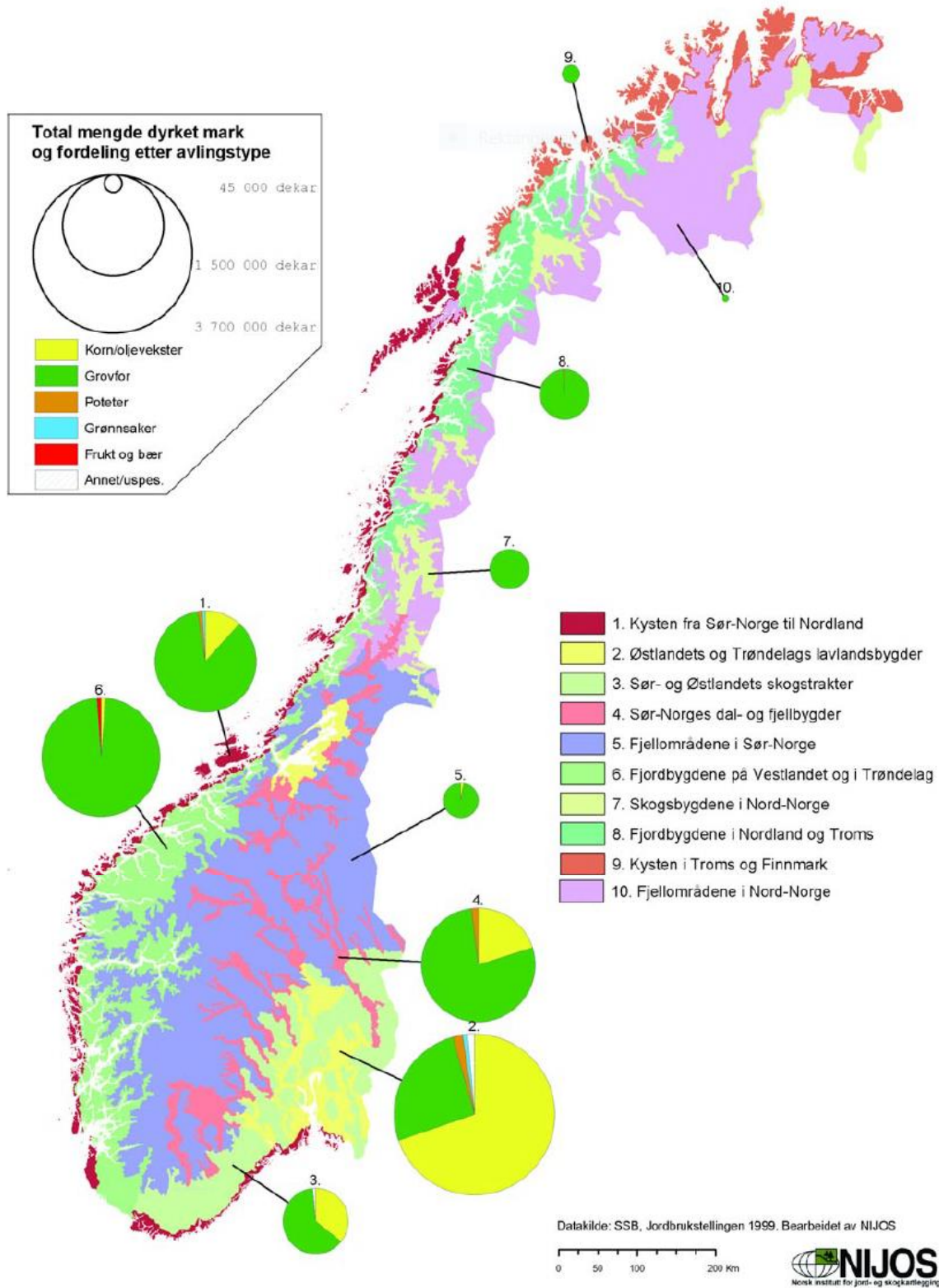


Figur 29. Midlere nedbørsum (mm) for hele året fra perioden 1991-2020. Kilde: Tveito 2021.



Figur 30. Endring i midlere nedbørsum for hele året i prosent, fra normalperioden 1961-1990 til 1991-2020. Kilde: Tveito 2021

Vedlegg 4. Figurer landbruksareal og avlingstype



Figur 31. Avlingstyper og mengde dyrket mark i jordbruksregionene (Puschmann et al. 2004).

Vedlegg 5. Input for simulering av temperaturpåvirkning

Tabell 10 og 11 viser input-verdiene for ni fiktive plantevernmidler brukt til simulering av PEC_{sw} med og uten temperaturkorrigering av FOCUS-scenariene i henhold til norsk klima (se tabell 4).

Tabell 10. Egenskapene til de fiktive plantevernmidlene brukt i simuleringen, i tillegg til dosering av stoffene per hektar.

	Stoffer								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Molvekt (g/mol)	300								
Damptrykk (Pa, 20°C)	1,0 x 10 ⁻⁷								
Vannløselighet (mg/L, 20°C)	1,0								
Log Kow	0,2	2,1	4,1	0,2	2,1	4,1	0,2	2,1	4,1
Koc (cm ³ /g)	10	100	1000	10	100	1000	10	100	1000
Freundlich 1/n	1								
Halveringstid jord (dager)	3	3	3	30	30	30	300	300	300
Halveringstid vann (dager)	1	1	1	10	10	10	100	100	100
Halveringstid sediment (dager)	3	3	3	30	30	30	300	300	300
Dose (kg/ha)	0,1								

Tabell 11. Datoer for sprøyting brukt i simuleringen. Dagnummer i parentes. Høstkorn er angitt som kultur for alle scenarier, med inntak av R2, hvor man har simulert bruk på mais.

Scenario	Høst (før spiring)	Vår (etter spiring)	Sommer (etter spiring)
D1	23. september (266)	6. mai (126)	23. juni (174)
D2	23. oktober (296)	4. april (94)	30. juni (181)
D3	19. november (323)	16. april (106)	24. juli (205)
D4	20. september (263)	18. mars (77)	21. juni (172)
D5	19. oktober (292)	14. mars (73)	31. mai (151)
D6	28. november (332)	16. februar (47)	30. mars (89)
R1	10. november (314)	1. april (91)	10. juni (161)
R2 ^a	28. april (118)	30. mai (150)	15. august (227)
R3	28. november (332)	16. mars (75)	10. mai (130)
R4	4. november (308)	3. mars (62)	27. april (117)