

Spredningsveier for fremmede arter i Norge

Ditte K. Hendrichsen, Jens Åström, Elisabet Forsgren & Olav Skarpaas



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er en elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

NINA Temahefte

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Spredningsveier for fremmede arter i Norge

Ditte Katrine Hendrichsen

Jens Åström

Elisabet Forsgren

Olav Skarpaas

Hendrichsen, D.K., Åström, J., Forsgren, E. & Skarpaas, O. 2014.
Spredningsveier for fremmede arter i Norge - NINA Rapport 1091,
113 s.

Trondheim, november 2014

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2710-0

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Ditte Katrine Hendrichsen

KVALITETSSIKRET AV

Odd Terje Sandlund

ANSVARLIG SIGNATUR

Kjetil Hindar (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Miljødirektoratet

OPPDRAKSGIVERS REFERANSE

M-581|2016

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Tomas Holmern

FORSIDEBILDE

Kjempespringfrø (*Impatiens glandulifera*) på skrotemark. Foto av Dagmar Hagen, NINA

NØKKEWORD

Fremmede arter

Spredningsveier

Biologisk invasjon

KEY WORDS

Alien species

Distribution pathways

Biological invasion

Sammendrag

Hendrichsen, D.K., Åström, J., Forsgren, E. & Skarpaas, O. 2014. Spredningsveier for fremmede arter i Norge. - NINA Rapport 1091, 113 s.

Fremmede arter er et fokusområde for naturforvaltning på internasjonalt nivå. Når først fremmede arter har etablert seg i et nytt område er det ofte særdeles vanskelig å fjerne dem igjen, og omkostningene ved en eventuell utrydding er ofte vesentlig høyere enn forebyggings tiltak. Kunnskap om innvandringsveier og –vektorer er dermed sentralt for effektiv forebygging av innvandring, spredning og etablering av fremmede arter. I denne rapporten analyserer vi spredningsveiene til 1170 fremmede arter som reproducerer i fastlands-Norge og 1071 fremmede arter som ikke reproducerer her, samt 79 arter på Svalbard. Datamaterialet er basert på Artsdatabankens fremmedartsdatabase. Datamaterialet opererer med fem spredningsveier: Utsatt, forvillet / rømt, blindpassasjer, sekundær spredning fra naboland og ukjent vektor, men av antropogen opprinnelse. For en del arter finnes ytterligere informasjon om spesifikke vektorer, f.eks. via drivhus, ballastvann o.l. Prosjektet er utført på oppdrag fra Miljødirektoratet.

Det er en omfattende litteratur om fremmede arter, men først i de senere årene har man begynt å se spesifikt på ulike spredningsveier. En gjennomgang av den tilgjengelige litteraturen viser at risikoen for at nye fremmede arter etablerer seg generelt øker med antallet individer og / eller arter som introduseres. De vanligste gruppene av fremmede arter som rapporteres i litteraturen er karplanter, virvelløse dyr og marine organismer.

En komplett overvåking eller registrering av fremmede arter er ikke realistisk. Analysene i denne rapporten basere seg på klassifiseringer, risikovurderinger og beskrivelser av egenskaper som er tilgjengelig i fremmedartsdatabasen. Resultatene er dermed direkte avhengige av de data som finnes i risikovurderingen, og de valgene som ligger til grunn for denne, og de representerer virkelige forhold bare i den grad risikovurderingen beskriver virkelige forhold.

I analysene av data fra fremmedartsdatabasen fant vi et mønster som likner på mønsteret i andre analyser. Flest fremmede arter har etablert seg i Norge som følge av forvilling, etterfulgt av arter som har kommet til landet som blindpassasjer. Dette står i motsetning til ikke-reproduserende fremmede arter, hvor blindpassasjer er langt den viktigste spredningsveien. Begge grupper domineres av karplanter. De tidligst ankomne fremmede artene er kommet som blindpassasjer i 1765. Dette er også den spredningsveien, der antallet av arter tidligst (i 1908) når 50 % av det nåværende nivå. Generelt er den relative utviklingen over tid, dvs. tidspunktet for når antallet av arter fra en spredningsvei når en viss prosentdel av det nåværende nivå, ganske lik mellom spredningsveier. Kun arter som er kommet med sekundær spredning fra naboland skiller seg ut med sen ankomst (1875) og sen 50 prosentil (1975). For ikke-reproduserende fremmede arter er den relative utviklingen lik for spredningsveiene blindpassasjer, forvillet og arter med ukjent vektor, mens arter som er satt ut er litt forsinket i forhold til disse.

Hovedparten av arter i fremmedartsdatabasen er knyttet til det terrestriske miljø. Forvillede arter dominerer denne gruppen, etterfulgt av blindpassasjerer. Terrestriske arter domineres av karplanter og insekter, og utviklingen over tid svarer derfor til utviklingen for disse gruppene. For arter knyttet til det marine miljø er spredningsveiene forvilling og blindpassasjer omtrent like viktige. Arter som er satt ut, og i de senere årene også forvillede arter, er de dominerende blant fremmede arter i det limniske miljø.

Det er en klar positiv korrelasjon mellom graden av hjelp fra mennesker og andelen av arter som klarer å etablere seg og reprodusere i Norge. Av de artene som har blitt utsatt i Norge har 74 % etablert seg, mot 61 % av arter som er forvillet og 39 % av arter som er kommet som blindpassasjerer.

Det er forskjell mellom spredningsveiene med hensyn til hvor stor en andel av artene som er svartelistet. For arter som er satt ut og arter som har kommet fra naboland er det flere svartelistede arter enn man kunne forvente hvis fordelingen var tilfeldig. For blindpassasjerer og arter som har kommet med ukjent, men antropogen vektor er det færre enn forventet ved tilfeldig fordeling. For forvillede og rømte arter er det ikke noe signifikant mønster. Blant artene som er på den norske svartelisten er forvilling / rømming i særklasse den viktigste spredningsveien fra

ca. 1850 og frem. I 2012 utgjør denne spredningsveien nesten halvparten (46 %) av alle fremmede arter på svartelisten, hvilket er i samsvar med at forvilling er langt den vanligste av spredningsveiene. Blindpassasjer, som er den nest viktigste spredningsveien omfatter til sammenligning bare 20 % av de svartelistede artene. Forvilling er også den viktigste spredningsveien for arter som ikke er på svartelisten men er vurdert til å ha potensielt høy risiko, mens betydningen av spredningsveiene for artene med lav eller ingen risiko er mere jevnt fordelt.

I 'forskrift om planter og tiltak mot planteskadegjørere' er spesifisert en rekke planter og planteskadegjørere som det er forbudt å introdusere til Norge. Av disse er ca. 129 taxa omfattet av fremmedartsdatabasen. Karplantene utgjør langt den største gruppen av arter; ca. 107 arter. Blant disse er forvilling den viktigste spredningsvei, etterfulgt av arter som er satt ut. Insekter har kommet som blindpassasjerer, mens rundormer og sopper primært har kommet med en ukjent, men antropogen vektor. Tretten av artene er på norsk svarteliste.

Det er en klar positiv korrelasjon mellom velstandsutviklingen, beskrevet ved bruttonasjonalprodukt, befolkningsstørrelse og vareimport, og antallet av nye arter som kommer til Norge hvert år.

For de store artsgruppene, dvs. karplanter og til dels for ikke-marine virvelløse dyr, er det tilstrekkelig med data til å utføre en mer detaljert analyse av hvilke egenskaper som karakteriserer arter som kommer med de enkelte spredningsveiene. For ikke-marine virvelløse dyr fant vi at mens det var lik fordeling av blindpassasjerer og ikke-blindpassasjerer blant de artene som opprinnelig er hjemmehørende i Europa, var det kun få av blindpassasjerene som var hjemmehørende utenfor Europa. Av de europeiske artene var mange tilknyttet hagebruk. For karplanter var generasjonstid en avgjørende egenskap: Planter som er satt ut var dominert av arter med lang (>35 år) generasjonstid, mens forvilledede planter var karakterisert av arter med en generasjonstid på > 2,5 år og blindpassasjerer av arter med en generasjonstid på < 2,5 år.

Det er grunn til å holde øye med blindpassasjerer som i dag ikke klarer å etablere seg. Disse kan være viktige vektorer for patogener og sykdommer, og et varmere klima i fremtiden kan forbedre deres muligheter for å etablere seg.

En analyse av sammenhengen mellom fremmede arter og naturtyper viser at konstruert fastmark er det desidert vanligste habitatet for fremmede arter, med 19-34 % sannsynlighet for at en art etablerer seg, avhengig av den spredningsveien arten har kommet med. Ser man spesifikt på arter som bevisst er satt ut, er disse sterkt knyttet til landbruk: 86 % har åker som hovedhabitat.

Hovedparten av fremmede arter i ferskvann har sin opprinnelse i Nord-Amerika, mens fjæresonen i sjøen domineres av arter fra Asia. Kulturmark og åker, derimot, domineres av arter fra Europa, mens europeiske arter er bortimot fraværende i det marine miljø.

På Svalbard utgjør karplanter den dominerende artsgruppen, men i de siste årene er det også publisert data på virvelløse dyr og fisk. Mesteparten av artene er kategorisert som ikke-reproduserende fremmede arter, og registreringen av denne gruppen har økt betraktelig siden slutten av 1900-tallet. Bare 10 arter er i dag klassifisert som reproduserende fremmede arter, men det er sannsynlig at et varmere klima vil øke mulighetene for etablering. Erfaringer fra Antarktis kan være nyttige for å analysere effekten av og risikoen forbundet med fremmede arter i polare strøk, herunder også Svalbard.

Ditte K. Hendrichsen ditte.hendrichsen@nina.no, Jens Åström jens.astrom@nina.no, Elisabet Forsgren elisabet.forsgren@nina.no, Olav Skarpaas olav.skarpaas@nina.no Norsk institutt for naturforskning, Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

Abstract

Hendrichsen, D.K., Åström, J., Forsgren, E. & Skarpaas, O. 2014. Dispersal pathways for alien species in Norway. - NINA report 1091, 113 s.

Alien species are of considerable interest to management of natural resources at an international level. Once alien species have established in new regions, it is often very difficult to completely remove them, and the costs of removal is generally much higher than preventing their establishment in the first place. Knowledge about dispersal pathways and vectors are therefore central to effective prevention of immigration, spread and establishment of alien species. In this report, we analyse the pathways of 1170 alien species that reproduce in mainland Norway and 1071 alien species that are here but without reproducing populations, as well as 79 species from Svalbard. The data is based on the alien species database from the Norwegian Biodiversity Information Centre. The data includes five dispersal pathways: Released, escaped, contaminant / stowaway, secondary spread from neighbouring countries and unknown vector, but of anthropogenic origin. For some species there is also information available about specific vectors, e.g. through green houses, ballast water etc. The project is commissioned by the Norwegian Environment Agency.

There is an extensive literature on alien species, but the interest in dispersal pathways only goes back a few years. A review of the available literature shows that the risk that new alien species establish generally increases with the number of individuals and / or species introduced. The most common groups of alien species reported in the literature are vascular plants, invertebrates and marine organisms.

An exhaustive monitoring or registration of alien species is not realistic. The analyses in this report are based on the classifications, risk assessments and descriptions of properties available in the alien species database. The results are thus directly dependent on the data contained in the risk assessment, and the choices that underlie this, and they represent real conditions only to the extent that the risk assessment describes real-world conditions.

In the analyses of the data from the alien species database, we found a pattern that corresponds to other analyses. Most alien species have established in Norway as a result of naturalization, followed by species that have come to the country as a stowaway. This is in contrast to the non-reproductive alien species, where stowaway is by far the most important dispersal pathway. Both groups are dominated by vascular plants. The earliest arrivals of alien species have come as a stowaway in 1765. This is also the dispersal pathway, which first reach 50 % of the current number of species (in 1908). The relative development over time, i.e. the time when the number of species from a dispersal pathway reaches a certain percentage of the current level, is generally fairly similar between different dispersal pathways. Only species that have come with secondary dispersal from neighbouring stands out with late arrival (1875) and late 50th percentile (1975). For non-reproducing alien species, there is a similar temporal development between the dispersal pathways stowaway, escaped and species with unknown vector, whereas species that has been released are slightly delayed in relation to these.

The majority of species in the alien species database are terrestrial. Naturalised species dominate this group, followed by stowaways. Terrestrial species dominated by vascular plants and insects, and the temporal trends therefore correspond with the development of these species groups. Marine species have primarily come by escape from captivity or as stowaway; the two dispersal pathways being approximately equally important. Species which have been deliberately released, or in later years also species that have escaped, are predominant among alien species in the limnic environment.

There is a clear positive correlation between the degree of human intervention and the proportion of species that manage to establish and reproduce in Norway. Of the species that have been released in Norway, 74 % has established, compared with 61% of the species that has escaped and 39% of species that have come as stowaways.

The dispersal pathways differ with respect to how large a proportion of species that are included on the Norwegian blacklist. More species than expected by chance have been either released or arrived from neighbouring countries, whereas for stowaways and species that have come with

unknown but anthropogenic vector there are fewer blacklisted species than expected if the distribution was random. Among species that have been naturalised the proportion of blacklisted species reflect the proportion in the group of alien species in general. Naturalisation is the most common dispersal pathway for species on the Norwegian blacklist from 1850 and onwards. In 2012, 46 % of the registered alien blacklisted species had come by this pathway, which corresponds with naturalisation as being the most common of the dispersal pathways. Stowaway, the second most important pathway, account for 20 % of the species. Naturalisation is also the dominant dispersal pathway for species which are not included in the blacklist, but classified as potentially high risk species, whereas species classified as low or no known risk species have come by a variety of pathways.

'Regulations relating to plants and measures against pests' specifies a series of plants and pests for which introduction into Norway is forbidden. Of these, approximately 129 taxa are included in the alien species database. Vascular plants constitute the largest species group; about 107 species. Among these, naturalizing is the most common dispersal pathway, followed by species that have been released. Insects have come as stowaways, while nematodes and fungi primarily have come with an unknown vector of anthropogenic origin. Thirteen species are included on the Norwegian blacklist.

There is a clear positive correlation between the development in wealth, measured as gross development product, population growth and import of goods, and the number of new species arriving in Norway each year.

There is sufficient data available for the large species groups, vascular plants and non-marine invertebrates, to perform more detailed analyses of the properties that characterize species arriving with the individual pathways. For non-marine invertebrates, we found that while there was an equal distribution of stowaways and non-stowaways among the species that originated in Europe, only few species arrived as stowaways from regions outside Europe. Of the European species many were associated with horticulture. For vascular plants, generation time was of paramount importance: species with long (> 35 years) generation time dominated the group of plants that had been actively released, whereas plants that had escaped from cultivation were characterised by species with a generation time of > 2.5 years and stowaways of species with a generation time of <2.5 years.

Some attention should be given to stowaways not currently able to establish themselves. They can be important vectors of pathogens and diseases, and a warmer climate in the future may improve their opportunities to establish and reproduce.

An analysis of the relationship between alien species and habitats show that areas with a high degree of modification to the surface soils (such as build up areas) are by far the most common habitat for alien species, with 19-34% probability that a species establishes itself, depending on the dispersal pathway of the species. Released plants are strongly associated with agricultural activities with some 86 % having arable land as their main habitat.

The majority of the alien species in freshwater originated in North America, whereas species from Asia dominate the marine littoral zone. Cultivated and arable land is dominated by species from Europe, while European species are almost absent in the marine environment.

In Svalbard, vascular plants constitute the dominant species group, but in recent years there has also been reports of invertebrates and fish. Most of the species are categorised as non-reproductive alien species, and registration of this group has increased considerably since the late 20th century. Only 10 species are currently classified as established, reproducing alien species, but it is likely that a warmer climate will increase the opportunities for successful establishment. Experiences from Antarctica may be useful for analysing the effects of and risks associated with the alien species in polar regions, including Svalbard.

Ditte K. Hendrichsen ditte.hendrichsen@nina.no, Jens Åström jens.astrom@nina.no, Elisabet Forsgren elisabet.forsgren@nina.no, Olav Skarpaas olav.skarpaas@nina.no Norwegian Institute of Nature Research, P.O. box 5685 Sluppen, N-7485 Trondheim, Norway

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	5
Innhold	8
Forord	10
1 Innledning.....	11
2 Data og metode.....	13
2.1 Datamateriale	13
2.1.1 Usikkerheter relatert til registrering.....	20
2.2 Søk og analyse av tilgjengelig litteratur	21
2.3 Statistiske analyser.....	21
2.3.1 Risiko forbundet med spredningsveiene	21
2.3.2 Fremmede arters egenskaper	22
2.3.3 Naturtyper	23
2.3.3.1 Risikovurderingen som estimat av faktisk risiko.....	23
3 Litteratursammenstilling	25
3.1 Introduksjon	25
3.2 Resultat og diskusjon	25
3.2.1 Internasjonale artikler	25
3.2.2 Norske rapporter	28
4 Risiko forbundet med spredningsveiene.....	34
4.1 Utvikling i antall fremmede arter over tid	34
4.1.1 Forskjeller mellom artsgrupper	38
4.1.2 Forskjeller mellom naturmiljøer	38
4.1.3 Forskjeller mellom risikokategorier	40
4.2 Risiko forbundet med artene på svartelisten.....	42
4.3 Risiko for etablering	45
4.4 Risiko forbundet med planteskadegjørere	46
4.5 Utvikling i antall fremmede arter i relasjon til velstandsutviklingen	48
5 Fremmede arters egenskaper	51
5.1 Karplanter	51
5.1.1 Egenskaper for karplanter utsatt i naturen	51
5.1.2 Egenskaper for arter som er forvillet	53
5.1.3 Egenskaper for arter som er kommet som blindpassasjer.....	54
5.2 Ikke-marine virvelløse dyr.....	56
5.2.1 Egenskaper for arter som er kommet som blindpassasjer.....	56
6 Naturtyper.....	58
6.1 Habitater og introduksjonsruter	58
6.2 Habitater og taksonomiske grupper	59
6.3 Opprinnelsessted og hovedhabitat.....	61
6.4 Opprinnelsessted og introduksjonsrute	63
7 Spredningsveier for fremmede arter på Svalbard	87
7.1 Data og metode	87
7.1.1 Datamateriale.....	87
7.1.2 Statistiske analyser.....	87

7.1.3 Tilgjengelig litteratur	87
7.2 Spredningsveier i arktiske og antarktiske områder	88
7.3 Risiko forbundet med spredningsveiene	89
7.3.1 Utvikling i antall fremmede arter over tid	89
7.3.2 Risiko for etablering av fremmede arter	90
8 Konklusjon	95
9 Referanser	98
10 Appendix 1 Migration pathways for alien species in Spitsbergen	106
10.1 Data and method	106
10.1.1 Data	106
10.1.2 Statistical analyses	106
10.1.3 Available literature	107
10.2 Pathways in Arctic and Antarctic regions	107
10.3 Risk associated with dispersal pathways	108
10.3.1 Temporal development in number of alien species	108
10.3.2 Risk of establishment of alien species	109

Forord

I 2013 sendte Miljødirektoratet ut et konkurransegrunnlag for analyse av 'Spredningsveier for fremmede arter i Norge', saksnummer 2013/9018. På bakgrunn av dette konkurransegrunnlaget og NINA sitt anbud, ble Miljødirektoratet og NINA i november 2013 enige om at NINA utarbeider en statusrapport for innvandring av fremmede arter i Norge på grunnlag av Artsdatabanken sin fremmedartsdatabase (<http://databank.artsdatabanken.no/FremmedArt2012/>) og med metodisk utgangspunkt i en artikkel publisert i PlosOne i 2011 (Pysek m.fl. 2011). I oktober 2014 ble prosjektet på anmodning fra Miljødirektoratet utvidet til også å omfatte et avsnitt om spredningsveier for fremmede arter på Svalbard. Prosjektet er dermed utført på oppdrag av Miljødirektoratet, som har definert hvilke spørsmål som skulle besvares, hvilket datamateriale som skulle benyttes, samt delvis hvilke analyser som skulle utføres. Oppdragsgiver har ikke hatt innflytelse på analyse og tolkning av resultatene.

Rapporten sammenfatter eksisterende kunnskap om spredningsveier for fremmede arter, med særlig fokus på norske forhold, og analyserer betydningen av disse for Norge. Rapporten er delt i otte deler. Etter innledningen er det først et metodekapittel med en gjennomgang og beskrivelse av de data som er tilgjengelige i fremmedartsdatabasen og de metodene som er brukt til å analysere data, fulgt av en litteraturgjennomgang. Deretter følger tre kapitler som gjennomgår resultatene med fokus på risikoen forbundet med ulike spredningsveier, fremmede arters egenskaper og risikovurdering for ulike naturtyper. Til slutt er det en sammenfatning av data og litteratur for Svalbard. Dette kapitlet er også gjengitt på engelsk i Appendiks 1.

I forbindelse med prosjektet ble det avholdt en workshop i NINA-huset 21 oktober 2014 med deltagere på tvers av avdelinger og artsgrupper. På workshopen ble diskutert temaer knyttet til spredningsveier for fremmede arter generelt og resultatene fra prosjektet spesifikt, herunder datakvalitet, representativitet av data i forhold til arter og regioner, betydning av variasjoner i innrapportering, spredning av arter fra importpunkt til naturen og sammenligning av risikoanalyser med faktiske data på innførsel. Resultatene fra workshopen er inkorporert i vurderinger underveis i rapporten. Takk rettes til Dagmar Hagen, Odd Egil Stabbetorp, Anders Often, Anders Endrestøl, Trygve Hesthagen, Anders Gravbrøt Finstad, Ingeborg Palm Helland og Kristine Westergaard for konstruktive diskusjoner og kommentarer underveis i prosjektet.

Trondheim, november 2014

Ditte K. Hendrichsen, Jens Åström, Elisabet Forsgren & Olav Skarpaas

1 Innledning

En fremmed art er en art som finnes utenfor sitt naturlige område på grunn av menneskelig aktivitet (IUCN 2000). Naturlig spredning og biologiske invasjoner har forekommet i førhistorisk tid, men menneskets pågående forflytting av arter innebærer globale endringer i et omfang vi ikke tidligere har sett (Ricciardi 2007), og er en av hovedtruslene mot det biologiske mangfoldet (Primack 2010). Handel og transportmønstre har en stor betydning for spredning av fremmede arter, og med den økte globaliseringen har spredning av fremmede arter økt kraftig (Perrings m.fl. 2005, Hulme 2009). Også de pågående klimaendringene påvirker spredning av fremmede arter (Walther m.fl. 2009). Fremmede arter er derfor et fokusområde for forskning og naturforvaltning på internasjonalt nivå (Mack m.fl. 2000).

Mange fremmede arter klarer seg ikke på det nye stedet, eller de kan overleve, men ikke reproducere og spre seg ('casual'), mens andre klarer å etablere seg og reproducere (blir 'naturalised'). Noen av disse sprer seg raskt og øker kraftig i antall (blir 'invasive') (Richardson og Pysek 2006). Det har blitt foreslått som en tommelfingerregel at 10 % av fremmede arter sprer seg til og overlever i naturen, 10 % av disse etablerer seg, og at 10 % av disse blir invaderende (the 'tens rule', Williamson og Brown 1986, Williamson og Fitter 1996). Det ser imidlertid ikke ut til at dette er en generelt gyldig regel, og risiko for etablering kan være vesentlig høyere (Garcia-Berthou m.fl. 2005, Ribeiro m.fl. 2009, Tricarico 2012). Om en art blir invaderende eller ikke avhenger av egenskapene til både arten og økosystemet (Richardson og Pysek 2006) og hvordan spredningen har skjedd (Wilson m.fl. 2009). Fremmede arter kan, men trenger ikke, ha stor negativ påvirkning på økosystemene (Ricciardi og Cohen 2007). Hvilken effekt en fremmed art har på det stedegne naturmangfoldet er viktig å ta i betraktning, og det har blitt foreslått systemer for hvordan man kan klassifiserer det (Sandvik m.fl. 2013, Blackburn m.fl. 2014). Den totale effekten / risikoen for at en fremmed art gjør skade avhenger altså både av artens invasjonspotensial og den økologiske effekten den har (Sandvik m.fl. 2013).

Hittil har en stor del av litteraturen fokusert på effekten av fremmede arter for lokale arter og miljøer (Levine m.fl. 2003, Gaertner m.fl. 2009, Vila m.fl. 2010, Powell m.fl. 2011), men det er stigende fokus på å forstå betydningen av ulike spredningsveier og –vektorer (Perrings m.fl. 2005, Hulme m.fl. 2008, Pysek og Richardson 2010, Pysek m.fl. 2011). Spredningsveier er en samlebetegnelse for de prosessene som leder til at en art kan spre seg fra et geografisk område til et annet, og spredningsvektorer omfatter spredningsmekanismer og introduksjoner (tilsiktete eller utilsiktede) (Hulme m.fl. 2008). Det er av sentral betydning å forstå disse mekanismene hvis man ønsker å begrense innvandringen av fremmede arter til en region. Det er derfor stigende interesse for å undersøke sammenheng mellom invasjonssuksess og bestemte typer spredningsveier og –vektorer. Viten om slik sammenheng mellom bestemte spredningsveier og sannsynligheten for at en fremmed art blir naturalisert eller invaderende, øker muligheten for effektiv forvaltning. Hvis man kan identifisere egenskaper typiske for arter som kommer via en gitt spredningsvei kan man begynne å forutsi trusler fra denne spredningsveien, og omsette dette til forvaltning (Vila m.fl. 2010, Pysek m.fl. 2011, Vila m.fl. 2011). Tiltak kan dermed rettes direkte mot spesifikke spredningsveier, f.eks. ved å begrense utsetting av fremmede arter fra hager, gartnerier og i forbindelse med jakt og fiske, rense og skifte ballastvann, og være oppmerksom på risikoen for fremmede arter i tøy og sko, eller i ved og byggematerialer (Figur 1). Slike tiltak kan redusere mengden av individer / frø som innføres til en region (Perrings m.fl. 2005, Richardson og Pysek 2006, Lockwood m.fl. 2009, Simberloff 2009).

Invasjon av fremmede arter kan deles inn i flere trinn, f.eks. 1) transport, 2) ankomst / introduksjon, 3) etablering, 4) spredning og 5) effekt på økosystemet. Det finnes mange ulike forvaltningstiltak for å forhindre etablering av fremmede arter, herunder å forhindre, utrydde eller kontrollere (Hulme 2006). Tiltak så tidlig som mulig i invasjonsprosessen er å foretrekke da de er mest kostnadseffektive (Hulme 2006). Når først fremmede arter har etablert seg i et nytt område kan det være særdeles vanskelig å fjerne dem igjen, og omkostningene ved en eventuell utrydding er ofte vesentlig høyere enn forebyggende tiltak (Leung m.fl. 2002, Keller m.fl. 2007, Bogich m.fl. 2008, Scalera 2010, Pluess m.fl. 2012). Selv om bare et fåtall introduserte arter etablerer og sprer seg lønner det seg økonomisk i et langsiktig perspektiv å bruke ressurser på risikoanalyse og minimering av innførsel av fremmede arter (Keller m.fl. 2007).

Litteraturen om fremmede arter er omfangsrik og raskt voksende, og terminologien er derfor noe varierende (jf. Falk-Petersen m.fl. 2006). I den internasjonale litteraturen brukes ofte begrepene: 'alien species', 'non-native species' og 'exotic species' som alle tilsvarer det norske 'fremmede arter'. Vi skjelner i analysene mellom 'fremmede arter', dvs. arter som har en levedyktig populasjon og 'ikke-reproduserende fremmede arter'. Vi har gått ut i fra definisjonen på fremmede arter som benyttes i Biodiversitetskonvensjonen (COP6 2002):

"alien species" refers to a species, subspecies or lower taxon, introduced outside its natural past or present distribution; includes any part, gametes, seeds, eggs, or propagules of such species that might survive and subsequently reproduce:

"invasive alien species" means an alien species whose introduction and/or spread threaten biological diversity.

En art kan altså være fremmed uten å være invaderende, hvis den etablerer seg i Norge, uten å utgjøre noen trussel for den lokale biodiversitet. Likeledes kan en art være invaderende uten å

være fremmed, hvis den invaderende arten er hjemmehørende i en annen del av landet, men sprer seg til nye områder, enten ved at nye spredningsveier åpner seg, eller ved at levedyktighetene endrer seg. Et eksempel på dette er gjedde (*Esox lucius*) som med et varmere klima har potensiale til å spre seg til store deler av Sverige og dermed utkonkurrere ørret (*Salmo trutta*) helt eller delvis fra deler av dens nåværende utbredelsesområde (Hein m.fl. 2014, Hesthagen m.fl. 2015).

I denne rapporten analyserer vi spredningsveier for alle kjente fremmede arter i Norge oppført i Artsdatabankens fremmedartsdatabase <http://databank.artsdatabanken.no/FremmedArt2012> (Gederaas m.fl. 2012). Prosjektets praktiske gjennomføring tar utgangspunkt i de føringene som er lagt i utlysningen og i Artsdatabanken sin database om fremmede arter. Spesifikt undersøker vi: 1) hvor mange fremmede arter som har blitt innført via ulike spredningsveier, og om dette mønsteret har endret seg over tid; 2) Om arter som har kommet via en gitt spredningsvei har større sannsynlighet for å etablere seg; og 3) om det er en sammenheng mellom spredningsvei og artskaraktistika, dvs. om en art med bestemte karakteristika er mer tilbøyelig til å komme via en bestemt spredningsvei.



Figur 1. Kanadagullris (*Solidago canadensis*) kommer opprinnelig fra Nord-Amerika, men er innført som prydblant. Den har trolig også kommet til Norge med ballast, kornimport og handel. © Dagmar Hagen, NINA

2 Data og metode

2.1 Datamateriale

Alle dataanalysene i rapporten er basert på Artsdatabanken sin database om fremmede arter (<http://databank.artsdatabanken.no/FremmedArt2012/>), beskrevet i (Gederaas m.fl. 2012). Denne databasen inneholder informasjon om 1180 fremmede arter i Norge, 1140 ikke-reproduserende fremmede arter, samt 203 dørstokkarter (Tabell 1). Artsdatabankens database inneholder også informasjon om ytterligere 72 arter som ikke er vurdert i nærmere i fremmedartbasen og som heller ikke er tatt med i denne rapporten. Hybrider og norske stedegne arter som sprer seg til nye områder i Norge er ikke tatt med, liksom databasen ikke inneholder informasjon om f.eks. patogener og marine mikroalger. Fremmedartsdatabasen omfatter arter registrert i Norge i perioden 1685-2012 og inneholder blant annet data om første registrering i landet, artenes generasjonstid, spredningspotensiale og utbredelse i ulike habitattyper og fylker. Habitatkategoriseringen følger Naturtyper i Norge (NiN) sin inndeling (se boks 1). Mengden av data varierer mellom arter.

Av de 1180 fremmede arter i Artsdatabanken sin database er de ni (åtte karplanter og ett pattedyr) registrert under en særlig Svalbard-kategori. I tillegg er en art (vinterkarse, *Barbarea vulgaris*), som er registrert to ganger, for fastlands-Norge og for Svalbard. Analysene i rapporten er dermed foretatt på basis av 1170 arter (Tabell 2). I alt 1140 ikke-reproduserende fremmede arter er registrert i databasen. Analysene er basert på 1071 arter (Tabell 3), mens 69 arter spesifikk for Svalbard er analysert separat i kapittel 8. Det dreier seg om 50 arter (alle karplanter) kategorisert i en spesiell kategori for Svalbard, ni karplanter som er registrert på Svalbard, men ikke tatt med i den spesielle kategorien, og 10 arter der alle er registrert dobbelt, dvs. fra både Norge og Svalbard. Dørstokkartene (Tabell 4) omfatter arter som er registrert i naboland og som i fremtiden kan forventes å etablere seg i Norge (Gederaas m.fl. 2012).

For hver art i databasen er det angitt med hvilke spredningsvei(er) den er kommet inn i Norge. Noen arter er kommet inn via flere forskjellige spredningsveier og summen av innvandringer er derfor større enn de 1180 artene i databasen. Fremmedartsdatabasens norske terminologi for spredningsveier er hierarkisk organisert i to nivåer. Det øverste nivået angir fem ulike spredningsveier: 1: tilsiktet utsetting, dvs. arter som bevisst er utsatt i naturen, 2: utilsiktet spredning, dvs. arter som er rømt eller forvillet fra fangenskap eller kultivering; 3: utilsiktet introduksjon, dvs. arter som er kommet inn utilsiktet som blindpassasjer; 4: arter, som er vandret inn fra naboland; og 5: ukjent spredningsvei, men av antropogen opprinnelse. Terminologien samsvarer i stor grad med internasjonal terminologi (se f.eks. Carlton og Ruiz 2005). Det andre nivået spesifiserer konkrete vektorer innenfor hver av de fem hovedkategoriene (f.eks. tilsiktet utsetting for honningproduksjon, utilsiktet spredning fra grøntanlegg og utilsiktet introduksjon gjennom import av planter).

Vi gjør oppmerksom på at det for en del arter ikke er samsvar mellom de angitte spredningsveiene og vektorene i databasen. Et eksempel er *Crepidula fornicata*, hvor det som spredningsvei er angitt at den er rømt eller forvillet, mens den registrerte vektoren er spredning fra naboland. Slike uoverensstemmelser skyldes formodentlig at mens alle arter er systematisk kategorisert innen en eller flere av de fem spredningsveiene, er vektorene oppgitt kun i noen tilfeller og ikke like systematisk (Lisbeth Gederaas, Artsdatabanken, personlig kommunikasjon, august 2014). I slike tilfeller har spredningsvei-kategoriene derfor fått forrang foran vektor-kategoriene i analysene.

Samtlige 1170 fremmede arter i fremmedartdatabasen er vurdert med hensyn til hvilken risiko de utgjør (Gederaas m.fl. 2012). Risikovurderingen omfatter fem kategorier basert på hvilken økologisk risiko arten utgjør. Arter som er kategorisert med svært høy eller høy risiko er på Norsk svarteliste, i alt 217 arter. De resterende kategoriene er potensielt høy risiko, lav risiko og ingen kjent risiko. Risikovurderingen er foretatt på bakgrunn av en analyse av artens invasjonspotensial og dens økologiske effekt (Gederaas m.fl. 2012). Invasjonspotensialet er basert på populasjonens forventete levetid, dens spredningsevne og koloniseringsgraden av de ulike naturtypene som arten forekommer i. Den økologiske effekten er basert på analyse av artens effekter på andre stedegne arter, på truede eller sjeldne naturtyper og på øvrige naturtyper, samt risikoen

for overføring av gener, parasitter eller patogener. Kriteriene for svartelisteanalysen er detaljert beskrevet i Gederaas m.fl. (2012).

Informasjon om hvilke arter som er klassifisert som planteskadegjørere og potensielle smittebærere med restriksjoner for innførsel Norge er hentet fra vedlegg 1-3 i 'Forskrift om planter og tiltak mot planteskadegjørere' (https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2000-12-01-1333#KAPITTEL_11), og samkjørt med fremmedartsdatabasen. Disse vedleggene spesifiserer 121 kategorier (primært arter og slekter, men også kategorier som sykdomsfremkallende phytoplasma o.l.), av hvilke 43 er registrert i fremmedartsdatabasen fordelt på 28 fremmede arter, 3 ikke-reproduserende fremmede arter og 12 dørstokkarter. Av disse er det 37 arter med informasjon om spredningsveier. En del av kategoriene henviser til bakterier og vira, som ikke er risikovurdert i Gederaas m.fl. 2012 og derfor heller ikke medtatt her.

Data om velstandsutviklingen i Norge er hentet fra Statistisk Sentralbyrå (www.ssb.no), og sammenholdt med informasjonen fra fremmedartsdatabasen. Vi har benyttet følgende parametere: bruttonasjonalproduktet, samlet og per innbygger, i faste 2005 priser, tilgjengelig fra 1865, og befolkningsantallet, tilgjengelig fra 1735. Dessuten har vi anvendt norsk tollstatistikk som angir den totale import av varer utenom skip oljeplattformer og råolje fra 1960-2012.

Boks 1

Inndelinger og begreper for hovedhabitater basert på Naturtyper i Norge (NiN)¹

Marint (Saltvannssystemer) – omfatter natursystemer som er permanent dekket av havvann, inklusiv brakkvann, samt de flytende vannmassene.

Fjæresone (Fjæresonesystemer) – med fjæresone menes arealet mellom laveste normale fjæremål og høyeste normale flomål eller øvre grense for regelmessig påvirkning av bølgeslag eller sjøsprøyt. Dette inkluderer også driftvoll. Fjæresonen omtales ofte som havstrand.

Ferskvann (Ferskvannssystemer) – omfatter alle naturtyper i ferskvann, alt fra store innsjøer til små tjern samt alle typer rennende vann.

Våtmark (Våtmarkssystemer) – omfatter alle former for myr og kildemark. Karakteriseres ved et grunnvannsspeil som er nær markoverflaten, eller hvor det er rikelig tilførsel av overflatevann.

Kyst (Kysttilknyttede fastmarkssystemer) – inkluderer kystnær grus og steinmark, kystnær sanddynemark, fugleberg og fuglefjell-eng.

Flomsone (Flomsonesystemer) – inkluderer flomskogsmark, åpen flomfastmark, fosseberg og fosse-eng. Dette er områder som jevnlig blir satt under vann ved flom, først og fremst langs større elver, men også langs innsjøer eller områder som har lange perioder med konstant fuktig klima på grunn av fossesprut.

Is og breforland (Is, snø og breforland) – Breforland og snøavsmeltingsområde er områder som har smeltet fram fra isbreer og langvarige snødekke, men habitatet inkluderer også is og snø som sådan.

Berg og ur (Berg, ur og andre grunnjordsystemer) – inkluderer områder uten jorddekke og områder under tregrensa hvor jorda er for grunn til at det kan vokse skog. Dette inkluderer nakent berg, grotter, åpen ur og snørasmark, åpen skredmark, blokkmark, polarørken, lavamark og åpen grunnlendt naturmark i lavlandet.

Skog (Fastmarksskogsmark) – skog omfatter alle skogsområder som ikke ligger i flomsone langs elver og innsjøer eller i fjæresonen. Et område er også et skogsområde dersom skogen er hogd, og det forventes at ny skog vokser opp igjen (for eksempel ei hogstflate).

Arktisk alpin – inkluderer alle områder over eller nord for tregrensa. Dette omfatter bl.a. fjellhei og tundra, mosetundra, arktisk steppe, samt alle snøleier, myrer og vann som ligger over tregrensa.

Åker (Åker og kunstmarkseng) – omfatter jordbruksarealer tilrettelagt for eller utsatt for et intensivt hevdregime. Områdene pløyes jevnlig og bearbeides med tunge maskiner.

Kulturmark – kulturmark består av apne gressmarker og heier, eventuelt med spredte trær, drevet på «gamlemåten» slik som var vanlig fram til 2. verdenskrig. Kulturmark er ofte ryddet for stein, men de er ikke oppløyd, sterkt gjødslet eller sprøytet. Naturtyper innenfor kulturmarka er: kulturmarkseng, boreal hei og kystlynghei.

Konstruert fastmark – er landområder med ny overflate, hvor mennesker har fjernet jorda eller forandret størsteparten av den opprinnelige landoverflata. Typiske eksempler er boligområder, industriområder, sandtak, veier, golfbaner og andre idrettsanlegg.

¹ Modifisert fra Gederaas m.fl. 2012, med tillatelse fra forfatteren.

Tabell 1. Antall fremmede arter, ikke-reproduserende fremmede arter og dørstokkarter fordelt på artsgruppe.

Taxa	Fremmed art	Ikke-reproduserende fremmed art	Dørstokkart	Total
Alger	9	0	19	28
Amfibier og reptiler	1	1	2	4
Armfotinger, pigghuder og kappedyr	2	0	4	6
Bløtdyr	20	4	7	31
Børstehaler	0	1	0	1
Edderkoppdyr	9	1	5	15
Fisker	10	2	16	28
Flatormer	5	0	3	8
Fugler	21	38	0	59
Havedderkopper	0	0	1	1
Insekter	129	95	78	302
Karplanter	821	898	6	1725
Krepsdyr	14	0	13	27
Leddormer	2	0	3	5
Mangeføttinger	4	2	2	8
Mosdyr	0	0	4	4
Moser	2	0	2	4
Pattedyr	9	0	5	14
Rundormer	8	0	5	13
Sopper	67	12	23	102
Spretthaler	20	0	1	21
Støvlus, ekte lus og lopper	0	6	0	6
Svamper, nesledyr og kammaneter	4	0	2	6
Vepser	13	11	2	26
Total	1170	1071	203	2444

Tabell 2. Antall fremmede arter i Norge (totalt 1170) fordelt på artsgruppe og spredningsvei. Tallene i parentes angir den prosentvise fordelingen av spredningsveier for hver artsgruppe. Merk at mange arter er kommet inn via flere spredningsveier, og summen av de ulike spredningsveiene kan derfor avvike fra totalantallet.

Taxa	Utsatt	Forvillet	Blindpas-sasjer	Naboland	Ukjent	Ikke angitt	Total
Alger	0	0	0	5 (55,6)	4 (44,4)	0	9
Amfibier og reptiler	1 (100)	0	0	0	0	0	1
Armfotinger, pigghu-der og kappedyr	0	2 (100)	0	0	0	0	2
Bløtdyr	5 (21,7)	4 (17,4)	10 (43,5)	0	4 (17,4)	0	20
Børstehaler	0	0	0	0	0	0	0
Edderkoppdyr	0	0	5 (55,6)	1 (11,1)	2 (22,2)	1	9
Fisker	9 (90)	0	0	1 (10)	0	0	10
Flatormer	0	0	5 (100)	0	0	0	5
Fugler	3 (14,3)	16 (76,2)	0	0	2 (9,5)	0	21
Havedderkopper	0	0	0	0	0	0	0
Insekter	2 (1,5)	1 (0,7)	55 (41)	9 (6,7)	58 (43,3)	9	129
Karplanter	67 (6,4)	564 (53,7)	285 (27,1)	2 (0,2)	133 (12,7)	0	821
Krepsdyr	3 (21,4)	0	5 (35,7)	4 (28,6)	2 (14,3)	0	14
Leddormer	0	1 (50)	0	0	1 (50)	0	2
Mangeføttinger	0	0	3 (75)	0	0	1	4
Mosdyr	0	0	0	0	0	0	0
Moser	0	0	0	2 (100)	0	0	2
Pattedyr	3 (33,3)	1 (11,1)	1 (11,1)	4 (44,4)	0	0	9
Rundormer	0	1 (12,5)	4 (50)	0	2 (25)	1	8
Sopper	1 (1,4)	1 (1,4)	14 (20)	8 (11,4)	42 (60)	4	67
Spretthaler	0	0	4 (20)	0	12 (60)	4	20
Støvhus, ekte lus og lopper	0	0	0	0	0	0	0
Svamper, nesledyr og kammaneter	0	0	1 (25)	2 (50)	1 (25)	0	4
Vepser	2 (15,4)	0	8 (61,5)	0	3 (23,1)	0	13
Total	96	591	400	38	266	20	

Tabell 3. Antall ikke-reproduserende fremmede arter i Norge (totalt 1071) fordelt på artsgruppe og spredningsvei. Tallene i parentes angir den prosentvise fordelingen av spredningsveier for hver artsgruppe. Merk at mange arter er kommet inn via flere spredningsveier, og summen av de ulike spredningsveiene kan derfor avvike fra totalantallet.

Taxa	Utsatt	Forvillet	Blindpas- sasjer	Naboland	Ukjent	Ikke angitt	Total
Alger	0	0	0	0	0	0	0
Amfibier og reptiler	1 (100)	0	0	0	0	0	1
Armfotinger, pigghu- der og kappedyr	0	0	0	0	0	0	0
Bløtdyr	1 (25)	0	3 (75)	0	0	0	4
Børstehaler	0	0	0	0	1 (100)	0	1
Edderkoppdyr	0	0	1 (100)	0	0	0	1
Fisker	0	0	0	0	0	2	2
Flatormer	0	0	0	0	0	0	0
Fugler	5 (13,2)	29 (76,3)	0	0	4 (10,5)	0	38
Havedderkopper	0	0	0	0	0	0	0
Insekter	0	1 (1,1)	67 (70,5)	0	21 (22,1)	6	95
Karplanter	27 (2,5)	344 (32)	548 (51)	0	156 (14,5)	0	898
Krepsdyr	0	0	0	0	0	0	0
Leddormer	0	0	0	0	0	0	0
Mangeføttinger	0	0	2 (100)	0	0	0	2
Mosdyr	0	0	0	0	0	0	0
Moser	0	0	0	0	0	0	0
Pattedyr	0	0	0	0	0	0	0
Rundormer	0	0	0	0	0	0	0
Sopper	0	0	9 (75)	0	3 (25)	0	12
Spretthaler	0	0	0	0	0	0	0
Støvlus, ekte lus og lopper	0	0	0	0	6 (100)	0	6
Svamper, nesledyr og kammaneter	0	0	0	0	0	0	0
Vepser	1 (9,1)	0	2 (18,2)	0	4 (36,4)	4	11
Total	35	374	632	0	195	12	

Tabell 4. Antall dørstokkarter (totalt 203) fordelt på artsgruppe og spredningsvei. Tallene i parentes angir den prosentvise fordelingen av spredningsveier for hver artsgruppe. Merk at mange arter kan forventes å komme inn via flere spredningsveier, og summen av de ulike spredningsveiene kan derfor avvike fra totalantallet.

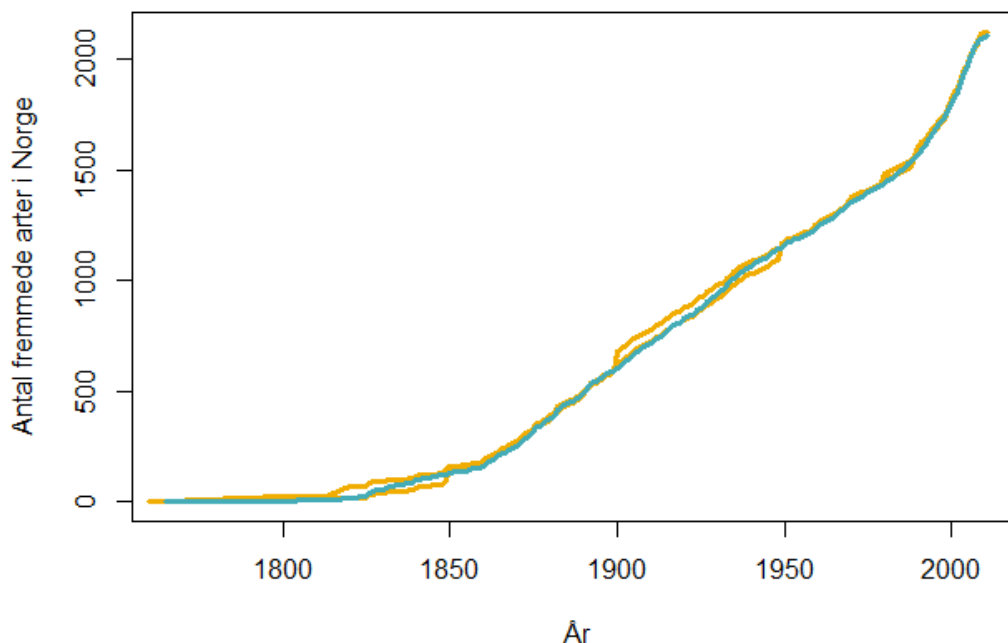
Taxa	Utsatt	Forvillet	Blindpas- sasjer	Naboland	Ukjent	Ikke angitt	Total
Alger	1 (5)	1 (5)	1 (5)	0	1 (5)	16	19
Amfibier og reptiler	0	1 (50)	0	0	1 (50)	0	2
Armfotinger, pigghu- der og kappedyr	0	0	0	0	0	4	4
Bløtdyr	2 (28,6)	2 (28,6)	1 (14,3)	0	0	2	7
Børstehaler	0	0	0	0	0	0	0
Edderkoppdyr	0	0	0	0	1 (20)	4	5
Fisker	0	0	0	0	0	16	16
Flatormer	0	0	0	1 (33,3)	1 (33,3)	1	3
Fugler	0	0	0	0	0	0	0
Havedderkopper	0	0	0	0	0	1	1
Insekter	1 (1,3)	0	9 (11,5)	2 (2,6)	5 (6,4)	61	78
Karplanter	0	0	0	0	0	6	6
Krepsdyr	0	0	5 (38,5)	0	2 (15,4)	6	13
Leddormer	0	0	0	0	0	3	3
Mangeføttinger	0	0	2 (100)	0	0	0	2
Mosdyr	0	0	0	0	1 (25))	3	4
Moser	0	0	0	0	0	2	2
Pattedyr	1 (20)	2 (40)	0	0	0	2	5
Rundormer	0	0	1 (20)	0	0	4	5
Sopper	1 (4,3)	0	8 (34,8)	0	1 (4,3)	13	23
Spretthaler	0	0	0	0	1 (100)	0	1
Støvius, ekte lus og lopper	0	0	0	0	0	0	0
Svamper, nesledyr og kammaneter	0	0	0	0	0	2	2
Vepser	0	0	2 (100)	0	0	0	2
Total	6	6	29	3	14	146	

2.1.1 Usikkerheter relatert til registrering

Registrering av fremmede arter påvirkes av overvåkningsintensiteten og hvor lett det er å oppdage arten. Det er et velkjent fenomen i kartleggingsundersøkelser at ikke alle arter blir oppdaget og at sannsynligheten for oppdagelse varierer mellom arter (Yoccoz m.fl. 2001, Issaris m.fl. 2012, Guillera-Aroita m.fl. 2014). Selv velkjente og iøynefallende arter blir til tider oversett (Moore m.fl. 2011). Overvåkningsaktiviteten har variert over tid, og varierer også mellom ulike miljøer. Ulike organismer har ulik sjanse for å oppdages. Eksempelvis har fremmede fugler antakelig mye større sjanse for å bli sett og registrert enn f.eks. marine mikroorganismer. Presisjonen av tidspunkt for innvandring varierer derfor betydelig mellom arter i Fremmedartsdatabasen. For arter som er kommet inn i landet tidlig i perioden er det presise tidspunktet for ankomst i Norge i noen tilfeller ukjent og innvandringsåret angitt som et intervall, f.eks. 1800-1850. For arter som er kommet inn i de senere årene er innvandringstidspunkt ofte bedre kjent, og i blant angitt som en spesifikk dato

Figur 2 viser den kumulative utviklingen i antall fremmede arter (både reproduktive og ikke reproduktive) i Norge, med en øvre og nedre grense. De litt bredere øvre og nedre grensene i periodene 1800-1850 og 1900-1950 skyldes at innvandringstidspunktet for mange arter i disse periodene bare er angitt som et intervall. Figuren viser at selv om det er usikkerheter knyttet til innvandringstidspunkt, så er denne usikkerheten generelt liten. Det er derfor ikke tatt hensyn til dette i de statistiske analysene. For alle arter er innvandringsår i de statistiske analysene definert ved å trekke et tilfeldig tall fra en uniform fordeling mellom den øvre og nedre grense for innvandring for den angjeldende art. For arter hvor det presise innvandringsåret er kjent har dette ingen betydning. For arter hvor innvandringsår er angitt som et intervall betyr det at alle år i intervallet anses for like sannsynlige og man unngår at alle arter i et gitt intervall får samme innvandringsår, noe som ville gi en kunstig sammenklumping på gjennomsnittsåret i et intervall.

Figur 2 viser dessuten en øking av fremmede arter i den siste del av perioden, fra ca. 1980 til 2012. Det er ikke på bakgrunn av det tilgjengelige materiale i fremmedartsdatabasen mulig å skille om dette skyldes en reel økning i antallet av fremmede arter som kommer til landet eller om det skyldes økt oppmerksomhet omkring problemene knyttet til fremmede arter og dermed en større innsats og grad av rapportering. Det samme mønsteret går igjen i delanalysene (se f.eks. Figur 4).



Figur 2. Utvikling i antall fremmede arter i Norge i perioden 1760 - 2014. For en del arter er innvandringsår angitt som et intervall. Den blå linjen angir gjennomsnittsåret av dette intervallet, mens gule linjer angir første og siste år i intervallet.

2.2 Søk og analyse av tilgjengelig litteratur

Til litteratursammenstillingen ville vi finne artikler av generell relevans, men først og fremst finne data på spredningsveier og risiko, i tråd med oppdraget. Litteraturen om fremmede arter er omfangsrik og hastig voksende. Litteraturen om fremmede arter utgjør nå ca. åtte prosent av artiklene i nøkkeltidsskrifter innen økologi, mot snaut tre prosent i 1998 (Richardson og Ricciardi 2013). Vi vurderte derfor ulike metoder, for eksempel systematisk review (Pullin og Stewart 2006) til å utføre en litteraturgjennomgang som på en gang var håndterbar innenfor rammene av prosjektet, og representativ for litteraturen. Det er imidlertid kun et fåtall av litteraturen på fremmede arter som omhandler spredningsveier, hvilket muliggjorde en mere omfattende gjennomgang av litteraturen. Vi prøvde ulike kombinasjoner av søkeord i ISI Web of Science, herunder søkeordene 'alien species pathways' hvilket ga 239 treff (9. oktober 2014). Fra disse gjorde vi et utvalg av ca. 90 artikler som vi så nærmere på. Disse var artikler som utfra tittel / abstrakt potensielt kunne være av generell interesse eller direkte relevant til sammenstilling av data. Vi søkte på artikler som presenterte data på spredningsveier for ulike fremmede organismer, og risiko knyttet til spredningsvei der slik informasjon fantes. Vi inkluderte data fra artikler som hadde sett på flere arter eller grupper av organismer, samt sammenlignet flere spredningsveier. Det vil si at vi ikke tok med artikler som fokuserte på bare en eller to arter og / eller bare en spredningsvei. Vi inkluderte ikke heller artikler som bare omhandlet tropiske områder. Noen få treff var lite tilgjengelige og ble ikke inkludert (f.eks. annet språk enn engelsk, eller i bokform). Til den generelle innledningen og diskusjonen tok vi også med enkelte relevante artikler som vi fant på annet vis (f.eks. i litteraturlisten til artiklene funnet som beskrevet ovenfor).

For å få en oversikt over norske rapporter søkte vi i Google Scholar og CRISTIN med søkeordene 'fremmede arter spredningsveier'. Vi fikk da 23 treff i Google Scholar, hvorav litt under halvparten var relevante å ta med her. Vi tok også med en del rapporter fra litteraturlistene i disse, samt noen aktuelle rapporter som vi kjente til, spesielt av nyere dato. Det var ingen relevante rapporter i CRISTIN under søkeordene 'fremmede arter'.

2.3 Statistiske analyser

Alle analyser er gjort i det statistiske programmet 'R' (R Development Core Team 2014).

2.3.1 Risiko forbundet med spredningsveiene

Den temporære utviklingen i antallet av fremmede arter i Norge er ikke lineær. Mens det for noen artsgrupper og spredningsveier er mulig å linearisere data med log- eller kvadratrots-transformasjon, er dette ikke mulig for alle kategorier da data selv etter transformasjon viser klare mønstre i residualene. For å beskrive og analysere utviklingen i antallet av fremmede arter i Norge over tid, har vi derfor benyttet generelle additive modeller (GAM) (Hastie og Tibshirani 1990), polylineære regresjonsmodeller og 'local weighted linear regression' (LOESS) modeller (Cleveland 1979, Cleveland og Devlin 1988). Den optimale modellen for hver artsgruppe (dvs hvor stor en prosent del av data som skal inngå i hver enkeltregressjon i modellen) og spredningsvei er bestemt ved hjelp av kryssvalidering, gjennom en optimering av bias vs. forklart varians. Analysene med er gjort i R-biblioteket `mgcv` (Wood 2000, 2011), basert på det rammeverket som er beskrevet i Pysek m.fl. (2011) og Zuur m.fl. (2009).

I tillegg til kumulative analysene, har vi benyttet prosentiler til å illustrere forskjeller på tvers av spredningsveier i tidspunktet for når en viss prosentdel av fremmede arter har blitt registrert. Analyser basert på Fieller's teorem (Crawley 1993, Piegorsch og Bailer 1996) som benyttes i Pysek m.fl. (2011) er ikke benyttet her, fordi ingen modeller gav en tilfredsstillende beskrivelse av data (tydelige mønstre i residualene, uansett modelltype og evt. transformasjon av data).

Den temporære utviklingen i antallet av fremmede arter fordelt på naturmiljøer er kategorisert på basis av naturtypekategorien i fremmedartsdatabasen. Terrestriske arter omfatter de som finnes i naturtypene: Våtmarkssystemer, kysttilknyttede fastmarkssystemer, flomsonesystemer, Is, snø og breforland, berg, ur og grunnjordssystemer, fastmarkskogsmark, arktisk og alpin, åker og

kunstmarkseng, kulturmark og konstruert fastmark. Marine arter omfatter de som finnes i naturtypene: Saltvannssystemer og fjæresonesystemer. Limniske arter omfatter de som finnes i naturtypen: Ferskvannssystemer. Opplysninger om naturtyper er primært tilgjengelige for fremmede arter, og kun i mindre omfang for ikke-reproduserende fremmede arter.

Sammenhengen mellom spredningsveierne og fremmede arter på norsk svarteliste er analysert ved hjelp av 'contingency tables' (Sokal og Rohlf 1994). For hver spredningsvei er det gjort to analyser; en som ser på svartelistede vs. ikke-svartelistede arter, og en som medtar alle kategoriene i svartelisteanalysen. Sammenhengen mellom spredningsvei og svartelistekategori er testet med Pearsons Chi-squared test, med et signifikansnivå på 0,05. Der det er to kategorier (svartelistet vs. ikke-svartelistet) er det brukt Yates korreksjon i analysen (Sokal og Rohlf 1994). For arter som har kommet fra naboland er det gjort analyser på svartelistet vs. ikke svartelistet, men ikke på delkategoriene i svartelisten. Dette skyldes at det er meget få arter i noen av kategoriene. Sannsynligheten for at en art har kommet med en gitt spredningsvei hvis den er i en gitt risikokategori er analysert ved hjelp av logistisk regresjon (generaliserte lineære modeller med logit link-funksjon).

Sammenhengen mellom velstandsutviklingen i Norge og antallet av fremmede arter per år er analysert ved hjelp generaliserte lineære modeller med negativ binomial fordeling ved hjelp av glm.nb funksjonen i MASS biblioteket i R. Negativ binomial fordeling ble brukt pga. stor varians i data ('overdispersed'). Modeller ble også analysert med poisson link-funksjon, men i alle tilfeller var negativ binomial fordeling bedre ($\Delta AIC > 36,6$). Antallet av arter per år (alle spredningsveier sammen) er modellert som funksjon av tid, bruttonasjonal produkt, bruttonasjonalprodukt per innbygger, befolkningsantall og samlet import i millioner norske krone, for import utenom skip, oljeplattformer og råolje. Vi har ikke inkludert mere enn en forklaringsvariabel av gangen i modellene da de alle er sterkt korrelerte over tid. Det er gjort separate analyser for fremmede arter og for ikke-reproduserende fremmede arter. Det er enkelte år der det har kommet et større antall arter enn vanlig, f.eks. er det registrert mere enn 20 nye fremmede arter i 2004 og 2006. Det er vanskelig basert på datamaterialet å si om dette skyldes en reell stigning eller om det f.eks. er resultat av en ekstra oppmerksomhet på fremmede arter i nettopp disse årene, og derfor større innsats. Vi har utført analysene både med og uten slike ekstreme antall. Det har ingen innflytelse på den overordnede konklusjon. Alle resultater er angitt uten ekstremverdiene.

2.3.2 Fremmede arters egenskaper

Til å analysere sammenhenger mellom de ulike spredningsveier og bestemte egenskaper hos fremmede arter har vi brukt regresjonstrær, ved hjelp av R-biblioteket `rpart` (Therneau m.fl. 2014). Regresjonstrær er en form for 'data mining' metode som er svært fleksibel, kan analysere store mengder av data, kan håndtere både kategoriske og kontinuerlige variabler, og manglende data. Det siste er særlig viktig for de dataene som blir analysert her, da bla. detaljopplysninger som f.eks. vektor ikke er tilgjengelige for alle arter. Et regresjonstre gir et sett med logiske 'hvis-så'-betingelser som brukes til å forutsi eller klassifisere observasjoner. En forutsetning er at data inneholder tilstrekkelig med kontrast, dvs. tilstrekkelig med data i begge to grupper man prøver å sammenligne. Til bestemmelse av den optimale størrelsen på regresjonstrærne, og unngå overparametrisering, har vi benyttet kryssvalidering (Therneau og Atkinson 1997). Kryssvalidering foregår ved at man først lar regresjonstreet vokse ut til maksimal størrelse, ved bruk av alle tilgjengelige opplysninger. Heretter 'klipper' man treet tilbake til minimumsstørrelsen, gjennom å velge det tre med den lavest mulige kompleksitet (antall forgreninger i treet) der den kryssvaliderede relative avvikelse ligger innenfor ± 1 standardavvikelse fra minimum. Kvaliteten av regresjonstrærne ble bestemt ved å sammenligne graden av feilklassifikasjon mellom det maksimale og det optimale tre for hver analyse. Kvaliteten av hver forgrening i trærne er angitt med hvor mye forgreningen forbedre modellen, basert på graden av feilklassifikasjon for den pågjeldende forgrening.

I analysen av fremmede arters egenskaper har vi tatt med følgende egenskaper: opprinnelsesområde, introduksjonshyppighet, residenstid i Norge, levetid, livsstrategi og spredningsmåte. Vi analyserte alle kombinasjoner av artsgrupper og spredningsveier som er beskrevet i Tabell 2 og Tabell 3. Vi har lagt til grunn den groveste artsgruppeinndelingen i Fremmedartsdatabasen, altså

den med færrest artskategorier, for å få tilstrekkelig store kategorier. Vi har dessuten forsøkt å slå sammen grupper, som f.eks. 'virveldyr', uten resultat. I små artsgrupper, grupper med svært ulik informasjon (som f.eks. når man slår grupper sammen) og i grupper hvor datagrunnlaget er mangelfullt, har det ikke vært mulig å beregne sammenhengen mellom arters egenskaper og spredningsveier.

Sammenhengen mellom spredningsveier og artenes egenskaper er også analysert med logistisk regresjon og ved hjelp av miksede modeller (Zuur m.fl. 2009), men i alle tilfeller ga regresjonstrær mer robuste analyser. Årsaken til dette er formodentlig primært at det for en del arter mangler opplysninger om f.eks. vektorer. Mens regresjonstrær kun i mindre grad er følsomme for manglende data, og kan ta med en gitt observasjon i alle delanalyser hvor data er tilgjengelig, vil en slik mangelfull observasjon falle helt ut av en analyse med generaliserte lineære modeller. Det vil derfor styrke analysemulighetene av data fra en fremtidig oppdatering av fremmedartsdatabasen hvis data om f.eks. vektorer blir registrert for alle arter.

2.3.3 Naturtyper

Risikovurderingen av arter for Svartelisten inneholder flere typer av informasjon for hver risikovurdert art. Disse ulike typene av «egenskaper» kan grupperes slik at man ser hvordan de fordeles seg i forhold til hverandre, og man kan i prinsippet studere et tilfeldig utvalg av egenskaper. Som et enkelt eksempel kan man se hvor stor andel av fremmede karplanter som har ferskvann som hovedhabitat. Risikovurderingen inneholder ikke bare fremmede arter som er observert etablert i Norge, men også arter som ikke er etablert i Norge. Den er derfor tenkt som en oversikt over de artene som kan tenkes å være relevante for problematikken omkring fremmede arter. Selv om databasen naturligvis ikke er fullstendig og derfor ikke inneholder alle potensielt relevante arter, så kan den antas å gjenspeile trykket fra fremmede arter på norsk natur. Den kan derfor benyttes til å beregne risikoen for at arter med gitte egenskaper etablerer seg som fremmede arter i norsk natur.

Dette spørsmålet kan uttrykkes i form av betingete sannsynligheter. For eksempel kan vi beregne svaret for spørsmålet: «Gitt at en art er rømt eller forvillet, hva er sannsynligheten for at den etablerer seg i kulturmark?». Ettersom vi kun bruker risikovurderingen som datakilde, er det viktig å huske at spørsmålet vi virkelig besvarer mer nøyaktig kan uttrykkes: «Hvis en art i risikovurderingen er angitt å ha introduksjonsveien 'rømt eller forvillet', hva er sannsynligheten for at den også er angitt å ha kulturmark som hovednaturtype, og at den er dokumentert etablert i Norge, altså er klassifisert som 'fremmed art'?». Sannsynlighetene er altså basert kun på de data som finnes i risikovurderingen, og er overførbare til virkeligheten i den grad risikovurderingen beskriver virkelige forhold. Resultatene er altså avhengige både av egenskapene til artene og utvalget av arter i risikovurderingen. Hvis mange arter med en viss egenskap er vurdert som dørstokkarter selv om de ikke er klassifisert som fremmede arter, vil dette gi lavere sannsynlighet for at arter med disse egenskapene skal opptre som fremmede (Tabell 5, jfr. s. 90 i Gederaas m.fl. (2012)).

Uttrykt formelt, kan de betingete sannsynlighetene skrives $p(A|B) = (p(A) * p(B)) / p(B)$, der $p(A)$ i vårt eksempel er sannsynligheten for at en art er etablert i kulturmark, og $p(B)$ er sannsynligheten at arten er rømt eller forvillet. Disse sannsynlighetene kan beregnes fra risikovurderingen gjennom enkle summeringer av arter med gitte egenskaper.

2.3.3.1 Risikovurderingen som estimat av faktisk risiko

Risikovurderingen representerer hele mengden av spredningsenheter som når Norges grenser. Foreløpig er det likevel ukjent i hvilken grad risikovurderingen er representativ for denne ukjente mengden. Å gjennomføre undersøkelser som fanger opp alle spredningsenheter av fremmede arter som hvert år når Norge er en umulig oppgave. Det kan likevel være praktisk mulig å nærme seg et enhetlig bilde for enkelte spredningsveier (se for eksempel NINAs arbeid med tømmerimport (Hagen m.fl. 2013)). Fra slike studier kan man få verdier på sannsynligheten for introduksjon

som baseres på den faktiske etableringen av fremmede arter i forhold til antallet spredningsenheter. Generelt vil det imidlertid være en meget krevende oppgave å få gode data på hvor vanlig det er med en spredning over landegrensen, men der arten ikke lykkes etablere seg.

Tabell 5. Antall risikovurderte arter fordelt på hovedhabitat. Tabellen inneholder alle vurderte arter unntatt de som er klassifisert som «not applicable». En art kan være registrert med flere hovedhabitat. For eksempel er alle vurderte arter i flomsonesystemer etablert som fremmede arter i Norge, mens kun 46 % av artene i saltvannsystemer er klassifisert som fremmede.

Hovedhabitat	Antall arter	Antall fremmede arter	Prosent fremmede arter
Konstruert fastmark	727	599	82,4
Fastmarksskogsmark	359	321	89,4
Kulturmark	298	275	92,3
Åker og kunstmarkseng	237	208	87,8
Berg, ur og grunnjordsystemer	161	160	99,4
Kysttilknyttede fastmarkssystemer	85	81	95,3
Flomsonesystemer	74	74	100
Fjæresonesystemer	58	54	93,1
Ferskvannssystemer	46	37	80,4
Saltvannssystemer	66	30	45,5
Våtmarkssystemer	26	24	92,3
Arktisk-alpin fastmark	5	5	100

3 Litteratursammenstilling

3.1 Introduksjon

Fremmede arter introduseres i nye land / regioner ved hjelp av mange forskjellige spredningsveier (prosesser som fører til introduksjon) og med mange vektorer (mekanismen / den fysiske enheten som bringer arten inn, f.eks. båt, fly), og disse kan klassifiseres på mange ulike vis (Hulme m.fl. 2008). En vanlig inndeling er å skille mellom fem hovedgrupper av årsaker til at fremmede arter er blitt introdusert:

- Tilsiktet introduksjon (utsatt)
- Tilsiktet introdusert, men utilsiktet rømt
- Utilsiktet introduksjon (blindpassasjer)
- Spredning via korridor (transportinfrastruktur, f.eks. bru, kanal)
- Sekundær / egen spredning fra naboland (der arten er fremmed)

Det burde i prinsippet være relativt uproblematisk å kontrollere og regulere tilsiktet introduksjon, men i praksis har det vist seg ikke å være så enkelt. Likeledes er utilsiktet spredning også ofte vanskelig å kontrollere. Når det gjelder arter som kommer med som blindpassasjerer har det vist seg ekstra vanskelig å få oversikt og kontroll over spredningen. En art kan komme som blindpassasjer på ulike vis, enten med et spesifikt produkt, f.eks. virvelløse dyr som kommer med en jordklump på en plante ('contaminant'), eller at den blir med en transportvektor, f.eks. organismer i ballastvann ('stowaway'). Spredning uten hjelp kan være vanskelig å fastslå, og dermed kontrollere. Spredning via korridor og sekundærspredning tas ofte ikke med i undersøkelser av spredningsveier, selv om de er viktige (Hulme m.fl. 2008).

3.2 Resultat og diskusjon

3.2.1 Internasjonale artikler

Risikoen for at nye fremmede arter etablerer seg øker generelt jo flere individer / arter som introduseres ('propagule pressure') (Lockwood m.fl. 2009), selv om sammenhengen ikke alltid er like klar (Chadwell og Engelhardt 2008). Kunnskap om hvordan ulike typer organismer spres, og hvilke spredningsveier som er viktige for å spre de ulike organismene er svært viktig. I Tabell 6 og Tabell 7 er sammenstillet hvilke spredningsveier som er de vanligste for ulike artsgrupper, i henholdsvis Europa og på internasjonal skala, mens studier av hvilken spredningsvei som har ledet til flest introduksjoner av fremmede arter av en viss type i en viss region, sammenfattet i Tabell 8. Karplanter er ofte kommet som blindpassasjerer eller forvillet, mens virvelløse dyr vanligvis kommer som blindpassasjerer, ofte i forbindelse med handel med planter. For ferskvannsfisk er tilsiktet introduksjon svært viktig, og dette skjer gjennom sportsfiske, akvarier / hagedammer, og akvakultur. For marine arter er utilsiktet introduksjon gjennom skipsfart aller viktigst (Figur 3). At skipsfart er så problematisk skyldes at ballastvann og begroing sprer store mengder fremmede arter over store avstander (Ruiz m.fl. 2000, Nunes m.fl. 2014).

Å bedømme risikoen forbundet med ulike spredningsveier ('pathway risk analysis') har blitt viktig i forsøket på å forhindre biologiske invasjoner (Hulme 2009). Gjennom å kombinere f.eks. informasjon om transportvektoren, det transporterte produktet, klima / miljøfaktorer, og biologiske egenskaper hos arten, kan man modellere risikoen for at en fremmed art spres og etablerer seg i en ny region (Hulme 2009). Denne tilnærmingen har vist seg å være fruktbar i flere forskjellige situasjoner (f.eks. Tatem m.fl. 2006, Floerl m.fl. 2009). En slik analyse kan også være viktig for å bedømme effektiviteten ved ulike tiltak for å begrense spredning av en art, som f.eks. barkbiller som kommer inn med tømmer (Skarpaas og Økland 2009).

Tabell 6. Oversikt over de vanligste spredningsveiene for ulike fremmede arter i Europa. Merk at en art kan ha flere spredningsveier (Etter Hulme m.fl. 2008).

Organismegruppe	Spredningsvei
Karplanter	Utsatt / rømt / forvillet
Insekter	Utsatt / rømt / forvillet
Reptiler og amfibier	Ukjent
Fugler	Utsatt / rømt / forvillet
Pattedyr	Utsatt / rømt / forvillet
Fisker	Utsatt / rømt / forvillet
Akvatiske virvelløse dyr	Utsatt / rømt / forvillet
Akvatiske virvelløse dyr	Utsatt / rømt / forvillet

Tabell 7. Oversikt over de vanligste organismegrupper som blir introdusert over hele verden ved ulike hovedtyper av spredningsveier. Merk at en art kan ha flere spredningsveier, og at naturlig spredning uten hjelp og via korridor ikke alltid blir inkludert i undersøkelser. (Etter Hulme m.fl. 2008, basert på over 400 fremmede arter i Global Invasive Species Database).

Spredningsvei	Organismegruppe
Utsatt ¹	1. Terrestriske planter 2. Terrestriske og akvatiske virveldyr
Rømt ²	1. Terrestriske planter 2. Akvatiske planter 3. Terrestriske virveldyr
Blindpassasjer 'Contaminant' ³	1. Terrestriske virvelløse dyr 2. Patogener 3. Terrestriske planter
Blindpassasjer 'Stowaway' ⁴	1. Akvatiske virvelløse dyr 2. Terrestriske planter
Korridor ⁵	1. Akvatiske virveldyr
Spredning uten hjelp ⁶	1. Terrestriske virveldyr 2. Terrestriske planter

¹ Tilsiktet introdusert

² Tilsiktet introdusert men utilsiktet rømt

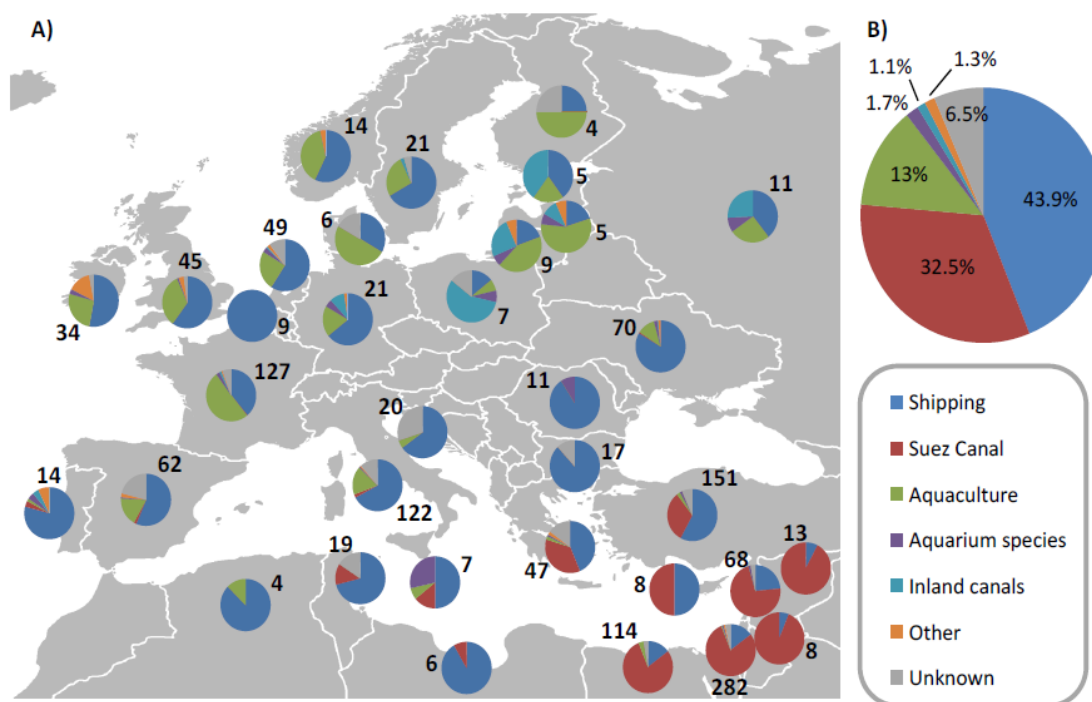
³ Organismer som kommer med import av et spesifikt produkt, f.eks. insekter i plantejord.

⁴ Organismer som kommer som en direkte følge av menneskelig transport, men som ikke er direkte assosiert med det som transporteres, f.eks. organismer i ballastvann.

⁵ Transportinfrastruktur f.eks. veier, kanaler

⁶ Arter som på naturlig vis kommet seg inn i landet fra et nærliggende land hvor den er fremmed

Et sentralt spørsmål er om ulike typer av spredningsveier virkelig innebærer ulik risiko for etablering av fremmede arter. Det er lite tilgjengelig litteratur om risiko knyttet opp mot spredningsvei, men kunnskapen som foreligger tyder på at det finnes en del mønstre og at ulike spredningsveier kan være relatert til ulike typer av risiko (Tabell 9). Basert på denne litteraturen er det ikke grunnlag for entydig å konkludere at en type spredningsvei er knyttet til en høyere risiko, f.eks. risiko for at en art skal etableres og spre seg. Det synes å være komplekse sammenhenger som kan variere med hvilken type organisme eller økosystem man ser på. I et studie av fremmede planter i Tsjekkia fant man at det var større sannsynlighet for at arter som ble tilsiktet introdusert etablerte seg eller ble invaderende sammenlignet med arter som ble introdusert utilsiktet (Pysek m.fl. 2011). Det kan kanskje forklares med at man ved tilsiktet introduksjon har valgt ut planter som tåler klimaet og i tillegg aktivt hjulpet / plantet dem ut. På den annen side var utilsiktet introduserte invaderende arter spredt over et like stort område som de tilsiktet introduserte. Disse hadde dessuten spredt seg mer i semi-naturlige habitater. I en studie av fremmede arter av kløverslekten (*Trifolium*) på New Zealand fant man at tilsiktet og utilsiktet introduserte arter var likt fordelt blant artene som har spredt seg mest (Gravuer m.fl. 2008). Noen av faktorene som kunne forklare spredningsevnen var de samme hos disse artene (f.eks. at arten hadde stor naturlig utbredelse), mens andre egenskaper, spesielt biologiske, var forskjellige. En annen studie av fremmede planter, på øyer i middelhavsområdet, viser også risiko med både tilsiktet og utilsiktet introduksjon (Lambdon m.fl. 2008). Her var hortikultur og utilsiktet spredning som blindpassasjer med jord eller frø de spredningsveiene med høyest risiko for at planten skulle etablere og spre seg. Også hos amfibier og reptiler er både tilsiktet (f.eks. bio-kontroll) og utilsiktet (blindpassasjer med planter) introduksjon knyttet til høy risiko for at en art etablerer seg (Kraus 2007). Risikoen for etablering av fremmede amfibier har også blitt modellert, og de faktorene som best forklarer om en art etablerer seg var at arten var tilpasset klimaet og at den var tilsiktet introdusert (Rago m.fl. 2012). Blant fremmede fiskearter i Great Lakes, Nord-Amerika, undersøkte man hvilke biologiske egenskaper som økte risikoen for etablering og spredning (Kolar og Lodge 2002).



Figur 3. A) Andel marine fremmede arter førstegangsintrodusert til Europa gjennom ulike spredningsveier, per land. B) Totalt antall førstegangsintroduksjoner av fremmede arter til Europa, per spredningsvei. Arter som hadde spredt seg med mer enn en vei ($n=143$) ble gitt verdien $1/k$ for hver av de k assosierte spredningsveiene, slik at bidraget fra hver fremmed art ble 1. (Fra Nunes m.fl. 2014, gjengitt med tillatelse fra forfatteren).

Deretter sammenlignet man dette med en pool av potensielle fremtidige fremmede arter fra enten tilsiktet introduksjon (sportsfiske m.m.) eller utilsiktet introduksjon (ballastvann fra Øst-Europa), og konkluderte at fremmede fisker utilsiktet introdusert med ballastvann utgjorde en større risiko enn fisker som ble introdusert tilsiktet, ettersom de hadde egenskaper som innebærer høyere risiko for etablering, spredning og økosystempåvirkning (Kolar og Lodge 2002).

3.2.2 Norske rapporter

I Artsdatabankens oversikt er 2320 fremmede arter beskrevet for Norge, og for drøyt halvparten av disse har det blitt gjort en risikovurdering (Gederaas m.fl. 2012). Av disse ble 217 funnet å utgjøre en høy eller svært høy risiko for norsk natur og er derfor med i norsk svarteliste (Gederaas m.fl. 2012). Behovet for kartlegging, overvåkning og tiltak for å minske problemene med fremmede arter er stort (Qvenild m.fl. 2008, Johnsen m.fl. 2010b). Overvåkning må i større grad rettes mot innførselsveiene, og forebyggende arbeid er et viktig tiltak for å redusere antall fremmede arter som kommer til norske økosystemer (Johnsen m.fl. 2010b). Fremmede arter kommer inn i Norge med mange forskjellige spredningsveier og vektorer. Johnsen m.fl. (2010b) beskriver disse, og løfter frem følgende spredningsveier som de viktigste innen hvert naturmiljø (T/U innen parentes betyr at de fremmede artene blitt introdusert tilsiktet eller utilsiktet):

- Terrestrisk miljø: import av planteprodukter (T/U), tømmerimport (U)
- Limnisk miljø: turisme og sportsfiske (T), import av akvarieorganismer (T)
- Marint miljø: skipsfart (U), havbruk (T), naturlig sekundærspredning også viktig

Hagen m.fl. (2012) har undersøkt import av planteprodukter. Dette er en meget viktig spredningsvei som har økt kraftig i de senere årene, med en tredobling av import av planter med jordklump til Norge fra 1997 til 2011. Av denne importen kommer 95 % fra tre land (Nederland, Tyskland, Danmark), selv om den opprinnelige vekstplassen kan være utenfor disse. Stikkprøver fra laster med flerårige planter med jordklump viste et stort antall fremmede arter av både virvelløse dyr og karplanter. Undersøkelsene tyder på en tilnærmet lineær økning i antall arter med antall laster, dvs. større importert volum gir flere fremmede arter (Hagen m.fl. 2012).

Import av tømmer og trevarer er mangfoldig, og denne spredningsveien har nylig blitt beskrevet og nærmere undersøkt av Hagen m.fl. (2013). Importvolum av ved til brensel varierer mye fra år til år, og volumet påvirkes av vintertemperatur og strømpriser. Hoveddelen av importen kommer fra Estland og Latvia. Norsk trevareindustri er i en lavkonjunktur og importen av tømmer har hatt en kraftig nedgang i perioden 2000-2012. Det meste importeres fra Sverige og Estland. Stikkprøver fra båtlaster med tømmer og flis ved ankomst til to havner viste at antallet arter økte sterkt med antall prøver. Et stort antall blindpassasjerer av virvelløse dyr og karplanter ble funnet i prøver fra tømmerlaster, og flere av disse var fremmede arter. I flislaster var det få arter. Import av ubarket tømmer er altså en mye viktigere vektor for spredning av fremmede arter enn import av flis (Hagen m.fl. 2013).

Fremmede fiskearter i limnisk miljø har blitt spredt eller satt ut av mennesker, og kan ha stor effekt på stedegne fiskebestander og økosystemer (Johnsen m.fl. 2010b, Hesthagen og Sandlund 2012, Kleiven og Hesthagen 2012). Flere av fiskeartene er nye og fremmede arter for Norge (f.eks. karpe, *Cyprinus carpio*), men også arter som finnes naturlig i visse deler av Norge og som spres av mennesker til nye områder innebærer et problem (f.eks. gjedde, *Esox lucius*). Problemet med fremmede fiskearter har vokst, og tiltak må snarest settes inn (Hesthagen og Sandlund 2012, Kleiven og Hesthagen 2012). Fremmede fiskearter inngår som kvalitetselement i Vannforskriften, og det er behov for økt fokus på problematikken (Bergan og Bækken 2011, 2012). En sannsynlig vektor for spredning av fremmede fiskearter er f.eks. fiske med levende agn, til tross for at dette er forbudt i Norge (Johnsen m.fl. 2010b). Turisme og sportsfiske kan også være en viktig vektor for planter, virvelløse dyr og sykdomsorganismer (f.eks. krepsepest) (Johnsen og Vrålstad 2009, Johnsen m.fl. 2010b). Ulovlig introdusert signalkreps (*Pacifastacus leniusculus*) er mer utbredt i Norge enn tidligere antatt, og vi kan forvente flere funn i årene som kommer (Johnsen m.fl. 2010a). Vasspest (*Elodea*, to arter) er svartlistede vannplanter som trolig hovedsakelig ble bevisst innført i Europa som akvarie- og hageplanter. Disse har spredt seg til

naturlige vann, mest sannsynlig med menneskelig hjelp. I dag (etter forbud mot import og utsetting i 2009) spres den i Norge fortrinnsvis ubevisst, f.eks. med forflytting av båter og redskap mellom vannforekomster (Mjelde m.fl. 2012).

Vi har mangelfull kunnskap om mange av de fremmede marine artene som finnes registrert i Norge (Gederaas m.fl. 2012). Det er også mange marine arter som ikke er med i Artsdatabankens oversikt over fremmede arter, f.eks. marine planteplankton og dinoflagellater. Disse gruppene har flere arter som ses på som skadelige og en trussel (f.eks. pga. algetoksiner) (Johnsen m.fl. 2010b). Antall fremmede marine arter som har etablert seg i Norge øker fra nord til sør (Heggøy m.fl. 2009, Johnsen m.fl. 2010b, Norling og Jelmert 2010). Marint miljø har færre barrierer, og naturlig spredning i det marine miljø vil ofte være vanskelig å stanse. Det vil være tilnærmet umulig å utrydde organismer i vannmassene (Johnsen m.fl. 2010b, Norling og Jelmert 2010). Dvs. at når en art først har kommet inn i Norge (eller et naboland), f.eks. med ballastvann eller akvakultur, så kan det være umulig å stoppe den. Eksempelvis så ble Amerikansk lobemanet, *Mnemiopsis leidyi*, introdusert i Svartehavet med ballastvann og spredte seg raskt. Lobemaneten spiser fiskeegg, fiskelarver og zooplankton, men blir ikke spist av fisk selv. Den har fått enorme økosystemeffekter og store økonomiske effekter med bl.a. kollaps i fiskebestander. Arten øker nå eksplosjonsartet i Skandinavia (Norling og Jelmert 2010). Introduksjoner av fremmede arter gjennom skipsfart er et meget stort og problematisk område, som det er vanskelig å få kontroll med (Johnsen m.fl. 2010b), selv om Norge er blant de land som har ratifisert FNs sjøfartsorganisasjon IMOs ballastvannkonvensjon (IMO 2004). I Oslofjordområdet er det registrert 28 fremmede marine arter av makroalger og virvelløse dyr, og i tillegg finnes flere dørs- tokkarter (Norling og Jelmert 2010). I Oslofjorden er sekundær spredning med strøm, akvakultur og skipsfart de fremste spredningsveiene (Norling og Jelmert 2010). Kongekrabben (*Paralithodes camtschaticus*), som er et problem i nord, ble først satt ut i Murmanskområdet, men har etter hvert spredt seg til Norge (Johnsen m.fl. 2010a). Økt innvandring av nye arter kan også forventes som følge av klimaendringene, som fører til at varmekjære arter nå oftere dukker opp langs norskekysten (Johnsen m.fl. 2010b).

Mange av de marine artene i norsk svarteliste har kommet til Norge via mer enn én spredningsvei (Gederaas m.fl. 2012). Som eksempel nevnes her noen svartlistearter med spredningsvei i parentes:

- Amerikansk lobemanet, *Mnemiopsis leidyi* (Utsatt, sekundær spredning)
- Stillehavsøsters, *Crassostrea gigas* (Rømt / forvillet, sekundær spredning)
- Kongekrabbe, *Paralithodes camtschaticus* (Utsatt, sekundær spredning)
- Amerikansk hummer, *Homarus americanus* (Utsatt, forvillet)
- Brakkvannsrur, *Balanus improvisus* (Utsatt, sekundær spredning)
- Japansk drivtang, *Sargassum muticum* (Utsatt, sekundær spredning)

Tabell 8. Undersøkelser som har analysert flere ulike spredningsveier med tanke på hvilken spredningsvei som kan assosieres med flest fremmede arter i en region (resultat fra litteratursøk med søkeord 'alien species pathways').

Miljø	Organismegruppe	Område	Analysert variabel – fremmede arter	Viktigste introduksjons / spredningsvei	Tilsiktet (T) eller utilsiktet (U) introdusert	Referanser
Marin	Marin fauna og flora	Europa ¹	Fremmede arter, første introduksjon i Europa (1380 arter)	Skipsfart (etterfulgt av: Suezkanalen og akvakultur)	U	Nunes m.fl. (2014)
Marin	Marin fauna og flora	Europa ¹	Fremmede arter, første introduksjon i Europa (1369 arter, av hvilke 1257 med info om spredningsvei)	Skipsfart (etterfulgt av: Suezkanalen og akvakultur)	U	Katsanevakis m.fl. (2013)
Marin	Marine virvelløse dyr (begroing / 'fouling')	Canada, kyst	Artsdiversitet, fremmede arter på utlagte plater (12 arter)	Båt – rekreasjon	U	Murray m.fl. (2014)
Akvatisk	Amphipoder	W Russland	8 fremmede arter	Tilsiktet introdusert og konstruksjon av kanaler	T/U	Berezina (2007)
Ferskvann	Fisk	Tyskland og Østerrike	15 fremmede arter	Fisk inkl. akvakultur (etterfulgt av handel)	T	Rabitsch m.fl. (2013)
Ferskvann	Fisk	England	Forekomst av fremmede arter i naturen (delt inn i regioner)	Akvarier og hagedammer, ca. 44 % (etterfulgt av sportsfiske)	T	Copp m.fl. (2007)
Ferskvann	Fisk	Middelhavsregionen	514 introduksjoner fordelt på 128 fremmede arter	Akvakultur og 'stocking' (for fiske og kommersielt bruk)	T	Tricarico (2012)
Ferskvann	Fisk	Australia	34 fremmede arter	Akvarier og handel med akvariefisk (65 % av artene)	T	Lintermans (2004)
Ferskvann / terrestrisk	Amfibier og Krypdyr	Florida	140 fremmede arter	Handel med kjæledyr (83,9 % av artene)	T	Krysko m.fl. (2011)
Terrestrisk	Insekter: Coccoidea, Hemiptera	Europa	129 etablerte fremmede arter, men nevner bare konklusjonen (ikke data)	Hagebruk og handel med pryddplanter	U	Pellizari og Germain (2010)
Terrestrisk	Insekter: Heteroptera	Europa	42 etablerte fremmede arter (hvorav 12 fremmede for Europa)	'Contaminants' (ofte med pryddplanter) 49 % (etterfulgt av naturlig spredning, 28 %)	U	Rabitsch (2008)

Terrestrisk	Flått og midd	Europa	96 fremmede arter, men nevner bare konklusjonen (ikke data)	Handel med planter og jordbruksprodukter	U	Navajas m.fl. (2010)
Terrestrisk	Hvirvelløse plante-skadedyr	Storbritannia	164 fremmede arter	Assosiert med menneskelig aktivitet (70 %) vs. naturlig spredning (30 %). Viktigste vei: import av planter (spesielt pryddplanter)	U	Smith m.fl. (2007)
Terrestrisk	Bryophyter	Globalt (unntatt kontinentale tropiske områder)	Introduksjon av arter - fremmed i minst en region (139 arter)	Blindpassasjer -med fly, skip, klær (n=34) -med import av planter, kompost etc. (n=24) (men for 51 % av artene er spredningsvei ukjent)	U	Essl m.fl. (2013)
Terrestrisk	Karplanter i skog	Østerrike	119 fremmede arter i 15 områder av lavlandsskog nær bebyggelse	Hortikultur (86 % av artene)	T	Essl m.fl. (2011)

¹ Se også Zenetos m.fl. (2012) som viser data for bare Middelhavet, og Panucci-Papadopoulou m.fl. (2005) for greske farvann.

Tabell 9. Spredningsveier for fremmede arter delt opp i tilsiktet og utilsiktet introdusert, og data med relevans for risiko assosiert med at den fremmede arten er blitt introdusert (resultat fra litteratursøk med søkeord 'alien species pathways').

Organisme-gruppe	Område	Antall fremmede arter (%) ¹			Risiko	Referanser
		Tilsiktet introdusert	Utilsiktet introdusert	Annet		
Planter	Tsjekkia	692 (49,8 %) Utsatt: 93 (6,7 %) Rømt / forvillet: 599 (43,1 %)	697 (50,3 %) Contaminants: 443 (31,9 %) Stowaways: 254 (18,4 %)	Spredning fra naboland eksplisitt ikke analysert	Tilsiktet innførte arter har større sannsynlighet å etablere seg og å bli invaderende. Men utilsiktet introduserte arter finnes over like stort areal og antall habitat, og finnes oftere i semi-naturlige habitater.	Pysek m.fl. (2011)
Planter	Tsjekkia	747 (51,4 %)	707 (48,6 %)	--	--	Pysek m.fl. (2012)
Planter	Øyer i Mid-delhavet	Ca ² 285 (68 %) 'naturalised' ³ oftest som pryddplanter	Ca ² 135 (32 %) 'naturalised' ³ En femtedel av disse assosiert med landbruk	--	De spredningsveier som var relatert til høyest risiko for etablering og spredning: hortikultur, utilsiktet introduksjon med jord / frø, avling, og planting i landskap o. lign.	Lambdon m.fl. (2008)
Planter (Trifolium)	New Zeeland	54 arter, hvorav 9 'naturalised' ³	Ukjent, men av disse har 16 arter blitt 'naturalised' ³	--	Risiko forbundet med begge spredningsveier. Begge spredningsveier likt fordelt blant de artene som spredt seg mest. Delvis samme men også litt ulike faktorer var viktige for spredning / etablering via de to spredningsveiene.	Gravuer m.fl. (2008)
Planter	USA	671 (60 %)	126 (11 %)	Ukjent 315 (28 %)	Bare invaderende arter inkludert	Lehan m.fl. (2013)
Terrestriske artropoder	Europa	464 (29,8 %) ⁴ Utsatt: 218 (14 %) – de fleste biologisk kontroll Rømt: 246 (15,6 %) – de fleste fra veksthus	1095 (70,2 %) ⁴ De fleste hagebruk / pryddplanter	--	--	Rabitsch (2010)
Insekter: Hymenoptera	Europa	180 (63 %) Nesten alle biologisk kontroll	106 (37 %) De fleste med import av planter og frø	--	--	Rasplus m.fl. (2010)
Amfibier	Globalt	--	--	--	Resultat fra modell: Viktigste faktorene som forklarer om en art etablerer seg	Rago m.fl. (2012)

					er 1) arten er tilpasset klimaet, og 2) er tilsiktet introdusert	
Amfibier og Reptiler	Globalt	Handel med kjæledyr > 700 introduserte arter ⁵	Gods 'stowaway' > 400 introduserte arter ⁵	--	Spredningsveiene blindpassasjer med planter, biologisk kontroll og mat har høyest risiko at en fremmede art etableres (dvs. både tilsiktet og utilsiktet) ⁵	Kraus (2007)
Fisker	Great Lakes, Nord-Amerika	--	--	--	En prediktiv modell assosierer arter fra mulige utilsiktede introduksjoner (i fremtiden) å ha egenskaper som innebærer større risiko for etablering, spredning og økosystempåvirkning, sammenlignet med arter som kan bli tilsiktet introdusert.	Kolar og Lodge (2002)
Mange ulike organismer fra terrestriske og akvatiske miljøer (283 invaderende arter)	Kina	39,6 %	49,3 %	Naturlig spredning: 3,1 % Ukjent: 8 %	--	Xu m.fl. (2006)

¹ Antallet kan reflektere at enkelte arter har blitt introdusert gjennom flere spredningsveier.

² Verdiene lest av fra figur 2 i artikkelen.

³ Arter som etablert seg og reproducerer i naturen.

⁴ Rabitsch (2010) hadde en annen inndeling i kategorier.

⁵ Bare de to viktigste transportveiene for introduksjon av 'alien species' vises her i tabellen, men mer informasjon finnes i figur i artikkelen. Konklusjon om risiko nevnes i artikkelen, men data er ikke presentert.

4 Risiko forbundet med spredningsveiene

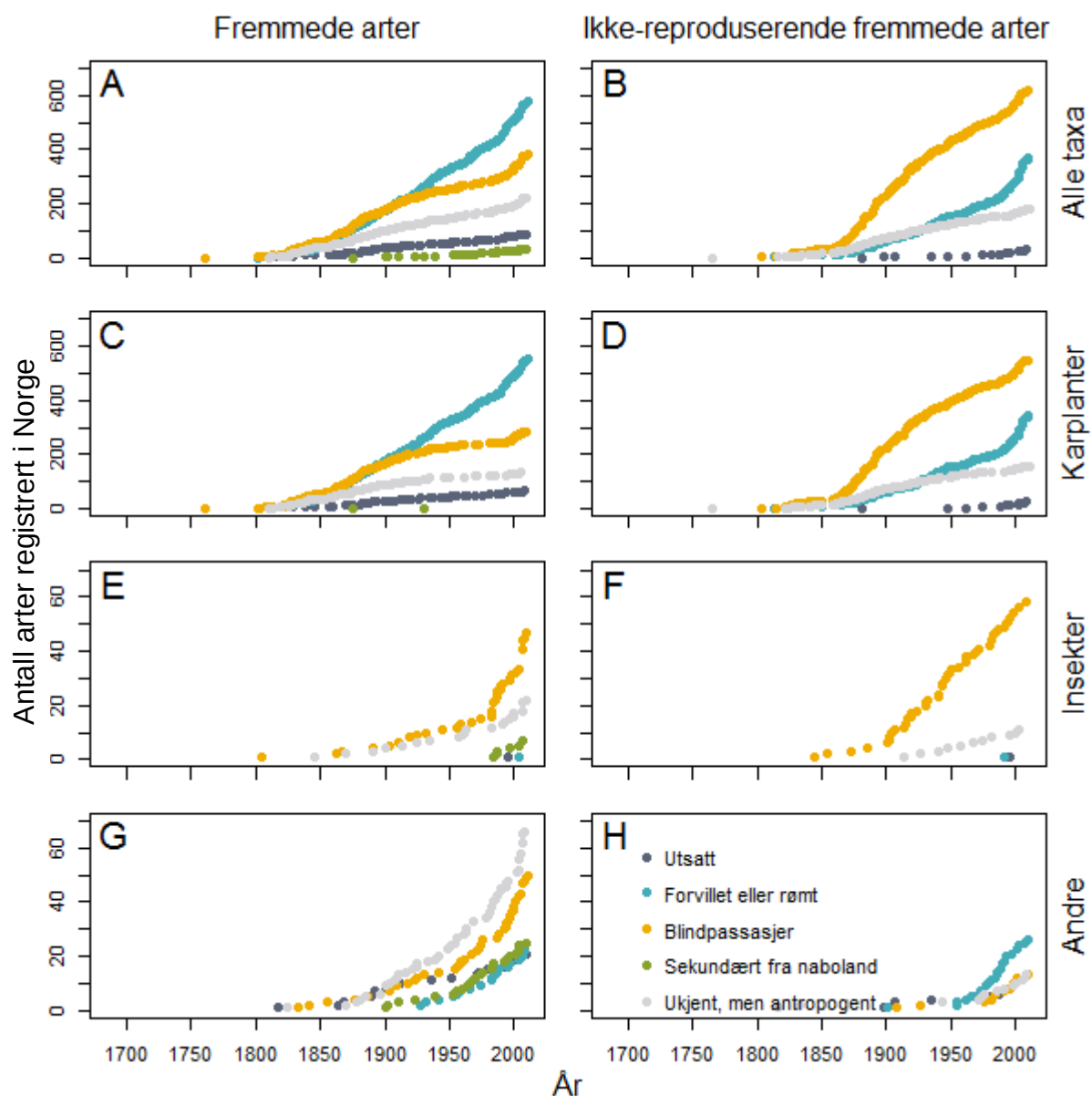
4.1 Utvikling i antall fremmede arter over tid

De tidligste sikkert daterte introduksjoner av fremmede arter i Norge skjedde som direkte utsetting i naturen av karpe (*Cyprinus carpio*), først registrert i 1685, og honningbie (*Apis mellifera*) som ble innført før 1743. Begge arter er antakelig innført og utsatt med sikte på matproduksjon. Frem til 1800 registreres det totalt 51 fremmede arter, men hovedparten av disse er kategorisert som 'utenfor prosjektets avgrensning' av Gederaas m.fl. (2012) og er derfor i utgangspunktet ikke vurdert i svartelisten 2012. Mange arter er trolig innført tidligere, men ikke tidfestet nøyaktig: så mye som halvparten av plantene i den norske floraen kan være innført med landbruket over mange hundre, kanskje flere tusen år.

Det er markant forskjell på innvandringsmønsteret mellom fremmede arter som har etablert seg og ikke-reproduserende fremmede arter (Figur 4, Tabell 10). Frem til tidlig 1900-tall var blindpassasjerer og forvilling like vanlige som spredningsvei for fremmede arter, med henholdsvis 186 og 184 arter svarende til 43 % og 42 % av de fremmede artene i landet på dette tidspunktet. Senere blir forvilling relativt viktigere (Figur 4A). I 1950 utgjør arter fra denne spredningsveien 334 arter svarende til 49 % mot 39 % som er kommet som blindpassasjer, og i 2000 er fordelingen 51 % mot 34 %. For ikke-reproduserende fremmede arter er blindpassasjerer derimot den dominerende spredningsvei helt siden 1860-tallet og først i de senere årene har forvilling for alvor fått betydning (Figur 4B). I 1850 var 33 arter svarende til 40 % av alle ikke-reproduserende fremmede arter kommet som blindpassasjer, mens ingen av de andre spredningsveier utgjør mere enn 20 %. Hundre år senere, i 1950, utgjorde denne spredningsveien 71 % (433 arter), mens 26 % (156 arter) var forvillet. Dette begynner å jevne seg ut i de senere årene, og i år 2000 er de tilsvarende tall henholdsvis 63 % og 31 % svarende til 572 og 285 arter. Bemerk her at samme art kan være kommet inn via flere spredningsveier, og prosentsatsen overstiger derfor 100 %.

Figur 4A illustrerer også en økning av antallet av fremmede arter henimot slutten av 1900-tallet. For alle spredningsveier unntatt direkte utsetting skjer det en økning i antallet av fremmede arter som kommer per år. Tabell 11 viser at antallet av arter som blir satt ut økte jevnt igjennom hele perioden, at det var en akselerasjon i antallet av arter som blir forvillet gjennom hele perioden, mens antallet av blindpassasjerer akselererte i perioden omkring 1860-1925 og igjen etter 1995. For ikke-reproduserende fremmede arter skjer det en akselerasjon i antallet av arter i alle spredningsveier. Dette er særlig tydelig for forvilledede arter hvor antallet av arter som ble registrert per år steg bratt fra 2,5 i siste halvdel av 1900-tallet til 7,08 i årene fra år 2000 og frem (Figur 4B, Tabell 11).

En slik økning kan skyldes flere ting og det er ikke på basis av de tilgjengelige data mulig å fastslå i hvor stor grad økningen i antall arter per år skyldes en reell økning i antallet av fremmede arter eller i hvor stor grad det skyldes et større fokus på fremmede arter med derav følgende større oppmerksomhet og innrapporteringsfrekvens. Det har vært en betydelig økning i rapportering av artsfunn (ikke bare fremmede arter) i løpet av de siste par hundre år som gir grunn til å tro at fremmede arter var sterkere underrapportert tidligere og at den reelle stigningen i antall introduksjoner er slakere enn antydning i figurene (Skarpaas m.fl. 2014). Samtidig har globaliseringen medført en økt transport av mennesker, handelsvarer og gods, noe som har ført til en voldsom stigning i spredningen av fremmede arter (Hulme 2009).



Figur 4. Utvikling i antall rapporterte fremmede arter og ikke-reproduserende fremmede arter i Norge i perioden 1685-2012 fordelt på spredningsveier. Hvert farget symbol angir første registrering av en fremmed art i Norge. Bemerk ulike skalaer på y-aksen. Panelene viser utviklingen over tid for A) & B) alle artsgrupper, C) & D) bare karplanter, E) & F) insekter og G) & H) alle artsgrupper unntatt karplanter og insekter. Panelene viser utviklingen over tid for henholdsvis fremmede arter (A, C, E, G) og ikke-reproduserende fremmede arter (B, D, F, H).

Tabell 10. Parameterverdier for generelle additive modeller (gam) av den kumulative utviklingen i fremmede arter, sammenligning med kurvelineær polynomial regresjon, og parameterverdier for LOESS-analyse.

Beste modell gam vs. kurvelineær polynomial regresjon							Gam modell			Loess smoothing		
				Beste modell gam vs. kurvelineær polynomial regresjon			Gam modell			Loess smoothing		
	Modell	ΔAIC	F	d.f.	p	Forklaret devians (R^2)	Variansen av residualene	Signifikans av smoother	Estimert antall frihetsgrader for smother	Skjæringspunkt	Span av loess-smother	Tilsvarende antall av parametre i kurvelineær regresjon (EPN)
Fremmede arter												
Utsatt	Gam	29,6	12,0	4,1	<0,0001	0,997	0,02	<0,0001	8,1	6,7	0,16	21,2
Forvillet	Gam	112,9	36,5	4,8	<0,0001	0,999	0,03	<0,0001	8,8	15,2	0,08	38,3
Blindpassasjer	Gam	67,2	20,1	4,9	<0,0001	0,997	0,06	<0,0001	8,9	13,2	0,08	38,2
Sekundær spredning fra naboland	Gam	2,4	15,8	0,27	0,01	0,991	0,02	<0,0001	4,3	3,7	1	3,5
Ukjent vektor	Gam	9,0	4,4	4,6	0,0016	0,995	0,06	<0,0001	8,6	10,1	0,13	24,3
Ikke-reproduserende fremmede arter												
Utsatt	Polynomial regresjon	3,1	--	--	--	0,983	0,05	<0,0001	4,8	3,4	1	3,6
Forvillet	Gam	224,7	131,9	4,9	<0,0001	0,999	0,03	<0,0001	8,9	10,7	0,09	34,5
Blindpassasjer	Gam	247,7	131,8	4,9	<0,0001	0,998	0,09	<0,0001	8,9	16,8	0,09	36,2
Sekundær spredning fra naboland	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Ukjent vektor	Gam	103,1	40,1	4,8	<0,0001	0,998	0,02	<0,0001	8,8	9,0	0,14	22,4

Tabell 11. Gjennomsnittlig antall arter (alle artsgrupper) per år i ulike tidsperioder.

	1800-1849	1850-1899	1900-1949	1950-1999	2000-2012
Fremmede arter					
Utsatt	0,18	0,52	0,36	0,56	0,54
Forvillet	0,70	2,78	2,98	3,70	5,46
Blindpassasjer	1,16	2,32	1,56	1,44	4,23
Fra naboland	0	0,02	0,12	0,38	0,62
Ukjent vektor av antropogen opprinnelse	0,72	1,20	0,98	0,92	2,23
Ikke-reproduserende fremmede arter					
Utsatt	0	0,04	0,08	0,24	1,08
Forvillet	0,16	1,02	1,84	2,50	7,08
Blindpassasjer	0,56	3,88	4,06	2,82	3,85
Fra naboland	-	-	-	-	-
Ukjent vektor av antropogen opprinnelse	0,24	1,20	1	0,76	1,46

Tabell 12 viser årstallet for når en viss prosentdel av de fremmede artene har blitt registrert i Norge. Den tidligste registrering i kategorien fremmede arter er skroteveronika (*Veronica hederifolia hederifolia*) som kom som blindpassasjer i 1765. Blindpassasjerer er også den spredningsveien som først nådde 50 % og 75 % av det nåværende antall fremmede arter, i henholdsvis 1908 og 1960. De tre spredningsveiene 'utsatt', 'forvillet' og 'ukjent vektor' er alle tidligst registrert i år 1800, men dette er et artefakt som fremkommer ved at det for en del arter ikke er angitt et presist årstall for innvandring, men et intervall (f.eks. 1800-1850). Utviklingen av disse tre spredningsveier følges ad igjennom hele perioden, og overordnet sett er utviklingen ganske lik for alle spredningsveier, unntatt arter som er vandret inn via naboland. Arter som har kommet inn via denne spredningsveien er de som senest blir etablert i Norge, en effekt som ses helt frem til 1990-tallet. Dette er ikke overraskende, siden denne spredningsveien er definert ved arter som er spredt sekundært via egespredning fra ville bestander i et naboland, hvor de har etablert seg som fremmede art (Gederaas m.fl. 2012). Av samme årsak er det ingen i kategorien 'ikke-reproduserende fremmede arter' som har kommet inn via naboland (Tabell 3).

De tre forekomster av startåret 1765 i kategorien ikke-reproduserende fremmede arter kan alle henføres til fôrvikke (*Vicia sativa sativa*) som er kommet inn som blindpassasjer, utsatt og via en ukjent men antropogen vektor. Utviklingen i disse tre spredningsveiene er ganske lik over tid, mens utviklingen i antallet av arter som er satt ut er litt forsinket i forhold til de tre andre spredningsveiene (Tabell 12).

Tabell 12. Årstall for når en viss andel av dagens fremmede arter og ikke-reproduserende fremmede arter hadde blitt registrert i Norge. Startåret 1800 er et artefakt som fremkommer ved at innvandringsår for en del arter er angitt som et intervall 1800-1850. Registreringen av en blindpassasjer i 1765 er skroteveronika (Veronica heredifolia heredifolia), mens de tre forekomstene samme år i kategorien ikke-reproduserende fremmede arter alle kan henføres til förvikke (Vicia sativa sativa).

	0 %	5 %	25 %	50 %	75 %	95 %	100 %
Fremmede arter							
Utsatt	1800	1828	1882	1923	1977	2005	2008
Forvillet	1800	1835	1880	1923	1969	2002	2010
Blindpassasjer	1765	1827	1871	1908	1960	2004	2011
Fra naboland	1875	1900	1936	1976	1994	2005	2009
Ukjent vektor av antropogen opprinnelse	1800	1830	1872	1913	1969	2004	2010
Ikke-reproduserende fremmede arter							
Utsatt	1800	1853	1937	1987	1999	2007	2008
Forvillet	1765	1842	1897	1935	1976	2004	2010
Blindpassasjer	1765	1836	1885	1929	1970	2002	2010
Fra naboland	-	-	-	-	-	-	-
Ukjent vektor av antropogen opprinnelse	1765	1836	1881	1917	1959	2004	2011

4.1.1 Forskjeller mellom artsgrupper

Av de 1170 fremmede artene som er registrert i Norge er de 821 (70 %) karplanter (Tabell 1). For ikke-reproduserende fremmede arter er det tilsvarende tall 898 arter av 1071 (83 %). Det er derfor ikke overraskende at det bilde som tegner seg for utviklingen av fremmede arter over tid er helt dominert av utviklingen i karplanter (henholdsvis Figur 4A,C og Figur 4B,D). Man skal derfor være varsom med uten videre å anta at utviklingen i fremmede arter over tid generelt er representativ for alle artsgrupper. Den mest åpenlyse forskjell mellom det mønster som tegner seg for karplantene (Figur 4C,D), og for alle artene samlet (Figur 4A,B) er fraværet av arter som har innvandret fra naboland.

Hvis man ser på den nest største artsgruppe, insektene, som utgjør henholdsvis 11 % og 9 % av det samlede antall arter, er bildet noe annerledes, og hovedparten av forekomstene (henholdsvis 41 % og 71 %) kan tilskrives blindpassasjerer (Figur 4E,F). For fremmede arter skjer det en økning i antallet av arter hen imot slutten av 1900-tallet. Mens det gjennomsnittlige antall fremmede insekter per år over hele perioden er 0,2, stiger det til 1,2 fra år 2000 og frem. For ikke-reproduserende fremmede arter av insekter skjer denne stigningen allerede fra begynnelsen av 1900-tallet.

Den resterende gruppen av arter (Figur 4G,H) er svært forskjelligartet, ved at den omfatter alt fra pattedyr til sopper. Også for denne restgruppen ses det en økning i innrapportering i de senere årene, men i likhet med karplanter og insekter er det ikke mulig å vite om dette skyldes en reell stigning i antall arter eller om det skyldes en økt oppmerksomhet på problemet.

4.1.2 Forskjeller mellom naturmiljøer

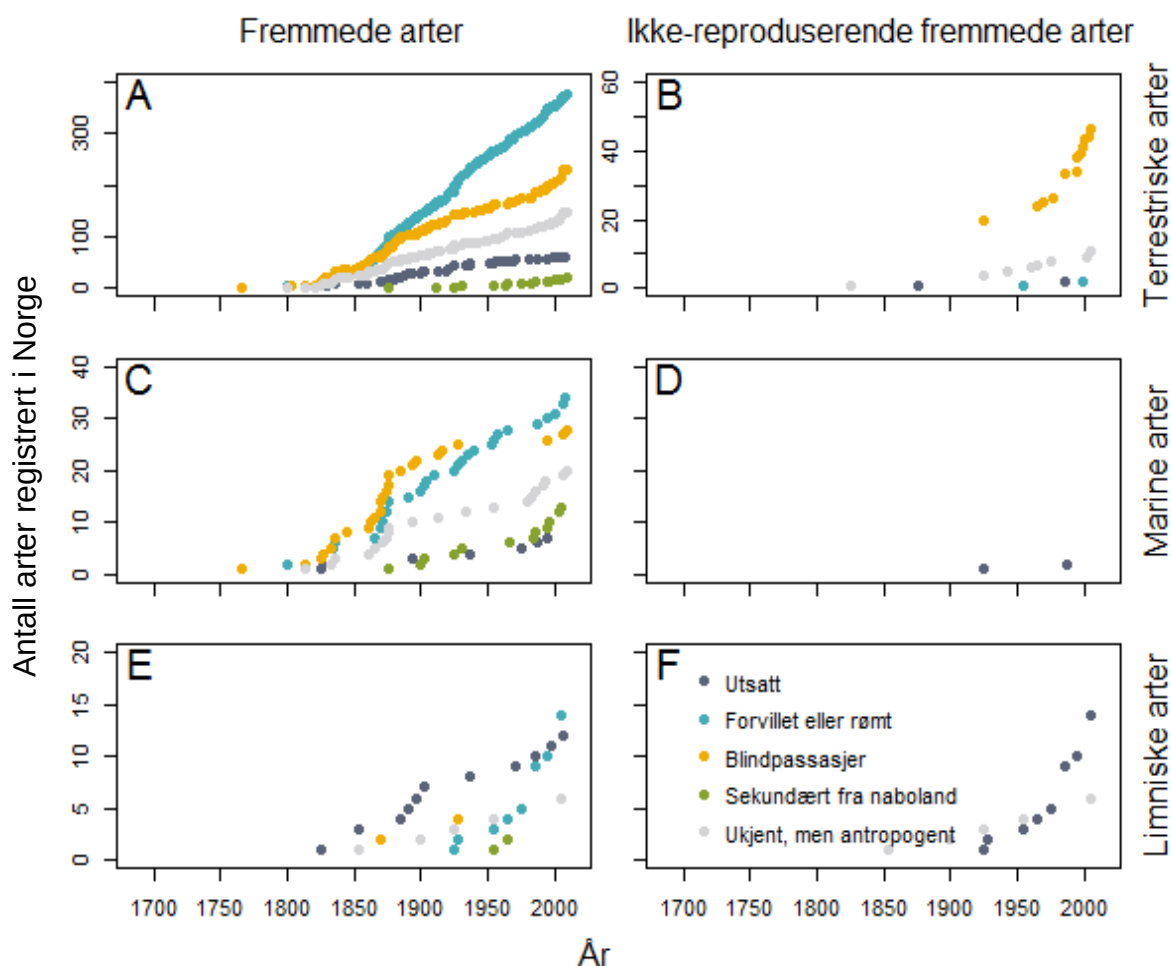
Det store antall fremmede karplanter viser seg også tydelig når man ser på utviklingen over tid innen de tre naturmiljøene, terrestrisk, marint og limnisk, der utviklingen over tid for terrestriske fremmede arter (Figur 5A) er ganske lik utviklingen for karplanter (Figur 4B). Bemerk at det totale antallet av arter varierer mellom de to figurene. Dette skyldes at mens det er oppgitt spredningsvei for alle arter, mangler det informasjon om naturtyper for en del arter. Frem til midten av 1800-tallet var blindpassasjerer og forvilling like vanlige som spredningsvei for fremmede arter, med henholdsvis 36 og 39 arter svarende til 34 % og 37 % av de fremmede artene i landet på dette tidspunktet.

Senere blir forvilling den dominerende spredningsveien for terrestriske arter (Figur 5A). I 1900 utgjør arter fra denne spredningsveien 144 arter svarende til 41 % mot 32 % som er kommet som blindpassasjer, og i 2000 er fordelingen 46 % mot 27 %.

Antallet av arter i det marine miljø svarer til ca. 11% av antallet av terrestriske arter. I det marine miljø er utviklingen over tid relativt likt mellom arter som er forvillet og arter som har kommet som blindpassasjer (Figur 5C). Frem til midten av 1800-tallet var blindpassasjerer og forvilling like vanlige som spredningsvei for fremmede arter, med henholdsvis 6 og 8 arter svarende til 32 % og 42 % av de fremmede artene i landet på dette tidspunktet. I år 1900 har det blitt registrert 16 forvillede arter svarende til 30 % mot 42 % som er kommet som blindpassasjer, og i 2000 er fordelingen 33 % mot 29 %.

Det er for få limniske arter til å gi et entydig bilde (Figur 5E). Frem til midten av 1900-tallet er arter som er satt ut mest dominerende, men siden 1950 har også forvillede / rømte arter fått betydning. I år 2000 var det registrert 11 utsatte og 10 forvillede arter, svarende til 36 % og 32 % av kjente fremmede ferskvannsarter.

For mesteparten av ikke-reproduserende fremmede arter er det ikke data om naturtype og det er derfor for få datapunkter til å kunne si noe om utviklingen i trender (Figur 5B,D,F).



Figur 5. Utvikling i antall rapporterte fremmede arter og ikke-reproduserende fremmede arter i Norge i perioden 1685-2012 fordelt på naturmiljøer. Hvert farget symbol angir første registrering av en fremmed art i Norge. Bemerk ulike skalaer på y-aksen. Panelene viser utviklingen over tid for A) & B) terrestriske arter, C) & D) marine arter og E) & F) limniske arter. Panelene viser utviklingen over tid for henholdsvis fremmede arter (A, C, E) og ikke-reproduserende fremmede arter (B, D, F).

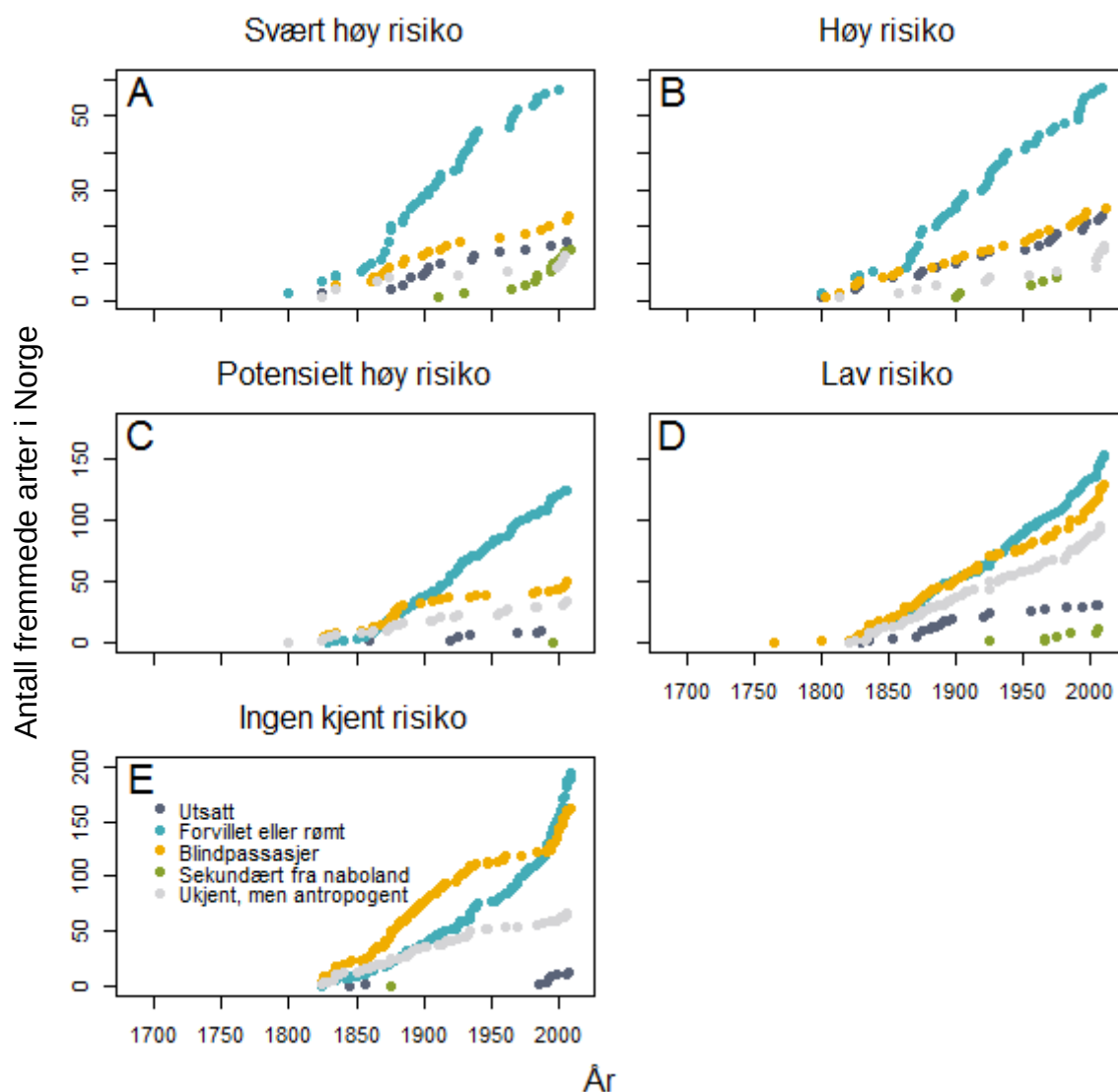
4.1.3 Forskjeller mellom risikokategorier

Forvillede og rømte arter utgjør den desidert viktigste spredningsveien blant arter som er inkludert i svartelisten. Det er lite forskjell mellom spredningsveiene frem til midten av 1800-tallet, men heretter øker antallet av forvillede og rømte arter mere enn arter som har kommet med de andre spredningsveiene. Frem til 1850 utgjorde de 44 % av alle registrerte fremmede arter på det tidspunktet med svært høy risiko og 42 % av de med høy risiko. I 1900 var andelen steget til 53 % for arter med svært høy risiko og 50 % for arter med høy risiko. I 2012 var det 57 forvillede og rømte arter med svært høy risiko svarende til 47 %, og 58 arter med høy risiko svarende til 46 % (Figur 6A,B). De nest viktigste spredningsveiene blant arter som er inkludert i svartelisten er blindpassasjerer og utsetting. I 2012 hadde 23 (18 %) av registrerte fremmede arter med svært høy risiko kommet som blindpassasjerer, mens 16 (14 %) av artene var utsatt. For artene med høy risiko hadde 25 (20 %) av artene kommet som blindpassasjerer, mens 23 (18 %) var utsatt.

For arter med potensielt høy risiko, dvs. arter som ikke er på svartelisten, er den relative betydning av de ulike spredningsveier veldig likt det som ses for artene i svartelisten (Figur 6C). De mest markante forskjeller er at arter som er satt ut ikke spiller noen vesentlig rolle, samt at det samlede antallet av arter er større. I 1850 er det fire arter som er forvillet og ni blindpassasjerer blant de registrerte fremmede artene, svarende til 19 % og 43 % av artene. Syv arter (33 %) var kommet med en ukjent men antropogen vektor. I 1900 er det 38 arter (42 %) som var forvillet og 33 blindpassasjerer (37 %) blant de registrerte fremmede artene, mens 17 arter (19 %) var kommet med en ukjent men antropogen vektor. I 2012 var 125 av artene forvillet eller rømt. Dette svarer til 57 % av alle registrerte arter på dette tidspunktet med potensiell høy risiko. Femti (23 %) var kommet som blindpassasjerer, mens 34 arter (16 %) var kommet med en ukjent men antropogen vektor.

For arter med lav risiko er det en jevn stigning i antallet av arter som har kommet med de tre mest vanlige spredningsveiene: Forvilling, blindpassasjer og ukjent men antropogen vektor. Det er en tendens til en akselerasjon i innvandringshastighet / innrapporteringsfrekvens henimot slutningen av perioden (Figur 6D). I 2012 har henholdsvis 153, 130 og 96 arter kommet med disse tre spredningsveiene, hvilket svarer til 36 %, 31 % og 23 % av alle registrerte arter med lav risiko på dette tidspunktet.

For arter uten kjent risiko er den relative fordelingen mellom spredningsveiene litt annerledes, ved at blindpassasjerer dominerer frem til midten av 1900-tallet, og først hen imot år 2000 blir forvilling den viktigste spredningsveien (Figur 6E). Fra siste halvdel av 1900-tallet skjer det en markant øking i antallet av registrerte arter for både blindpassasjerer og forvillede / rømte arter. I 1850 har 10 arter (21 %) kommet ved forvilling, 23 arter (46 %) som blindpassasjerer og 14 arter (29 %) med ukjent, men antropogen vektor. I 1950 har 76 arter (31 %) kommet ved forvilling, 113 arter (46 %) som blindpassasjerer og 53 arter (22 %) med ukjent, men antropogen vektor. I 2012 har 194 arter (45 %) kommet ved forvilling, 161 arter (37 %) som blindpassasjerer og 6 arter (15 %) med ukjent, men antropogen vektor.



Figur 6. Utvikling i antall rapporterte fremmede arter i Norge i perioden 1685-2012 fordelt på risikokategoriene definert av Gederas m.fl. (2012). Hvert farget symbol angir første registrering av en fremmed art i Norge. Bemerk ulike skalaer på y-aksen. Panelene viser utviklingen over tid for arter som utgjør en A) svært høy risiko, B) høy risiko, C) potensielt høy risiko, D) lav risiko og E) arter som ikke utgjør noen kjent risiko.

4.2 Risiko forbundet med artene på svartelisten

Samlet sett er 19 % av alle fremmede artene på svartelisten, men det er forskjell mellom spredningsveiene med hensyn til hvor stor en andel av artene som er svartelistet. Det er en overrepresentasjon av arter i svartelistekategoriene for de artene som er utsatt eller har kommet sekundært fra naboland, mens svartelistede arter er underrepresentert blant blindpassasjerer og arter som har kommet med ukjent men antropogen vektor (Tabell 13, Tabell 14, Figur 7). Hovedparten av artene som har forvillet eller rømt er ikke på svartelisten, hvilket svarer til det overordnede bilde når alle spredningsveiene ses under et.

Det er 96 fremmede arter i Norge som er satt ut. Herav er 39 (41%) på svartelisten. Arter som er satt ut utgjør dermed 8 % av alle fremmede arter men 18 % av de svartelistede artene. Det er dermed en signifikant høyere andel av svartelistede arter enn for ikke-utsatte arter ($\chi^2 = 32,54$, $d.f.=1$, $p < 0,005$) (Tabell 13, Tabell 14). Det er henholdsvis 15 % og 21 % sannsynlighet for at en art har blitt utsatt hvis den er risikoklassifisert som enten svært høy eller høy risiko (Figur 7). Den høye andel av svartelistede arter henger antakelig sammen med at man når man har valgt arter til utsetting i norsk natur, har valgt arter som har gode muligheter for å klare seg og reproducere under norske forhold, og som vil ha gode konkurransemessige egenskaper, altså kriterier som også potensielt vil plassere dem høgt på risikoskalaen i norsk svarteliste. Det samme bilde går igjen for arter som har kommet til Norge sekundært fra naboland. Denne spredningsveien omfatter relativt få arter, 38 i alt, men 58 % av dem er omfattet av svartelisten. Fremmede arter som har kommet fra naboland utgjør dermed 3 % av alle fremmede arter men 10 % av de svartelistede artene. Dette er signifikant høyere enn andelen av svartelistede arter blant fremmede arter som ikke har kommet fra naboland (Tabell 13).

Tabell 13. Andel av arter for hver spredningsvei som har er inkludert på norsk svarteliste. Bemerk at noen arter har kommet med flere spredningsveier. Tabellen viser resultatene av en χ^2 – analyse som sammenligner antallet av svartelistede i en gitt spredningsvei med antallet av svartelistede arter i gruppen av fremmede arter generelt.

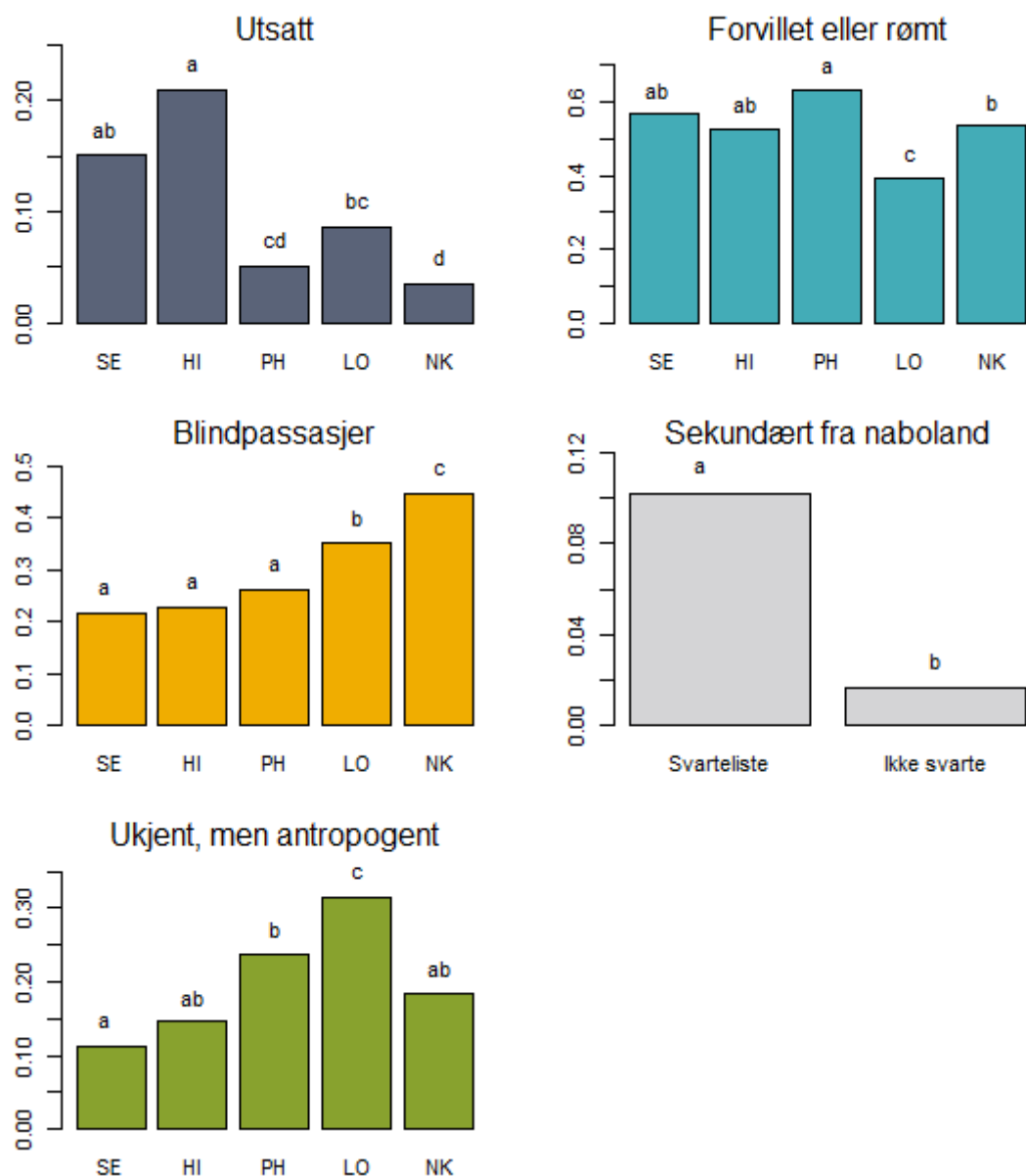
Spredningsvei	Antall (andel) arter som har kommet med en gitt spredningsvei	Antall (andel) arter for hver spredningsvei som er svartelistet	χ^2	d.f.	p	Andel av svartelistede arter som har kommet med gitt spredningsvei
Utsatt	96 (0,08)	39 (0,41)	32,54	1	< 0,005	0,18
Forvillet	591 (0,51)	118 (0,20)	1,60	1	0,21	0,54
Blindpassasjer	400 (0,34)	48 (0,12)	16,21	1	< 0,005	0,22
Fra naboland	38 (0,03)	22 (0,58)	37,91	1	< 0,005	0,10
Ukjent, men antropogen vektor	266 (0,23)	28 (0,11)	13,73	1	< 0,005	0,13

For fremmede arter som har kommet som blindpassasjerer eller med en ukjent, men antropogen vektor er det færre svartelistede arter enn man kunne forvente hvis de var tilfeldig fordelt, ved at henholdsvis 11 og 12 % av artene fra de to spredningsveiene er opptatt på svartelisten (Tabell 13). Arter som har kommet som blindpassasjerer utgjør 34 % av alle fremmede arter men 22 % av de svartelistede artene, mens arter som har kommet med ukjent men antropogen vektor utgjør 23 % av alle fremmede arter, men kun 13 % av de svartelistede artene. Sannsynlighet for at en art er kommet som blindpassasjer hvis den er risikoklassifisert som enten svært høy eller høy risiko er henholdsvis 22 % og 23 %, hvilket er signifikant lavere enn arter som er vurdert til å utgjøre en lav risiko (35 %) (Figur 7). De relativt høye prosentene skal ses i lyset av at det generelt er en stor sannsynlighet for at en art har kommet som blindpassasjer. Det er henholdsvis 11 % og 15 % sannsynlighet for at arter som har kommet med ukjent men antropogen vektor er klassifisert med svært høy eller høy risiko. Felles for arter som har kommet med disse spredningsveiene har ikke blitt innført med forsett i Norge, og det har derfor ikke på forhånd vært en seleksjon av arter som forventes å klare seg godt i Norge. Det er derfor heller ikke forventet at disse skulle have en overrepresentasjon av arter med svartelistekarakterer.

Det er ikke noen over- eller under representasjon av svartelistede arter blant fremmede arter som har forvillet eller rømt (Tabell 13), ved at 20 % av artene er opptatt på svartelisten, hvilket svarer til de 19 % som svartelistede artene utgjør på tvers av alle spredningsveiene. Det er dog noen forskjell mellom risikokategoriene med hensyn til sannsynligheten for at en art er forvillet hvis den tilhører en gitt risikokategori (Tabell 14, Figur 7).

Tabell 14. Antall arter i hver risikokategori for hver spredningsvei. Tallene i parentes angir andelen av det totale antall arter som har kommet med den spredningsveien. Tabellen viser også resultatene av en χ^2 – analyse som sammenligner fordelingen i risikokategorier mellom arter som har kommet med en gitt spredningsvei og de som ikke har kommet med denne spredningsveien. Det er ikke foretatt χ^2 – analyse for arter som har kommet sekundært fra naboland pga. for lille antall arter i flere av kategoriene. Svartelistekategoriene stammer fra Gederas m.fl. 2012. SE: svært høy risiko, HI: høy risiko, PH: potensielt høy risiko, LO: lav risiko; NK: ingen kjent risiko.

	Utsatt	Forvillet	Blindpassasjer	Fra naboland	Ukjent, men antropogen vektor
SE	16 (0,17)	60 (0,10)	23 (0,06)	15 (0,39)	12 (0,05)
HI	23 (0,24)	58 (0,10)	25 (0,06)	7 (0,18)	16 (0,06)
PH	10 (0,10)	125 (0,21)	52 (0,13)	2 (0,05)	47 (0,18)
LO	34 (0,35)	154 (0,26)	138 (0,34)	13 (0,34)	124 (0,47)
NK	13 (0,14)	194 (0,33)	162 (0,40)	1 (0,03)	67 (0,25)
χ^2	43,27	35,82	37,03	NA	33,35
d.f.	4	4	4	NA	4
p	<0,005	<0,005	<0,005	NA	<0,005



Figur 7. Sannsynligheten for at en art har kommet med en gitt spredningsvei hvis den er i en gitt risikokategori. Svarteliste kategoriene stammer fra Gederaas m.fl. 2012. SE: svært høy risiko, HI: høy risiko, PH: potensielt høy risiko, LO: lav risiko; NK: ingen kjent risiko. For arter som har kommet sekundært fra naboland er ikke tilstrekkelig data til å analysere hver risikokategori for seg, kategoriene har derfor blitt slått sammen i svarteliste vs. ikke svarteliste. Søyler med samme bokstav er ikke signifikant forskjellige, mens søyler med ulike bokstaver er signifikant forskjellige. Bemerk ulik skala på y-aksen.

4.3 Risiko for etablering

Det er en klar sammenheng mellom andelen av arter som etablerer seg i naturen og graden av menneskelig hjelp, hvor direkte utsetting i naturen defineres som mest hjelp og ankomst som blindpassasjer og etterfølgende etablering defineres som minst hjelp (Tabell 15). I forhold til det totale antallet av fremmede og ikke-reproduserende fremmede arter i Norge, er det relativt få arter som har blitt direkte utsatt i naturen (127 arter), mens nesten åtte ganger så mange arter kommer inn som blindpassasjer (1008). Men av de artene som er satt ut er det nesten tre fjerdedeler (74 %) som har etablert seg og reproduserer i Norge. I motsetning til dette er det bare litt over en tredjedel (39 %) av de som har kommet som blindpassasjer som har etablert seg i landet (Tabell 15). Arter som er forvillet eller rømt ligger midt imellom, ved at tre av fem (61 %) har etablert seg. Dette samsvarer med resultater fra andre undersøkelser. Smith m.fl. (2007) undersøkte en rekke skadedyr på planter, og fant at innvandring assosiert med mennesker var en viktigere faktor for etablering enn naturlig etablering, dvs. uten menneskelig påvirkning. Tilsvarende fant Pysek m.fl. (2011) at det var en positiv sammenheng mellom graden av menneskelig påvirkning og sannsynligheten for å etablere seg og evt. bli invaderende. I en analyse av spredningsveiene for amfibier fant Rago m.fl. (2012) at de viktigste faktorene som forklarer om en art etablerer seg er 1) at arten er tilpasset klimaet i det nye området, og 2) at arten er tilsiktet introdusert. Det er sannsynlig at klima også spiller en vesentlig rolle i våre resultater. Når man av forskjellige årsaker har valgt arter som man ønsket å sette ut i Norge, enten dette var for å øke jakt- og fiske muligheter, eller i skog- eller hagebruk, har man rimeligvis fokusert på arter som kom fra liknende klimatiske regioner og som man hadde grunn til å tro kunne overleve i Norge, likesom man aktivt har satt dem ut i egnet habitat. Det er derfor ikke overraskende at disse klarer seg bra. Tilsvarende er arter som kommer som blindpassasjer opportunistiske og ikke alle vil komme til en region hvor de klimatiske forholdene svarer til artens behov. Dette mønsteret er dog ikke alltid gjeldende (Tabell 9).

Spredningsvei i fallende grad av menneskelig påvirkning	Totalt antall arter	Andel av artene som har etablert seg i norsk natur
Utsatt	127	0,74
Forvillet	985	0,61
Blindpassasjer	1008	0,39

Tabell 15. Sammenhengen mellom andelen av arter som etablerer seg i naturen og graden av menneskelig hjelp (utsatt i naturen = mest hjelp, blindpassasjer = minst hjelp) basert på kombinerte data om fremmede arter og ikke-reproduserende fremmede arter i Norge. Sekundær spredning fra naboland er ikke tatt med da denne spredningsveien ikke forekommer for ikke reproduserende fremmede arter.

Snaut halvparten av de artene som har kommet inn i landet, fremmede arter og ikke-reproduserende fremmede arter sammen, har kommet som blindpassasjerer (tilsammen 1032 arter, Tabell 2, Tabell 3). Ettersom kun et mindretall av disse klarer å etablere reproduktive populasjoner utgjør denne spredningsveien en mindre risiko enn spredningsveiene som mottar mer direkte hjelp fra mennesker. Risiko er her definert i forhold til sannsynlighet for at en art etablere seg, og sier ikke noe om risikoen for det lokale økosystem. Likevel er det grunn til å holde godt øye med arter som kommer inn på denne måten. Fremmede arter kan i seg selv være vektor for patogener og sykdommer som potensielt kan ha stor effekt på stedegne arter (Wingfield m.fl. 2001, Reay m.fl. 2002, Hulle m.fl. 2010), likesom de kan fungere som nye vektorer for stedegne patogener. Et eksempel på dette er almesyken som spres med almesykesoppen *Ophiostoma ulmi* / *Ophiostoma novo-ulmi*, men som formodentlig har sitt opphav i Asia. I Nord-Amerika spres sykdommen med barkbillen *Scolytus multistriatus* som også er en fremmed art, med opphav i Europa (Humble og Allen 2006). Sykdommen har ført til massiv tredød (Hubbes 1999). Hertil kommer at arter som ikke klarer å etablere levedyktige populasjoner nå, kanskje får bedre muligheter for etablering med klimændringer som gir høyere temperaturer og mer nedbør (Walther m.fl. 2009, Smith m.fl. 2012, Sorte m.fl. 2013, Wasowicz m.fl. 2013).

4.4 Risiko forbundet med planteskadegjørere

Forskrift om planter og tiltak mot planteskadegjørere (<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2000-12-01-1333>) har til formål å 'hindre introduksjon og spredning av planteskadegjørere, bekjempe eller utrydde eventuelle utbrudd i Norge og sikre produksjon og omsetning av planter og formeringsmateriale med best mulig helse og tilfredsstillende kvalitet'. I vedleggene til forskriften er spesifisert en rekke planter og planteskadegjørere som det er forbudt å introdusere til Norge.

Vedlegg 1: 'Planteskadegjørere som det er forbudt å introdusere og spre i Norge' omfatter 32 arter av insekter, midder og nematoder, en flatform, 16 arter av sopper, samt en slekt av insekter og tre slekter av sopper der enkeltartene ikke er nærmere spesifisert. Hertil kommer en rekke bakterier og vira. Av disse er 13 arter og en slekt av insekter, midder og nematoder, og to slekter av sopper vurdert i fremmerartsdatabasen (Gederaas m.fl. 2012).

Vedlegg 2: 'Planteskadegjørere som det er forbudt å introdusere og spre i Norge dersom de forekommer på visse planter og andre smittebærende emner' omfatter ni arter av insekter, midder og nematoder, 13 arter av sopper, samt to slekter av biller, og en slekt av sopper der enkeltartene ikke er nærmere spesifisert. Hertil kommer en rekke bakterier og vira. Av disse er tre arter av insekter, midder og nematoder og tre arter av sopper vurdert i fremmerartsdatabasen (Gederaas m.fl. 2012).

Fremmede arter av insekter omfattet av vedlegg 1 og 2 har alle kommet som blindpassasjerer, mens rundormene er kommet med ukjent, men antropogen vektor (Tabell 16). En enkelt insektart, *Bemisia tabaci*, er inkludert på svartelisten, dvs. kategorisert som enten høy risiko eller svært høy risiko. Fremmede arter av sopper har kommet fra naboland og med ukjent, men antropogen vektor. Soppen *Mycosphaerella pini* og arter i slekten *Cronartium* er inkludert på svartelisten. Fremmedartsdatabasen inneholder en art av *Cronartium*; *C. ribicola*.

Vedlegg 3: 'Planter og andre smittebærende emner som det er forbudt å innføre dersom de har sin opprinnelse i nevnte områder' omfatter 12 kategorier. Det er imidlertid vanskelig å angi presist hvor mange av artene fremmedartsdatabasen som er omfattet av vedlegg 3, da opplysningene i de to dokumenter kun delvis overlapper, særlig mht. hvilke deler av planten som innføres, samt opprinnelsesområde, der fremmedartsdatabasen angir verdensdeler, mens vedlegg 3 ofte spesifiserer til landsnivå. Det er ca. 107 arter som er risikovurdert i Gederaas m.fl. (2012) og som potensielt er omfattet av vedlegg 3. Slik som med karplanter generelt (Tabell 2) er hovedparten forvillet fra kultivering. Det er imidlertid verd å bemerke at arter som er satt ut er overrepresentert i vedlegg 3 artene i fremmedartsdatabasen. Mens 6 % av fremmede karplanter generelt er satt ut, gjelder dette ca. 24 % av vedlegg 3 artene i fremmedartsdatabasen (Tabell 16). Samtlige av de svartelistede artene i vedlegg 3 har kommet ved forvilling, ev. i kombinasjon med utsetting.

Utsetting er den spredningsveien der den største andel av fremmede arter, 26 %, er omfattet av forskriften. Selv om det er flest planteskadegjørere og smittebærende planter blant forvilledde / rømte arter skal dette ses i sammenheng med at svært mange arter kommer med denne spredningsveien. Samlet sett er det 11 % av forvilledde arter som er kategorisert som planteskadegjørere og smittebærende planter. Ingen av de resterende tre spredningsveiene har en planteskadegjørerandel på mere end 3 %. Blant ikke-reproduserende fremmede arter er andelen av planteskadegjørere også svært lav, mens andelen er svært høy for de dørstokkartene der det er informasjon om spredningsvei (Tabell 16).

Tabell 16. Antall planteskadegjørere og smittebærende planter fra 'Forskrift om planter og tiltak mot planteskadegjørere', vedlegg 1-3, som er registrert i fremmedartsdatabasen fordelt på spredningsvei og taxa. Tallene i parentes angir antallet av arter som er inkludert i den norske svartelisten (se Gederaas m.fl. 2012). Den siste kolonne angir hvor stor en andel av alle arter som har kommet med en gitt spredningsvei, som er klassifisert som smittebærende planter/planteskadegjørere.

	Karplanter ¹	Insekter	Rundormer	Sopper	Andel av arter som er planteskadegjørere
Fremmed art					
Utsatt	25 (4) ^{2,3}				0,26
Forvillet	64 (10) ^{3,4}				0,11
Blindpassasjer	5 ⁵	3 (1) ⁸			0,02
Fra naboland	0			1 (1) ¹⁰	0,03
Ukjent vektor av antropogen opprinnelse	3 ^{5,6}		2	3 (1) ^{11,12}	0,03
Ikke-reproduserende fremmed art					
Utsatt	1 ¹				0,03
Forvillet	20 ^{4,5}				0,05
Blindpassasjer	15 ⁵				0,02
Ukjent vektor av antropogen opprinnelse	12 ⁵				0,06
Dørstokkart					
Blindpassasjer		4	1 ⁹		0,83
Ukjent vektor av antropogen opprinnelse		1			0,57
Ikke spesifisert	2 ⁴	3	3 (3) ⁷		

¹ Tallene angir det totale antallet av arter som finnes i både fremmedartsdatabasen og i vedlegg 3, uten hensyn til variasjoner i angivelse av innførselsområde, livshistorie o.lign. For detaljer, se øvrige noter.

² Samtlige arter er registrert med to spredningsveier: Utsatt og forvillet.

³ Når det gjelder bartrær spesifiserer forskriften at det er ulovlig å innføre 'Planter og plantedeler (unntatt frø og frukt), tre med bark...og flis av tømmer med bark, isolert bark og treavfall' fra ikke-europeiske land og Portugal. Det er 33 arter av bartrær i fremmedartsdatabasen, herav 32 med informasjon om opprinnelsesområde. Av disse er det seks arter som kommer fra Sør-Europa, men det er ikke mulig å se om de kommer fra Portugal. Det gjelder: *Abies alba*, *Picea omorika*, *Pinus mugo uncinata*, *P. m. mugo*, *P. peuce* og *P. cembra*.

⁴ For en rekke slekter av familien Rosaceae spesifiserer forskriften at det er ulovlig å innføre planter fra 'Land hvor *Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al. (pærebrann) forekommer'. Det er 158 arter av familien Rosaceae i fremmedartsdatabasen, herav 142 med informasjon om opprinnelsesområde. Av disse er det 15 arter som er inkludert i vedlegg 3, men det er ikke på basis av informasjonen om opprinnelsesområde mulig å se om de kommer fra områder med *Erwinia amylovora*. Det gjelder: *A. ovalis*, *A. alnifolia*, *A. spicata*, *A. xprunifolia*, *A. arbutifolia*, *A. melanocarpa*, *C. macracantha*, *C. sanguinea*, *C. laevigata*, *P. coccinea*, *P. xcommunis*, *S. intermedia*, *S. mougeotii*, *S. latifolia* og *S. austriaca*.

⁵ Forskriften spesifiserer at det er ulovlig å innføre '...arter av *Solanum* L. (søtvier), som danner utløpere eller knoller'. Det er 15 arter av slekten *Solanum* i fremmedartsdatabasen. Det er ikke spesifisert hvilke av disse som danner utløpere eller knoller. Det gjelder: *Solanum physalifolium*, *S. americanum*, *S. nigrum schultesii*, *S. rostratum*, *S. sisymbriifolium*, *S. tuberosum*, *S. carolinense*, *S. ciliatum*, *S. curtipes*, *S. laciniatum*, *S. marginatum*, *S. sarrachoides*, *S. sublobatum*, *S. villosum villosum*, *S. v. miniatum* og *Solanum hendersonii*.

⁶ Samtlige arter er registrert med to spredningsveier: Blindpassasjer og ukjent, men antropogen vektor.

⁷ Spesifikt for *Bursaphelenchus xylophilus* angis det i vedlegg 2: 'Planter og plantedeler (unntatt frukter og frø) og tre av Coniferales (bartrær), medregnet tre som ikke har beholdt sin naturlige runde form'

⁸ Spesifikt for *Eriosoma lanigerum* angis det i vedlegg 2: 'Planter og formeringsmateriale (unntatt frø) av *Amelanchier* Medik. (søtmispel), *Choenomeles* Lindl. (eldkvede), *Cotoneaster* Medik. (mispel), *Crataegus* L. (hagtorn), *Cydonia* Mill. (kvede), *Malus* Mill. (eple), *Pyracantha* M.J. Roem. (ildtorn), *Pyrus* L. (pære), *Sorbus* L. (rogn, asal) og *Ulmus* L. (alm)'

⁹ Spesifikt for *Quadraspidiotus perniciosus* angis det i vedlegg 2: 'Planter og formeringsmateriale (unntatt frø) av *Acacia* Mill., *Acer* L. (lønn), *Amelanchier* Medik. (søtmispel), *Betula* L. (bjørk), *Cercidiphyllum* Sieb et Zucc. (katsura), *Choenomeles* Lindl. (eldkvede), *Cornus* L. (kornell), *Cotoneaster* Medik. (mispel), *Crataegus* L. (hagtorn), *Cydonia* Mill. (kvede), *Eriobotrya* Lindl., *Euonymus* L. (beinved), *Fagus* L. (bøk), *Juglans* L. (valnøtt), *Ligustrum* L. (liguster), *Lonicera* L. (leddved), *Malus* Mill. (eple), *Mespilus* L. (ekte mispel), *Maclura* Nutt., *Populus* L. (poppel), *Prunus* L. (prunus), *Ptelea* L. (humlebusk), *Pyracantha* M.J. Roem. (ildtorn), *Pyrus* L. (pære), *Ribes* L. (ribes), *Rosa* L. (rose), *Salix* L. (pil), *Sorbus* L. (rogn, asal), *Spiraea* L. (spirea), *Symphoricarpos* Duham. (snøbær), *Syringa* L. (syrin), *Tilia* L. (lind) og *Ulmus* L. (alm), *Vitis* L. (vin)'

¹⁰ Spesifikt for *Mycosphaerella pini* angis det i vedlegg 2: 'Planter og formeringsmateriale (unntatt frø) av *Pinus* L. (furu)'

¹¹ Spesifikt for *Phytophthora fragariae* angis det i vedlegg 2: 'Planter og formeringsmateriale (unntatt frø) av *Fragaria* L. (jordbær)'

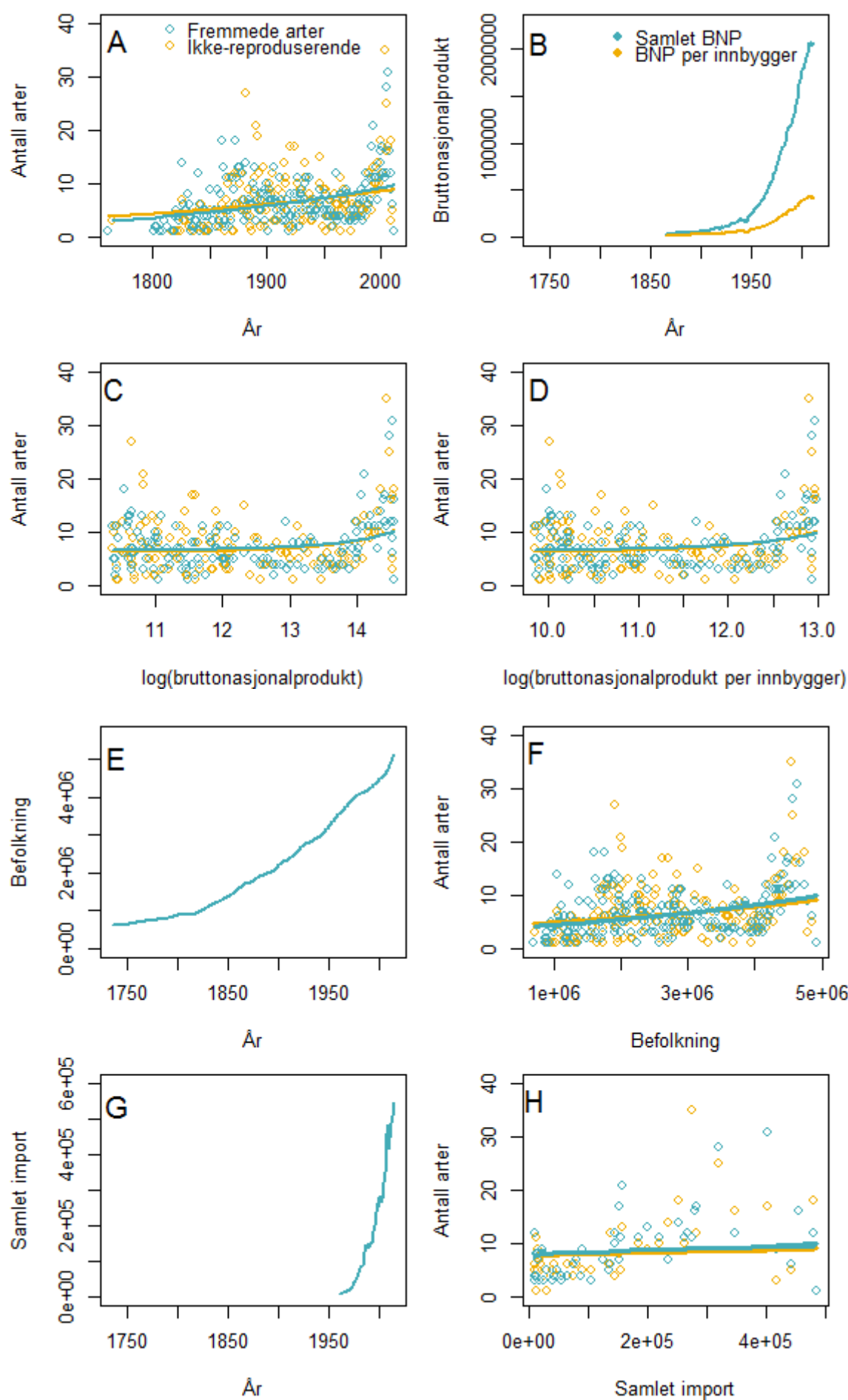
¹² Spesifikt for *Phytophthora rubi* angis det i vedlegg 2: 'Planter og formeringsmateriale (unntatt frø) av *Rubus* L. (rubus)'

4.5 Utvikling i antall fremmede arter i relasjon til velstandsutviklingen

Ifølge fremmedartsdatabasen har det kommet 1170 fremmede arter og 1071 ikke-reproduserende fremmede arter til Norge i perioden 1765-2011 (Tabell 1). Det svarer til i gjennomsnitt 4,8 og 4,4 nye arter per år. Ankomsten av nye fremmede arter er imidlertid ikke likt fordelt over tid, og det er en signifikant økning i antallet av nye arter per år med tid. Det er en positiv sammenheng mellom antallet av nye arter som kommer per år og velstandsutviklingen i Norge, målt som bruttonasjonalproduktet og vareimporten (Figur 8, Tabell 17). Dette gjelder både for fremmede arter og for ikke-reproduserende fremmede arter (Tabell 17). Det er likeledes en positiv sammenheng mellom antallet av nye arter som kommer per år og befolkningsantallet i Norge.

Resultatene svarer til resultater fra andre undersøkelser av sammenhengen mellom forekomsten av fremmede arter og ulike sosio-økonomiske parametere. F.eks. fant Perdicaris m.fl. (2011) at forekomsten av fremmede ferskvannskreps i Europa er knyttet til bruttonasjonalprodukt og befolknings tetthet. Bruttonasjonalprodukt er også en av de vesentlige faktorer som kan forklare utbredelsen av en rekke fremmede arter som beskrives som alvorlige for stedegne arter (Ballardo 2014), sammen med faktorer som menneskelig påvirkning av økosystemer og, for de marine arter, avstanden til havner.

Andre studier peker på handel og vareimport som en av de vesentligste faktorer som kan forklare antallet av fremmede arter i ulike land (Westphal m.fl. 2008), og Chiron m.fl. (2010) fant at antallet av introduserte fugler i Europa var markant forskjellig mellom Øst- og Vest-Europa under den kalde krigen og var korrelert med handelsveier og handelsstatistikker. Også i Norge er internasjonal handel en vesentlig faktor for innførsel av fremmede arter (Hagen m.fl. 2012, 2013).



Figur 8. Utviklingen i antallet av nye fremmede arter over tid. Linjer angir forventede verdier basert på generaliserte lineære modeller med negativ binomial fordeling (Tabell 17). A) Antallet av nye fremmede arter registrert hvert år. B) Norges bruttonasjonalprodukt i perioden 1865-2012. C) Antallet av nye fremmede arter registrert hvert år som funksjon av bruttonasjonalproduktet (log-transformert). D) Antallet av nye fremmede arter registrert hvert år som funksjon av bruttonasjonalproduktet per innbygger (log-transformert). E) Befolkningsutviklingen i Norge i perioden 1735-2012. F) Antallet av nye fremmede arter registrert hvert år som funksjon av befolkningstallet. G) Den samlede vareimport i Norge utenom skip, oljeplattformer og råolje, angitt i millioner kroner. H) Antallet av nye fremmede arter registrert hvert år som funksjon av importmengden.

Tabell 17. Parameterverdier for modell i figur 8 til beskrivelse av det årlige antall fremmede arter i Norge som funksjon av tid, bruttonasjonalprodukt, bruttonasjonalprodukt per innbygger, befolkningsantall og samlet import. Log ratio-testen angir at effekten av den uavhengige variabel i alle tilfeller er signifikant.

Avhengig variabel	Uavhengig variabel	Glm familie	Koeffisient avhengig variabel (p)	Koeffisient uavhengig variabel (p)	Theta	2*logLik	Log ratio test (p)
Fremmede arter							
Antall arter	Tid	Negativ binomial	-4,80 ($<0,001$)	0,003 ($<0,001$)	5,30	-1016,5	18,09 ($<0,001$)
Antall arter	Bruttonasjonalprodukt	Negativ binomial	1,82 ($<0,001$)	0,0000003 ($<0,001$)	9,2	-753,1	288,5 ($<0,001$)
Antall arter	Bruttonasjonalprodukt per innbygger	Negativ binomial	1,80 ($<0,001$)	0,000001 ($<0,001$)	9,1	-753,8	287,6 ($<0,001$)
Antall arter	Befolkningsantall	Negativ binomial	1,44 ($<0,001$)	0,0000002 ($<0,001$)	4,5	-1021,5	15,4 ($<0,001$)
Antall arter	Samlet import	Negativ binomial	1,82 ($<0,001$)	0,000002 ($<0,001$)	8,9	-266,2	770,7 ($<0,001$)
Ikke-reproduserende fremmede arter							
Antall arter	Tid	Negativ binomial	-7,48 ($<0,001$)	0,005 ($<0,001$)	3,75	-950,5	29,51 ($<0,001$)
Antall arter	Bruttonasjonalprodukt	Negativ binomial	1,85 ($<0,001$)	0,0000003 (0,002)	4,5	-809,7	190,6 ($<0,001$)
Antall arter	Bruttonasjonalprodukt per innbygger	Negativ binomial	1,83 ($<0,001$)	0,000001 (0,003)	4,5	-810,5	189,9 ($<0,001$)
Antall arter	Befolkningsantall	Negativ binomial	1,16 ($<0,001$)	0,0000002 ($<0,001$)	3,1	-975,9	24,5 ($<0,001$)
Antall arter	Samlet import	Negativ binomial	1,80 ($<0,001$)	0,000002 ($<0,001$)	5,5	-285,7	714,4 ($<0,001$)

5 Fremmede arters egenskaper

Gjennom de senere årene har det vært en økt oppmerksomhet på å undersøke hvilke egenskaper som karakteriserer suksessfulle fremmede arter, for derved å kunne forutsi risikoen for at en fremmed art spres og etablerer seg i en ny region (Hulme 2009).

5.1 Karplanter

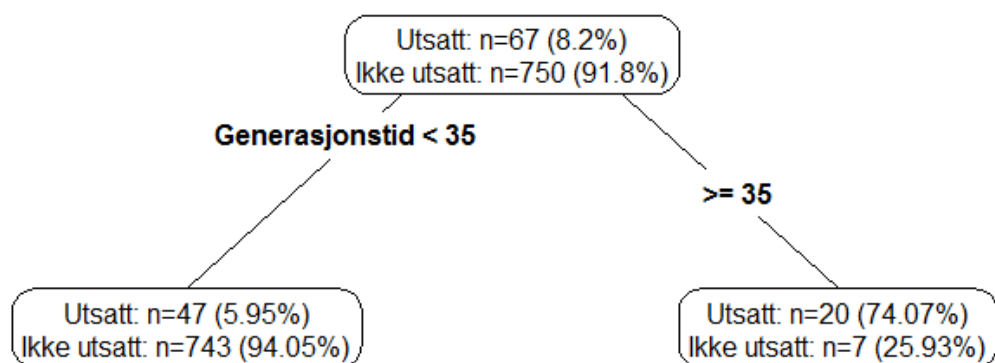
Karplantene utgjør langt den største gruppe av fremmede arter og er generelt en gruppe med gode data på spredningsvektorer mm. For denne gruppen er det derfor mulig å gjøre detaljerte undersøkelser av spredningsveiene knyttet til utsetting, forvilling og blindpassasjer, samt de egenskapene som knytter seg til arter som kommer via disse spredningsveiene. En analyse av spredningsveiene sekundær spredning fra naboland og ukjent vektor gav intet resultat (se seksjon 2.3.1).

5.1.1 Egenskaper for karplanter utsatt i naturen

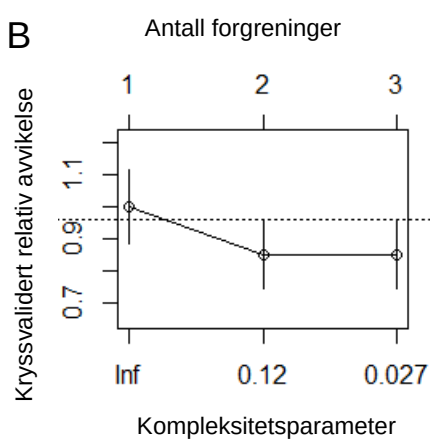
Klassifikasjonstreet for egenskaper som karakteriserer karplanter som er satt ut har kun et enkelt splitt (Figur 9). Dette er basert på data for 821 arter og har en kompleksitetsparameter på 0,19 og et forventet tap på 0,08. Den absolutt viktigste egenskap som forteller noe om en sannsynligheten for å bli utsatt er generasjonstid, ved at 74 % av arter med en generasjonstid på 35 år eller mer er utsatt, mens dette kun gjelder 6 % av de artene som har en kortere generasjonstid.

Oppdeling på bakgrunn av generasjonstid gir da også en forbedring av modellen på 24,26 ganger. Den nest beste parameter ville vært om arten er knyttet til skogbruk som vektor, men denne egenskapen forbedrer kun modellen med 9,91. Begge parametere er i praksis uttrykk for det samme fenomen, ved at alle artene er trær importert enten som produksjonstre eller som prydtre. At det er generasjonstid som slår ut som den sterkeste parameter, henger sammen med at det ikke er manglende data for generasjonstid, mens analysen basert på vektoren skogbruk har 403 arter med manglende data.

A



B



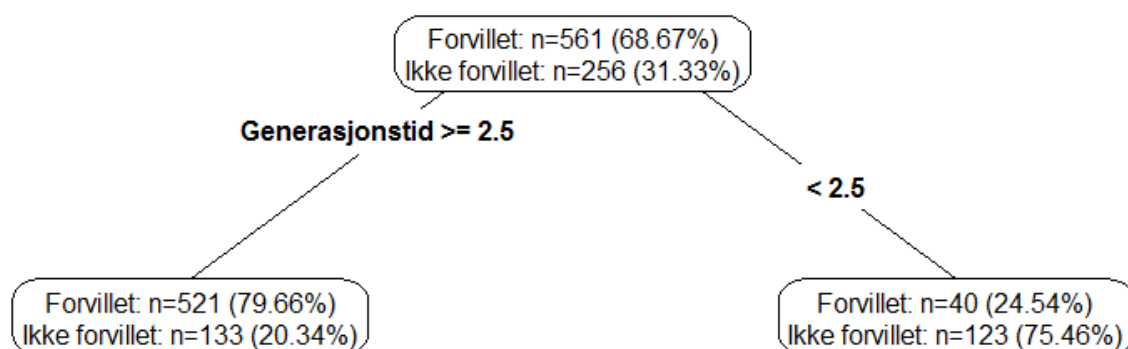
Figur 9. A) Klassifikasjonstre til analyse av sannsynligheten for at en karplante har etablert seg i Norge som følge av direkte utsetting i naturen, samt hvilke egenskaper som karakteriserer arter som kommer inn via denne spredningsveien. B) Kryssvalidering til utvelgelse av den optimale størrelse på treet. Det optimale treet er det med det minste antall forgreninger, der den kryssvaliderte relative avvikelse ligger innenfor ± 1 standardavvikelse fra minimum. Den stiplede linjen angir den øvre grensen av denne standardavvikelsen, og det beste tre er dermed det første som ligger under denne linjen.

5.1.2 Egenskaper for arter som er forvillet

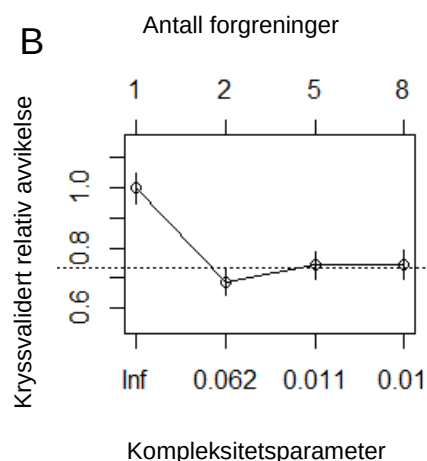
I likhet med det som er tilfellet for arter som er satt ut, har klassifikasjonstreet for egenskaper som karakteriserer forvillede karplanter også kun et enkelt splitt basert på plantenes generasjonstid (Figur 10). Dette er basert på data fra de samme 821 artene og har en kompleksitetsparameter på 0,34 og et forventet tap på 0,31. Mens det er arter med lang generasjonstid som karakteriserer arter som er satt ut, er det en ganske kort generasjonstid på 2,5 år som best beskriver om en art er forvillet, ved at nesten 80 % av arter med en generasjonstid på 2,5 år eller mer er forvillet, mot 24 % av artene med en generasjonstid på mindre enn 2,5 år. Det er imidlertid usannsynlig at arter med lang generasjonstid i realiteten skulle ha mindre potensiale for å bli forvillet. Resultatet kan skyldes at forvillingsprosessen for disse artene har kommet kortere simpelthen fordi forvilling tar lang tid når generasjonstiden er lang.

Oppdeling på bakgrunn av generasjonstid gir da også en forbedring av modellen på hele 80,46 ganger, mens den nest beste, om arten er hjemmehørende i Europa gir en forbedring på 22,94.

A



B



Figur 10. A) Klassifikasjonstre til analyse av sannsynligheten for at en karplante er forvillet, samt hvilke egenskaper som karakteriserer arter som kommer inn via denne spredningsveien. B) Kryssvalidering til utvalgelse av den optimale størrelse på treet. Se figur 9B for forklaring.

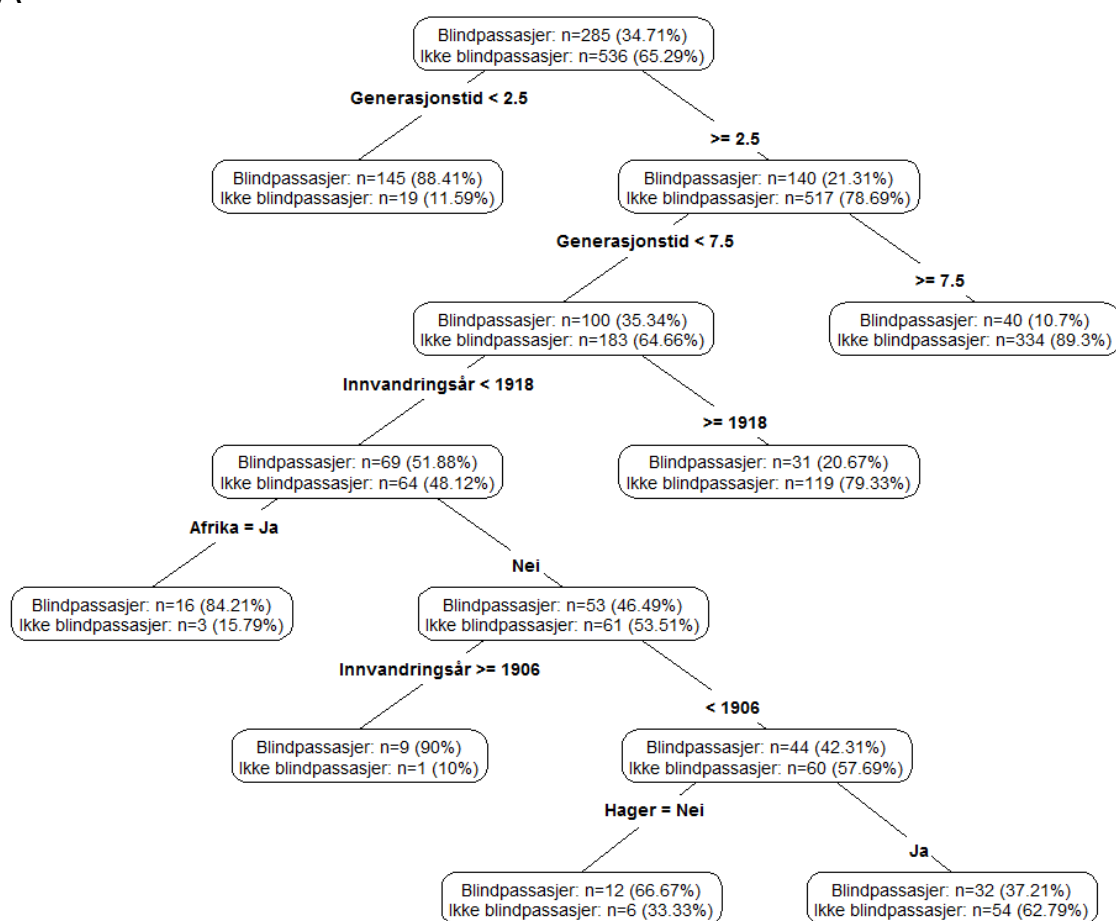
5.1.3 Egenskaper for arter som er kommet som blindpassasjer

Klassifikasjonstreet for arter som er kommet som blindpassasjer er komplekst og trekker frem en rekke ulike egenskaper hos artene (Figur 11). Treet er basert på 821 arter og har en kompleksitetsparameter på 0,44 og et forventet tap på 0,35. Som det var tilfellet for forvillede arter er langt den viktigste splitt generasjonstiden for arten (forbedring av modellen på 118,20 ganger), ved at 88 % av arter med en kort generasjonstid (mindre enn 2,5 år) er kommet som blindpassasjer, mens det samme bare er tilfellet for 21 % av artene med en lengere generasjonstid. Generasjonstid er også den viktigste parameter for neste splitt ved at bare 11 % av de artene som har en generasjonstid på 7,5 år eller mer er kommet som blindpassasjer.

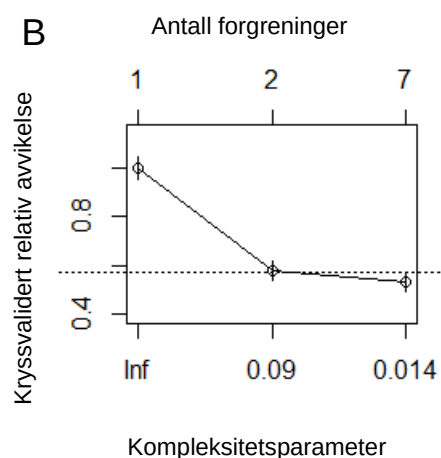
I alt 283 karplanter har en generasjonstid mellom 2,5 og 7,5 år. Disse kan deles i arter som er kommet inn i landet før og etter 1918. For de sent ankomne artene er det en overvekt (79 %) som er kommet med andre spredningsveier enn som blindpassasjer, mens fordelingen er omtrentlig lik for arter som har kommet før 1918. Av disse er 19 arter hjemmehørende i Afrika, og her er hovedparten (84 %) kommet som blindpassasjerer. Forbedringen av modellen ved dette splittet er nede på 4,10. For de resterende 114 artene er det primært en oppdeling i om arten er kommet før eller etter 1906, samt om den er kommet via aktiviteter knyttet til hagebruk som har betydning, men forbedringen av modellen er marginal.

Samlet sett er generasjonstid altså en viktig parameter for fremmede karplanter. Mens det var arter som hadde lang generasjonstid som karakteriserte arter som var satt ut, er det en ganske kort generasjonstid på 2,5 år som best beskriver om en art er forvillet, ved at 80 % av arter med en generasjonstid på 2,5 år eller mer er forvillet, mot 25 % av artene med en generasjonstid på mindre enn 2,5 år. Tilsvarende er generasjonstid helt sentralt for blindpassasjerer, ved at 88 % av de artene som kommer som blindpassasjerer har en generasjonstid på mindre enn 2,5 år mot 21 % av de som har en lengere generasjonstid.

A



B



Figur 11. A) Klassifikasjonstre til analyse av sannsynligheten for at en karplante er kommet som blindpassasjer, samt hvilke egenskaper som karakteriserer arter som kommer inn via denne spredningsveien. B) Kryssvalidering til utvelgelse av den optimale størrelse på treet. Se figur 9B for forklaring.

5.2 Ikke-marine virvelløse dyr

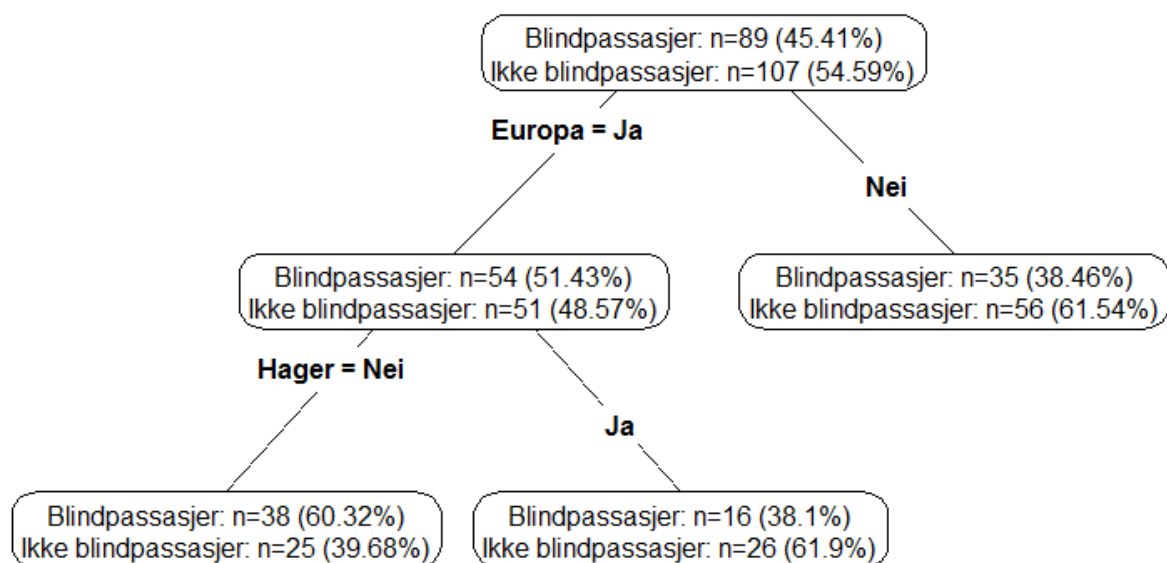
5.2.1 Egenskaper for arter som er kommet som blindpassasjer

Blindpassasjer er den eneste spredningsveien for ikke-marine virvelløse dyr der det er tilstrekkelig data til å analysere sammenhengen mellom spredningsvei og fremmede arters egenskaper. Det er 196 arter med tilstrekkelig data til å bli inkludert i analysen, som har en kompleksitetsparameter på 0,07 og et forventet tap på 0,45 i første splitt. Den viktigste egenskap som forteller noe om et ikke-marint hvirvelløst dyrs sannsynlighet for å bli innført som blindpassasjer er opprinnelsesområdet, dvs. om artens naturlige utbredelses område er Europa (Figur 12). Oppdeling på bakgrunn av denne egenskapen gir en forbedring av modellen på 3,35 ganger. Den nest beste parameter ville vært om arten er knyttet til jord som vektor, men denne egenskapen forbedrer kun modellen med 1,85. Det er stort sett like stor sannsynlighet for at en art er kommet som blindpassasjer (51 %) eller ikke (49 %) hvis den er hjemmehørende i Europa, men hvis den er hjemmehørende i regioner utenfor Europa er det overveiende sannsynlig at den ikke er kommet som blindpassasjer (62 %). Samlet sett gjelder dette 56 arter, med tilstrekkelige data til å inngå i analysen. Dette gjelder f.eks. arter som signalkreps (*Pacifastacus leniusculus*) innført fra Nord-Amerika og utsatt, og bananflue (*Drosophila melanogaster*).

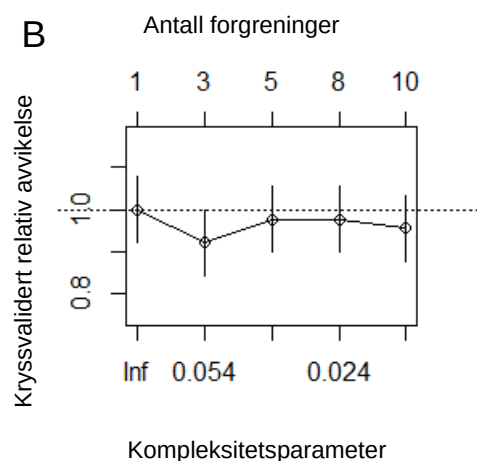
Det neste splitt er basert på 105 arter, en kompleksitetsparameter på 0,07 og et forventet tap på 0,48. Den viktigste parameteren i dette splittet er om arten er innført i forbindelse med hagebruk, og gir en forbedring av modellen på 2,33. For arter som er hjemmehørende i Europa har det betydning om de er kommet inn via aktiviteter knytte til hager, ved at 38 % av disse har kommet som blindpassasjerer. For arter som ikke er knyttet til hager er det 60 % sannsynlighet for at de er kommet som blindpassasjerer.

Analyser er også forsøkt gjennomført for insekter alene, men uten resultat (se seksjon 2.3.1)

A



B

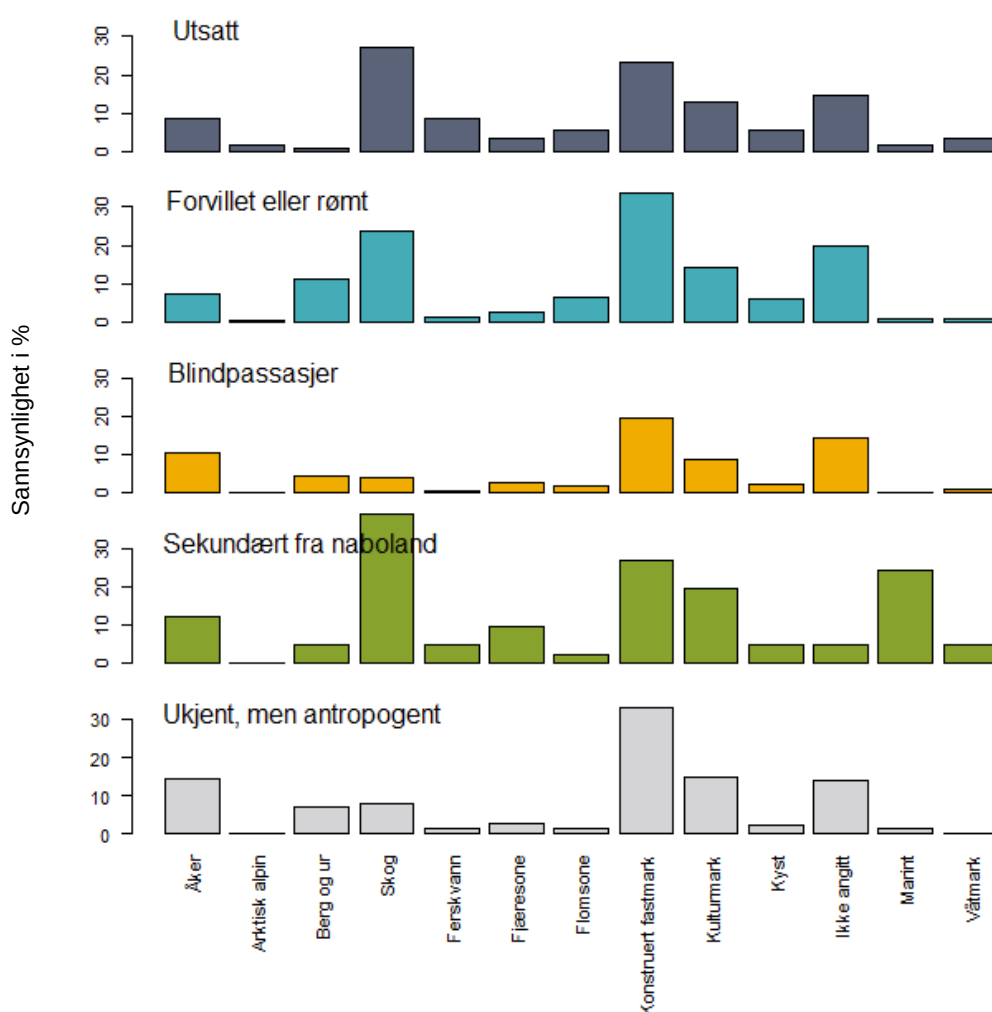


Figur 12. A) Klassifikasjonstre til analyse av sannsynligheten for at et ikke-marint hvirvelløst dyr er kommet inn i Norge som blindpassasjer, og hvilke egenskaper som karakteriserer arter som kommer inn via denne spredningsveien. B) Kryssvalidering til utvelgelse av den optimale størrelse på treet. Se figur 9B for forklaring.

6 Naturtyper

6.1 Habitater og introduksjonsruter

Konstruert fastmark er det i særklasse mest representerte hovedhabitatet for fremmede arter i Norge (Figur 13, Figur 14), et mønster som er velkjent for fremmede arter også globalt (Hobbs & Huenneke 1992). Tabell 18 viser hvordan hovednaturtypene er fordelt på de 5 ulike introduksjonsrutene for artene i risikovurderingen. Sammenstillingen viser for eksempel (se øverste raden i Tabell 18), at det er totalt 137 arter i risikovurderingen som er bevisst utsatt, av hvilke 96 (70 %) er etablert som fremmede arter. Det er totalt 14 bevisst utsatte arter som har åker og kunstmarkseng som hovedhabitat. Av disse er 12 arter (86 %) etablert som fremmede. Endelig er det omtrent 9 % risiko for at en bevisst introdusert art etablerer seg i åker og kunstmarkseng. For de fleste introduksjonsruter er konstruert fastmark den mest sannsynlige habitattypen for en fremmed art å ende opp i. Det er mellom 19 og 34 % sannsynlighet for at en fremmed art etablerer seg avhengig av på hvilken introduksjonsrute arten tar. Verdt å notere er dog at det er enda høyre sannsynlighet for at arter som tar seg in via sekundær spredning fra naboland etablerer seg i fastmarksskogsmark.



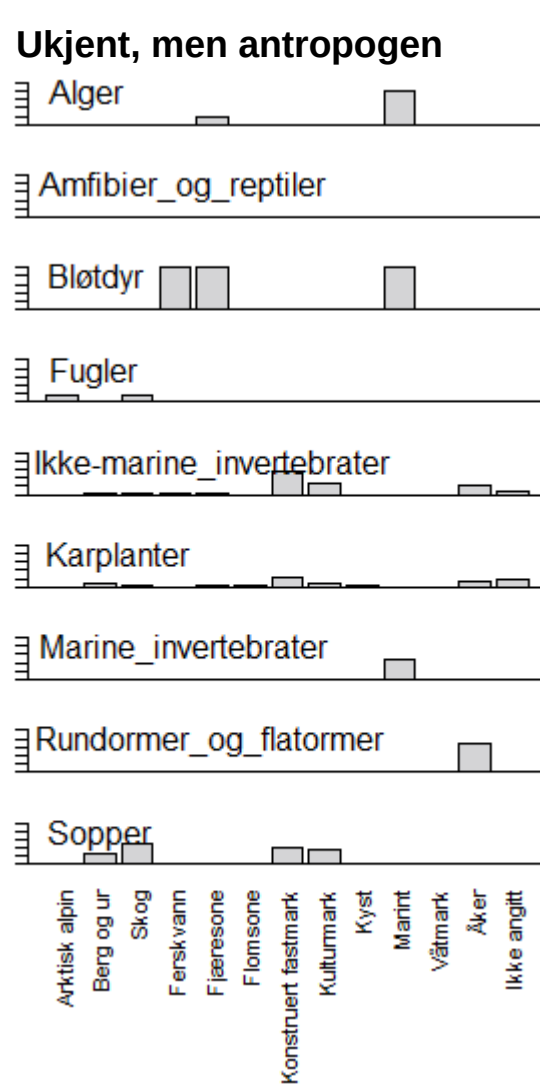
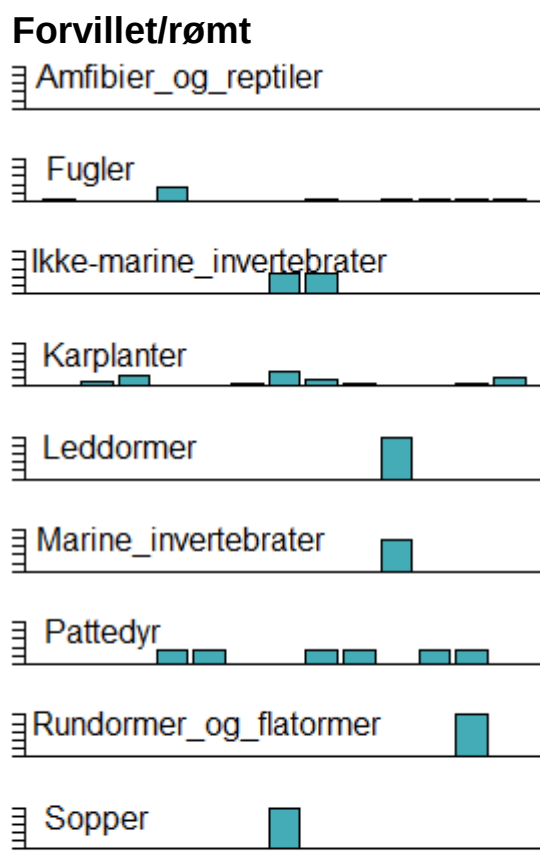
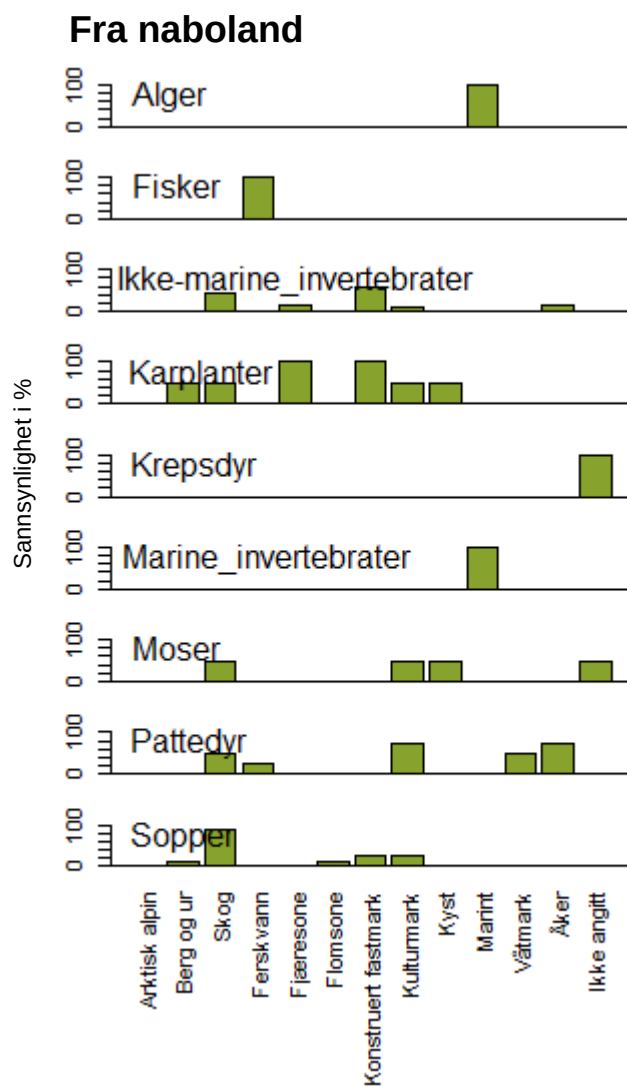
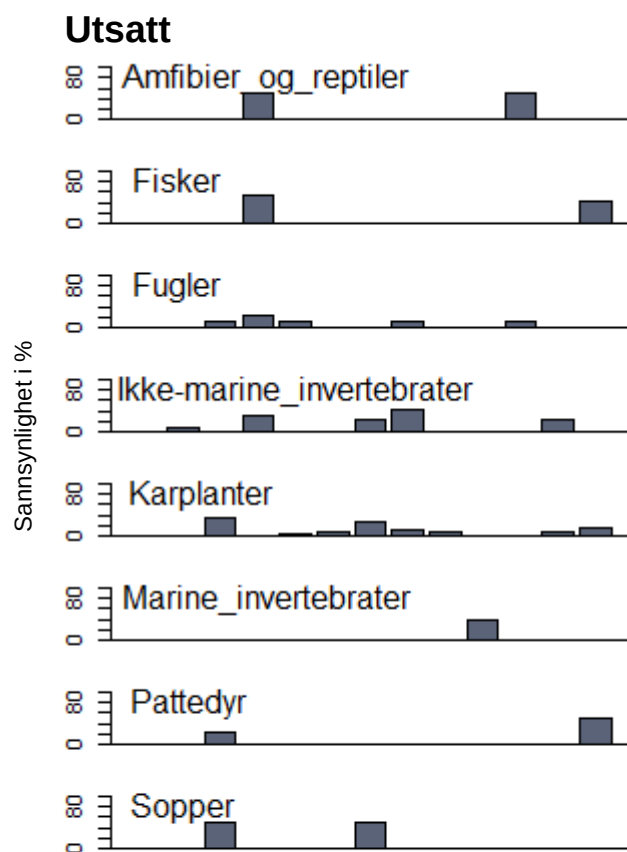
Figur 13. Sannsynligheten for at en art er fremmed i en bestemt habitattype gitt at den har kommet med en bestemt spredningsvei. Hvert panel angir en av de fem spredningsveiene. Hver søyle angir hvor stor sannsynligheten er for at en art er fremmed i den habitattypen hvis den har kommet med den pågjeldende spredningsveien. Bemerk at noen arter har kommet med flere spredningsveier. Figuren er en oppsummering av resultatene i Tabell 18.



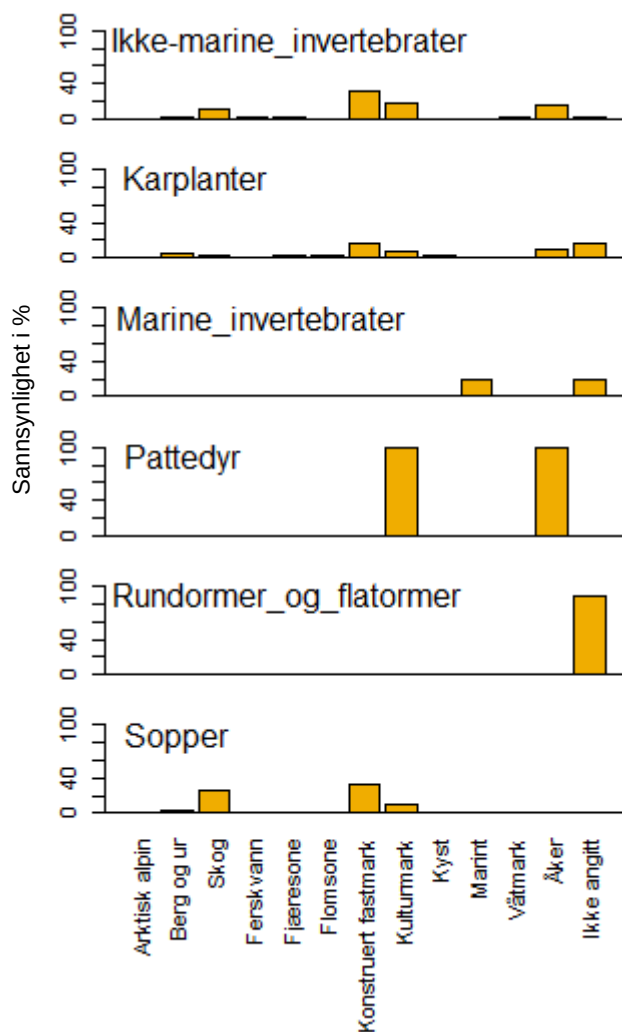
Figur 14. Skrotemark som habitat for fremmede arter. © Dagmar Hagen, NINA.

6.2 Habitater og taksonomiske grupper

Vi kan dele opp dataene ytterligere ett trinn og inkludere informasjon om taksonomisk gruppe. Tabell 19, oppsummert i figur 15, viser sannsynligheten for at en art opptrer som fremmed gitt dens introduksjonsrute og taksonomiske hovedgruppe. Når vi deler opp dataene på flere strata får flere grupper et lavt totalt antall arter og man må der tolke resultatene forsiktig. Vi inkluderer disse gruppene likevel for å speile hele datamengden i risikovurderingen. Som eksempel viser tabellen at ikke-marine virvelløse dyr etablerer seg gjennom spredning fra naboland først og fremst i fastmarksskogsmark og i liten grad fra bevisst utsetting, men at bevisst utsetting i stor grad resulterer i etablering i åker og kunstmarkseng, kulturmark, og ferskvannssystemer. Man kan også notere at konstruert fastmark er en meget sannsynlig sluttstasjon for mange kombinasjoner av introduksjonsrute og taksonomisk gruppe.



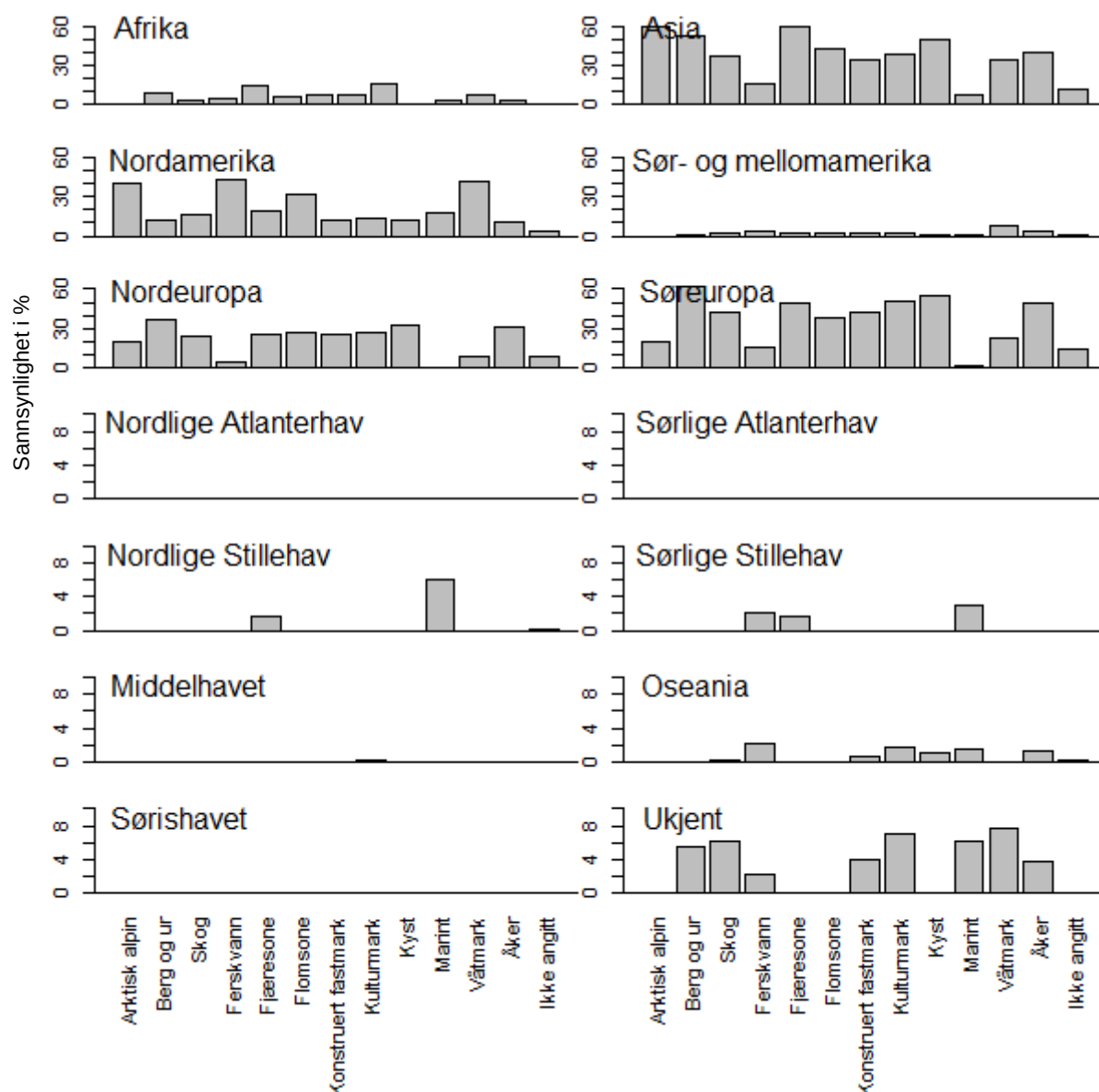
Blindpassasjer



Figur 15. Sannsynligheten for at en art er fremmed i en bestemt habitattype gitt at den har kommet med en bestemt spredningsvei fordelt på taksonomiske grupper. Hvert panel angir en av de fem spredningsveiene. Hver søyle angir hvor stor sannsynligheten er for at en art er fremmed i den habitattypen hvis den har kommet med den pågjeldende spredningsveien og tilhører den pågjeldende taksonomiske gruppen. Bemerk at noen arter har kommet med flere spredningsveier. Figuren er en oppsummering av resultatene i Tabell 19.

6.3 Opprinnelsessted og hovedhabitat

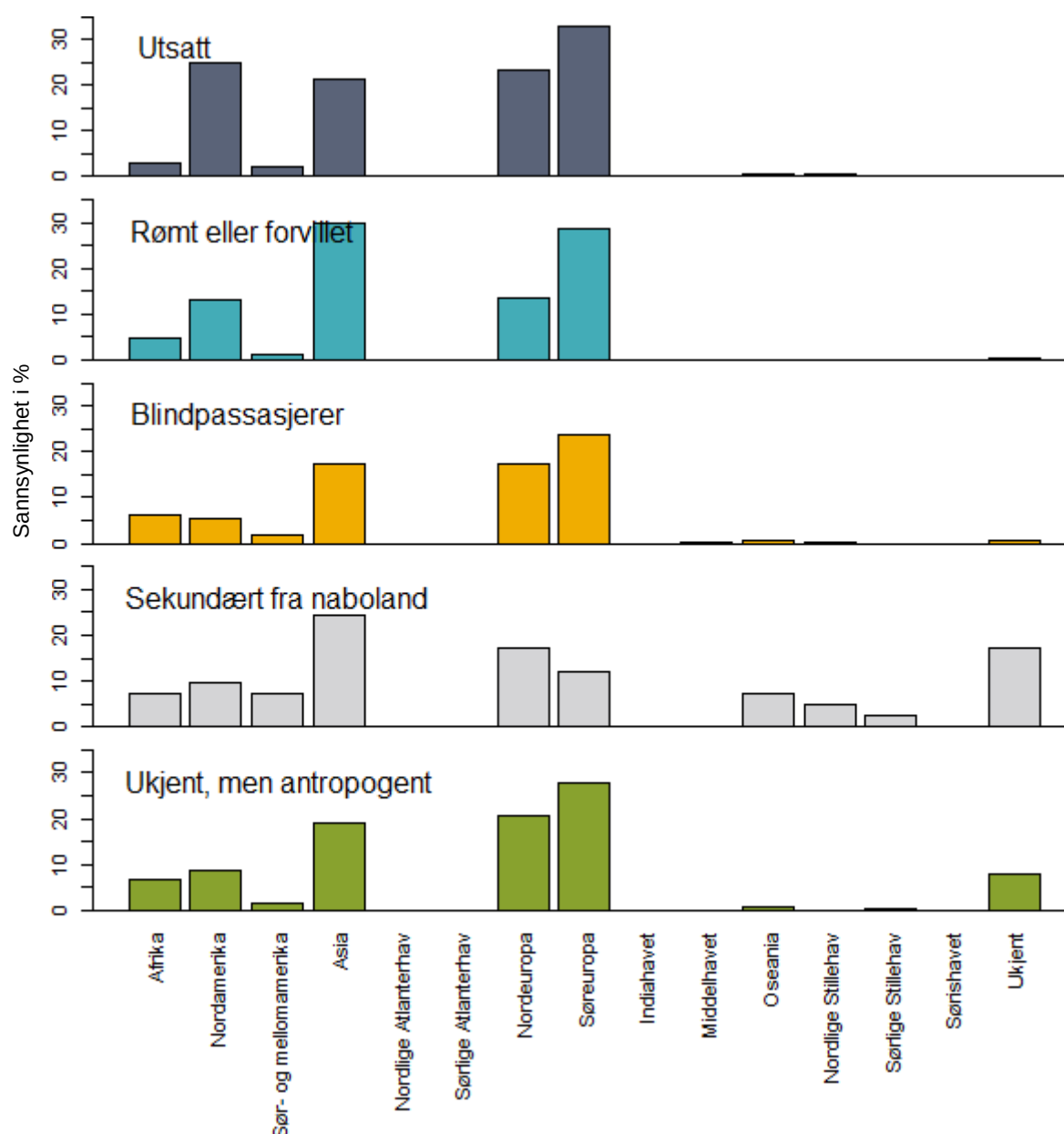
Tabell 20 viser hovedhabitatyper fordelt på opprinnelsessted til artene. Mange hovednaturtyper får sine fremmede arter fra flere ulike opprinnelsessteder, mens visse domineres av noen få opprinnelsessteder (Figur 16). Ferskvannssystemer, for eksempel, får de fleste av sine fremmede arter fra Nord-Amerika mens fremmede arter i fjæresonesystemer domineres av arter fra Asia. En hypotese er at disse opprinnelsesstedene har mange arter i disse habitatene, noe som leder flere av dem arter som tilfeldigvis klarer å etablere seg i Norge kommer derifra (Kalusová m.fl. 2014). Ett større artsantall kan muligens også øke graden av konkurrens hvilket gjør at de arter som spredde seg derifra har større evne å konkurrere ut også Norges stedegne arter. Også klimaforholdene i opprinnelsesområdet må antas å ha betydning for om fremmede arter klarer å etablere seg. Mønstrer må dog først og fremst antas å reflektere hvilke spredningsveier som er viktige / store fra ulike deler av verden, og som dermed sprer ulike typer organismer. Fra tabellen ser vi også at kulturmark samt åker og kunstmarkseng domineres av europeiske arter, noe som reflekterer en stor innførsel av planter fra Sør-Europa, mens det finns en meget liten andel fra Europa når det gjelder fremmede arter i saltvannssystemer. En hypotese er at europeisk kulturmark allerede er forholdvis artsrik med høy grad av konkurranse gjennom spesialisering, noe som gjør at disse systemene er vanskelige å invadere fra andre plasser. En liten andel fra Europa i saltvannssystemer kan skyldes at mange arter spres med global skipstrafikk fra hele verden, og at artene sannsynligvis ikke trenger menneskelig hjelp for å spre seg innenfor europeiske saltvannssystem. De som klarer å leve under norske klimaforhold, må derfor antas å ha spredt seg naturlig.



Figur 16. Sannsynligheten for at en fremmed art kommer fra en bestemt region gitt at den finnes i en bestemt habitattype. Analysen er gjort på tvers av alle spredningsveier. Hver søyle angir hvor stor sannsynligheten er for at en fremmed art har kommet fra en bestemt region gitt at den finnes i en bestemt habitattype. Bemerk at noen arter har kommet fra flere regioner. Figuren er en oppsummering av resultatene i Tabell 20.

6.4 Opprinnelsessted og introduksjonsrute

Tabell 21 viser opprinnelsessted og introduksjonsrute og er oppsummert i figur 17. De fleste av introduksjonsrutene domineres av fremmede arter fra et par regioner, oftest Europa og Asia, mens de artene som sprer seg sekundært fra naboland viser mer jevn fordeling av opprinnelsessted, muligens fordi disse artene allerede har passert et filter før de sprer seg videre. Arter som er satt ut har også en mer jevn fordeling av opprinnelsessted, noe som viser at mennesker i stor grad importerer levedyktige arter, uavhengig av opprinnelsessted. Mindre intuitivt derimot, er at rømte eller forvillette arter har en meget mer tydelig tendens til å stamme fra Sør-Europa, noe som gjelder også for blindpassasjerer. Det er dog en betydelig import av planter fra Sør-Europa til Norge, både som prydplanter og som i produksjonen, og hvilket øker sannsynligheten for at de rømmer / forviller til naturen.



Figur 17. Sannsynligheten for at en fremmed art kommer fra en bestemt region gitt at den har kommet med en bestemt spredningsvei. Hvert panel viser en spredningsvei, mens hver søyle angir hvor stor sannsynligheten er for at en fremmed art har kommet fra en bestemt region. Bemerk at noen arter har kommet fra flere regioner og/eller med flere spredningsveier. Figuren er en oppsummering av resultatene i Tabell 21.

Tabell 18. Risikovurderte arter oppdelt i kriteria 1: Introduksjonsrute og kriteria 2: hovedhabitat. Utvalget er alle risikovurderte arter i Artsdatabanken sin fremmedartsdatabase, unntatt arter som er angitt «not applicable» som fremmed art status, hovedsakelig arter som lever innendørs. 'NA' betegner arter der egenskapene ikke er angitt i vurderingen.

Kriteria 1 Introduksjonsrute	Antall arter	Antall frem- mede ar- ter	Prosent fremmede arter	Kriteria 2 Hovedhabitat	Antall fremmede arter	Prosent fremmede arter	Sannsynlig- het for å være fremmed i kri- teria 2, gitt kriteria 1 ang- itt i prosent
(a) Bevisst introdusert / utsatt	137	96	70,1	Åker og kunstmarkseng	12	85,7	8,8
(a) Bevisst introdusert / utsatt	137	96	70,1	Arktisk-alpin fastmark	2	100	1,5
(a) Bevisst introdusert / utsatt	137	96	70,1	Berg, ur og grunnjordsystemer	1	100	0,7
(a) Bevisst introdusert / utsatt	137	96	70,1	Fastmarksskogsmark	37	94,9	27
(a) Bevisst introdusert / utsatt	137	96	70,1	Ferskvannssystemer	12	100	8,8
(a) Bevisst introdusert / utsatt	137	96	70,1	Fjæresonesystemer	5	100	3,6
(a) Bevisst introdusert / utsatt	137	96	70,1	Flomsonesystemer	8	100	5,8
(a) Bevisst introdusert / utsatt	137	96	70,1	Konstruert fastmark	32	97	23,4
(a) Bevisst introdusert / utsatt	137	96	70,1	Kulturmark	18	90	13,1
(a) Bevisst introdusert / utsatt	137	96	70,1	Kysttilknyttede fastmarkssystemer	8	88,9	5,8
(a) Bevisst introdusert / utsatt	137	96	70,1	NA	20	37,7	14,6
(a) Bevisst introdusert / utsatt	137	96	70,1	Saltvannssystemer	2	33,3	1,5
(a) Bevisst introdusert / utsatt	137	96	70,1	Våtmarkssystemer	5	100	3,6
(b) Rømt eller forvillet	971	591	60,9	Åker og kunstmarkseng	71	98,6	7,3
(b) Rømt eller forvillet	971	591	60,9	Arktisk-alpin fastmark	4	100	0,4
(b) Rømt eller forvillet	971	591	60,9	Berg, ur og grunnjordsystemer	110	100	11,3
(b) Rømt eller forvillet	971	591	60,9	Fastmarksskogsmark	229	99,1	23,6
(b) Rømt eller forvillet	971	591	60,9	Ferskvannssystemer	15	83,3	1,5
(b) Rømt eller forvillet	971	591	60,9	Fjæresonesystemer	27	100	2,8
(b) Rømt eller forvillet	971	591	60,9	Flomsonesystemer	64	100	6,6

(b) Rømt eller forvillet	971	591	60,9	Konstruert fastmark	325	99,7	33,5
(b) Rømt eller forvillet	971	591	60,9	Kulturmark	137	99,3	14,1
(b) Rømt eller forvillet	971	591	60,9	Kystilknyttede fastmarkssystemer	60	100	6,2
(b) Rømt eller forvillet	971	591	60,9	NA	194	34,2	20
(b) Rømt eller forvillet	971	591	60,9	Saltvannssystemer	9	81,8	0,9
(b) Rømt eller forvillet	971	591	60,9	Våtmarkssystemer	9	90	0,9
(c) Blindpassasjerer	1061	400	37,7	Åker og kunstmarkseng	110	97,3	10,4
(c) Blindpassasjerer	1061	400	37,7	Berg, ur og grunnjordsystemer	45	97,8	4,2
(c) Blindpassasjerer	1061	400	37,7	Fastmarksskogsmark	40	90,9	3,8
(c) Blindpassasjerer	1061	400	37,7	Ferskvannssystemer	4	100	0,4
(c) Blindpassasjerer	1061	400	37,7	Fjæresonesystemer	27	96,4	2,5
(c) Blindpassasjerer	1061	400	37,7	Flomsonesystemer	19	100	1,8
(c) Blindpassasjerer	1061	400	37,7	Konstruert fastmark	205	75,4	19,3
(c) Blindpassasjerer	1061	400	37,7	Kulturmark	90	98,9	8,5
(c) Blindpassasjerer	1061	400	37,7	Kystilknyttede fastmarkssystemer	25	100	2,4
(c) Blindpassasjerer	1061	400	37,7	NA	154	20,8	14,5
(c) Blindpassasjerer	1061	400	37,7	Saltvannssystemer	1	33,3	0,1
(c) Blindpassasjerer	1061	400	37,7	Våtmarkssystemer	10	100	0,9
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse	475	266	56	Åker og kunstmarkseng	69	94,5	14,5
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse	475	266	56	Arktisk-alpin fastmark	1	100	0,2
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse	475	266	56	Berg, ur og grunnjordsystemer	34	100	7,2
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse	475	266	56	Fastmarksskogsmark	38	92,7	8
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse	475	266	56	Ferskvannssystemer	6	85,7	1,3
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse	475	266	56	Fjæresonesystemer	14	100	2,9
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse	475	266	56	Flomsonesystemer	6	100	1,3

(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse	475	266	56	Konstruert fastmark	157	88,2	33,1
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse	475	266	56	Kulturmark	70	94,6	14,7
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse	475	266	56	Kysttilknyttede fastmarkssystemer	12	100	2,5
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse	475	266	56	NA	66	26,8	13,9
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse	475	266	56	Saltvannssystemer	8	72,7	1,7
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse	475	266	56	Våtmarkssystemer	2	66,7	0,4
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)	41	38	92,7	Åker og kunstmarkseng	5	100	12,2
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)	41	38	92,7	Berg, ur og grunnjordsystemer	2	100	4,9
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)	41	38	92,7	Fastmarksskogsmark	16	88,9	39
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)	41	38	92,7	Ferskvannssystemer	2	100	4,9
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)	41	38	92,7	Fjæresonesystemer	4	100	9,8
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)	41	38	92,7	Flomsonesystemer	1	100	2,4
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)	41	38	92,7	Konstruert fastmark	11	100	26,8
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)	41	38	92,7	Kulturmark	8	100	19,5
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)	41	38	92,7	Kysttilknyttede fastmarkssystemer	2	100	4,9
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)	41	38	92,7	NA	2	66,7	4,9
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)	41	38	92,7	Saltvannssystemer	10	100	24,4
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)	41	38	92,7	Våtmarkssystemer	2	100	4,9
NA	178	20	11,2	Åker og kunstmarkseng	6	24	3,4
NA	178	20	11,2	Fastmarksskogsmark	7	21,9	3,9
NA	178	20	11,2	Ferskvannssystemer	0	0	0
NA	178	20	11,2	Fjæresonesystemer	0	0	0
NA	178	20	11,2	Konstruert fastmark	11	22,4	6,2

NA	178	20	11,2	Kulturmark	2	11,8	1,1
NA	178	20	11,2	Kysttilknyttede fastmarkssystemer	0	0	0
NA	178	20	11,2	NA	0	0	0
NA	178	20	11,2	Saltvannssystemer	0	0	0

Tabell 19. Risikovurderte arter oppdelt i kriteria 1: Introduksjonsrute i kombinasjon med taksonomisk hovedgruppe og kriteria 2: hovedhabitat. Utvalget er alle risikovurderte arter i Artsdatabanken sin fremmedartsdatabase, unntatt arter som er angitt «not applicable» som fremmed art status, hovedsakelig arter som lever innendørs. 'NA' betegner arter der egenskapene ikke er angitt i vurderingen.

Kriteria 1 Introduksjonsrute og taksonomisk hovedgruppe	Antall arter	Antall fremmede arter	Prosent fremmede arter	Kriteria 2 Hovedhabitat	Antall fremmede arter	Prosent fremmede arter	Sannsynlighet for å være fremmed i kri- teria 2, gitt kri- teria 1, angitt i prosent
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Fugler	8	3	37,5	Åker og kunstmarkseng	0	0	0
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Ikke-marine invertebra- ter	12	10	83,3	Åker og kunstmarkseng	3	100	25
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Karplanter	94	67	71,3	Åker og kunstmarkseng	9	100	9,6
(b) Rømt eller forvillet+Fugler	45	16	35,6	Åker og kunstmarkseng	1	50	2,2
(b) Rømt eller forvillet+Karplanter	908	564	62,1	Åker og kunstmarkseng	68	100	7,5
(b) Rømt eller forvillet+Pattedyr	3	1	33,3	Åker og kunstmarkseng	1	100	33,3
(b) Rømt eller forvillet+Rundormer og flatormer	1	1	100	Åker og kunstmarkseng	1	100	100
(c) Blindpassasjerer+Ikke-marine invertebrater	180	89	49,4	Åker og kunstmarkseng	29	90,6	16,1
(c) Blindpassasjerer+Karplanter	833	285	34,2	Åker og kunstmarkseng	80	100	9,6
(c) Blindpassasjerer+Pattedyr	1	1	100	Åker og kunstmarkseng	1	100	100
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Ikke-marine invertebrater	118	79	66,9	Åker og kunstmarkseng	26	86,7	22
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Karplanter	289	133	46	Åker og kunstmarkseng	39	100	13,5
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Rundormer og flatormer	3	2	66,7	Åker og kunstmarkseng	2	100	66,7
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Sopper	46	42	91,3	Åker og kunstmarkseng	2	100	4,3
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)+Ikke-marine invertebrater	12	10	83,3	Åker og kunstmarkseng	2	100	16,7
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)+Pattedyr	4	4	100	Åker og kunstmarkseng	3	100	75
NA+Ikke-marine invertebrater	91	15	16,5	Åker og kunstmarkseng	5	23,8	5,5

NA+Rundormer og flatter	6	1	16,7	Åker og kunstmarkseng	1	25	16,7
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Karplanter	94	67	71,3	Arktisk-alpin fastmark	2	100	2,1
(b) Rømt eller forvillet+Fugler	45	16	35,6	Arktisk-alpin fastmark	1	100	2,2
(b) Rømt eller forvillet+Karplanter	908	564	62,1	Arktisk-alpin fastmark	3	100	0,3
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Fugler	6	2	33,3	Arktisk-alpin fastmark	1	100	16,7
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Ikke-marine invertebrater	12	10	83,3	Berg, ur og grunnjordsystemer	1	100	8,3
(b) Rømt eller forvillet+Karplanter	908	564	62,1	Berg, ur og grunnjordsystemer	110	100	12,1
(c) Blindpassasjerer+Ikke-marine invertebrater	180	89	49,4	Berg, ur og grunnjordsystemer	4	80	2,2
(c) Blindpassasjerer+Karplanter	833	285	34,2	Berg, ur og grunnjordsystemer	40	100	4,8
(c) Blindpassasjerer+Sopper	31	14	45,2	Berg, ur og grunnjordsystemer	1	100	3,2
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Ikke-marine invertebrater	118	79	66,9	Berg, ur og grunnjordsystemer	1	100	0,8
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Karplanter	289	133	46	Berg, ur og grunnjordsystemer	22	100	7,6
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Sopper	46	42	91,3	Berg, ur og grunnjordsystemer	11	100	23,9
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)+Karplanter	2	2	100	Berg, ur og grunnjordsystemer	1	100	50
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)+Sopper	8	8	100	Berg, ur og grunnjordsystemer	1	100	12,5
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Fugler	8	3	37,5	Fastmarksskogsmark	1	50	12,5
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Ikke-marine invertebrater	12	10	83,3	Fastmarksskogsmark	0	0	0
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Karplanter	94	67	71,3	Fastmarksskogsmark	34	100	36,2
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Pattedyr	4	3	75	Fastmarksskogsmark	1	100	25
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Sopper	2	1	50	Fastmarksskogsmark	1	100	50
(b) Rømt eller forvillet+Fugler	45	16	35,6	Fastmarksskogsmark	0	0	0
(b) Rømt eller forvillet+Karplanter	908	564	62,1	Fastmarksskogsmark	229	100	25,2
(c) Blindpassasjerer+Ikke-marine invertebrater	180	89	49,4	Fastmarksskogsmark	19	100	10,6

(c) Blindpassasjerer+Karplanter	833	285	34,2	Fastmarksskogsmark	13	100	1,6
(c) Blindpassasjerer+Sopper	31	14	45,2	Fastmarksskogsmark	8	66,7	25,8
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Fugler	6	2	33,3	Fastmarksskogsmark	1	100	16,7
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Ikke-marine invertebrater	118	79	66,9	Fastmarksskogsmark	6	75	5,1
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Karplanter	289	133	46	Fastmarksskogsmark	7	100	2,4
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Sopper	46	42	91,3	Fastmarksskogsmark	24	96	52,2
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)+Ikke-marine invertebrater	12	10	83,3	Fastmarksskogsmark	5	71,4	41,7
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)+Karplanter	2	2	100	Fastmarksskogsmark	1	100	50
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)+Moser	2	2	100	Fastmarksskogsmark	1	100	50
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)+Pattedyr	4	4	100	Fastmarksskogsmark	2	100	50
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)+Sopper	8	8	100	Fastmarksskogsmark	7	100	87,5
NA+Ikke-marine invertebrater	91	15	16,5	Fastmarksskogsmark	3	11,1	3,3
NA+Moser	2	0	0	Fastmarksskogsmark	0	0	0
NA+Sopper	17	4	23,5	Fastmarksskogsmark	4	100	23,5
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Amfibier og reptiler	2	1	50	Ferskvannssystemer	1	100	50
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Fisker	9	9	100	Ferskvannssystemer	5	100	55,6
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Fugler	8	3	37,5	Ferskvannssystemer	2	100	25
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Ikke-marine invertebrater	12	10	83,3	Ferskvannssystemer	4	100	33,3
(b) Rømt eller forvillet+Amfibier og reptiler	1	0	0	Ferskvannssystemer	0	0	0
(b) Rømt eller forvillet+Fugler	45	16	35,6	Ferskvannssystemer	14	100	31,1
(b) Rømt eller forvillet+Marine invertebrater	8	6	75	Ferskvannssystemer	0	0	0
(b) Rømt eller forvillet+Pattedyr	3	1	33,3	Ferskvannssystemer	1	100	33,3

(c) Blindpassasjerer+Ikke-marine invertebrater	180	89	49,4	Ferskvannssystemer	2	100	1,1
(c) Blindpassasjerer+Karplanter	833	285	34,2	Ferskvannssystemer	2	100	0,2
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Amfibier og reptiler	1	0	0	Ferskvannssystemer	0	0	0
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Bløtdyr	1	1	100	Ferskvannssystemer	1	100	100
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Ikke-marine invertebrater	118	79	66,9	Ferskvannssystemer	3	100	2,5
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Karplanter	289	133	46	Ferskvannssystemer	2	100	0,7
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)+Fisker	1	1	100	Ferskvannssystemer	1	100	100
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)+Pattedyr	4	4	100	Ferskvannssystemer	1	100	25
NA+Alger	16	0	0	Ferskvannssystemer	0	0	0
NA+Fisker	18	0	0	Ferskvannssystemer	0	0	0
NA+Marine invertebrater	20	0	0	Ferskvannssystemer	0	0	0
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Fugler	8	3	37,5	Fjæresonesystemer	1	100	12,5
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Karplanter	94	67	71,3	Fjæresonesystemer	4	100	4,3
(b) Rømt eller forvillet+Karplanter	908	564	62,1	Fjæresonesystemer	26	100	2,9
(b) Rømt eller forvillet+Pattedyr	3	1	33,3	Fjæresonesystemer	1	100	33,3
(c) Blindpassasjerer+Ikke-marine invertebrater	180	89	49,4	Fjæresonesystemer	2	66,7	1,1
(c) Blindpassasjerer+Karplanter	833	285	34,2	Fjæresonesystemer	25	100	3
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Alger	5	4	80	Fjæresonesystemer	1	100	20
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Bløtdyr	1	1	100	Fjæresonesystemer	1	100	100
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Ikke-marine invertebrater	118	79	66,9	Fjæresonesystemer	1	100	0,8
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Karplanter	289	133	46	Fjæresonesystemer	11	100	3,8
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)+Ikke-marine invertebrater	12	10	83,3	Fjæresonesystemer	2	100	16,7

(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)+Karplanter	2	2	100	Fjæresonesystemer	2	100	100
NA+Fisker	18	0	0	Fjæresonesystemer	0	0	0
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Karplanter	94	67	71,3	Flomsonesystemer	8	100	8,5
(b) Rømt eller forvillet+Karplanter	908	564	62,1	Flomsonesystemer	64	100	7
(c) Blindpassasjerer+Ikke-marine invertebrater	180	89	49,4	Flomsonesystemer	1	100	0,6
(c) Blindpassasjerer+Karplanter	833	285	34,2	Flomsonesystemer	18	100	2,2
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Karplanter	289	133	46	Flomsonesystemer	5	100	1,7
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Sopper	46	42	91,3	Flomsonesystemer	1	100	2,2
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)+Sopper	8	8	100	Flomsonesystemer	1	100	12,5
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Ikke-marine invertebrater	12	10	83,3	Konstruert fastmark	3	100	25
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Karplanter	94	67	71,3	Konstruert fastmark	28	100	29,8
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Sopper	2	1	50	Konstruert fastmark	1	50	50
(b) Rømt eller forvillet+Ikke-marine invertebrater	2	1	50	Konstruert fastmark	1	100	50
(b) Rømt eller forvillet+Karplanter	908	564	62,1	Konstruert fastmark	323	99,7	35,6
(b) Rømt eller forvillet+Sopper	1	1	100	Konstruert fastmark	1	100	100
(c) Blindpassasjerer+Ikke-marine invertebrater	180	89	49,4	Konstruert fastmark	57	50,4	31,7
(c) Blindpassasjerer+Karplanter	833	285	34,2	Konstruert fastmark	138	100	16,6
(c) Blindpassasjerer+Sopper	31	14	45,2	Konstruert fastmark	10	47,6	32,3
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Ikke-marine invertebrater	118	79	66,9	Konstruert fastmark	66	76,7	55,9
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Karplanter	289	133	46	Konstruert fastmark	73	100	25,3
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Sopper	46	42	91,3	Konstruert fastmark	18	94,7	39,1
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)+Ikke-marine invertebrater	12	10	83,3	Konstruert fastmark	7	100	58,3

(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)+Karplanter	2	2	100	Konstruert fastmark	2	100	100
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)+Sopper	8	8	100	Konstruert fastmark	2	100	25
NA+Ikke-marine invertebrater	91	15	16,5	Konstruert fastmark	10	22,7	11
NA+Sopper	17	4	23,5	Konstruert fastmark	1	20	5,9
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Fugler	8	3	37,5	Kulturmark	1	33,3	12,5
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Ikke-marine invertebrater	12	10	83,3	Kulturmark	5	100	41,7
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Karplanter	94	67	71,3	Kulturmark	12	100	12,8
(b) Rømt eller forvillet+Fugler	45	16	35,6	Kulturmark	1	50	2,2
(b) Rømt eller forvillet+Ikke-marine invertebrater	2	1	50	Kulturmark	1	100	50
(b) Rømt eller forvillet+Karplanter	908	564	62,1	Kulturmark	134	100	14,8
(b) Rømt eller forvillet+Pattedyr	3	1	33,3	Kulturmark	1	100	33,3
(c) Blindpassasjerer+Ikke-marine invertebrater	180	89	49,4	Kulturmark	33	97,1	18,3
(c) Blindpassasjerer+Karplanter	833	285	34,2	Kulturmark	53	100	6,4
(c) Blindpassasjerer+Pattedyr	1	1	100	Kulturmark	1	100	100
(c) Blindpassasjerer+Sopper	31	14	45,2	Kulturmark	3	100	9,7
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Ikke-marine invertebrater	118	79	66,9	Kulturmark	32	88,9	27,1
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Karplanter	289	133	46	Kulturmark	22	100	7,6
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Sopper	46	42	91,3	Kulturmark	16	100	34,8
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)+Ikke-marine invertebrater	12	10	83,3	Kulturmark	1	100	8,3
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)+Karplanter	2	2	100	Kulturmark	1	100	50
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)+Moser	2	2	100	Kulturmark	1	100	50
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)+Pattedyr	4	4	100	Kulturmark	3	100	75

(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)+Sopper	8	8	100	Kulturmark	2	100	25
NA+Ikke-marine invertebrater	91	15	16,5	Kulturmark	1	6,7	1,1
NA+Moser	2	0	0	Kulturmark	0	0	0
NA+Sopper	17	4	23,5	Kulturmark	1	100	5,9
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Ikke-marine invertebrater	12	10	83,3	Kysttilknyttede fastmarkssystemer	0	0	0
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Karplanter	94	67	71,3	Kysttilknyttede fastmarkssystemer	8	100	8,5
(b) Rømt eller forvillet+Karplanter	908	564	62,1	Kysttilknyttede fastmarkssystemer	59	100	6,5
(b) Rømt eller forvillet+Pattedyr	3	1	33,3	Kysttilknyttede fastmarkssystemer	1	100	33,3
(c) Blindpassasjerer+Ikke-marine invertebrater	180	89	49,4	Kysttilknyttede fastmarkssystemer	1	100	0,6
(c) Blindpassasjerer+Karplanter	833	285	34,2	Kysttilknyttede fastmarkssystemer	24	100	2,9
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Karplanter	289	133	46	Kysttilknyttede fastmarkssystemer	11	100	3,8
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Sopper	46	42	91,3	Kysttilknyttede fastmarkssystemer	1	100	2,2
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)+Karplanter	2	2	100	Kysttilknyttede fastmarkssystemer	1	100	50
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)+Moser	2	2	100	Kysttilknyttede fastmarkssystemer	1	100	50
NA+Ikke-marine invertebrater	91	15	16,5	Kysttilknyttede fastmarkssystemer	0	0	0
NA+Moser	2	0	0	Kysttilknyttede fastmarkssystemer	0	0	0
NA+Rundormer og flatormer	6	1	16,7	Kysttilknyttede fastmarkssystemer	0	0	0

(a) Bevisst introdusert / utsatt+Alger	1	0	0	NA	0	0	0
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Amfibier og reptiler	2	1	50	NA	0	0	0
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Fisker	9	9	100	NA	4	100	44,4
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Fugler	8	3	37,5	NA	0	0	0
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Ikke-marine invertebrater	12	10	83,3	NA	0	0	0
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Karplanter	94	67	71,3	NA	14	34,1	14,9
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Pattedyr	4	3	75	NA	2	66,7	50
(b) Rømt eller forvillet+Alger	1	0	0	NA	0	0	0
(b) Rømt eller forvillet+Fugler	45	16	35,6	NA	1	3,6	2,2
(b) Rømt eller forvillet+Ikke-marine invertebrater	2	1	50	NA	0	0	0
(b) Rømt eller forvillet+Karplanter	908	564	62,1	NA	193	36	21,3
(b) Rømt eller forvillet+Pattedyr	3	1	33,3	NA	0	0	0
(c) Blindpassasjerer+Alger	1	0	0	NA	0	0	0
(c) Blindpassasjerer+Ikke-marine invertebrater	180	89	49,4	NA	2	5,7	1,1
(c) Blindpassasjerer+Karplanter	833	285	34,2	NA	142	20,6	17
(c) Blindpassasjerer+Marine invertebrater	5	2	40	NA	1	50	20
(c) Blindpassasjerer+Rundormer og flatormer	10	9	90	NA	9	90	90
(c) Blindpassasjerer+Sopper	31	14	45,2	NA	0	0	0
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Alger	5	4	80	NA	0	0	0
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Fugler	6	2	33,3	NA	0	0	0
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Ikke-marine invertebrater	118	79	66,9	NA	8	33,3	6,8
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Karplanter	289	133	46	NA	57	26,8	19,7
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Rundormer og flatormer	3	2	66,7	NA	0	0	0
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Sopper	46	42	91,3	NA	1	33,3	2,2

(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)+Krepsdyr	1	1	100	NA	1	100	100
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)+Moser	2	2	100	NA	1	100	50
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)+Rundormer og flatormer	1	0	0	NA	0	0	0
NA+Alger	16	0	0	NA	0	0	0
NA+Fisker	18	0	0	NA	0	0	0
NA+Ikke-marine invertebrater	91	15	16,5	NA	0	0	0
NA+Karplanter	6	0	0	NA	0	0	0
NA+Marine invertebrater	20	0	0	NA	0	0	0
NA+Pattedyr	2	0	0	NA	0	0	0
NA+Rundormer og flatormer	6	1	16,7	NA	0	0	0
NA+Sopper	17	4	23,5	NA	0	0	0
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Fugler	8	3	37,5	Saltvannssystemer	0	0	0
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Marine invertebrater	5	2	40	Saltvannssystemer	2	40	40
(b) Rømt eller forvillet+Fugler	45	16	35,6	Saltvannssystemer	2	100	4,4
(b) Rømt eller forvillet+Leddormer	1	1	100	Saltvannssystemer	1	100	100
(b) Rømt eller forvillet+Marine invertebrater	8	6	75	Saltvannssystemer	6	75	75
(c) Blindpassasjerer+Marine invertebrater	5	2	40	Saltvannssystemer	1	33,3	20
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Alger	5	4	80	Saltvannssystemer	4	100	80
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Bløtdyr	1	1	100	Saltvannssystemer	1	100	100
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Marine invertebrater	6	3	50	Saltvannssystemer	3	50	50
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)+Alger	5	5	100	Saltvannssystemer	5	100	100
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)+Marine invertebrater	5	5	100	Saltvannssystemer	5	100	100

NA+Alger	16	0	0	Saltvannssystemer	0	0	0
NA+Fisker	18	0	0	Saltvannssystemer	0	0	0
NA+Marine invertebrater	20	0	0	Saltvannssystemer	0	0	0
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Amfibier og reptiler	2	1	50	Våtmarkssystemer	1	100	50
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Fugler	8	3	37,5	Våtmarkssystemer	1	100	12,5
(a) Bevisst introdusert / utsatt+Karplanter	94	67	71,3	Våtmarkssystemer	3	100	3,2
(b) Rømt eller forvillet+Amfibier og reptiler	1	0	0	Våtmarkssystemer	0	0	0
(b) Rømt eller forvillet+Fugler	45	16	35,6	Våtmarkssystemer	2	100	4,4
(b) Rømt eller forvillet+Karplanter	908	564	62,1	Våtmarkssystemer	6	100	0,7
(b) Rømt eller forvillet+Pattedyr	3	1	33,3	Våtmarkssystemer	1	100	33,3
(c) Blindpassasjerer+Ikke-marine invertebrater	180	89	49,4	Våtmarkssystemer	5	100	2,8
(c) Blindpassasjerer+Karplanter	833	285	34,2	Våtmarkssystemer	5	100	0,6
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Amfibier og reptiler	1	0	0	Våtmarkssystemer	0	0	0
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Karplanter	289	133	46	Våtmarkssystemer	1	100	0,3
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse+Sopper	46	42	91,3	Våtmarkssystemer	1	100	2,2
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)+Pattedyr	4	4	100	Våtmarkssystemer	2	100	50

Tabell 20. Risikovurderte arter oppdelt i kriteria 1: Opprinnelsessted og 2: hovedhabitat. Utvalget er alle risikovurderte arter i Artsdatabanken sin fremmedartsdatabase, unntatt arter som er angitt «not applicable» som fremmed art status, hovedsakelig arter som lever innendørs. 'NA' betegner arter der egenskapene ikke er angitt i vurderingen.

Kriteria 1 Hovedhabitat	Antall arter	Antall Fremmede arter	Prosent fremmede arter	Kriteria 2 Opprinnelsessted	Antall fremmede arter	Prosent fremmede arter	Sannsynlig- het for å være fremmed i kri- teria 2, gitt kriteria 1, angitt i pro- sent
Åker og kunstmarkseng	237	208	87,8	Afrika	19	95	8
Åker og kunstmarkseng	237	208	87,8	Amerika Nord	27	73	11,4
Åker og kunstmarkseng	237	208	87,8	Amerika Sør og Mellom	9	81,8	3,8
Åker og kunstmarkseng	237	208	87,8	Asia	95	91,3	40,1
Åker og kunstmarkseng	237	208	87,8	Europa Nord	72	97,3	30,4
Åker og kunstmarkseng	237	208	87,8	Europa Sør	117	94,4	49,4
Åker og kunstmarkseng	237	208	87,8	NA	14	87,5	5,9
Åker og kunstmarkseng	237	208	87,8	Oseania	3	75	1,3
Åker og kunstmarkseng	237	208	87,8	Ukjent	9	90	3,8
Arktisk-alpin fastmark	5	5	100	Amerika Nord	2	100	40
Arktisk-alpin fastmark	5	5	100	Asia	3	100	60
Arktisk-alpin fastmark	5	5	100	Europa Nord	1	100	20
Arktisk-alpin fastmark	5	5	100	Europa Sør	1	100	20
Berg, ur og grunnjordsystemer	161	160	99,4	Afrika	15	100	9,3
Berg, ur og grunnjordsystemer	161	160	99,4	Amerika Nord	19	100	11,8
Berg, ur og grunnjordsystemer	161	160	99,4	Amerika Sør og Mellom	1	100	0,6
Berg, ur og grunnjordsystemer	161	160	99,4	Asia	85	100	52,8
Berg, ur og grunnjordsystemer	161	160	99,4	Europa Nord	58	100	36
Berg, ur og grunnjordsystemer	161	160	99,4	Europa Sør	99	99	61,5

Berg, ur og grunnjordsystemer	161	160	99,4	NA	5	100	3,1
Berg, ur og grunnjordsystemer	161	160	99,4	Ukjent	9	100	5,6
Fastmarksskogsmark	359	321	89,4	Afrika	13	86,7	3,6
Fastmarksskogsmark	359	321	89,4	Amerika Nord	61	85,9	17
Fastmarksskogsmark	359	321	89,4	Amerika Sør og Mellom	6	75	1,7
Fastmarksskogsmark	359	321	89,4	Asia	134	94,4	37,3
Fastmarksskogsmark	359	321	89,4	Europa Nord	86	97,7	24
Fastmarksskogsmark	359	321	89,4	Europa Sør	151	92,1	42,1
Fastmarksskogsmark	359	321	89,4	NA	13	92,9	3,6
Fastmarksskogsmark	359	321	89,4	Oseania	1	33,3	0,3
Fastmarksskogsmark	359	321	89,4	Ukjent	22	91,7	6,1
Ferskvannssystemer	46	37	80,4	Afrika	2	100	4,3
Ferskvannssystemer	46	37	80,4	Amerika Nord	20	95,2	43,5
Ferskvannssystemer	46	37	80,4	Amerika Sør og Mellom	2	100	4,3
Ferskvannssystemer	46	37	80,4	Asia	7	87,5	15,2
Ferskvannssystemer	46	37	80,4	Atlanterhavet Nord	0	0	0
Ferskvannssystemer	46	37	80,4	Europa Nord	2	50	4,3
Ferskvannssystemer	46	37	80,4	Europa Sør	7	53,8	15,2
Ferskvannssystemer	46	37	80,4	NA	0	0	0
Ferskvannssystemer	46	37	80,4	Oseania	1	100	2,2
Ferskvannssystemer	46	37	80,4	Stillehavet Nord	0	0	0
Ferskvannssystemer	46	37	80,4	Stillehavet Sør	1	100	2,2
Ferskvannssystemer	46	37	80,4	Ukjent	1	100	2,2
Fjæresonesystemer	58	54	93,1	Afrika	8	100	13,8
Fjæresonesystemer	58	54	93,1	Amerika Nord	11	84,6	19

Fjæresonesystemer	58	54	93,1	Amerika Sør og Mellom	1	100	1,7
Fjæresonesystemer	58	54	93,1	Asia	35	97,2	60,3
Fjæresonesystemer	58	54	93,1	Atlantehavet Nord	0	0	0
Fjæresonesystemer	58	54	93,1	Europa Nord	15	100	25,9
Fjæresonesystemer	58	54	93,1	Europa Sør	29	96,7	50
Fjæresonesystemer	58	54	93,1	NA	2	100	3,4
Fjæresonesystemer	58	54	93,1	Stillehavet Nord	1	50	1,7
Fjæresonesystemer	58	54	93,1	Stillehavet Sør	1	100	1,7
Flomsonesystemer	74	74	100	Afrika	4	100	5,4
Flomsonesystemer	74	74	100	Amerika Nord	24	100	32,4
Flomsonesystemer	74	74	100	Amerika Sør og Mellom	2	100	2,7
Flomsonesystemer	74	74	100	Asia	32	100	43,2
Flomsonesystemer	74	74	100	Europa Nord	20	100	27
Flomsonesystemer	74	74	100	Europa Sør	28	100	37,8
Flomsonesystemer	74	74	100	NA	13	100	17,6
Konstruert fastmark	727	599	82,4	Afrika	52	83,9	7,2
Konstruert fastmark	727	599	82,4	Amerika Nord	91	91	12,5
Konstruert fastmark	727	599	82,4	Amerika Sør og Mellom	18	54,5	2,5
Konstruert fastmark	727	599	82,4	Asia	249	92,6	34,3
Konstruert fastmark	727	599	82,4	Europa Nord	186	98,9	25,6
Konstruert fastmark	727	599	82,4	Europa Sør	306	92,2	42,1
Konstruert fastmark	727	599	82,4	NA	43	79,6	5,9
Konstruert fastmark	727	599	82,4	Oseania	4	36,4	0,6
Konstruert fastmark	727	599	82,4	Ukjent	30	45,5	4,1
Kulturmark	298	275	92,3	Afrika	22	91,7	7,4

Kulturmark	298	275	92,3	Amerika Nord	39	84,8	13,1
Kulturmark	298	275	92,3	Amerika Sør og Mellom	7	77,8	2,3
Kulturmark	298	275	92,3	Asia	115	95	38,6
Kulturmark	298	275	92,3	Europa Nord	81	98,8	27,2
Kulturmark	298	275	92,3	Europa Sør	153	95	51,3
Kulturmark	298	275	92,3	Middelhavet	1	100	0,3
Kulturmark	298	275	92,3	NA	12	100	4
Kulturmark	298	275	92,3	Oseania	5	62,5	1,7
Kulturmark	298	275	92,3	Ukjent	21	91,3	7
Kysttilknyttede fastmarkssystemer	85	81	95,3	Afrika	13	92,9	15,3
Kysttilknyttede fastmarkssystemer	85	81	95,3	Amerika Nord	10	100	11,8
Kysttilknyttede fastmarkssystemer	85	81	95,3	Amerika Sør og Mellom	1	50	1,2
Kysttilknyttede fastmarkssystemer	85	81	95,3	Asia	42	100	49,4
Kysttilknyttede fastmarkssystemer	85	81	95,3	Europa Nord	28	96,6	32,9
Kysttilknyttede fastmarkssystemer	85	81	95,3	Europa Sør	47	100	55,3
Kysttilknyttede fastmarkssystemer	85	81	95,3	NA	5	83,3	5,9
Kysttilknyttede fastmarkssystemer	85	81	95,3	Oseania	1	50	1,2
Kysttilknyttede fastmarkssystemer	85	81	95,3	Ukjent	0	0	0
NA	1424	363	25,5	Afrika	46	13,1	3,2
NA	1424	363	25,5	Amerika Nord	61	25,3	4,3
NA	1424	363	25,5	Amerika Sør og Mellom	9	6,9	0,6
NA	1424	363	25,5	Asia	173	25,7	12,1
NA	1424	363	25,5	Atlanterhavet Sør	0	0	0
NA	1424	363	25,5	Europa Nord	129	44,9	9,1
NA	1424	363	25,5	Europa Sør	200	28,3	14

NA	1424	363	25,5	Indiahavet	0	0	0
NA	1424	363	25,5	Middelhavet	0	0	0
NA	1424	363	25,5	NA	26	30,6	1,8
NA	1424	363	25,5	Oseania	3	11,1	0,2
NA	1424	363	25,5	Sørishavet	0	0	0
NA	1424	363	25,5	Stillehavet Nord	1	33,3	0,1
NA	1424	363	25,5	Ukjent	3	8,6	0,2
Saltvannssystemer	66	30	45,5	Amerika Nord	12	63,2	18,2
Saltvannssystemer	66	30	45,5	Amerika Sør og Mellom	1	33,3	1,5
Saltvannssystemer	66	30	45,5	Asia	5	83,3	7,6
Saltvannssystemer	66	30	45,5	Atlantehavet Nord	0	0	0
Saltvannssystemer	66	30	45,5	Europa Sør	1	16,7	1,5
Saltvannssystemer	66	30	45,5	NA	0	0	0
Saltvannssystemer	66	30	45,5	Oseania	1	100	1,5
Saltvannssystemer	66	30	45,5	Sørishavet	0	0	0
Saltvannssystemer	66	30	45,5	Stillehavet Nord	4	36,4	6,1
Saltvannssystemer	66	30	45,5	Stillehavet Sør	2	66,7	3
Saltvannssystemer	66	30	45,5	Ukjent	4	100	6,1
Våtmarkssystemer	26	24	92,3	Afrika	1	100	3,8
Våtmarkssystemer	26	24	92,3	Amerika Nord	11	100	42,3
Våtmarkssystemer	26	24	92,3	Amerika Sør og Mellom	2	100	7,7
Våtmarkssystemer	26	24	92,3	Asia	9	100	34,6
Våtmarkssystemer	26	24	92,3	Europa Nord	2	50	7,7
Våtmarkssystemer	26	24	92,3	Europa Sør	6	75	23,1
Våtmarkssystemer	26	24	92,3	NA	1	100	3,8

Våtmarkssystemer	26	24	92,3	Ukjent	2	100	7,7
------------------	----	----	------	--------	---	-----	-----

Tabell 21. Risikovurderte arter oppdelt i kriteria 1: Introduksjonsrute og kriteria 2: opprinnelsesland. Utvalget er alle risikovurderte arter i Artsdatabanken sin fremmedartsdatabase, unntatt arter som er angitt «not applicable» som fremmed art status, hovedsakelig arter som lever innendørs. 'NA' betegner arter der egenskapene ikke er angitt i vurderingen.

Kriteria 1 Introduksjonsrute	Antall arter	Antall fremmede arter	Prosent Fremmede arter	Kriteria 2 Opprinnelsessted	Antall fremmede arter	Prosent fremmede arter	Sannsynlig- het for å være fremmed i kri- teria 2, gitt kriteria 1, angitt i pro- sent
(a) Bevisst introdusert / utsatt	137	96	70,1	Afrika	4	40	2,9
(a) Bevisst introdusert / utsatt	137	96	70,1	Amerika Nord	34	79,1	24,8
(a) Bevisst introdusert / utsatt	137	96	70,1	Amerika Sør og Mellom	3	37,5	2,2
(a) Bevisst introdusert / utsatt	137	96	70,1	Asia	29	58	21,2
(a) Bevisst introdusert / utsatt	137	96	70,1	Europa Nord	32	91,4	23,4
(a) Bevisst introdusert / utsatt	137	96	70,1	Europa Sør	45	81,8	32,8
(a) Bevisst introdusert / utsatt	137	96	70,1	NA	4	80	2,9
(a) Bevisst introdusert / utsatt	137	96	70,1	Oseania	1	50	0,7
(a) Bevisst introdusert / utsatt	137	96	70,1	Sørishavet	0	0	0
(a) Bevisst introdusert / utsatt	137	96	70,1	Stillehavet Nord	1	50	0,7
(a) Bevisst introdusert / utsatt	137	96	70,1	Ukjent	0	0	0
(b) Rømt eller forvillet	971	591	60,9	Afrika	45	39,1	4,6
(b) Rømt eller forvillet	971	591	60,9	Amerika Nord	127	66,8	13,1
(b) Rømt eller forvillet	971	591	60,9	Amerika Sør og Mellom	10	18,9	1
(b) Rømt eller forvillet	971	591	60,9	Asia	291	63,4	30
(b) Rømt eller forvillet	971	591	60,9	Europa Nord	132	82	13,6
(b) Rømt eller forvillet	971	591	60,9	Europa Sør	278	66,7	28,6
(b) Rømt eller forvillet	971	591	60,9	NA	52	65,8	5,4
(b) Rømt eller forvillet	971	591	60,9	Oseania	1	14,3	0,1

(b) Rømt eller forvillet	971	591	60,9	Ukjent	4	36,4	0,4
(c) Blindpassasjerer	1061	400	37,7	Afrika	68	21,5	6,4
(c) Blindpassasjerer	1061	400	37,7	Amerika Nord	57	34,5	5,4
(c) Blindpassasjerer	1061	400	37,7	Amerika Sør og Mellom	18	17,6	1,7
(c) Blindpassasjerer	1061	400	37,7	Asia	185	35,9	17,4
(c) Blindpassasjerer	1061	400	37,7	Atlantehavet Sør	0	0	0
(c) Blindpassasjerer	1061	400	37,7	Europa Nord	182	63,2	17,2
(c) Blindpassasjerer	1061	400	37,7	Europa Sør	253	41	23,8
(c) Blindpassasjerer	1061	400	37,7	Indiahavet	0	0	0
(c) Blindpassasjerer	1061	400	37,7	Middelhavet	1	100	0,1
(c) Blindpassasjerer	1061	400	37,7	NA	7	41,2	0,7
(c) Blindpassasjerer	1061	400	37,7	Oseania	5	25	0,5
(c) Blindpassasjerer	1061	400	37,7	Stillehavet Nord	3	75	0,3
(c) Blindpassasjerer	1061	400	37,7	Stillehavet Sør	0	0	0
(c) Blindpassasjerer	1061	400	37,7	Ukjent	9	19,6	0,8
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse	475	266	56	Afrika	31	32,6	6,5
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse	475	266	56	Amerika Nord	41	68,3	8,6
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse	475	266	56	Amerika Sør og Mellom	8	28,6	1,7
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse	475	266	56	Asia	90	46,9	18,9
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse	475	266	56	Europa Nord	98	68,1	20,6
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse	475	266	56	Europa Sør	132	53,7	27,8
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse	475	266	56	NA	13	68,4	2,7
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse	475	266	56	Oseania	3	50	0,6
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse	475	266	56	Sørishavet	0	0	0
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse	475	266	56	Stillehavet Nord	0	0	0

(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse	475	266	56	Stillehavet Sør	1	100	0,2
(d) Ukjent, men antropogen opprinnelse	475	266	56	Ukjent	37	66,1	7,8
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)	41	38	92,7	Afrika	3	100	7,3
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)	41	38	92,7	Amerika Nord	4	100	9,8
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)	41	38	92,7	Amerika Sør og Mellom	3	100	7,3
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)	41	38	92,7	Asia	10	90,9	24,4
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)	41	38	92,7	Europa Nord	7	87,5	17,1
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)	41	38	92,7	Europa Sør	5	83,3	12,2
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)	41	38	92,7	Oseania	3	100	7,3
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)	41	38	92,7	Stillehavet Nord	2	100	4,9
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)	41	38	92,7	Stillehavet Sør	1	100	2,4
(e) Sekundær spredning fra naboland der opprinnelse er (a) (b) (c) eller (d)	41	38	92,7	Ukjent	7	100	17,1
NA	178	20	11,2	Afrika	1	14,3	0,6
NA	178	20	11,2	Amerika Nord	2	6,2	1,1
NA	178	20	11,2	Amerika Sør og Mellom	0	0	0
NA	178	20	11,2	Asia	2	9,1	1,1
NA	178	20	11,2	Atlantehavet Nord	0	0	0
NA	178	20	11,2	Europa Nord	2	22,2	1,1
NA	178	20	11,2	Europa Sør	3	8,1	1,7
NA	178	20	11,2	Middelhavet	0	0	0
NA	178	20	11,2	NA	5	10,4	2,8
NA	178	20	11,2	Oseania	0	0	0
NA	178	20	11,2	Stillehavet Nord	0	0	0

7 Spredningsveier for fremmede arter på Svalbard

7.1 Data og metode

7.1.1 Datamateriale

Fremmedartsdatabasen inneholder informasjon om 79 fremmede arter på Svalbard, hvorav en er et pattedyr (østmarkmus, *Microtus levis*) og resten er karplanter. Hovedparten av artene er ikke-reproduserende fremmede arter, men 10 arter er kategorisert som fremmede arter, dvs. arter som reproduserer og opprettholder en populasjon. Disse er østmarkmus (*Microtus levis*), vassarve (*Stellaria media*), strandbalderbrå (*Tripleurospermum maritimum*), engsyre (*Rumex acetosa*), tunrapp (*Poa annua*), ryllik (*Achillea millefolium*), vinterkarse (*Barbarea vulgaris*), engmarikåpe (*Alchemilla subcrenata*), hundekjeks (*Anthriscus sylvestris*) og ugrasløvetann-gruppa (*Ruderalia* sp.).

Av de 79 artene har hovedparten kommet som blindpassasjer, men to arter, smårapp (*Poa pratensis irrigata*) og trådrapp (*P. p. augustifolia*) er utsatt, mens ytterligere tre arter, hageplomme (*Prunus domestica domestica*), heisiv (*Juncus squarrosus*) og storveronica (*Veronica longifolia*) har kommet med en ukjent, men antropogen vektor.

Alle artene i fremmedartsdatabasen er terrestriske, det er derfor ikke grunnlag for en oppdeling i marint / terrestrisk miljø. Det er imidlertid god grunn til å anta at fremmede arter utgjør et stigende problem også i det marine miljø (Fernandez m.fl. 2014), især når det gjelder virvelløse dyr og alger, men også virveldyr. F.eks. er det ifølge Gjelland og Sandlund (2012) registrert pukkellaks (*Oncorhynchus gorbuscha*) mange plasser rundt hele Svalbard, og det er observert forsøk på gyting i Revelva, ved Hornsund i 2007-2008 (Witkowski og Glowacki 2010). Disse registreringer er imidlertid ikke registrert i Fremmedartsdatabasen, og er derfor heller ikke tatt med i analysene.

De 10 fremmede arter som har etablert reproduserende populasjoner på Svalbard har blitt vurdert i forhold til svartelisten (Gederaas m.fl. 2012). En art, hundekjeks (*Anthriscus sylvestris*) er klassifisert med høy risiko. De øvrige artene er klassifisert med enten lav eller ingen kjent risiko. Ingen av de 10 fremmede artene er inkludert på listen over planteskadegjørere med restriksjoner for innførsel Norge (https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2000-12-01-1333#KAPITTEL_11).

Samtlige fremmede arter uten en er tilknyttet naturtypen konstruert fastmark. Unntakelsen er østmarkmus som på Svalbard bare forekommer i et avgrenset område ved fuglefjell dvs. i naturtypen kysttilknyttet fastmark.

7.1.2 Statistiske analyser

For å beskrive og analysere utviklingen i antallet av fremmede arter på Svalbard over tid, har vi benyttet generelle additive modeller (GAM) (Hastie og Tibshirani 1990) og 'locally weighted scatterplot smoothing' (LOESS) modeller (Cleveland 1979, Cleveland og Devlin 1988), basert på det rammeverket som er beskrevet i Zuur m.fl. (2009).

Det er ikke i databasen tilstrekkelig med data til å analysere om det er sammenheng mellom ulike spredningsveier og bestemte egenskaper hos fremmede arter på Svalbard, jf. seksjon 2.3.2. Dette skyldes primært at hovedparten, i alt 64, av ikke-reproduserende fremmede karplanter, som utgjør den største gruppen, har kommet som blindpassasjerer, mot 5 arter som har kommet med andre spredningsveier. Dette gir ikke tilstrekkelig kontrast til å analysere hva som evt. karakteriserer denne spredningsveien i forhold til de andre.

7.1.3 Tilgjengelig litteratur

Det er generelt lite informasjon om fremmede arter i Arktis, og enda mindre om spredningsveier. Et søk i Web of Science med alle kombinasjoner av søkeordene 'alien species' / 'invasive species' / 'exotic species' og 'Arctic' / 'Antarctic' / 'Svalbard' / 'Spitsbergen' / 'Polar' gav i alt 161

artikler, hvorav 121 var potensielt relevante. Av disse var det 22 artikler med spesifikk informasjon om spredningsveier (Tabell 22). I tillegg kommer artikler som ikke er omfattet av ovenstående søk, men som likevel inneholder relevant informasjon, samt enkelte rapporter, hvorav især én nylig utgitt rapport fra Nordisk Ministerråd er relevant (Fernandez m.fl. 2014). En del litteratur lister fremmede arter på Svalbard (f.eks. Høeg og Lid 1929, Sunding 1961, 1966, Engelskjøn 1986, Hadač 1989, Rønning 1996 og referanser heri), men da disse ikke forholder seg til spredningsveiene er de ikke nærmere diskutert her. Det er en del relevant litteratur som omhandler nordlige regioner som grenser opp til Arktis, særlig i Nord-Amerika, som potensielt har relevans også for Arktis, men her er det vanskelig å søke strukturert, da artiklene ikke er indeksert med henblikk på Arktis / Subarktis og derfor må søkes opp på basis av spesifikke regioner og artsgrupper. En systematisk gjennomgang av denne litteraturen ligger derfor utenfor dette prosjektet. Likevel er en del artikler og rapporter som omhandler områder som grenser opp til Arktis tatt med på opportunistisk basis.

7.2 Spredningsveier i arktiske og antarktiske områder

Langt hovedparten av litteraturen omhandler fremmede arter i Antarktis, Sørhavet og de subantarktiske øyene (Tabell 22), hvorav noen har spesifikke handlingsplaner for fremmede arter (Shine og Stringer 2010). Mange av erfaringene herfra kan være relevante også for Svalbard og er derfor oppsummert her.

En rekke studier har undersøkt risikoen forbundet med transport av utstyr, matvarer og personer til f.eks. forskningsstasjoner eller i forbindelse med turisme og ekspedisjoner. Resultatene viser at det er en betydelig risiko for innførsel av frø, insekter og plantedeler fra mange ulike taxa (Whinam m.fl. 2005, Lee og Chown 2009a, Greenslade og Convey 2012). En stor undersøkelse av alle kategorier av besøkende til Antarktis i det Internasjonale Polaråret 2007-2008, viste at besøkende i gjennomsnitt innførte 9,5 plantefrø per person (Chown m.fl. 2012). Dette tallet var noe høyere for forskere enn for turister, men ble oppveiet av det større antall turister til kontinentet. Effektiv screening og rengjøring av utstyr og tøy reduserer risikoen for innførsel (Whinam m.fl. 2005, Greenslade og Convey 2012), og flere forfattere peker på at tiltak som tar sikte på å redusere innførselen av fremmede arter til regionen omkring Antarktis, primært bør fokusere på å forhindre innførsel av frø som blindpassasjerer med mennesker, matvarer, gods og transport (Frenot m.fl. 2005, Whinam m.fl. 2005, Greenslade og Convey 2012). Som følge av dette har Den Internasjonale Organisasjonen for Antarktiske Turoperatører (IAATO) siden 2001 krevet at alle som besøker Antarktis og de subantarktiske øyene på reiser organisert av IAATO-medlemmer følger helt spesifikke regler for å rense bekledning og fottøy før og mellom besøk på kontinentet og øyene. Dette omfatter grundig støvsuging av ytterbekledning (særlig Velcro, oppslag o.lign.), samt desinfeksjon av sko, vesker, fotostativer og annet som har berørt jorden (<http://iaato.org/decontamination-guidelines>) (Figur 18).

I et studie av jord fra drivhus i Barentsburg fant Coulson m.fl. (2013) 11 arter av hvirvelløse dyr som ikke før var registrert fra Svalbard, og konkluderte at de formodentlig var innført med jord og evt. husdyr fra Russland. Dette samsvarer med et studie av plantesamfunnet ved Barentsburg og Pyramiden på Svalbard, der Liska og Soldan (2004) nevner at fremmede plantearter primært er innført i forbindelse med import av fôr til husdyr, men at enkelte kan være introdusert med byggematerialer, matvarer og tøy. Sistnevnte spredningsvei ble spesifikt studert av Ware m.fl. (2012) som undersøkte skoene til 259 besøkende som ankom med fly til Svalbard. De fant, at folk i gjennomsnitt hadde med seg 3,9 frø, hvilket svarer til en innførsel på 270 000 frø per år hvis resultatene er representative for hele året. Antallet av frø var høyest hos folk som hadde vært i skogs- eller fjellområder innenfor de siste tre måneder før de kom til Svalbard, og det var en positiv sammenheng mellom mengden av jord på skoene, og antallet av frø som de hadde med seg.

I det marine miljø er det primært ballastvann og begroing som er hovedkilden til fremmede arter i arktiske havområder (Claudi og Ravishankar 2006, Gollasch 2006). I Antarktis blir også drivende plast ofte fremhevet som en primær spredningsvei (Barnes og Fraser 2003, Barnes og Milner 2005, Lewis m.fl. 2005). Vandring av arter utgjør i tillegg en vesentlig spredningsvei i det



Figur 18. Vaskestasjon for skor på cruiseskip under besøk til de subantarktiske øyene og den Antarktiske halvøya. © Ditte Hendrichsen

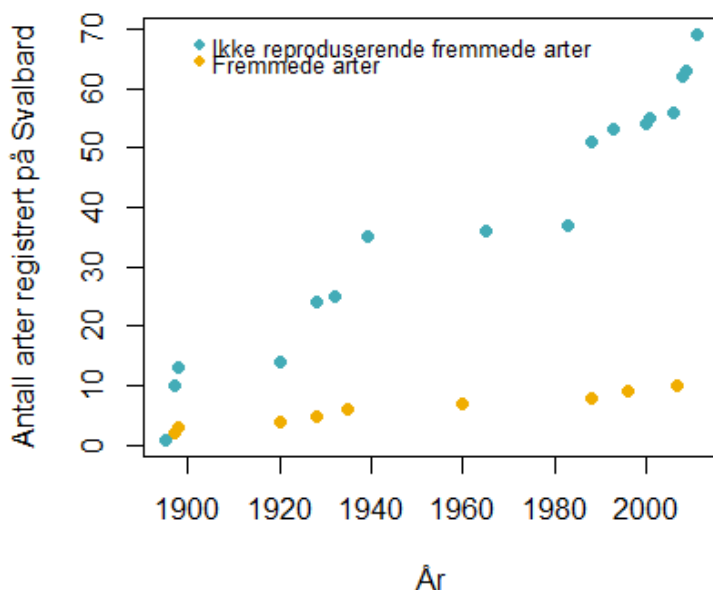
marine miljø, og omfatter både vandring av arter som er hjemmehørende i tempererte og subarktiske havområder, og vandrer nordover med varmere havtemperaturer og endrede miljøfaktorer, og vandring av fremmede arter fra introduksjonsområdet til nye områder. F.eks. viser Logerwell (2008) hvordan seks fiskearter har utvidet sine utbredelsesområder nordover fra Beringhavet og Tsjuktsjarhavet til også å omfatte Barentshavet. Økte vanntemperaturer øker også muligheten for at fremmede arter i subarktiske og tempererte regioner vil kunne ekspandere og vandre nordover (De Rivera m.fl. 2011). At fremmede arter kan spre seg raskt hvis forholdene er gode, og ha betydelig innflytelse på den hjemlige fauna er f.eks. observert hos kongekrabben (*Paralitodes camtschaticus*), som har økt kraftig i antall og utbredelsesområde siden utsettingen ved Kolahalvøya på 1960-tallet (Stortingsmelding 40 2006–2007, Sundet 2014).

7.3 Risiko forbundet med spredningsveiene

7.3.1 Utvikling i antall fremmede arter over tid

Den første registrering av en fremmed art på Svalbard er et notat fra 1895 om at det vokste ertre på Anderssonøyane vest for Barentsøya (<http://databank.artsdatabanken.no/FremmedArt2012/S61987>). I 1897 ble det registrert 11 arter i Adventfjorden, to av disse, engsyre (*Rumex acetosa*) og ryllik (*Achillea millefolium*), er i dag klassifisert som fremmede arter, mens resten er ikke-reproduserende. Begge arter er dog først registrert som etablerte mye senere, engsyre i 1957 på Bjørnøya og ryllik i 1988 ved Barentsburg (Liska og Soldan 2004, <http://databank.artsdatabanken.no/FremmedArt2012/S62913>, <http://databank.artsdatabanken.no/FremmedArt2012/S60352>).

Slik det var tilfelle for artene registrert i fastlands Norge, skjer det også på Svalbard en økning i antallet av arter hen imot slutten av 1900-tallet og i 2000-årene (Figur 19, Tabell 23). Utviklingen skjer først og fremst i de ikke-reproduserende fremmede artene, der det kommer i gjennomsnitt 1,33 arter inn per år i perioden 2000–2011, mot et gjennomsnitt på 0,38 arter per år i perioden 1950–1999. Det er for få tilgjengelige data til å få et korrekt bilde av de reproduserende fremmede artene. En slik økning kan skyldes flere ting og det er ikke på basis av de tilgjengelige data mulig å fastslå om økningen i antall arter per år skyldes en reell økning i antallet av fremmede arter eller om det skyldes en større fokus på fremmede arter med derav følgende større oppmerksomhet og innrapporteringsfrekvens. Det er dog ikke usannsynlig at det faktisk har vært en økt transport av arter til Svalbard i de seneste 30–40 år. Reiselivsstatistikken for Svalbard viser at antallet gjestedøgn i Longyearbyen er mer enn tredoblet i perioden fra 1993 til 2012, fra 23 854 til 84 643 døgn, og antallet turister som kommer med oversjøiske cruiseskip er i samme periode økt 2,7 ganger, fra 15 400 til 42 363 (Sysselmannen for Svalbard 2013). En slik økning i antall tilreisende øker naturligvis også risikoen for innførsel av fremmede arter.



Figur 19. Utvikling i antall fremmede arter og ikke reproduserende fremmede arter på Svalbard i perioden 1895-2011.

7.3.2 Risiko for etablering av fremmede arter

Mange av de artene som kommer inn som blindpassasjer vil trolig ikke klare å etablere seg pga. ugunstige klimatiske forhold. F.eks. peker (Coulson m.fl. 2013) på at næringsfattig jord utenfor studieområdet og harde klimatiske forhold gjør det usannsynlig at innførte arter av hvirvelløse dyr i Barentsburg vil klare å spre seg. Men i forbindelse med undersøkelsene av besøkende til to subantarktiske øyer peker Whinam m.fl. (2005) på at mange besøkende nylig også hadde besøkt andre regioner, f.eks. alpine områder med arter som potensielt ville kunne klare seg fint på de subantarktiske øyene. Dette forholdet gjelder også for Svalbard, hvor Ware m.fl. (2012) fant at over en fjerdedel av de frøene som ble innført under skoene til flypassasjerer spirte under de klimatiske forhold som finnes på Svalbard i dag.

Hovedparten av de fremmede artene på Svalbard har ikke reproduserende populasjoner i dag. Ikke desto mindre kan det være god grunn til å holde øye med utviklingen. Kombinasjonen av klimaendringer og fremmede arter anses nå for en av de mest betydningsfulle utfordringer for økosystemer på global skala (Vitousek m.fl. 1997, Clavero og Garcia-Berthou 2005, Meinka og Howard 2010, IUCN 2012), med betydning for økosystemstruktur, artssammensetning, konkurranseforhold, trofiske interaksjoner og artsutbredelse (Stachowicz m.fl. 2002, Hellman m.fl. 2008, Rahel og Olden 2008, Fabry m.fl. 2009).

Undersøkelser fra Antarktis viser at det er stor potensiell effekt av klimaendringer på fremmede arter, og at fremmede arter som ikke utgjør et problem i dag kan bli invasive i fremtiden (Chwedorzewska 2009). I en analyse av risikoen forbundet med fremmede arter på Prince Edward Islands fant le Roux m.fl. (2013) at > 50 % av variasjonen i forekomsten av fremmede arter kunne forklares med menneskelig aktivitet, tilstedeværelsen av nabopopulasjoner og residens-tid, samt at kombinasjonen av menneskelig aktivitet og endret klima tilsynelatende hadde ført til økt utbredelse. Interaksjoner mellom klimaendringer og fremmede arter utgjør trolig et av de vesentligste problemene for vern av naturområder i Antarktis i årene fremover (Chown og Convey 2007). I et modellstudie basert på klimaprojeksjoner for år 2100 viste Chown m.fl. (2012) at det er økt risiko for etablering av fremmede arter ved varmere klima, og peker på hvilke områder som er særlig sårbare.

Et liknende samspill mellom klimaendringer og fremmede arter kan forventes i arktiske havområder (Lassuy og Lewis 2014) med en økt sårbarhet i de marine økosystemene til følge (Gill 2014). Også i Arktis fremheves samspillet mellom menneskelige aktiviteter, som f.eks. turisme, skipstrafikk og gruvedrift som en vesentlig faktor i risikoen for spredning og etablering av fremmede arter (Gill 2014, Lassuy og Lewis 2014). I løpet av de seneste 100 årene er gjennomsnittstemperaturen i Arktis økt nesten dobbelt så mye som det globale gjennomsnitt med markante endringer i utbredelse av havis (IPCC 2007). I den samme perioden er skipstrafikken i regionen økt betraktelig (Arctic Council 2009, ENR 2011, Miller og Ruiz 2014). I et modellstudie basert på klimaprojeksjoner for år 2050 og 2100 fant Ware m.fl. (2014) at kombinasjonen av varmere klima og skipstrafikk, særlig av forsknings- og fiskerfartøy, utgjør en reell risiko for innførsel og potensiell etablering. Det er et stigende behov for å få prosedyrer på plass for forvaltning og overvåking av spredningsveier (Lassuy og Lewis 2014) og koordinere strategier på tvers av landegrenser for å minimere risikoen forbundet med f.eks. skipstrafikk i arktiske farvann (Miller og Ruiz 2014).

Tabell 22. Oversikt over litteratur som undersøker spredningsveier for fremmede arter i Arktis og Antarktis.

Miljø	Organismegruppe	Område	Analysert variabel – fremmede arter	Viktigste introduksjons / spredningsvei	Tilsiktet (T) eller utilsiktet (U) introdusert	Referanser
Terrestrisk	Spretthaler	South Georgia	3 fremmede arter	Turister og personell i trass strenge tiltak, innførsel av frukt og grønt	U	(Greenslade og Convey 2012)
Terrestrisk	Planter	Marion Island, Gough Island	99 taxa	Personell som bringer fremmede arter fra andre regioner, og stedegne arter mellom stasjoner innenfor regionen	U	(Lee og Chown 2009a)
Marin	Marin fauna og flora	St. Lawrence gulven, Canada	Risikoanalyse for innførsel (ikke overlevelse) av fremmede arter	Skipstrafikk (ballastvann og begroing)	U	(Claudi og Ravishankar 2006)
Marin	Marin fauna og flora	Antarktis, kyst	Passiv drift / transport av fremmede arter	Flytende plastikk (avhengig av havstrømmer) Skipstrafikk (begroing)	U	(Lewis m.fl. 2005)
Terrestrisk / marin	Planter, terrestriske virvelløse dyr, Insekter, sopp, litorale organismer	Subantarktiske øyer, Australia program	90 arter fra 15 familier 64 ekspedisjonsdeltagere	Ekspedisjonsutstyr, herunder tilhørende utstyrs-kasser, ryggsekker, Velcro og oppslag på tøy. Transport av gods, matvarer og personell, transport av utstyr og matvarer til ekspedisjoner, begroing, jord på ferske matvarer	U	(Whinam m.fl. 2005)
Terrestrisk	Virvelløse dyr	South Shetland, Antarktis	Skadedyr fra kultivering (26 %) Skadedyr fra matvarer (43 %) Skadedyr i trø (4 %) Edderkoppdyr og insekter knyttet til mennesker (15 %)	Gods, utstyr og bekledning hos ekspedisjonsdeltagere, samt undersøkelser i selve stasjonsbygningene	U	(Chwedorzewska m.fl. 2013)
Terrestrisk	Planter	South Shetland, Antarktis	20 familier, primært Astera-ceae og Poaceae	Gods, utstyr og bekledning hos ekspedisjonsdeltagere	U	(Litynska-Zajac m.fl. 2012)
Terrestrisk	Virvelløse dyr	Svalbard	46 arter, herav 11 nye for Svalbard	Med jord til drivhus, og med husdyr	U	(Coulson m.fl. 2013)
Terrestrisk	Sopp og insekter	South Shetland, Antarktis	Sopp og insekter	Ved, herunder byggemateriale, som benyttes på antarktiske stasjoner	U	(Osyczka m.fl. 2012)
Terrestrisk	Lav	South Shetland, Antarktis	24 arter	Ved, godskontainere og frisk frukt	U	(Osyczka 2010)
Terrestrisk	Karplanter	Antarktis	Frø og plantedeler fra fremmede karplanter	Gods, utstyr og bekledning hos forskere og turister som besøkte det Antarktiske kontinentet i det Internasjonale Polaråret	U	(Chown m.fl. 2012)

Terrestrisk	Karplanter	Svalbard	1019 frø 53 arter 17 familier	Under skoene til besøkende som ankom med fly	U	(Ware m.fl. 2012)
Terrestrisk	Sopp og insekter	Arctowsk Station, Antarktis	Sopp og insekter	Ved, herunder byggemateriale, som benyttes på antarktiske stasjoner	U	(Osyczka m.fl. 2012)
Terrestrisk	Karplanter	Deception Island, Antarktis	2 arter av Asteraceae	Enten med turister, eller ved luftspredning fra Tierra del Fuego	U	(Smith og Richardson 2011)
Terrestrisk	Markrapp (<i>Poa trivialis</i>)	Antarktis	Antall frø	Med skip og fly	U	(Hughes m.fl. 2010)
Terrestrisk	Planter	Antarktis	34 taxa	Materialer til bygning av forskningsstasjon	U	(Lee og Chown 2009b)
Terrestrisk	Krepsdyr	Macquarie Island, Antarktis	To arter, <i>Puhuruhuru patersoni</i> og <i>Styloniscus otakensis</i>	Muligvis med byggematerialer og under sko	U	(Greenslade m.fl. 2008)
Marin	Musling	Antarktis	<i>Mytilus gallo-provincialis</i>	Begroing på skip	U	(Lee og Chown 2007)
Marin	Marine organismer	Europeiske farvann (herunder arktiske)	600 taxa	Ballastvann og begroing	U	(Gollasch 2006)
Marin	Marine organismer	Nord- og Sør-atlanten	Marine organismer	Drivende plastikk	U	(Barnes og Milner 2005)
Marin	Marine organismer	Mellom Tasmania og Sørhavet	Potensiale for overførsel av fremmede arter	Begroing, mens ballast vann er mindre sannsynlig	U	(Lewis m.fl. 2003)
Marin	Marine organismer	Sørhavet	Marine organismer	Drivende plastikk	U	(Barnes og Fraser 2003)
Marin	Marine organismer	Svalbard	Marine organismer	Forsknings- og fiskerfartøy, ballastvann	U	(Ware m.fl. 2014)
Terrestrisk	Karplanter	Svalbard	44 taxa	Primært med import av husdyr før. Sekundært med byggematerialer, matvarer og tøy	U	(Liska og Soldan 2004)
Terrestrisk	Isopod	Marion Island	<i>Porcellio scaber</i>	Med byggematerialer eller via sekundær innførsel fra naboøy	U	(Slabber og Chown 2002)

Tabell 23. Parameterverdier for gam modell av den kumulative utviklingen i fremmede arter, sammenligning med kurvelineær polynomial regresjon, og parameterverdier for LOESS-analyse. Det er ikke tilstrekkelige data til å lage analysen for fremmede arter som har etablert seg på Svalbard.

Beste modell gam vs. kurvelineær polynomial regresjon						Gam modell			Loess smoothing			
	Modell	ΔAIC	F	d.f.	p	Forklaret devians (R^2)	Variansen av residualene	Signifikans av smoother	Estimert antall frihetsgrader for smoother	Skjæringspunkt	Span av loess-smoother	Tilsvarende antall av parametere i kurvelineær regresjon (EPN)
Fremmede arter	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Ikke-re-produserende fremmede arter	Ikke signifikant forskjell på gam og kurvelineær polynomial regresjon	0,3	5,3	0,4	0,06	0,928	0,4	<0,0001	2,4	5,9	1	3,5

8 Konklusjon

Flest fremmede arter har etablert seg i Norge som følge av forvilling, etterfulgt av arter som har kommet til landet som blindpassasjer, mens blindpassasjer er langt den viktigste spredningsveien for ikke-reproduserende arter. Resultatene viser en klar sammenheng mellom graden av hjelp fra mennesker og andelen av arter som klarer å etablere seg og reprodusere i Norge, ved at 74 % av arter som er satt ut har klart å etablere seg, mot 61 % forvillede arter og 39 % av blindpassasjerene.

Resultatene viser at det har skjedd en markant stigning i antallet av fremmede arter i Norge i de seneste ca. 20-30 årene. På grunnlag av fremmedartsbasen er det ikke mulig å si om stigningen skyldes økt rapporteringsfrekvens eller en reell øking i antallet av fremmede arter. Det er indikasjoner på at stigningen kan være både over- og underestimert. Dette illustrerer behovet for en systematisk langsiktig overvåking av forekomst og etablering av fremmede arter i Norge, med mulighet for å fange opp endringer i innvandringsmønster og sannsynlighet for etablering. Det er også av betydning i forhold til pågående klimaendringer som kan medføre at arter som i dag ikke kan etablere seg i Norge, vil få mulighet for dette i fremtiden.

Det er stor variasjon mellom artsgrupper mht. hvor mye vi vet om risiko, innvandringshistorie og egenskaper. Det er et sterkt behov for å få økt informasjon om grupper som marine organismer, mikro-alger og patogener, ikke minst fordi disse har stor potensiell betydning for stedeegne arter og økosystemer. Det er i denne forbindelse verdt å notere, at det ikke bare er mengden av arter som innføres som har betydning, men at enkeltarter kan ha stor økologisk betydning, som f.eks. lobemanet, *Mnemiopsis leidyi*, og kongekrabbe, *Paralithodes camtschaticus*.

I 'forskrift om planter og tiltak mot planteskadegjørere' er det spesifisert en rekke planter og planteskadegjørere som det er forbudt å introdusere til Norge. Av disse er ca. 129 taxa omfattet av fremmedartsdatabasen. Karplantene utgjør langt den største gruppen; ca. 107 arter. Blant disse er forvilling den viktigste spredningsveien, etterfulgt av utsetting. Insekter har kommet som blindpassasjerer, mens rundormer og sopper primært har kommet med en ukjent, men antropogen vektor. Tretten av artene er på norsk svarteliste.

Det er forskjell mellom spredningsveiene med hensyn til hvor stor andel av artene som er svartelistet. Særlig to spredningsveier utmerker seg mht. andelen av svartelistede arter, ved at det er flere arter blant arter som er satt ut og arter som har kommet fra naboland enn det man kunne forvente hvis fordelingen var tilfeldig. Arter som er satt ut utgjør 8 % av de fremmede artene, men 18 % av de svartelistede artene. Tilsvarende utgjør arter som har kommet sekundært fra naboland 3 % av de fremmede artene, men 10 % av de svartelistede artene.

Overordnet sett peker analysene i retning av at arter som er satt ut utgjør en særlig risiko. Det er den spredningsveien der flest arter klarer å etablere seg og reprodusere, det er en av spredningsveiene med høyest andel av svartelistede arter, og det er den spredningsveien der flest arter er kategorisert som planteskadegjørere. Innvandringsraten av arter som er satt ut har vært ganske jevnt siden midten av 1900-tallet med ca. en ny art annet hvert år. Målt i antall arter er spredningsveien ikke særlig betydningsfull, ved at bare 8 % av fremmede arter og 3 % av ikke-reproduserende fremmede arter har blitt utsatt, men det er likevel en svært viktig spredningsvei å overvåke og evt. kontrollere. Denne gruppen omfatter kjente problemarter som f.eks. kongekrabbe. Arter som er satt ut og som er på svartelisten er dominert av arter som fortsatt benyttes til restaureringstiltak, som produksjonsart og til skjerm og lebeplantning. Blant arter som er satt ut og som er kategorisert på listen over planteskadegjørere som det er forbudt å innføre dersom de har sin opprinnelse i bestemte områder er hovedparten produksjonsarter, herav mange som fortsatt utsettes. Enkelte arter er både på svartelisten og på listen over potensielle planteskadegjørere; dette gjelder: Edelgran, (*Abies alba*), hvitgran (*Picea glauca*), silkefuru (*Pinus peuce*) og kirsebærplomme (*Prunus cerasifera*). Konkrete tiltak kan f.eks. fokusere på økt opplysning til fagfolk som driver med restaurering, skogdyrking og lebeplantning om risikoer ved bestemte arter, og øke fokus på å benytte stedeegne og / eller ikke svartelistede arter der det er mulig.

Spredningsveien forvilling / rømming er også en svært viktig spredningsvei. Halvparten av alle fremmede arter i Norge har kommet med denne spredningsveien, og innvandringsraten av nye arter har vært støtt stigende gjennom hele perioden, slik at det de senere årene har kommet i

gjennomsnitt 5,5 nye arter til per år. Det er den spredningsveien der nest flest arter klarer å etablere seg og reprodusere, og den spredningsveien der nest flest arter er kategorisert som planteskadegjørere. Halvparten av alle svartelistede arter har kommet med denne spredningsveien, hvilket svarer til andelen av forvillede arter generelt. Den i særklasse viktigste vektoren for forvillede svartelistede arter er spredning fra privathager, en aktivitet som er pågående. En rekke arter er både på svartelisten og på listen over potensielle planteskadegjørere; dette gjelder: Edelgran, hvitgran, silkefuru og kirsebærplomme som nevnt ovenfor. I tillegg purpursurbær (*Aronia ×prunifolia*), sibirhagtorn (*Crataegus sanguinea*), parkhagtorn (*C. laevigata*), bukketorn (*Lycium barbarum*) og *Prunus cerasus* (kirsebær). Det høye antallet arter som kommer med denne spredningsveien indikerer at oppmerksomhet på innførsel av fremmede arter til særlig hagebruk, der man utvelger arter som kan reprodusere seg og trives under norske forhold, kan ha betydning for å begrense risikoen for en evt. etterfølgende etablering i norsk natur, både av fremmede arter generelt og av svartelistede arter. Konkrete tiltak kan f.eks. fokusere på økt opplysning rettet mot planteskoler og hageinteresserte privatpersoner om risikoer ved bestemte arter og økt fokus på å benytte stedegne og / eller ikke svartelistede arter der det er mulig. På sikt kan man jobbe mot å fremme bruken av ikke-frøsettende stammer, slik at utilsiktet spredning med frø fra privathager begrenses.

Spredningsveien blindpassasjerer er særlig viktig for ikke-reproduserende fremmede arter, der den utgjør 59 % av artene. Det er den spredningsveien med nest flest fremmede arter, og innvandringen har økt betraktelig i de senere årene, særlig for andre arter enn karplanter, slik at det de senere år har kommet i gjennomsnitt 4,3 nye arter til per år. Andelen av svartelistede arter ligger på nivå med andelen blant arter som er satt ut, men utgjør flere arter, da flere arter generelt kommer som blindpassasjerer. Antallet av potensielle planteskadegjørere som har kommet som blindpassasjer er ubetydelig sammenlignet med de andre spredningsveiene, og det er ikke noe overlapp mellom de svartelistede artene og de som er tatt med på listen over planteskadegjørere. Artene har kommet med mange forskjellige vektorer, herunder med planter, jord, transportmidler, matvarer, ballastsand m.m., hvilket reflekterer at denne gruppen omfatter mange ulike arter. Blindpassasjerer er, sammen med forvilling / rømming, den viktigste spredningsveien for marine arter, og det er behov for økt fokus på og overvåking av utilsiktet introduksjon og spredning av marine arter i norske farvann. For de få dørstokkartene der det er informasjon om spredningsvei, er blindpassasjerer svært viktige. Det er vanskelig å gi konkrete forslag til overvåkingstiltak for denne gruppen da den er så ulikeartet. Her henvises det til målrettede, avgrensede aktiviteter slik som Hagen m.fl. (2012, 2013).

Bare 3 % av de fremmede artene har kommet sekundært fra naboland. Likevel er det en spredningsvei som kan ha stor betydning, i og med at nesten 60 % av de artene som kommer fra naboland er på svartelisten. Dette omfatter krepsdyrene: brakvannsrur (*Amphibalanus improvisus*), spøkelseskrep (Caprella mutica), snøkrabbe (*Chionoecetes opilio*), kinaullhåndskrabbe (*Eriocheir sinensis*); soppene: *Erysiphe alphitoides*, *E. hypophylla*, orerust (*Melampsorium hirsutikanum*), *Mycosphaerella pini*, almesykesopp (*Ophiostoma novo-ulmi*), almeblære *Taphrina ulmi*; algene: krokbærer (*Bonnemaisonia hamifera*), pollpryd (*Codium fragile*), *Heterosiphonia japonica*, japansk drivtang (*Sargassum muticum*); fisken: pukkellaks (*Oncorhynchus gorboscha*); mosen: ribbesåtemose (*Campylopus introflexus*); karplanten: rynkerose (*Rosa rugosa*); pattedyrene: sørhare (*Lepus europaeus*), mårhund (*Nyctereutes procyonoides*), bisam (*Ondatra zibethicus*), villsvin (*Sus scrofa*) og lobemaneten (*Mnemiopsis leidyi*).

Resultatene viser at det er en korrelasjon mellom velstandsutviklingen i Norge og økningen i antallet av fremmede arter i tid. Det er økende fokus på dette feltet internasjonalt, og det kan være relevant å følge opp på denne utviklingen, og analysere nærmere om f.eks. bestemte varegrupper er særlig knyttet til fremmede arter.

Analysen av sammenhengen mellom fremmede arter og naturtyper viser at konstruert fastmark, som f.eks. boligfelter og industriområder er det vanligste habitatet for fremmede arter, og at mellom en femtedel og en tredjedel av de fremmede artene som klarer å etablere seg ender opp i det habitatet. Det kan derfor være relevant å overvåke i hvor høy grad disse artene på sikt klarer å spre seg til andre, mer naturlige habitater.

På Svalbard er det registrert 10 fremmede arter og 69 ikke-reproduserende fremmede arter. Blindpassasjerer utgjør den i særklasse viktigste spredningsvei, med 94 % av artene, herunder samtlige de artene som har etablert en levedyktig populasjon. Alle artene i fremmedartsdatabasen for Svalbard er terrestriske, og alle uten en er karplanter. Det er behov for å oppdatere fremmedartsdatabasen for Svalbard med resultater fra nyere undersøkelser som bla. påviser forekomsten av fremmede insekter og fisker på Svalbard. Fremmedartsdatabasen inneholder på nåværende tidspunkt ingen informasjon om fremmede arter i det marine miljø. Undersøkelser fra andre polare områder har imidlertid vist at det er en vesentlig risiko knyttet til økt skipsaktivitet og det er behov for å koordinere strategier mellom regioner for å begrense spredning av fremmede arter. Økt turisme til Svalbard øker risikoen for å innføre fremmede arter, herunder arter som har potensielt gode muligheter for å etablere seg på Svalbard. Denne tendensen som kan bli forsterket med et varmere klima.

I forbindelse med en fremtidig revisjon av Artsdatabanken sin fremmedartsdatabase vil en oppdatering av informasjonen om spredningsvei og vektor være nyttig. Informasjon om vektorer og egenskaper for alle arter vil være spesielt viktig, fordi det vil muliggjøre en mer detaljert forståelse av hvilke egenskaper som karakteriserer de enkelte spredningsveiene og artsgruppene.

9 Referanser

- Arctic Council. 2009. Arctic Marine Shipping Assessment 2009 Report. <http://www.pame.is/index.php/projects/arctic-marine-shipping/amsa/amsa-2009-report>.
- Barnes, D. K. A., og K. P. P. Fraser. 2003. Rafting by five phyla on man-made flotsam in the Southern Ocean. *Marine Ecology Progress Series* 262: 289-291.
- Barnes, D. K. A., og P. Milner. 2005. Drifting plastic and its consequences for sessile organism dispersal in the Atlantic Ocean. *Marine Biology* 146: 815-825.
- Berezina, N. A. 2007. Invasions of alien amphipods (Amphipoda: Gammaridea) in aquatic ecosystems of North-Western Russia: pathways and consequences. *Hydrobiologia* 590: 15-29.
- Bergan, M., og T. Bækken. 2011. Oslovassdragene og vanndirektivet. Økologisk tilstandsklassifisering ved bruk av bunndyr, hydromorfologiske vurderinger og bruk av laksefisk som kvalitetselement. *NIVA rapport* 6191-2012, 48 sider.
- Bergan, M., og T. Bækken. 2012. Osloelvene og vanndirektivet; Klassifisering av økologisk tilstand ved bruk av bunndyr og vurdering av hydromorfologisk tilstand ved bruk av laksefisk. *NIVA rapport* 6356-2011, 129 sider.
- Blackburn, T. M., F. Essl, T. Evans, P. E. Hulme, J. E. Jeschke, I. Kühn, S. Kumschick, Z. Marková, A. Mrugala, W. Nentwig, J. Pergl, P. Pysek, W. Rabitsch, A. Ricciardi, D. M. Richardson, A. Sendek, M. Vilá, J. R. U. Wilson, M. Winter, P. Genovesi og S. Bacher. 2014. A unified classification of alien species based on the magnitude of their environmental impacts. *PLOS Biology* 12: e1001850.
- Bogich, T. L., A. M. Liebhold, og K. Shea. 2008. To sample or eradicate? A cost minimization model for monitoring and managing an invasive species. *Journal of Applied Ecology* 45: 1134-1142.
- Carlton, J. T., og G. M. Ruiz. 2005. Vector science and integrated vector management in bioinvasion ecology: conceptual frameworks. i H. A. Mooney (red.). *Invasive alien species: a new synthesis*. Island Press, Washington DC.
- Chadwell, T. B., og K. A. M. Engelhardt. 2008. Effects of pre-existing submersed vegetation and propagule pressure on the invasion success of *Hydrilla verticillata*. *Journal of Applied Ecology* 45: 515-523.
- Chiron, F., S.M. Shirley og S. Kark, S. 2010. Behind the Iron Curtain: Socio-economic and political factors shaped exotic bird introductions into Europe. *Biological Conservation*, 143: 351-356.
- Chown, S. L., A. H. L. Huiskes, N. J. M. Gremmen, J. E. Lee, A. Terauds, K. Crosbie, Y. Frenot, K. A. Hughes, S. Imura, K. Kiefer, M. Lebouvier, B. Raymond, M. Tsujimoto, C. Ware, B. Van de Vijver, og D. M. Bergstrom. 2012. Continent-wide risk assessment for the establishment of nonindigenous species in Antarctica. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109: 4938-4943.
- Chown, S. L., og P. Convey. 2007. Spatial and temporal variability across life's hierarchies in the terrestrial Antarctic. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences* 362: 2307-2331.
- Chwedorzewska, K. J. 2009. Terrestrial Antarctic ecosystems in the changing world: An overview. *Polish Polar Research* 30: 263-276.
- Chwedorzewska, K. J., M. Korczak-Abshire, M. Olech, M. Litynska-Zajac, og A. Augustyniuk-Kram. 2013. Alien invertebrates transported accidentally to the Polish Antarctic Station in cargo and on fresh foods. *Polish Polar Research* 34: 55-66.
- Claudi, R., og T. J. Ravishankar. 2006. Quantification of risks of alien species introductions associated with ballast water discharge in the Gulf of St. Lawrence. *Biological Invasions* 8: 25-44.
- Clavero, M., og E. Garcia-Berthou. 2005. Invasive species are a leading cause of animal extinction. *Trends in Ecology & Evolution* 20: 110.
- Cleveland, W. 1979. Robust locally weighted regression and smoothing scatterplots. *Journal of the American Statistical Association* 74: 829-836.
- Cleveland, W. S., og S. J. Devlin. 1988. Locally-weighted regression: An approach to regression analysis by local fitting. *Journal of the American Statistical Association* 83: 596-610.

- COP 6 Decision VI/23COP 6 Decision VI/23COP 6 Decision VI/23. 7 - 19 April 2002. The Hague, Netherlands. <http://www.cbd.int/decision/cop/?id=7197>
- Copp, G. H., M. Templeton, og R. E. Gozlan. 2007. Propagule pressure and the invasion risks of non-native freshwater fishes: a case study in England. *Journal of Fish Biology* 71 (Supplement D): 148–159.
- Coulson, S. J., A. Fjellberg, D. J. Gwiazdowicz, N. V. Lebedeva, E. N. Melekhina, T. Solhoy, C. Erseus, K. Maraldo, L. Miko, H. Schatz, R. M. Schmelz, G. Soli, og E. Stur. 2013. Introduction of invertebrates into the High Arctic via imported soils: the case of Barentsburg in the Svalbard. *Biological Invasions* 15: 1-5.
- Crawley, M. J. 1993. *GLIM for Ecologists*. Blackwell Scientific Publicationss, Oxford.
- De Rivera, C. E., B. P. Steves, P. W. Fofonoff, A. H. Hines, og G. M. Ruiz. 2011. Potential for high-latitude marine invasions along western North America. *Diversity and Distributions* 17: 1198–1209.
- Engelskjøn, T. 1986. Eco-geographical relations of the Bjørnøya vascular flora, Svalbard. *Polar Research* 5: 79–127.
- ENR. 2011. NWT State of the Environment - Highlights 2011. Department of Natural Resources, Government of Northwest Territories, Yellowknife. www.enr.gov.nt.ca/_live/documents/content/State_of_the_Environment_Highlights_Report_2011.pdf.
- Essl, F., K. Steinbauer, S. Dullinger, T. Mang, og D. Moser. 2013. Telling a different story: a global assessment of bryophyte invasions. *Biological Invasions* 15: 1933–1946.
- Essl, F., N. Milasowszky, og T. Dirnböck. 2011. Plant invasions in temperate forests: Resistance or ephemeral phenomenon? *Basic and Applied Ecology* 12: 1-9.
- Fabry, V. J., J. B. McClintock, J. T. Mathis, og J. M. Grebmeier. 2009. Ocean acidification at high latitudes: the bellwether. *Oceanography* 22: 160–171.
- Falk-Petersen, J., T. Bøhn & O.T. Sandlund 2006. On the numerous concepts in invasion biology. *Biological Invasions* 8: 1409-1424.
- Fernandez, L., B. A. Kaiser, og N. Vestergaard (Eds.). 2014. *Marine invasive species in the Arctic*. Nordic Council of Ministers.
- Floerl, O., G. J. Inglis, K. Dey, og A. Smith. 2009. The importance of transport hubs in stepping-stone invasions. *Journal of Applied Ecology* 46: 37-45.
- Frenot, Y., S. L. Chown, J. Whinam, P. M. Selkirk, P. Convey, M. Skotnicki, og D. M. Bergstrom. 2005. Biological invasions in the Antarctic: extent, impacts and implications. *Biological Reviews* 80: 45-72.
- Gaertner, M., A. Den Breeyen, C. Hui, og D. M. Richardson. 2009. Impacts of alien plant invasions on species richness in Mediterranean-type ecosystems: a meta-analysis. *Progress in Physical Geography* 33: 319-338.
- Gallardo, B. 2014. Europe's top 10 invasive species: relative importance of climatic, habitat and socio-economic factors. *Ethology Ecology & Evolution*, 26: 130-151.
- Garcia-Berthou, E., C. Alcaraz, Q. Pou-Rovira, L. Zamora, G. Coenders, og C. Feo. 2005. Introduction pathways and establishment rates of invasive aquatic species in Europe. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 62: 453-463.
- Gederaas, L., T. L. Moen, S. Skjelseth, og L.-K. Larsen (Red.). 2012. Fremmede arter i Norge – med norsk svarteliste 2012. Trondheim, Artsdatabanken.
- Gill, M. 2014. Meeting the challenge of a changing Arctic. i L. Fernandez, B. A. Kaiser, og N. Vestergaard (Red.). *Marine invasive species in the Arctic*. Nordic Council of Ministers.
- Gjelland, K. Ø., og O. T. Sandlund. 2012. Pukkellaks *Oncorhynchus gorbuscha*. Artsdatabankens faktaark ISSN1504-9140.
- Gollasch, S. 2006. Overview on introduced aquatic species in European navigational and adjacent waters. *Helgoland Marine Research* 60: 84-89.
- Gravuer, K., J. J. Sullivan, P. A. Williams, og R. P. Duncan. 2008. Strong human association with plant invasion success for *Trifolium* introductions to New Zealand. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 105: 6344-6349.
- Greenslade, P., B. A. Melbourne, K. F. Davies, og M. I. Stevens. 2008. The status of two exotic terrestrial Crustacea on sub-Antarctic Macquarie Island. *Polar Record* 44: 15-23.

- Greenslade, P., og P. Convey. 2012. Exotic Collembola on subantarctic islands: pathways, origins and biology. *Biological Invasions* 14: 405-417.
- Guillera-Aroita, G., C. E. Hauser, og M. A. McCarthy. 2014. Optimal surveillance strategy for invasive species management when surveys stop after detection. *Ecology and Evolution* 4: 1751-1760.
- Hadač, E. 1989. Notes on plant communities of Spitsbergen. *Folia Geobot. Phytotax.* 24: 131–169.
- Hagen, D., A. Endrestøl, O. Hanssen, A. Often, O. Skarpaas, A. Staverløkk, og F. Ødegaard. 2012. Fremmede arter. Kartlegging og overvåkning av spredningsvegen 'import av plan-teprodukter'. Norsk institutt for naturforskning, Trondheim. *NINA Rapport* 915. 76 s.
- Hagen, D., A. Endrestøl, O. Hanssen, A. Often, O. Skarpaas, A. Staverløkk, og F. Ødegaard. 2013. Fremmede arter. Kartlegging og overvåking av spredningsvei «import av tømmer». Norsk institutt for naturforskning, Trondheim. *NINA Rapport* 980. 76 s.
- Hastie, T. J., and R. J. Tibshirani. 1990. Generalized additive models. Chapman & Hall.
- Heggøy, E., P.-O. Johansen, H. Botnen, S. Olenin, V. Husa, og A. Jelmert. 2009. Kartlegging og overvåking av fremmede marine arter. *Fisken og havet* 12-2008: 1-50.
- Hein, C. L., G. Oumlhland, and G. Englund. 2014. Fish introductions reveal the temperature dependence of species interactions. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* 281 :7.
- Hellman, J. J., J. E. Byers, B. G. Bierwagen, og J. S. Dukes. 2008. Five potential consequences for invasive species. *Conservation Biology* 22: 534-543.
- Hesthagen, T., og O. T. Sandlund. 2012. Gjedde, sørv og suter: status, vektorer og tiltak mot uønsket spredning. *NINA Rapport* 669, 45 s.
- Hesthagen, T., O. T. Sandlund, A. G. Finstad og B. O. Johnsen. 2015. The impact of introduced pike (*Esox lucius* L.) on allopatric brown trout (*Salmo trutta* L.) in a small stream. *Hydrobiologia* 744: 223-233.
- Hobbs, R. J., og L. F. Huenneke. 1992. Disturbance, Diversity, and Invasion: Implications for Conservation. *Conservation Biology* 6: 324-337.
- Hubbes, T. 1999. The American elm and Dutch elm disease. *Forestry Chronicle* 75: 265-273.
- Hughes, K. A., J. E. Lee, C. Ware, K. Kiefer, og D. M. Bergstrom. 2010. Impact of anthropogenic transportation to Antarctica on alien seed viability. *Polar Biology* 33: 1125-1130.
- Hulle, M., E. Turpeau, S. Hudaverdian, B. Chaubet, Y. Outreman, og M. Lebouvier. 2010. Aphids and associated natural enemies on Ile Amsterdam and Ile Saint-Paul, Southern Indian Ocean. *Antarctic Science* 22: 379-385.
- Hulme, P. E. 2006. Beyond control: wider implications for the management of biological invasions. *Journal of Applied Ecology* 43: 835-847.
- Hulme, P. E. 2009. Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization. *Journal of Applied Ecology* 46:10-18.
- Hulme, P. E., S. Bacher, M. Kenis, S. Klotz, I. Kuehn, D. Minchin, W. Nentwig, S. Olenin, V. Panov, J. Pergl, P. Pysek, A. Roques, D. Sol, W. Solarz, og M. Vila. 2008. Grasping at the routes of biological invasions: a framework for integrating pathways into policy. *Journal of Applied Ecology* 45: 403-414.
- Humble, L. M., og E. A. Allen. 2006. Forest biosecurity: alien invasive species and vectored organisms. *Canadian Journal of Plant Pathology-Revue Canadienne De Phytopathologie* 28: S256-S269.
- Høeg, O. A., og J. Lid. 1929. Adventive plants in Spitsbergen. *Kongelige Norske Videnskabenes Selskab* 1/59: 176–178.
- IMO. 2004. International convention for the control and management of ships' ballast water and sediments. International Maritime Organization, London.
- IPCC. 2007. Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC (WG I&II). Cambridge University Press, Cambridge.
- Issaris, Y., S. Katsanevakis, M. Salomidi, K. Tsiamis, N. Katsiaras, og G. Verriopoulos. 2012. Occupancy estimation of marine species: dealing with imperfect detectability. *Marine Ecology Progress Series* 453: 95-106.
- IUCN. 2000. Guidelines for the prevention of biodiversity loss caused by alien invasive species. International Union for the Conservation of Nature, Gland, Switzerland.

- IUCN. 2012. Biological invasions: a growing threat to biodiversity, human health and food security. Policy recommendations for the Rio+20 process drafted by IUCN SSC Invasive Species Specialist Group and IUCN's Invasive Species Initiative. www.issg.org/pdf/RioPolicybrief.pdf International Union for the Conservation of Nature.
- Johnsen, S. I., og T. Vrålstad. 2009. Signalkreps og krepsepest i Haldenvassdraget – Forslag til tiltaksplan. *NINA Rapport* 474, 23 s.
- Johnsen, S. I., T. Vrålstad, og R. Sandodden. 2010a. Prosedyre ved funn eller mistanke om introduksjon av signalkreps - iverksetting av tiltak og eventuell friskmelding av lokalitet. *NINA Rapport* 572, 18 s.
- Johnsen, T., O. T. Sandlund, A. Often, A. Jelmert, og A. Hobæk. 2010b. Kartlegging og overvåking av fremmede skadelige arter i Norge. *NIVA Rapport* 5969-2010, 57 s.
- Kalusová, V., Chytrý, M., Peet, R. K., Wentworth, T. R., 2014. Alien species pool influences the level of habitat invasion in intercontinental exchange of alien plants. *Global Ecology and Biogeography* 23: 1466-8238
- Katsanevakis, S., A. Zenetos, C. Belchior, og A. C. Cardoso. 2013. Invading European seas: assessing pathways of introduction of marine aliens. *Ocean & Coastal Management* 76: 64-74.
- Keller, R. P., D. M. Lodge, og D. C. Finnoff. 2007. Risk assessment for invasive species produces net bioeconomic benefits. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 104: 203-207.
- Kleiven, E., og T. Hesthagen. 2012. Fremmede fiskearter i ferskvann i Aust-Agder – Historikk, status og konsekvenser. *NINA Rapport* 665, 115 s.
- Kolar, C. S., og D. M. Lodge. 2002. Ecological predictions and risk assessment for alien fishes in North America. *Science* 298: 1233-1236.
- Kraus, F. 2007. Using pathway analysis to inform prevention strategies for alien reptiles and amphibians. i G. W. Witmer, W. C. Pitt, and K. A. Fagerstone (Red.). *Managing Vertebrate Invasive Species: Proceedings of an International Symposium*. National Wildlife Research Center, Fort Collins, CO.
- Krysko, K. L., J. P. Burgess, M. R. Rochford, C. R. Gillette, D. Cueva, m.fl. 2011. Verified non-indigenous amphibians and reptiles in Florida from 1863 through 2010: Outlining the invasion process and identifying invasion pathways and stages. *Zootaxa* 3028: 1-64.
- Lambdon, P. W., P. Pysek, C. Basnou, M. Hejda, M. Arianoutsou, F. Essl, V. Jarosik, J. Pergl, M. Winter, P. Anastasiu, P. Andriopoulos, I. Bazos, G. Brundu, L. Celesti-Grapow, P. Chassot, P. Delipetrou, M. Josefsson, S. Kark, S. Klotz, Y. Kokkoris, I. Kuehn, H. Marchante, I. Perglova, J. Pino, M. Vila, A. Zikos, D. Roy, og P. E. Hulme. 2008. Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs. *Preslia* 80: 101-149.
- Lassuy, D. R., og P. N. Lewis. 2014. Invasive species: Human-induced. i H. Meltøfte (Red.). *Arctic Biodiversity Assessment. Status and Trends in Arctic Biodiversity*. Conservation of Arctic Flora and Fauna, Akureyri, Iceland.
- le Roux, P. C., T. Ramaswila, J. M. Kalwij, J. D. Shaw, P. G. Ryan, A. M. Treasure, G. T. W. McClelland, M. A. McGeoch, og S. L. Chown. 2013. Human activities, propagule pressure and alien plants in the sub-Antarctic: Tests of generalities and evidence in support of management. *Biological Conservation* 161: 18-27.
- Lee, J. E., og S. L. Chown. 2007. Mytilus on the move: transport of an invasive bivalve to the Antarctic. *Marine Ecology Progress Series* 339: 307-310.
- Lee, J. E., og S. L. Chown. 2009a. Breaching the dispersal barrier to invasion: quantification and management. *Ecological Applications* 19: 1944-1959.
- Lee, J. E., og S. L. Chown. 2009b. Quantifying the propagule load associated with the construction of an Antarctic research station. *Antarctic Science* 21: 471-475.
- Lehan, N. E., J. R. Murphy, L. P. Thorburn, og B. A. Bradley. 2013. Accidental introductions are an important source of invasive plants in the continental United States. *American Journal of Botany* 100: 1287-1293.
- Leung, B., D. M. Lodge, D. Finnoff, J. F. Shogren, M. A. Lewis, og G. Lamberti. 2002. An ounce of prevention or a pound of cure: bioeconomic risk analysis of invasive species. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* 269: 2407-2413.

- Levine, J. M., M. Vila, C. M. D'Antonio, J. S. Dukes, K. Grigulis, og S. Lavorel. 2003. Mechanisms underlying the impacts of exotic plant invasions. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* 270: 775-781.
- Lewis, P. N., C. L. Hewitt, M. Riddle, og A. McMinn. 2003. Marine introductions in the Southern Ocean: an unrecognised hazard to biodiversity. *Marine Pollution Bulletin* 46: 213-223.
- Lewis, P. N., M. J. Riddle, og S. D. A. Smith. 2005. Assisted passage or passive drift: a comparison of alternative transport mechanisms for non-indigenous coastal species into the Southern Ocean. *Antarctic Science* 17: 183-191.
- Lintermans, M. 2004. Human-assisted dispersal of alien freshwater fish in Australia. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 38: 481-501.
- Liska, J., and Z. Soldan. 2004. Alien vascular plants recorded from the Barentsburg and Pyramiden settlements, Svalbard. *Preslia* 76: 279-290.
- Litynska-Zajac, M., K. Chwedorzewska, M. Olech, M. Korczak-Abshire, og A. Augustyniuk-Kram. 2012. Diaspores and phyto-remains accidentally transported to the Antarctic Station during three expeditions. *Biodiversity and Conservation* 21: 3411-3421.
- Lockwood, J. L., P. Cassey, og T. M. Blackburn. 2009. The more you introduce the more you get: the role of colonization pressure and propagule pressure in invasion ecology. *Diversity and Distributions* 15: 904-910.
- Logerwell, L. 2008. Cruise Report for the 2008 Beaufort Sea Survey. http://www.afsc.noaa.gov/refm/stocks/fit/pdfs/Beaufort_sea_cruise_report.pdf.
- Mack, R. N., D. Simberloff, W. M. Lonsdale, H. Evans, M. Clout, og F. A. Bazzaz. 2000. Biotic invasions: Causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological Applications* 10: 689-710.
- Meinka, S. A., og G. W. Howard. 2010. Climate change and invasive species. double jeopardy. *Integrative Zoology* 5: 102-111.
- Miller, A. W., og G. M. Ruiz. 2014. Arctic shipping and marine invaders. *Nature Climate Change* 4: 413-416.
- Mjelde, M., D. Berge, og H. Edvardsen. 2012. Kunnskapsgrunnlag for handlingsplan mot vasspest (*Elodea canadensis*) og smal vasspest (*Elodea nuttallii*) i Norge. *NIVA Rapport* 6416-2012, 59 s.
- Moore, J. L., C. E. Hauser, J. L. Bear, N. S. G. Williams, og M. A. McCarthy. 2011. Estimating detection-effort curves for plants using search experiments. *Ecological Applications* 21: 601-607.
- Murray, C. C., H. Gartner, E. J. Geger, K. Chan, E. Pakhomov, og T. W. Theriault. 2014. Spatial distribution of marine invasive species: environmental, demographic and vector drivers. *Diversity and Distributions* 20: 824-836.
- Navajas, M., A. Migeon, A. Estrada-Pena, A.-C. Maillieux, P. Servigne, og R. Petanovic. 2010. Mites and ticks (Acari). Chapter 7.4. *BioRisk* 4: 149-192.
- Norling, P., og A. Jelmert. 2010. Fremmede arter i Oslofjorden. *NIVA-rapport* 5919-2010, 42 s.
- Nunes, A. L., A. Katsanevakis, A. Zenetos, og A. C. Cardoso. 2014. Gateways to alien invasions in the European seas. *Aquatic Invasions* 9: 133-144.
- Osyczka, P. 2010. Alien lichens unintentionally transported to the "Arctowski" station (South Shetlands, Antarctica). *Polar Biology* 33: 1067-1073.
- Osyczka, P., P. Mleczko, D. Karasinski, og A. Chlebicki. 2012. Timber transported to Antarctica: a potential and undesirable carrier for alien fungi and insects. *Biological Invasions* 14: 15-20.
- Panucci-Papadopoulou, M. A., A. Zenetos, M. Corsini-Foka, og C. Y. Politou. 2005. Update of marine alien species in Hellenic waters. *Mediterranean Marine Science* 6: 147-157.
- Pellizari, G., og J.-F. Germain. 2010. Scales (Hemiptera, superfamily Coccoidea). Chapter 9.3. *BioRisk* 4: 475-510.
- Perdicaris, C., P. Kozák, A. Kouba, E. Konstantinidis og I. Paschos. 2011. Socio-economic drivers and non-indigenous freshwater crayfish species in Europe. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 404: 01
- Perrings, C., K. Dehnen-Schmutz, J. Touza, og M. Williamson. 2005. How to manage biological invasions under globalization. *Trends in Ecology & Evolution* 20: 212-215.

- Piegorsch, W. W., og A. J. Bailer. 1996. *Statistical methods for environmental biology and toxicology*. Chapman & Hall.
- Pluess, T., V. Jarosik, P. Pysek, R. Cannon, J. Pergl, A. Breukers, og S. Bacher. 2012. Which factors affect the success or failure of eradication campaigns against alien species? *PlosOne* 7: e48157.
- Powell, K. I., J. M. Chase, og T. M. Knight. 2011. A synthesis of plant invasion effects on biodiversity across spatial scales. *American Journal of Botany* 98: 539-548.
- Primack, R. B. 2010. *Essentials of conservation biology*. 5th edition. Sinauer, Sunderland, USA.
- Pullin, A. S. og G. B. Stewart. 2006. Guidelines for Systematic Review in Conservation and Environmental Management. *Conservation Biology* 20: 1647-1656.
- Pysek, P., J. Danihelka, J. Sadlo, J. Chrtek, M. Chytrý, m.fl. 2012. Catalogue of alien plants of the Czech Republic (2nd edition): checklist update, taxonomic diversity and invasion patterns. *Preslia* 84: 155-255.
- Pysek, P., og D. M. Richardson. 2010. Invasive Species, Environmental Change and Management, and Health. In A. Gadgil and D. M. Liverman (Eds.). *Annual Review of Environment and Resources*, Vol 35.
- Pysek, P., V. Jarosik, og J. Pergl. 2011. Alien plants introduced by different pathways differ in invasion success: unintentional introductions as a threat to natural areas. *PlosOne* 6: 11.
- Qvenild, M., K. Bevanger, O. T. Sandlund, og F. Ødegaard. 2008. Behovsanalyse for kartlegging og overvåkning av fremmede, uønskede arter i Norge. *NINA Rapport* 273, 62 s.
- R Development Core Team. 2014. *R: A language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing*, Vienna, Austria, <http://www.R-project.org>.
- Rabitsch, W. 2008. Alien true bugs of Europe (Insecta: Hemiptera: Heteroptera). *Zootaxa* 1827: 1-44.
- Rabitsch, W. 2010. Pathways and vectors of alien arthropods in Europe. Chapter 3. *BioRisk* 4: 27-43.
- Rabitsch, W., N. Milasowsky, S. Nehring, C. Wiesner, C. Wolter, og F. Essl. 2013. The times are changing: temporal shifts in patterns of fish invasions in central European fresh waters. *Journal of Fish Biology* 82: 17-33.
- Rago, A., G. M. While, og T. Uller. 2012. Introduction pathway and climate trump ecology and life history as predictors of establishment success in alien frogs and toads. *Ecology and Evolution* 2: 1437-1445.
- Rahel, F., og J. Olden. 2008. Assessing the effects of climate change on aquatic invasive species. *Conservation Biology* 22: 521-533.
- Rasplus, J.-Y., C. Villemant, M. R. Paiva, G. Delvare, og A. Roques. 2010. Hymenoptera. Chapter 12. *BioRisk* 4: 669-776.
- Reay, S. D., P. J. Walsh, A. Ram, og R. L. Farrell. 2002. The invasion of *Pinus radiata* seedlings by sapstain fungi, following attack by the Black Pine Bark Beetle, *Hylastes ater* (Coleoptera : Scolytidae). *Forest Ecology and Management* 165: 47-56.
- Ribeiro, F., M. J. Collares-Pereira, og P. B. Moyle. 2009. Non-native fish in the fresh waters of Portugal, Azores and Madeira Islands: a growing threat to aquatic biodiversity. *Fisheries Management and Ecology* 16: 255-264.
- Ricciardi, A. 2007. Are modern biological invasions an unprecedented form of global change? *Conservation Biology* 21: 329-336.
- Ricciardi, A., og J. Cohen. 2007. The invasiveness of an introduced species does not predict its impact. *Biological Invasions* 9: 309-315.
- Richardson, D. M. og P. Pysek. 2006. Plant invasions: merging the concepts of species invasiveness and community invasibility. *Progress in Physical Geography* 30: 409-431.
- Richardson, D. M. og A. Ricciardi. 2013. Misleading criticisms of invasion science: a field guide. *Diversity and Distributions* 19: 1461-1467.
- Ruiz, G. M., T. K. Rawlings, F. C. Dobbs, L. A. Drake, T. Mullady, m.fl. 2000. Global spread of microorganisms by ships. *Nature* 408: 49-50.
- Rønning, O. I. 1996. *The flora of Svalbard*. Norsk Polarinstitut Oslo.
- Sandvik, H., B. E. Sæther, T. Holmern, J. Tufto, S. Engen, og H. E. Roy. 2013. Generic ecological impact assessments of alien species in Norway: a semi-quantitative set of criteria. *Biodiversity and Conservation* 22: 37-62.

- Scalera, R. 2010. How much is Europe spending on invasive alien species? *Biological Invasions* 12: 173-177.
- Shine, C., og C. Stringer. 2010. *South Atlantic Invasive Species Strategy and Action Plan*. Based on the contributions by participants to a Regional Meeting Ascension Island, 14-19 May 2009. http://www.rspb.org.uk/Images/SAIS_Strategy_Plan_tcm9-273308.pdf.
- Simberloff, D. 2009. The Role of Propagule Pressure in Biological Invasions. Pages 81-102 *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*.
- Skarpaas, O., og B. Økland. 2009. Timber import and the risk of forest pest introductions. *Journal of Applied Ecology* 46: 55-63.
- Skarpaas O., O.E. Stabbetorp og V. Bakkestuen. 2014. Vurdering av populasjonsendringer på grunnlag av artsfunn. *NINA Rapport* 608. 36 s.
- Slabber, S., og S. L. Chown. 2002. The first record of a terrestrial crustacean, Porcellio scaber (Isopoda, Porcellionidae), from sub-Antarctic Marion Island. *Polar Biology* 25: 855-858.
- Smith, A. L., N. Hewitt, N. Klenk, D. R. Bazely, N. Yan, S. Wood, I. Henriques, J. I. MacLellan, og C. Lipsig-Mumme. 2012. Effects of climate change on the distribution of invasive alien species in Canada: a knowledge synthesis of range change projections in a warming world. *Environmental Reviews* 20: 1-16.
- Smith, R. I. L., og M. Richardson. 2011. Fuegian plants in Antarctica: natural or anthropogenically assisted immigrants? *Biological Invasions* 13: 1-5.
- Smith, R. M., R. H. A. Baker, C. P. Malumphy, S. Hockland, R. P. Hammon, J. C. Ostoja-Starzewski, og D. W. Collins. 2007. Recent non-native invertebrate plant pest establishments in Great Britain: origins, pathways, and trends. *Agricultural and Forest Entomology* 9: 307-326.
- Sokal, R. R. og F. J. Rohlf. 1994. *Biometry: The principles and practices of statistics in biological research*. W. H. Freeman, 880 p.
- Sorte, C. J. B., I. Ibanez, D. M. Blumenthal, N. A. Molinari, L. P. Miller, E. D. Grosholz, J. M. Diez, C. M. D'Antonio, J. D. Olden, S. J. Jones, og J. S. Dukes. 2013. Poised to prosper? A cross-system comparison of climate change effects on native and non-native species performance. *Ecology Letters* 16: 261-270.
- Stachowicz, J. J., H. H. Terwin, R. B. Whitlatch, og R. W. Osman. 2002. Linking climate change and biological invasions: ocean warming facilitates non-indigenous species invasions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 99: 15497-15500.
- Stortingsmelding nr. 40. 2006-2007. Forvaltning av kongekrabbe. Det Kongelige Fiskeri- og Kystdepartement.
- Sundet, J. H. 2014. The red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in the Barents Sea. i L. Fernandez, B. A. Kaiser, and N. Vestergaard (Red.). *Marine invasive species in the Arctic*. Nordic Council of Ministers.
- Sunding, P. 1961. Noen plantefunn fra Svalbard sommeren 1960. *Norsk Polarinstitut Årbok* 1960:125-129.
- Sunding, P. 1966. Plantefunn fra Vestspitsbergen sommeren 1964. *Norsk Polarinstitut Årbok* 1964:149-154.
- Syssemanden på Svalbard. 2013. Reiselivsstatistikk for Svalbard 2012.
- Tatem, A. J., S. I. Hay, og D. J. Rogers. 2006. Global traffic and disease vector dispersal. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 103: 6242-6247.
- Therneau, T. M., og B. J. Atkinson. 1997. An introduction to recursive partitioning using the RPART routines. Mayo Foundation <http://www.mayo.edu/hsr/techrpt/61.pdf>.
- Therneau, T., B. Atkinson, og B. Ripley. 2014. rpart: Recursive partitioning and regression trees. R package version 4.1-8. <http://CRAN.R-project.org/package=rpart>.
- Tricarico, E. 2012. A review on pathways and drivers of use regarding non-native freshwater fish introductions in the Mediterranean region. *Fisheries Management and Ecology* 19: 133-141.
- Vila, M., C. Basnou, P. Pysek, M. Josefsson, P. Genovesi, S. Gollasch, W. Nentwig, S. Olenin, A. Roques, D. Roy, P. E. Hulme, P. Andriopoulos, M. Arianoutsou, S. Augustin, S. Bacher, I. Bazos, F. Bretagnolle, F. Chiron, P. Clergeau, P.-O. Cochard, C. Cocquempot, A. Coeur d'Acier, M. David, P. Delipetrou, M.-L. Desprez-Loustau, V. Didziulis, F. Dorkeld, F. Essl, B. S. Galil, J. Gasquez, K. Georgioudis, M. Hejda, V. Jarosik, S. Kark, I.

- Kokkoris, I. Kuhn, P. W. Lambdon, C. Lopez-Vaamonde, A. Marcer, A. Migeon, M. McLoughlin, D. Minchin, M. Navajas, V. E. Panov, M. Pascal, J. Pergl, I. Perglova, J. Pino, K. Poboljsaj, W. Rabitsch, J.-Y. Rasplus, D. Sauvard, R. Scalera, O. Sedlacek, S. Shirley, M. Winter, A. Yannitsaros, A. Yart, P. Zagatti, A. Zikos, og P. Daisie. 2010. How well do we understand the impacts of alien species on ecosystem services? A pan-European, cross-taxa assessment. *Frontiers in Ecology and the Environment* 8: 135-144.
- Vila, M., J. L. Espinar, M. Hejda, P. E. Hulme, V. Jarosik, J. L. Maron, J. Pergl, U. Schaffner, Y. Sun, og P. Pysek. 2011. Ecological impacts of invasive alien plants: a meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecology Letters* 14: 702-708.
- Vitousek, P. M., C. M. Dantonio, L. L. Loope, M. Rejmanek, og R. Westbrooks. 1997. Introduced species: A significant component of human-caused global change. *New Zealand Journal of Ecology* 21: 1-16.
- Walther, G.-R., A. Roques, P. E. Hulme, M. T. Sykes, P. Pysek, m.fl. 2009. Alien species in a warmer world: risks and opportunities. *Trends in Ecology and Evolution* 24: 686-693.
- Ware, C., D. M. Bergstrom, E. Muller, og I. G. Alsos. 2012. Humans introduce viable seeds to the Arctic on footwear. *Biological Invasions* 14: 567-577.
- Ware, C., J. Berge, J. H. Sundet, J. B. Kirkpatrick, A. D. M. Coutts, A. Jelmert, S. M. Olsen, O. Floerl, M. S. Wisz, og I. G. Alsos. 2014. Climate change, non-indigenous species and shipping: assessing the risk of species introduction to a high-Arctic archipelago. *Diversity and Distributions* 20: 10-19.
- Wasowicz, P., E. M. Przedpelska-Wasowicz, og H. Kristinsson. 2013. Alien vascular plants in Iceland: Diversity, spatial patterns, temporal trends, and the impact of climate change. *Flora* 208: 648-673.
- Westphal, M. I., M. Browne, K. MacKinnon og I. Noble. 2008. The link between international trade and the global distribution of invasive alien species. *Biological Invasions* 10: 391-398.
- Whinam, J., N. Chilcott, og D. M. Bergstrom. 2005. Subantarctic hitchhikers: expeditioners as vectors for the introduction of alien organisms. *Biological Conservation* 121: 207-219.
- Williamson, M., og A. Fitter. 1996. The varying success of invaders. *Ecology* 77: 1661-1666.
- Williamson, M., og K. C. Brown. 1986. The analysis and modelling of British invasions. *Philosophical Transactions of the Royal Society London B* 314: 505-521.
- Wilson, J. R. U., E. E. Dormontt, P. J. Prentis, A. J. Lowe, og D. M. Richardson. 2009. Something in the way you move: dispersal pathways affect invasion success. *Trends in Ecology & Evolution* 24: 136-144.
- Wingfield, M. J., B. Slippers, J. Roux, og B. D. Wingfield. 2001. Worldwide movement of exotic forest fungi, especially in the tropics and the Southern Hemisphere. *Bioscience* 51: 134-140.
- Witkowski, A., og P. Glowacki. 2010. A record of Pink Salmon, *Oncorhynchus gorbuscha* (Actinopterygii, Salmiformes, Salmonidae), in the Revelva river, Hornsund area (SW Spitsbergen) *Acta Ichthyologica Et Piscatoria* 40: 87-89.
- Wood, S. N. 2000. Modelling and smoothing parameter estimation with multiple quadratic penalties. *Journal of the Royal Statistical Society (B)* 62: 413-428.
- Wood, S. N. 2011. Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalised linear models. *Journal of the Royal Statistical Society (B)* 73: 3-36.
- Xu, H., S. Qiang, Z. Han, J. Guo, Z. Huang, m.fl. 2006. The status and causes of alien species invasion in China. *Biodiversity and Conservation* 15: 2893-2904.
- Yoccoz, N. G., J. D. Nichols, og T. Boulinier. 2001. Monitoring of biological diversity in space and time. *Trends in Ecology & Evolution* 16: 446-453.
- Zenetos, A., S. Gofas, C. Morri, A. Rosso, D. Violanti, m.fl. 2012. Alien species in the Mediterranean sea by 2012. A contribution to the application of European Union's marine strategy framework directive (MSDF). Part 2. Introduction trends and pathways. *Mediterranean Marine Science* 13: 328-352.
- Zuur, A. F., E. N. Ieno, N. J. Walker, A. A. Saveliev, og G. M. Smith. 2009. *Mixed effects models and extensions in ecology with R*. Springer, New York, USA.

10 Appendix 1 Migration pathways for alien species in Spitsbergen

10.1 Data and method

10.1.1 Data

The Alien Species Database contains information about 79 alien species on Svalbard, one of which is a mammal (sibling vole, *Microtus levis*) and the rest are vascular plants. The majority of the species are non-reproductive alien species but 10 species are categorised as alien species, i.e. species that reproduce and maintain a population. These are sibling vole (*Microtus levis*), common chickweed (*Stellaria media*), sea mayweed (*Tripleurospermum maritimum*), sorrel (*Rumex acetosa*), annual meadow grass (*Poa annua*), yarrow (*Achillea millefolium*), bittercress (*Barbarea vulgaris*), broadtooth lady's mantle (*Alchemilla subcrenata*), cow parsley (*Anthriscus sylvestris*) and the dandelion group (*Ruderalia* sp.).

Of the 79 species, the majority have come as a stowaway, but two species spreading bluegrass (*Poa pratensis irrigata*) and narrow-leaved meadow-grass (*P. p. augustifolia*) have been actively released (planted), while a further three species, garden plum (*Prunus domestica domestica*) heath rush (*Juncus squarrosus*) and garden speedwell (*Veronica longifolia*) has come with an unknown, but anthropogenic vector.

All the species in the Alien Species Database are terrestrial and there is therefore no basis for separating between the marine / terrestrial environment. However, there is good reason to assume that alien species constitute an increasing problem also in the marine environment (Fernandez et al. 2014). Especially when it comes invertebrates and algae, but also vertebrates. For example, according to Gjelland and Sandlund 2012) the pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) have been recorded in several sites around Svalbard, and it has been observed attempting to spawn in Revelva River by Hornsund in 2007-2008 (Witkowski and Glowacki 2010). These observations are not included in the Alien Species Database, and is therefore not included in the analyses.

The 10 alien species have been classified according to ecological risk in the Norwegian blacklist (Gederaas m.fl. 2012). One species, cow parsley (*Anthriscus sylvestris*) is on the blacklist classified with high risk. The remaining species are classified with low or no known risk. None of the 10 alien species has been included on the list of pest species for which there are import restrictions into Norway (https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2000-12-01-1333#KAPITTEL_11).

All alien species except one is found in areas with a high degree of modification to the surface soils such as build up areas. The exception is the sibling vole which in Svalbard is only known from a limited area in association with bird cliffs.

10.1.2 Statistical analyses

In order to describe and analyse developments in the number of alien species in Svalbard over time, we have used general additive models (GAM) (Hastie and Tibshirani 1990) and 'locally weighted scatterplot smoothing' (loess) models (Cleveland 1979, Cleveland and Devlin 1988), based on the framework described in Zuur et al. (2009).

The database does not contain sufficient data to analyse whether there is a correlation between different pathways and specific characteristics of alien species on Svalbard, c.f. section 2.3.2. This is primarily because the majority of non-reproducing alien vascular plants, which constitute the largest group, has come as stowaways, 64 against 5 that have come through other pathways. This does not provide sufficient contrast to analyse what might characterize this dispersal route from the others.

10.1.3 Available literature

There is little information on alien species in the Arctic, and even less about distribution pathways. A search in Web of Science with all combinations of the keywords '*alien species*' / '*invasive species*' / '*exotic species*' and '*Arctic*' / '*Antarctic*' / '*Svalbard*' / '*Spitsbergen*' / '*Polar*' resulted in 161 papers of which 121 were of potential interest. Of these 22 papers contained specific information about pathways (Table 24). In addition there are some articles which was not found by the above search, but which nevertheless contains relevant information, as well as some reports, of which in particular a recent report from the Nordic Council of Ministers is relevant (Fernandez m.fl. 2014). Several references lists alien species in Svalbard (e.g. Høeg and Lid 1929, Sunding 1961, 1966, Engelskjøn 1986, Hadač 1989, Rønning 1996 and references herein), but as these do not specify information on pathways they are not further discussed here. There is some relevant literature on northern regions, especially North America, which are potentially also relevant for the Arctic, but they are difficult to search for in a structured manner, as they are not indexed with respect to the Arctic / Subarctic and therefore must found on the basis of specific regions and species groups. A systematic review of this literature is therefore outside the scope of this project. Yet a number of articles and reports on areas bordering the Arctic included on opportunistic basis.

10.2 Pathways in Arctic and Antarctic regions

The majority of the literature focus on alien species in Antarctica, the Southern Ocean and the Sub-Antarctic islands (Table 24), some of which have specific action plans for alien species (Shine og Stringer 2010). Several of the studies are however also relevant to Svalbard and are therefore summarised here.

A number of studies have investigated the risk associated with transportation of equipment, food and people to e.g. research stations or in connection with tourism and expeditions. The results show that there is a significant risk of importing seeds, insects and plant parts from many different taxa (Whinam et al. 2005, Lee og Chown 2009a, Greenslade and Convey 2012). A large survey of all categories of visitors to Antarctica in the International Polar Year 2007-2008, showed that visitors on average introduced 9.5 seed per person (Chown et al. 2012). The number were somewhat higher for researchers than for tourists, but was balanced by the larger number of tourists to the continent. Effective screening and cleaning of equipment and clothing reduces the risk of introduction (Whinamet al. 2005, Greenslade and Convey 2012), and several authors point out that actions aiming to reduce the introduction of alien species to the Antarctic region, should primarily focus on preventing the introduction of seeds from humans, food, goods and transport (Frenot et al. 2005, Whinam et al. 2005, Greenslade and Convey 2012). As a consequence of this, The International Organization for Antarctic Tour Operators (IAATO) has since 2001 required that all visitors to Antarctica and the Sub-Antarctic islands on voyages organised by IAATO members follow very specific rules to clean clothing and footwear before and between visits to the continent and islands. This includes thorough vacuum cleaning of outdoor clothing (especially Velcro, cuffs etc.), together with disinfection of shoes, bags, tripods and anything else that has been in contact with soil (<http://iaato.org/decontamination-guidelines>) (Figure 20, Table 25).

In a study of soil from greenhouses in Barentsburg Coulson et al. (2013) found 11 species of invertebrates that had not previously been recorded from Svalbard and concluded that they had presumably been introduced with soil and possibly. Livestock from Russia. This corresponds with a study of the plant communities at Barentsburg and Pyramiden in Svalbard, where Liska and Soldan (2004) state that alien plant species have primarily been introduced in connection with the import of fodder for livestock, but that some may be introduced in building materials, food and clothing. The latter pathway was targeted explicitly in a study by Ware et al. (2012) who examined the shoes of 259 visitors who arrived by plane to Svalbard. They found that people on average carried 3.9 seeds, which corresponds to an import of 270,000 seeds per year if the results are representative of the entire year. The number of seeds was highest in people who had been in forest or mountain areas within the last three months prior to their arrival to Svalbard,



Figure 20. Washing station for boots onboard a cruise ship during a voyage to the subantartic islands and the Antarctic Peninsula. © Ditte Hendrichsen

and there was a positive correlation between the amount of soil on the shoes, and the number of seeds that they carried.

In the marine environment, the primary source of alien species in Arctic waters are ballast water and fouling (Claudi and Ravishankar 2006, Gollasch 2006). In Antarctica, also drifting plastic is frequently reported as a primary pathway (Barnes and Fraser 2003, Barnes and Milner 2005, Lewis et al. 2005). Migration of species constitute another significant pathway in the marine environment and includes both migration of species native to temperate and subarctic waters, and which migrate north with warmer sea surface temperatures and changing environmental factors, and migration of alien species from their area of introduction to new regions. For example, Logerwell (2008) reports how six fish species have expanded their ranges northwards from the Bering Sea and Chukchi Sea to also include the Barents Sea. Higher sea surface temperatures also increase the possibility that alien species in sub-arctic and temperate regions will be able to expand and migrate north (De Rivera et al. 2011). That alien species can spread rapidly if conditions are good, and significantly influence the native fauna has

for example been observed in the red king crab (*Paralitodes camtschaticus*), which has increased dramatically in number and distribution range since its introduction to the Kola Peninsula in the 1960s (Stortingsmelding 40 2006–2007, Sundet 2014).

10.3 Risk associated with dispersal pathways

10.3.1 Temporal development in number of alien species

The first record of an alien species were recorded in Svalbard is a note from 1895 that peas grew on the Andersson islands west of Barentsøya (<http://databank.artsdatabanken.no/Fremmed-Art2012/S61987>). In 1897, 11 species were recorded from the Advent fjord. At present, two of these, common sorrel (*Rumex acetosa*) and yarrow (*Achillea millefolium*), are classified as alien species, whereas the remainder are non-reproducing. Both species have however first been registered as established much later, common sorrel in 1957 on Bjørnøya and yarrow in 1988 at Barentsburg (Liska og Soldan 2004, <http://databank.artsdatabanken.no/FremmedArt2012/S62913>, <http://databank.artsdatabanken.no/FremmedArt2012/S60352>).

Similar to the development in mainland Norway, also Svalbard experience an increase in the number of alien species towards the end of the 20th and beginning of the 21st century (Figure 16). This pattern occurs primarily in the non-reproducing alien species, where an average of 1.33 species per year arrived in the period 2000–2011, compared with an average of 0.38 species per year in the period 1950–1999. There is insufficient data to get a reliable picture of the reproducing alien species. Such increase may be due to several factors and it is not on the basis of the available data possible to determine whether the increase in the number of species per year caused by a real increase in the number of alien species or whether it is due to a greater focus

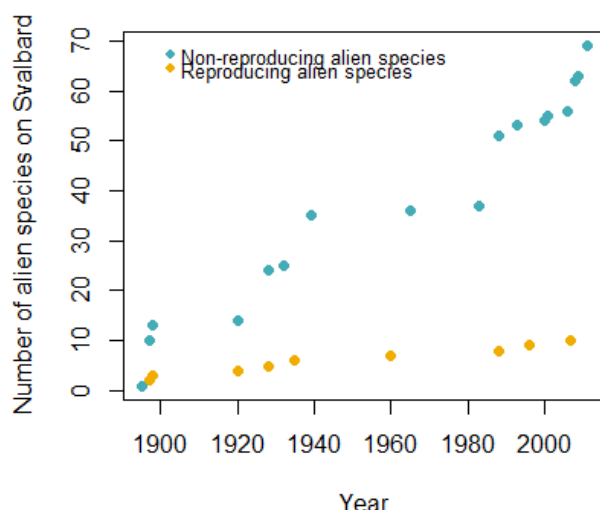


Figure 21. Development in number of alien species and non-reproducing alien species registered from Svalbard during 1895-2011.

on alien species, with consequent greater attention and reporting frequency. It is however not unlikely that there has in fact been an increased transport of species to Svalbard in the last 30-40 years. Tourism statistics for Svalbard shows that the number of guest nights in Longyearbyen have more than tripled in the period from 1993 to 2012, from 23,854 to 84,643 days, and the number of tourists coming with overseas cruise ships have in the same period increased 2.7 times from 15,400 to 42,363 visitors (Sysselmannen på Svalbard 2013). Such an increase in number of visitors will of course also increase the risk of introduction of alien species.

10.3.2 Risk of establishment of alien species

Several of the species that arrive as stowaways are probably unable to establish populations in Svalbard due to unfavourable climatic conditions. For instance, (Coulson et al 2013) state that nutrient-poor soil outside the study area and adverse climatic conditions make it unlikely that non-native species of invertebrates in Barentsburg will be able to disperse. However in connection with their investigations of visitors to two Sub-Antarctic islands, Whinam et al. (2005) point out that many visitors recently had also visited other regions, including, for example, alpine areas with species that potentially could establish in the Sub-Antarctic islands. This also applies to Svalbard, where Ware et al. 2012) found that more than 25 % of the seeds that were imported under the shoes of airline passengers germinated under climatic conditions that currently exist in Svalbard (10 ° C).

The majority of the current alien species on Svalbard are non-reproducing. Nevertheless, the development should be monitored carefully. The combination of climate change and current alien species is now considered one of the most significant challenges for ecosystems on a global scale (Vitousek et al. 1997, Clavero and Garcia-Berthou 2005, Meinka and Howard 2010, IUCN 2012), affecting ecosystem structure, species composition competitive factors, trophic interactions and species distributions (Stachowicz et al. 2002, Hellman et al. 2008, Rahel and Olden 2008, Fabry et al. 2009).

Studies from Antarctica point to a potentially major impact of climate change on the alien species, and that alien species that does not currently constitute a problem can become invasive in the future. In an analysis of the risk associated with alien species on the Prince Edward Islands le Roux et al. (2013) found that > 50 % of the variation in the occurrence of alien species could be explained by human activity, the presence of nearby populations and residence time and that the combination of human activity and climate change apparently had aided the distribution. Interactions between climate change and alien species likely represents one of the most important conservation issues in Antarctica in the years ahead (Chown and Convey 2007). In a model study based on climate projections for 2100 (Chown m.fl. 2012) show that there is an increased risk of establishment of alien species at warmer climatic conditions and identify areas which are particularly vulnerable.

A similar interaction between climate change and alien species can be expected in the Arctic (Lassuy and Lewis 2014) leading to an increased vulnerability of the marine ecosystems (Gill 2014). The interaction between human activities, such as tourism, ship traffic and mining as a

significant factor in the risk of spread and establishment of alien species is prominent also in the Arctic (Gill 2014, Lassuy and Lewis 2014). During the past 100 years the average temperature in the Arctic has increased nearly twice the global average, leading to significant changes in sea ice cover (IPCC 2007). In the same period, the ship traffic in the region has increased significantly (Council 2009, ENR 2011, Miller and Ruiz 2014). In a model study based on climate projections for the years 2050 and 2100 Ware et al (2014) find that the combination of warmer climatic conditions and ship traffic, especially research and fishing vessels, constitute a real risk for transport and establishment. There is a growing need to get procedures in place for managing and monitoring dispersal pathways (Lassuy and Lewis 2014) and coordinate strategies across borders to minimize the risks associated with activities such as shipping in Arctic waters (Miller and Ruiz 2014).

Table 24. Overview of literature on dispersal pathways for alien species in the Arctic and Antarctic.

Environ- ment	Taxa	Area	Analysed variable – alien species	Primary pathway	Deliberate (D) or acci- dental (A) introduction	References
Terrestrial	Collembola	South Georgia	3 alien species	Tourists and research station personnel despite strict regulations, import of fruit and vegetables	A	(Greenslade og Convey 2012)
Terrestrial	Plants	Marion Island, Gough Island	99 taxa	Personnel bringing inn alien species from other regions, and native species between research stations within the region	A	(Lee og Chown 2009a)
Marine	Marine fauna and flora	The gulf of St. Lawrence, Canada	Risk analysis for introduction (not establishment) of alien species	Shipping (ballast water and fouling)	A	(Claudi og Ravishankar 2006)
Marine	Marine fauna and flora	Antarctic coast	Passive drift / transport of alien species	Floating plastic (dependent on ocean currents) Shipping (fouling)	A	(Lewis m.fl. 2005)
Terrestrial / marine	Plants, terrestrial invertebrates, insects, fungi, littoral organisms	Sub-Antarctic islands, Australia programme	90 species from 15 families 64 expedition members	Expedition equipment, including transport boxes, backpacks, Velcro and cuffs. Transport of goods, food supplies and personnel, transport of equipment and food supplies to expeditions, fouling, soil on fresh vegetables	A	(Whinam m.fl. 2005)
Terrestrial	Invertebrates	South Shetland, Antarctica	Pests from cultivation (26 %) Pests from food (43 %) Pests in wood / timber (4 %) Arachnids and insects associated with humans (15 %)	Goods, equipment and clothing of expedition members, and investigations of research buildings	A	(Chwedorzewska m.fl. 2013)
Terrestrial	Planter	South Shetland, Antarctica	20 families, primarily Asteraceae and Poaceae	Goods, equipment and clothing of expedition members	A	(Litynska-Zajac m.fl. 2012)
Terrestrial	Invertebrates	Svalbard	46 species, of which 11 new to Svalbard	With soil to green houses and with livestock	A	(Coulson m.fl. 2013)
Terrestrial	Fungi and insects	South Shetland, Antarctica	Fungi and insects	Wood / timber, including building materials used at stations	A	(Osyczka m.fl. 2012)

Terrestrial	Lichens	South Shetland, Antarctica	24 species	Wood / timber, transport boxes, fresh fruit	A	(Osyczka 2010)
Terrestrial	Vascular plants	South Shetland, Antarctica	Seeds and plant parts from alien vascular plants	Goods, equipment and clothing of scientists and tourists visiting the Antarctic continent during the International Polar Year	A	(Chown m.fl. 2012)
Terrestrial	Vascular plants	Svalbard	1019 seeds 53 species 17 families	Underneath the shoes of visitors arriving by plane	A	(Ware m.fl. 2012)
Terrestrial	Fungi and insects	Arctowski Station, Antarctica	Fungi and insects	Wood / timber, including building materials used at stations	A	(Osyczka m.fl. 2012)
Terrestrial	Vascular plants	Deception Island, Antarctica	2 species of Asteraceae	Either by tourists or by aerial transport from Tierra del Fuego	A	(Smith og Richardson 2011)
Terrestrial	Rough meadow grass (<i>Poa trivialis</i>)	Antarctica	Number of seeds	By ship and plane	A	(Hughes m.fl. 2010)
Terrestrial	Plants	Antarctica	34 taxa	Materials for building of research stations	A	(Lee og Chown 2009b)
Terrestrial	Crustaceans	Macquarie Island, Antarctica	To species, <i>Puhuruhuru patersoni</i> and <i>Styloniscus otakensis</i>	Possibly with building materials and under shoes	A	(Greenslade m.fl. 2008)
Marine	Mussel	Antarctica	<i>Mytilus gallo-provincialis</i>	Fouling on ships	A	(Lee og Chown 2007)
Marine	Marine organisms	European waters (including Arctic)	600 taxa	Ballast water and fouling	A	(Gollasch 2006)
Marine	Marine organisms	North and south Atlantic ocean	Marine organisms	Drifting plastic	A	(Barnes og Milner 2005)
Marine	Marine organisms	Between Tasmania and the Southern Ocean	Potential for transfer of alien species	Fouling, while ballast water is less likely	A	(Lewis m.fl. 2003)
Marine	Marine organisms	Southern Ocean	Marine organisms	Drifting plastic	A	(Barnes og Fraser 2003)
Marine	Marine organisms	Svalbard	Marine organisms	Research and fishing vessels, ballast water	A	(Ware m.fl. 2014)

Terrestrial	Vascular plants	Svalbard	44 taxa	Primarily through import of fodder for live-stock. Secondly by building materials, food supplies and clothing	A	(Liska og Soldan 2004)
Terrestrial	Isopod	Marion Island	<i>Porcellio scaber</i>	By building materials or via secondary introduction from neighbouring island	A	(Slabber og Chown 2002)

Table 25. Parameter values for gam model of the cumulative number of alien species over time, compared to curvilinear polynomial regression, and parameter values for LOESS-analysis. Data is insufficient to perform the analysis for alien species that has established reproducing populations at Svalbard.

Best model gam vs. curvilinear polynomial regression		Gam model							Loess smoothing			
	Model	ΔAIC	F	d.f.	p	Explained deviance (R^2)	Variance of residuals	Significance of smoother	Estimated number of degrees of freedom	Intercept	Span of loess-smoother	Equivalent number of parameters in curvilinear regression (EPN)
Alien species	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Non-reproductive alien species	No significant difference between gam model and curvilinear polynomial regression	0,3	5,3	0,4	0,06	0,928	0,4	<0,0001	2,4	5,9	1	3,5



Norsk institutt for naturforskning (NINA) er et nasjonalt og internasjonalt kompetansesenter innen naturforskning. Vår kompetanse utøves gjennom forskning, utredningsarbeid, overvåking og konsekvensutredninger.

NINAs primære aktivitet er å drive anvendt forskning. Stikkord for forskningen er kvalitet og relevans, samarbeid med andre institusjoner, tverrfaglighet og økosystemtilnærming. Offentlig forvaltning, næringsliv og industri samt Norges forskningsråd og EU er blant NINAs oppdragsgivere og finansieringskilder.

Virksomheten er hovedsakelig rettet mot forskning på natur og samfunn, og NINA leverer et bredt spekter av tjenester gjennom forskningsprosjekter, miljøovervåking, utredninger og rådgiving.

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2710-0

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Hogskoleringen 9, 7034 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger