

Endringer i epidemiologien for flått-bårne sykdommer som følge av global oppvarming

Prøveforelesning i forbindelse med Ph D disputas 1. april 2011

Gunnar Hasle

Biologisk institutt
Det matematisk naturvitenskapelige fakultet
Universitetet i Oslo

Reiseklinikken®



Institutt for helse og samfunn
Det medisinske fakultet
Universitetet i Oslo

En isbre som kalver



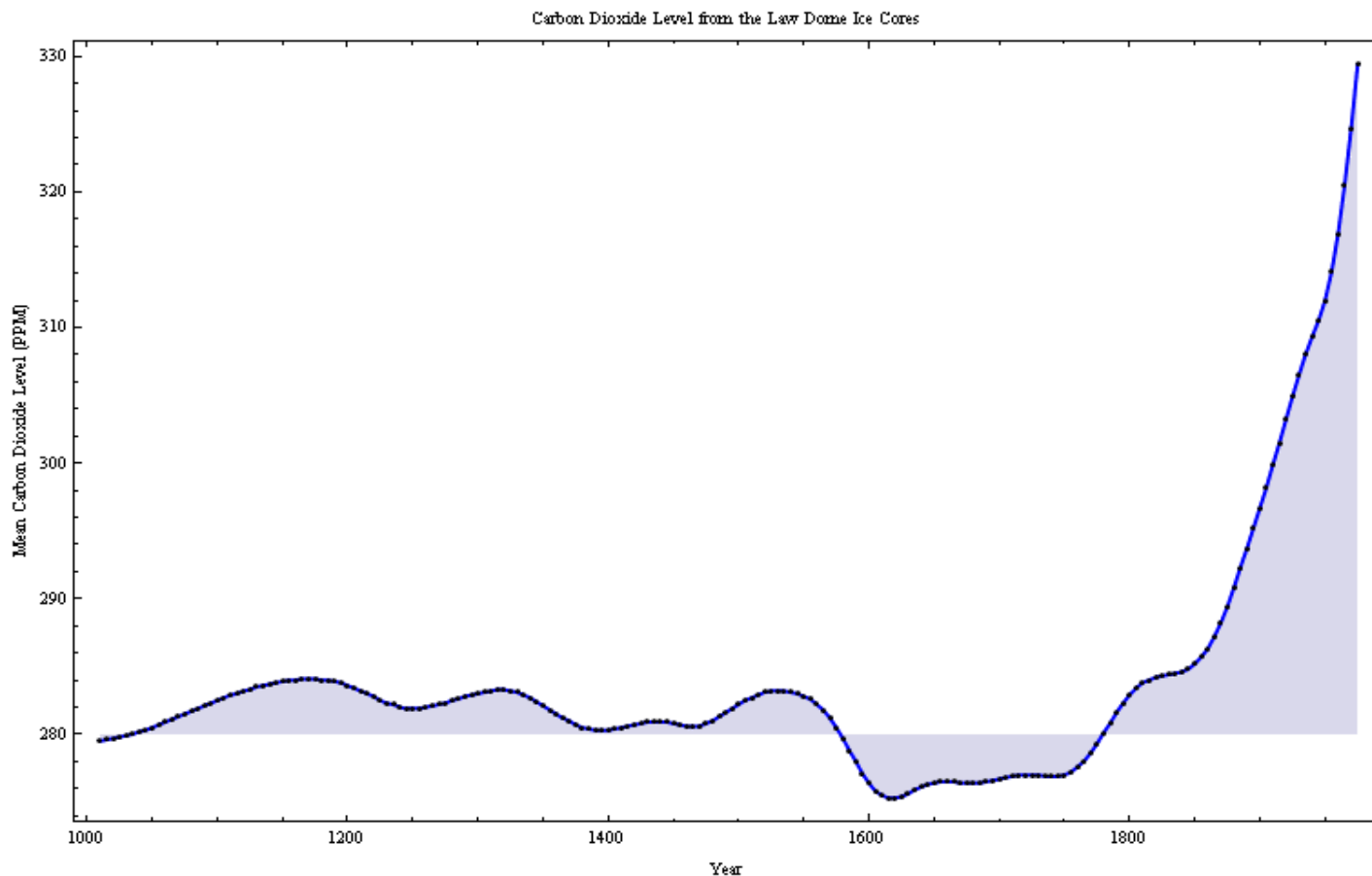
Strandet på et isfjell?



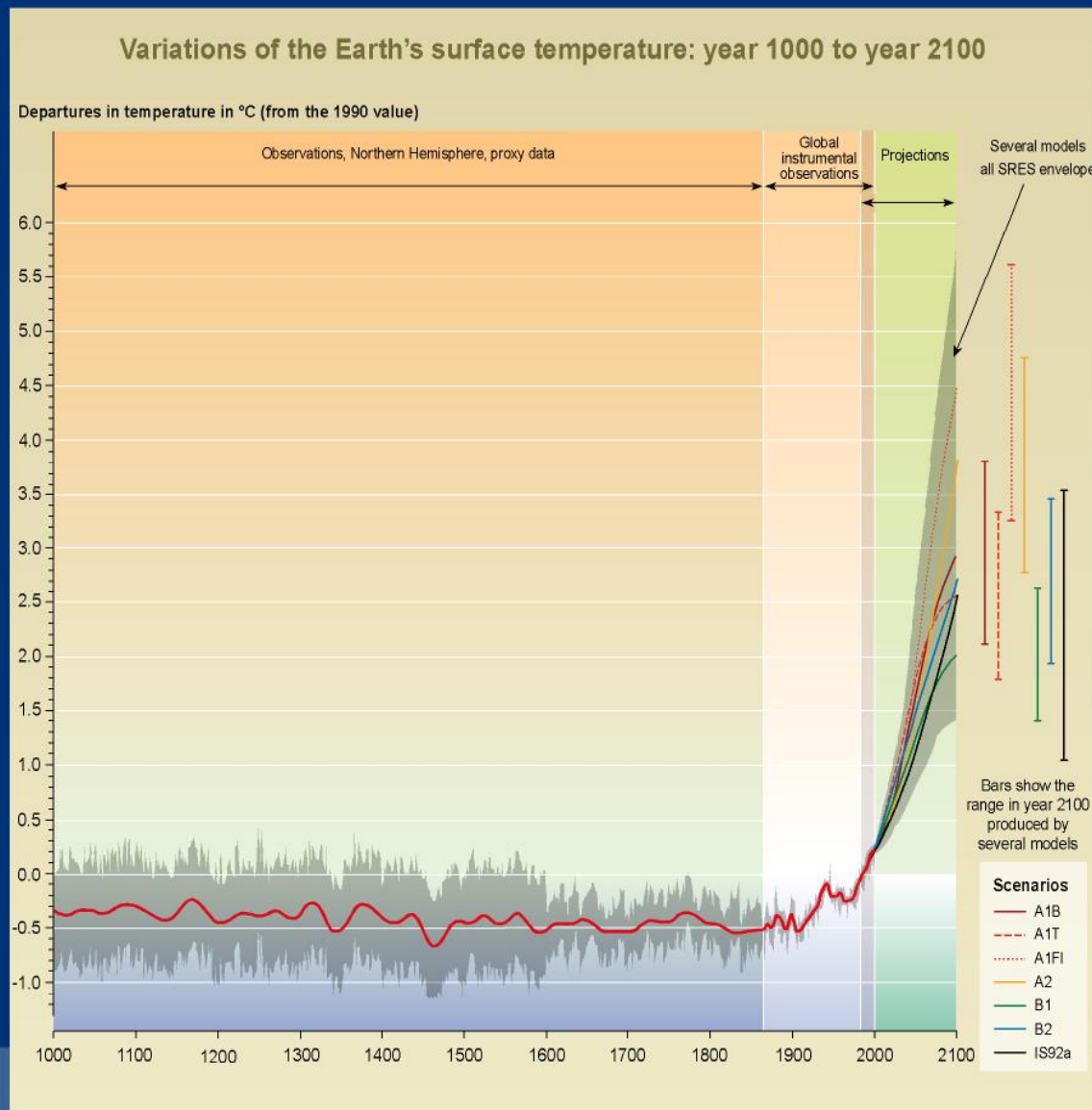
photo © Amanda Byrd.

Hva vet vi, og hvordan vet vi det?

Luftlommer i isbreprøver fra antarktis viser økning av CO_2 i atmosfæren:

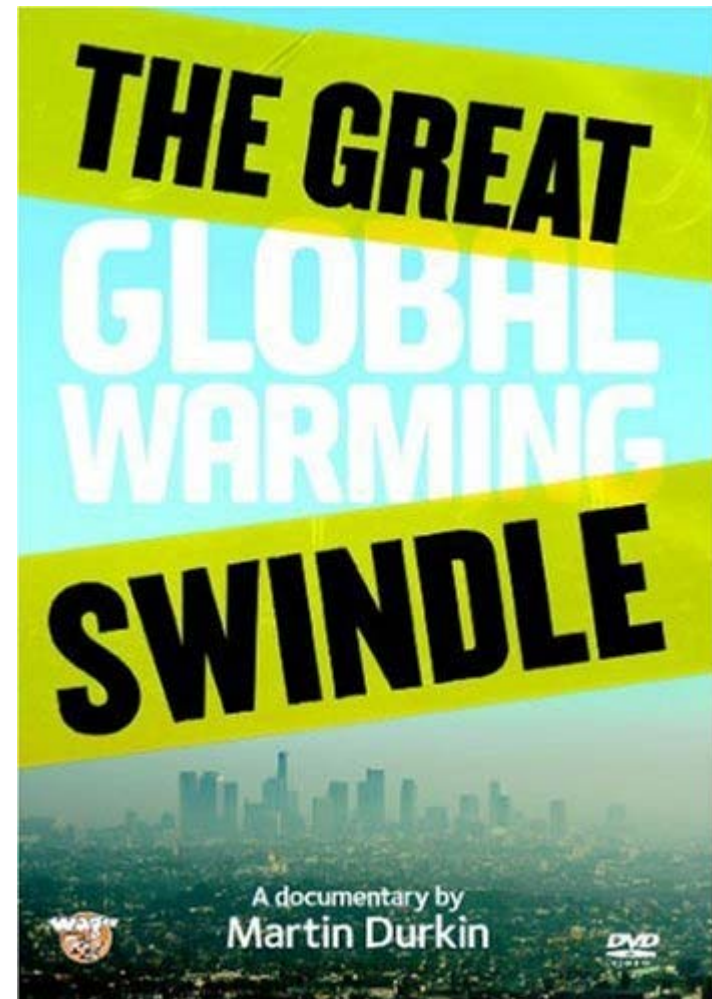


Det foregår en global temperaturøkning



SYR - FIGURE 9-1b

De lærde strides



Det kan sies enkelt



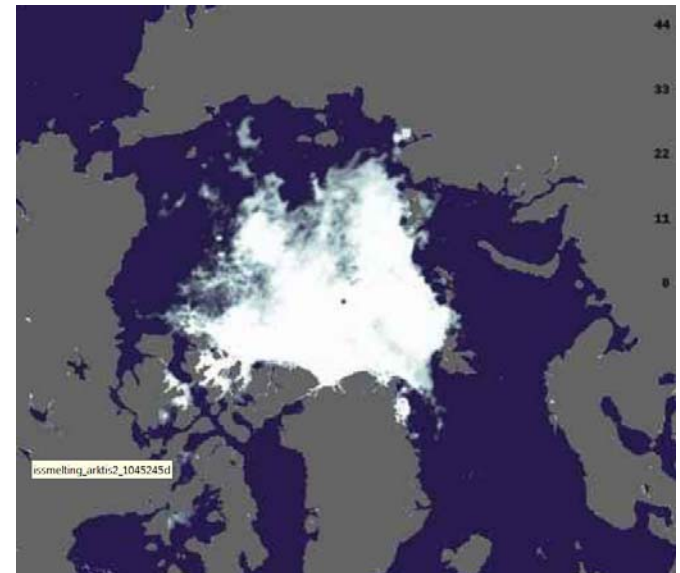
Foto: Børge Ousland

«Om ni av ti leger sa at jeg var alvorlig syk ville jeg blitt bekymret» (Børge Ousland, polfarer)

Selvforsterkende prosesser

- Jordens albedo («hvithet») minsker når pol-isen smelter.
- Enorm nedbrytning av biomasse og frigjøring av metan og CO₂ når permafrosten smelter.
- Om IPCC og de fleste av verdens meteorologer har rett, vil skadene ikke la seg rette opp når vi eventuelt vet helt sikkert at CO₂-utslipp er hovedårsaken.

Arktis 2008:



Dagens tema er ikke om
klimaendringene er
menneskeskapte eller ikke, men
hva som skjer med de flåttbårne
sykdommenes epidemiologi når
klimaet blir varmere

De flåttbårne sykdommene begrenses av flåttenes utbredelse

- Analysen av klimaendringenes betydning vil derfor i hovedsak fokuseres på flåttenes utbredelse
- Men sykdommene finnes ikke nødvendigvis i hele utbredelsesområdet til en flåttart, for eksempel TBE

Flåttbårne sykdommer i tropene er størst problem på husdyr, særlig i Afrika:

- Heartwater: *Ehrlichia* (*Cowdria*) *ruminatum*,
 - Overføres av *Amblyomma variegatum* og *A. hebraeum*
 - Kan føre til opptil 70% dødelighet i ikke-immune kvegbesetninger



Amblyomma hebraeum
<http://www.agriwiki.co.za/>

- East coast fever: *Theileria parva*
 - Overføres av *Rhipicephalus appendiculatus*
- Redwater: *Babesia bovis*, *B. bigemina*, *B. major* i storfe *B. ovis* i sauer
 - Overføres av diverse *Rhipicephalus* og *Boophilus*-arter



Rhipicephalus appendiculatus
<http://www.cfsph.iastate.edu>

Disse sykdommene fører til enorme tap

Stor usikkerhet i forutsigelsene

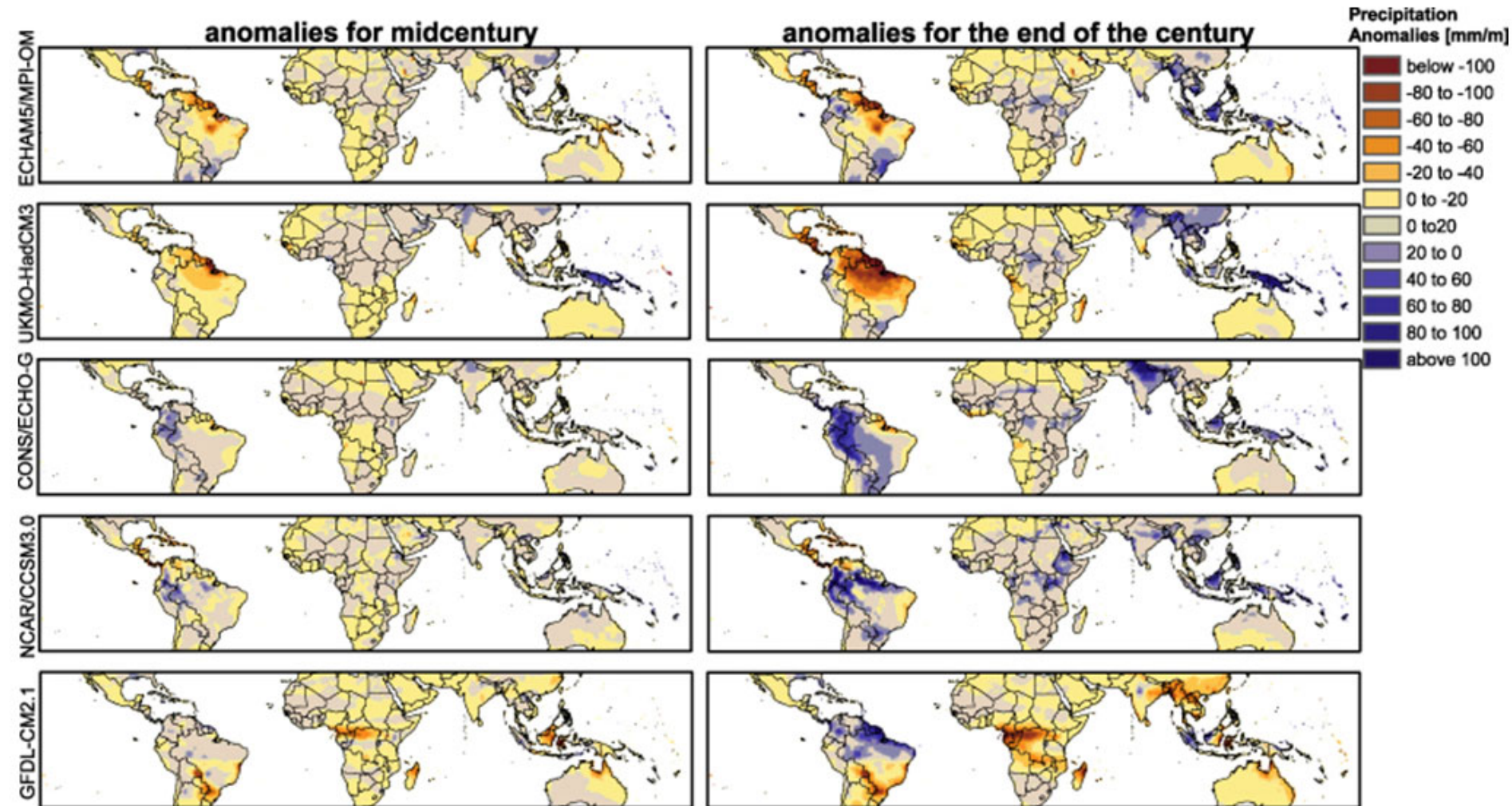


Figure 1. Precipitation anomalies (bias-corrected, mm/months) for midcentury (2041–2050) and the end of the 21st century (2090–2099), in comparison to the reference period (1991–2000), for five different climate scenarios used in this study.

Vi legger her hovedvekt på flåttbårne sykdommer hos mennesker i Nord-Europa

- Gode data for sykdomsinsidens
- Gode utbredelsesdata for *Ixodes ricinus*
- En god modell for utbredelsen av TBE



Kartlegging av klimaendringer

- Tradisjonelle værstasjoner på bakken
 - Pålitelige data
 - Lang observasjonstid
 - Få stasjoner
- Satellittdata
- Fenologi
- Observere landskapsendringer

Satellittdata

Vann, temperatur, værforhold, skyer og vegetasjon.

Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR). Måler infrarødt og synlig lys med en oppløsning på ca 1 Km²

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) angir forhold mellom refleksjon av nær infrarødt og synlig rødt lys:

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{NIR} - \text{VIS})}{(\text{NIR} + \text{VIS})}$$

Med denne indeksen kan man til en viss grad skille mellom hav, ørken, busk-/gressland og skog

Fenologi

- Registrering av de periodiske forandringer hos planter og dyr, f.eks. blomstring, fruktmodning, formering, trekkfuglers ankomst og avreise, løvfall, m.m.

Fenologien viser små endringer, så langt

En meta-analyse av fenologiske og distribusjonelle data for en rekke zoologiske og botaniske taxa.

-2,3 dager per tiår

-6,1 km nordforskyvning per tiår

(1 km nordover ble regnet som ekvivalent med 1 meter opp i høyde).

Landskapsendringer (Kilde: Oskar Puschmann)



Fraflytting og forsømmelse



Kilde: Oskar Puschmann

Synlige endringer i
landskapet skyldes
ikke nødvendigvis
klimaendringer.

1963



På sikt ventes lengre
vekstsesong, høyere
temperaturer og økt
CO₂-innhold i
atmosfæren å føre til
endringer i
vegetasjonen.

2003



Foto: Oskar
Puschmann

Hva bestemmer grovskala utbredelsen av en flåttart?

Klima, vegetasjon eller verter?

- Graeme S Cumming analyserte data for 34,063 publiserte rapporter av funn av 50 flåttarter i Afrika
- Han gjorde logistisk regresjonsanalyse med en rekke variabler: regn, temperatur, vegetasjonstype og NDVI
- Regn og temperatur (minimum og maksimum) ga de beste prediksjonene når disse klimafaktorene kunne vurderes samlet
- Cumming fant også at utbredelsen av de angitte vertsdyr som oftest hadde lite å si, da flått sjelden er strengt vertsspesifikke

Man må anta at det er flått som lever utendørs som blir mest påvirket av klimaet

Alle Argasidae, "soft ticks" er knyttet til bol, reder og hus



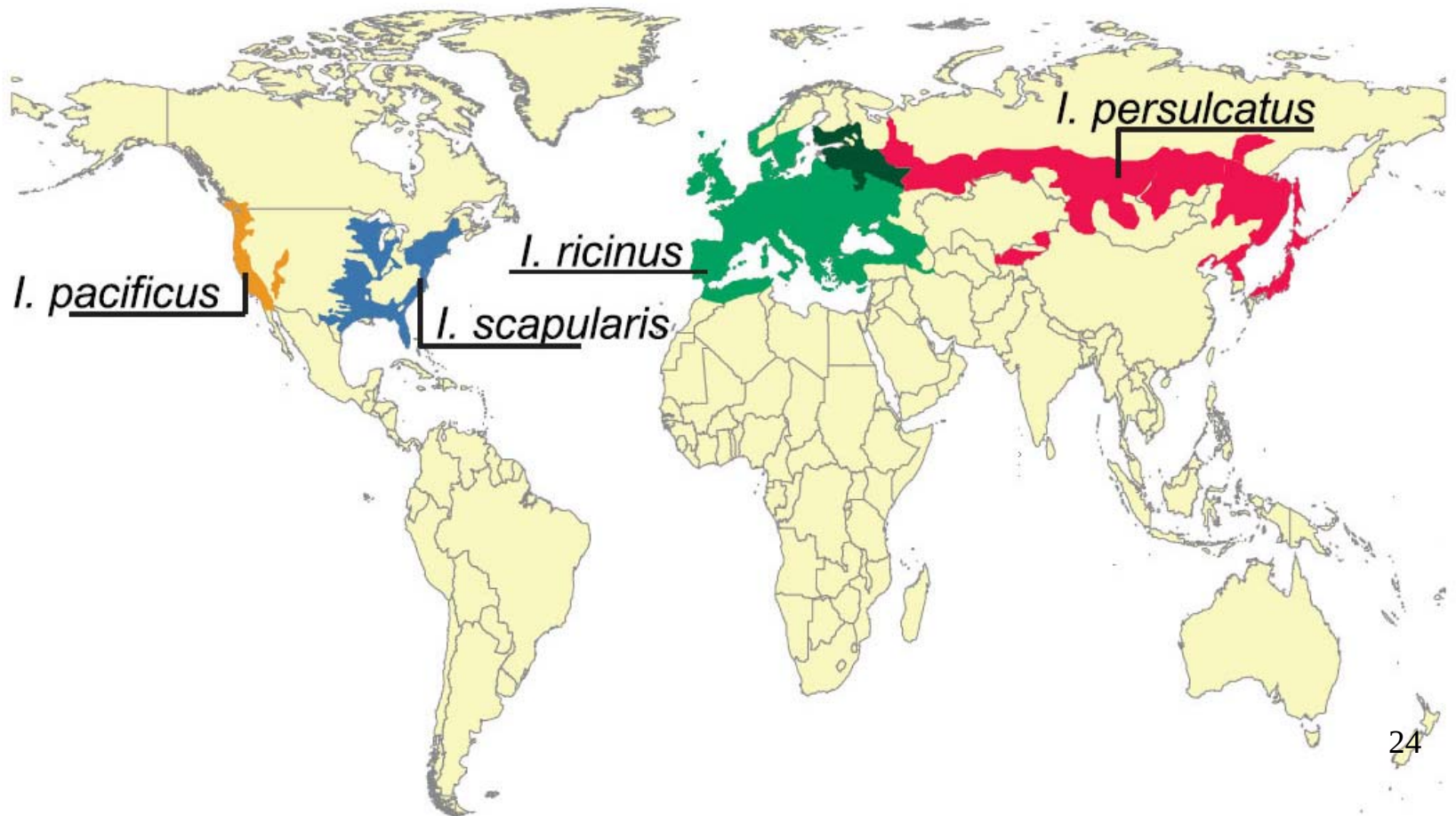
Argas reflexus
<http://www.vuvb.uniza.sk>



Ornithodoros moubata
<http://www.fao.org>

Når det gjelder Ixodidae, "hard ticks" lever noen innendørs og noen utendørs. Flått som lever i reder/bol tenderer til å være mer vertsspesifikke. Dette gjelder ca 700 av 800 eksisterende flåttarter. Det er "generalistene" som betyr noe særlig i zoonosesammenheng, selv om for eksempel "lundelusa" *Ixodes uriae*, av og til kan bite mennesker, og kan være bærer av *Borrelia*.

Ixodes pacificus, *I. scapularis*, *I. ricinus* og *I. persulcatus* er typiske ”utendørsflått”



Ixodes ricinus



Ixodes ricinus, stadier



Foto: Gunnar Hasle

Klimakrav, *Ixodes ricinus*

Dautel H, Knülle W: Cold hardiness, supercooling ability and causes of low-temperature mortality in the soft tick, *Argas reflexus*, and the hard tick, *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodoidea) from Central Europe. Journal of Insect Physiology Volume 43, Issue 9, September 1997, Pages 843-854

- Ses sjelden mer en 30 km fra havet i Sør-Norge, og ikke nord for Brønnøysund
- Tåler ikke ubegrenset med frost
 - Fryser ved 11-22°C (avhengig av stadium og om de har spist eller ikke)
 - Ved eksponering i 30 dager med temperatur < -10.1°C dør omtrent halvparten
 - Graver seg ned i mulden
- Tåler ikke tørke
- Søker ikke etter vert ved temp < 5°C

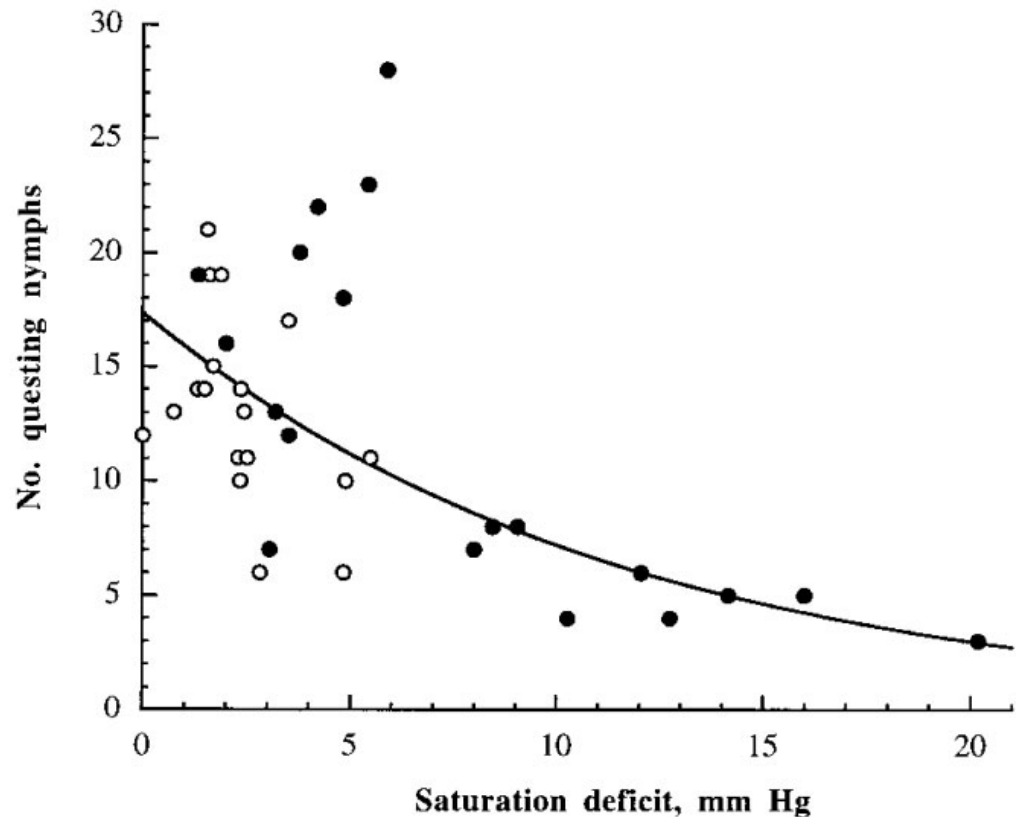


I Sibir overlever *Ixodes persulcatus* temperaturer under - 40°C og lange, tørre somre



Aktiviteten reduseres midlertidig når det blir tørrere

Flåttene flytter seg oppover og nedover i vegetasjonen for å unngå uttørring. Etter hvert bruker de opp fettlagrene sine, og dør



Overlevelse ved tørr luft

Ixodes ricinus må ha minst 88% relativ fuktighet,
noen arter klarer seg med 80%

	Relativ fuktighet	Overlevelse, dager
<i>Ixodes ricinus</i>	95 %	>90
<i>Ixodes ricinus</i>	70 %	4-8
<i>Boophilus microplus</i>	90 %	240
<i>Boophilus microplus</i>	70 %	12
<i>Amblyomma americanum</i>	69 %	Få dager

Knülle, Willi: EQUILIBRIUM HUMIDITIES AND SURVIVAL OF SOME TICK LARVAE. Source: Journal of Medical Entomology, 1966,2:4(335-338)

Ixodes ricinus er svært tilpasningsdyktig

- Finnes i alle Europeiske land øst til Ural, samt Tyrkia, Egypt, og i Atlasfjellene i Nord-Afrika
- Kan sannsynligvis parasittere alle slags fugler, pattedyr og reptiler som finnes i utbredelsesområdet

Utbredelsen av *Ixodes ricinus* i Sverige

Lindgren et al. 2000

- «Ingen vesentlig endring i bruken av landskapet i distriktene som ble studert, i følge forfatterne»

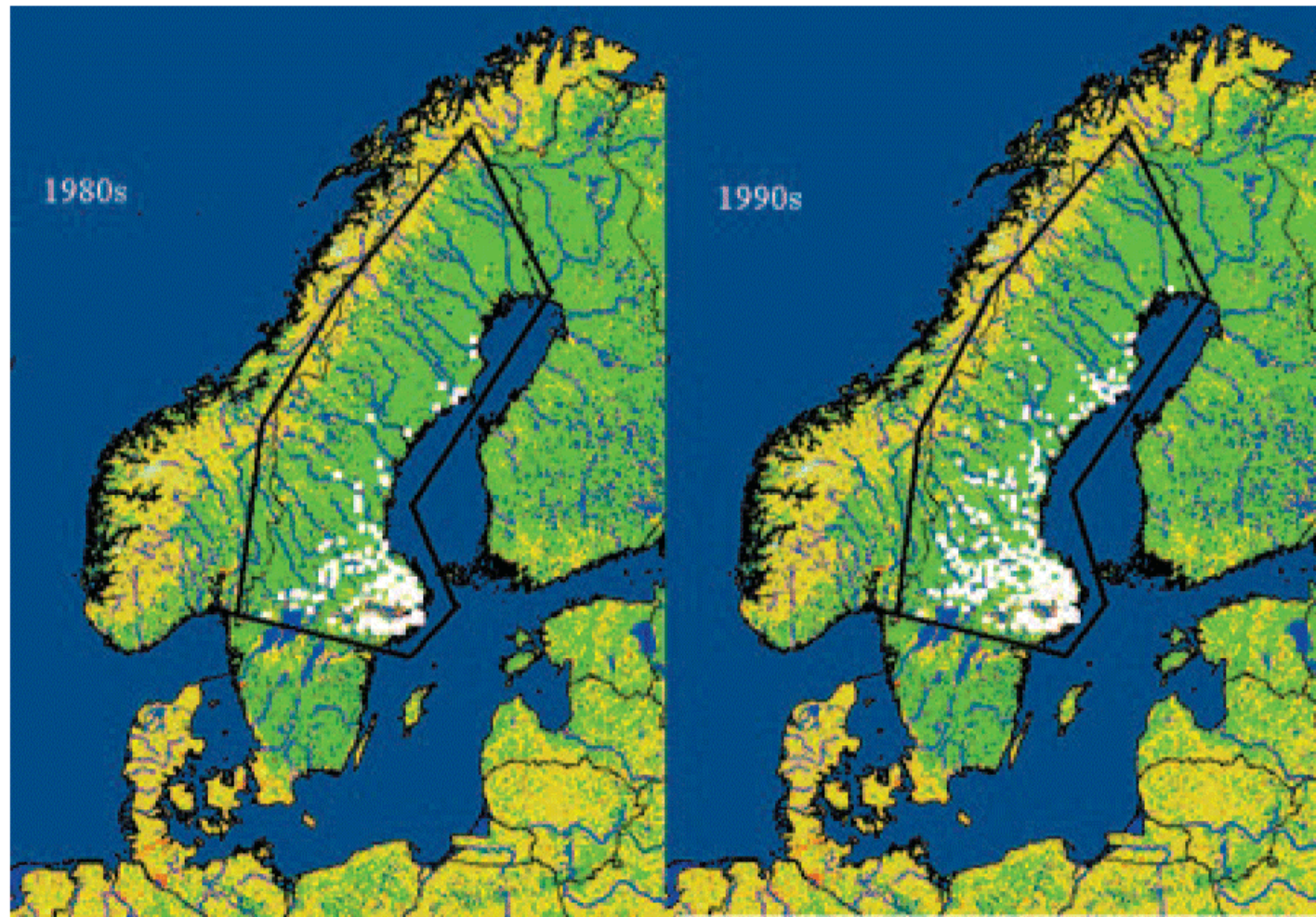


Figure 1. White dots illustrate districts in Sweden where ticks were reported to be present (A) in the early 1980s and (B) in the mid-1990s. The study region is within the black line.

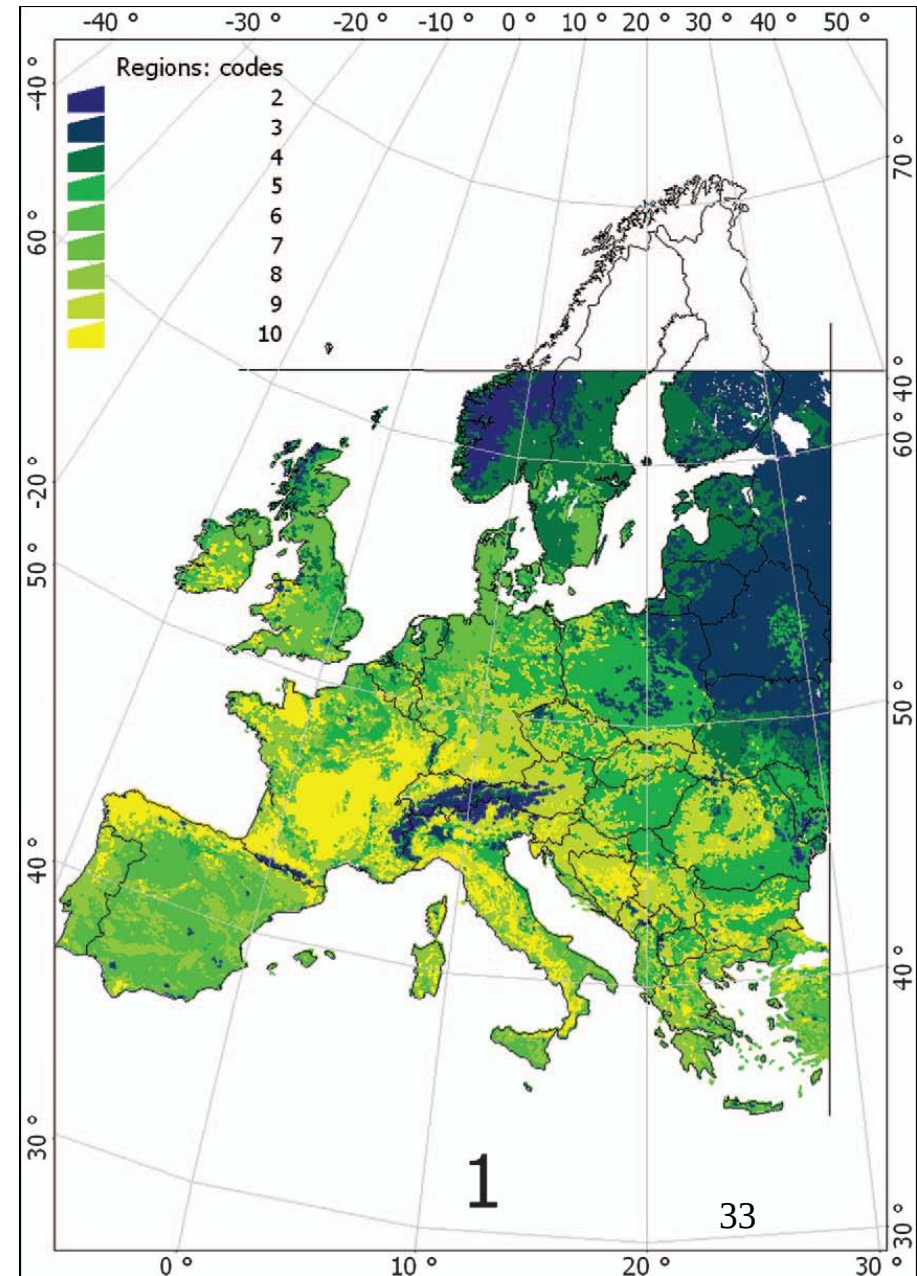
Lindgren et al. konkluderte med at økt forekomst av flått var korrelert med:

- Færre dager med temperatur under -7°C
- Forlenget vår og høst: flere dager med minimumstemperatur $5-8^{\circ}\text{C}$

Vegetasjonssoner og stammer av *Ixodes ricinus*

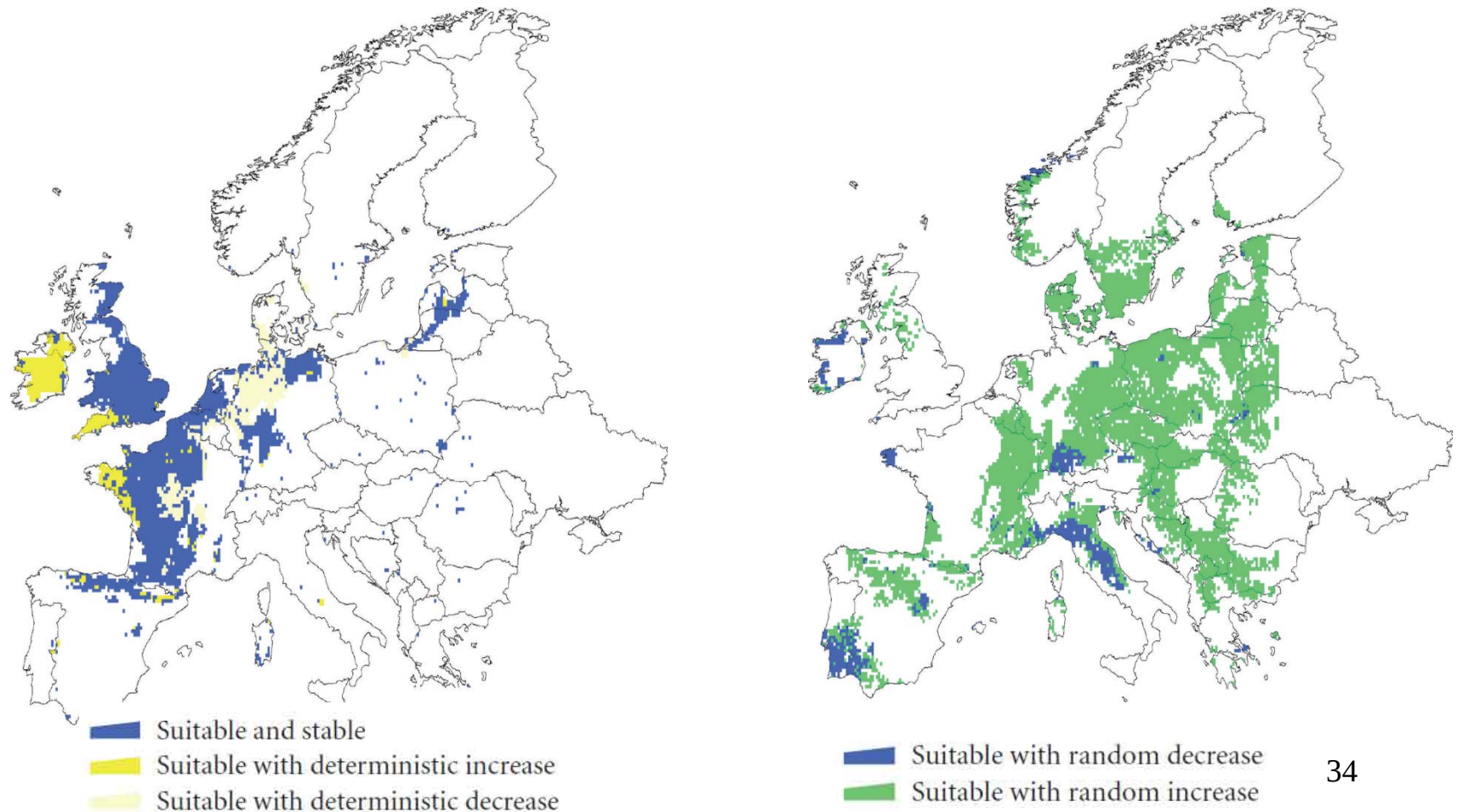
- Hver farge angir en vegetasjonstype bestemt med NDVI
- *I. ricinus* innenfor hver av disse sonene kunne angivelig skilles fra hverandre genetisk
- Flåttene hadde forskjellige klimakrav i de forskjellige sonene
- I Norge snakker vi om klimakravene ved flåttens nordgrense

ESTRADA-PEÑA A, VENZAL JM, SÁNCHEZ ACEDO C: The tick *Ixodes ricinus* : distribution and climate preferences in the western Palearctic. Medical and Veterinary Entomology (2006) 20, 189–197

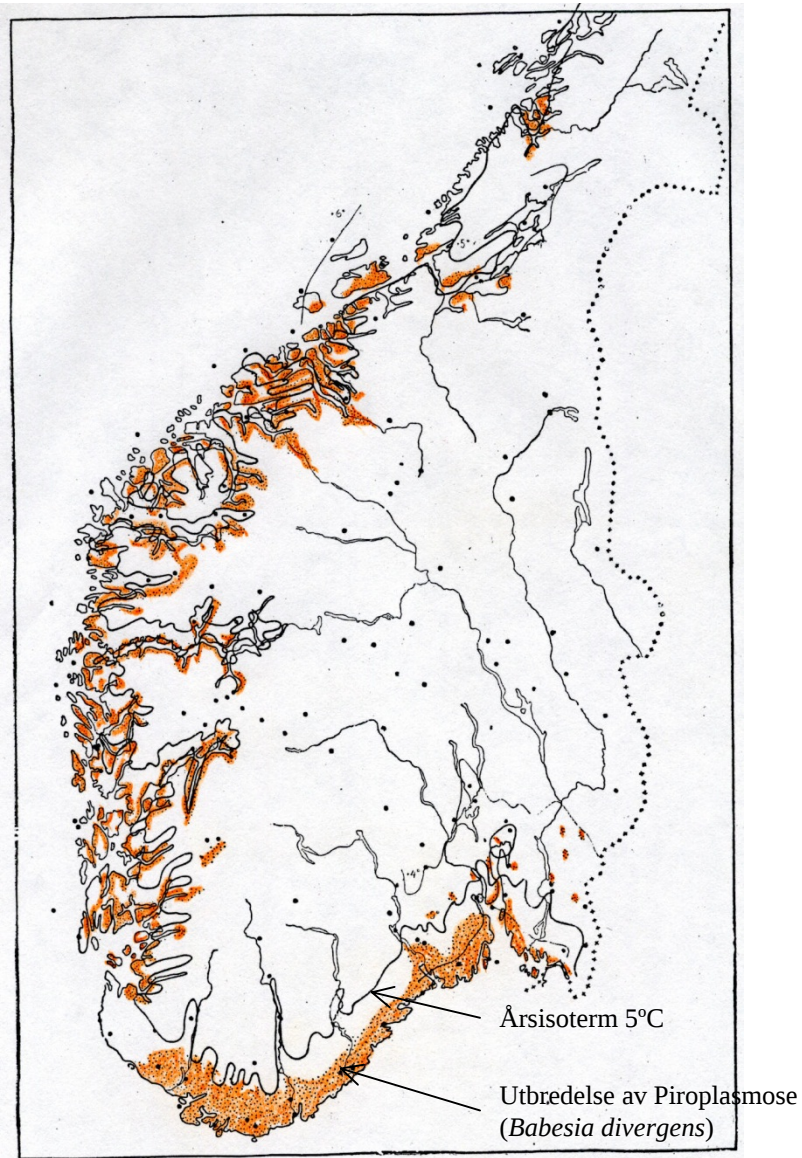


Endringer i klimaets egnethet for *Ixodes ricinus* fra 1900-1999

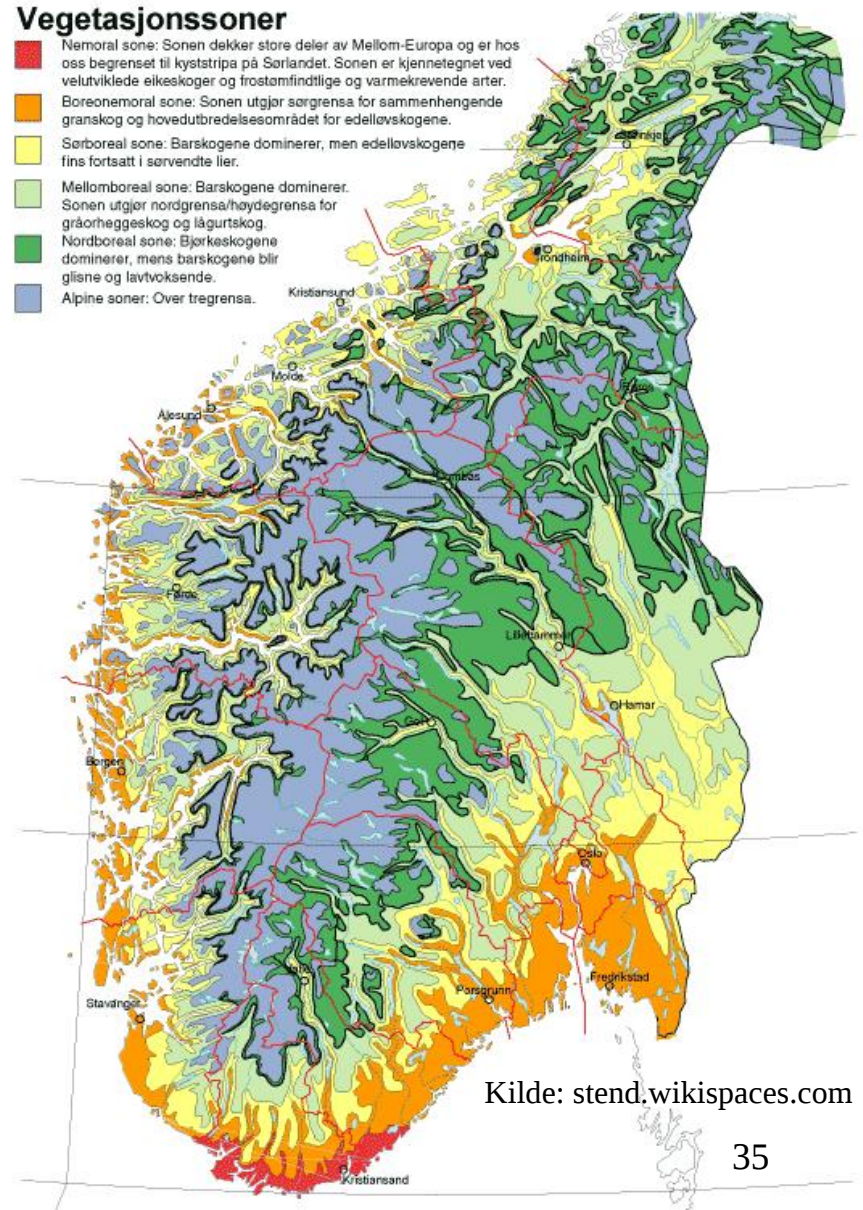
Estrada-Peña A, Venzal JM: Changes in habitat suitability for the tick *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) in Europe (1900–1999) *EcoHealth*, vol. 3, no. 3, pp. 154–162, 2006.



Hva bestemmer utbredelsen av *Ixodes ricinus*?



Kart fra Thambs Lyche, 1939, farvelagt av Reidar Mehl



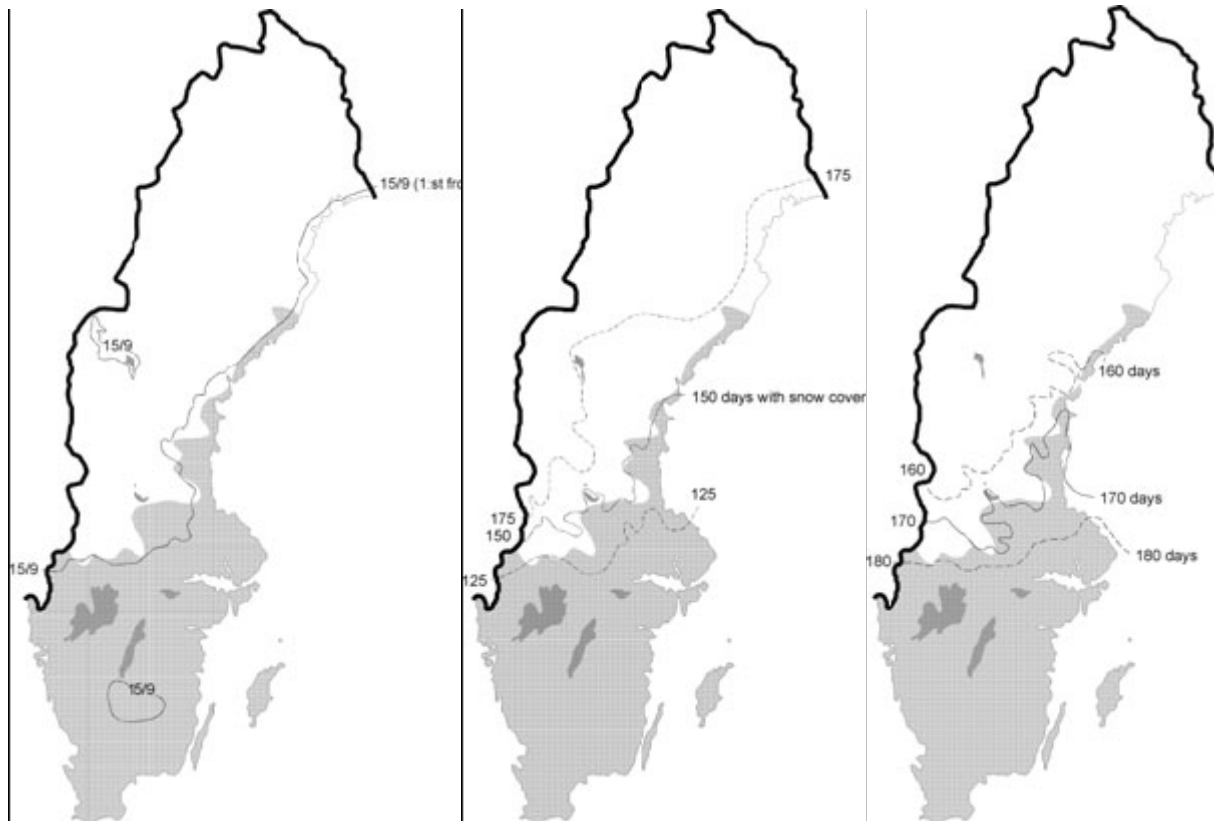
Hva bestemmer utbredelsen ved flåttens nordgrense?

Klimadata fra 1961-1990 (linjer); Flåttfunn rundt 1990 (grått)

Første frostnatt

Dager med snødekke

Lengde av vekstsesong*

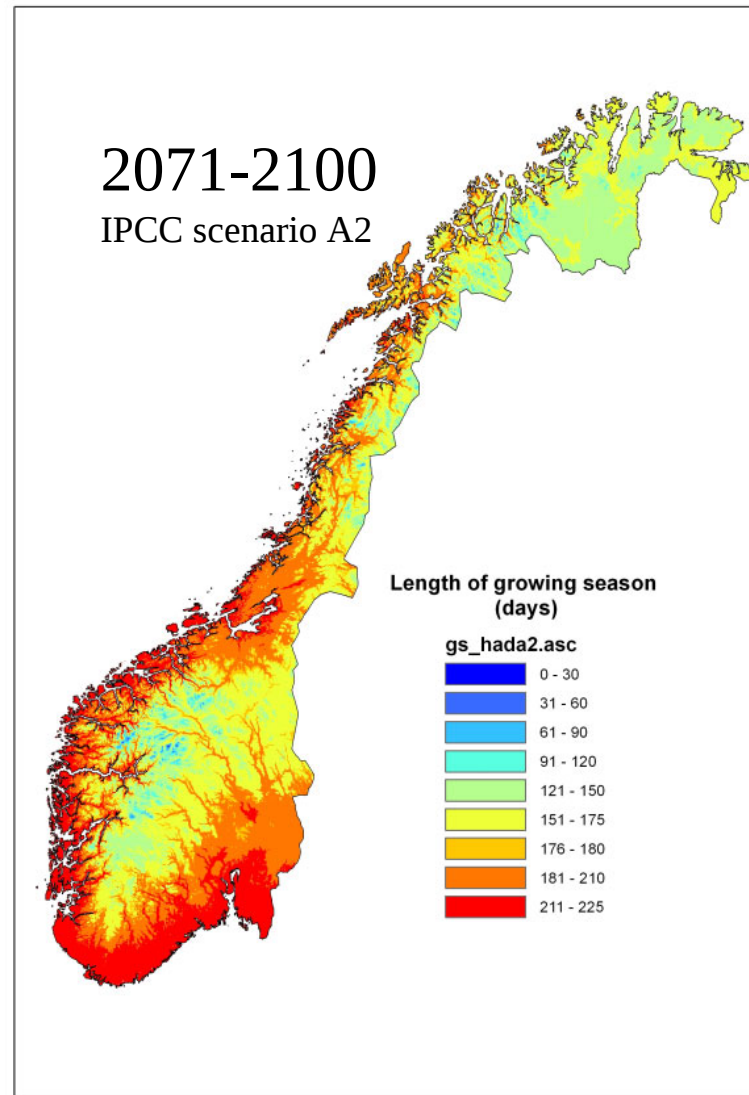
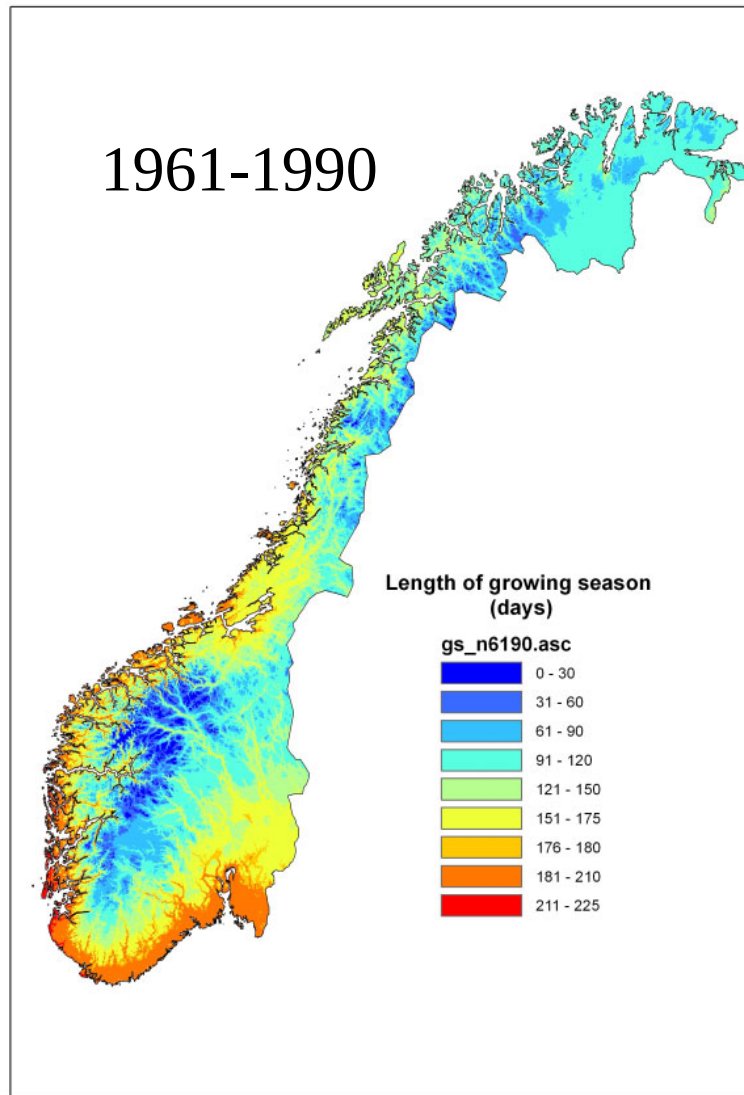


JAENSON TGT, EISEN L, COMSTEDT P, MEJLON HA, LINDGREN E, BERGSTRÖM S, OLSÉN B: Risk indicators for the tick *Ixodes ricinus* and *Borrelia burgdorferi* sensu lato in Sweden, Medical and Veterinary Entomology (2009) 23, 226–237

*Regnet fra 5. dag med temperatur $>5^{\circ}\text{C}$

En enkel modell for utbredelsen av *Ixodes ricinus*: vekstsesongens lengde

Kart fra Meteorologisk institutt:



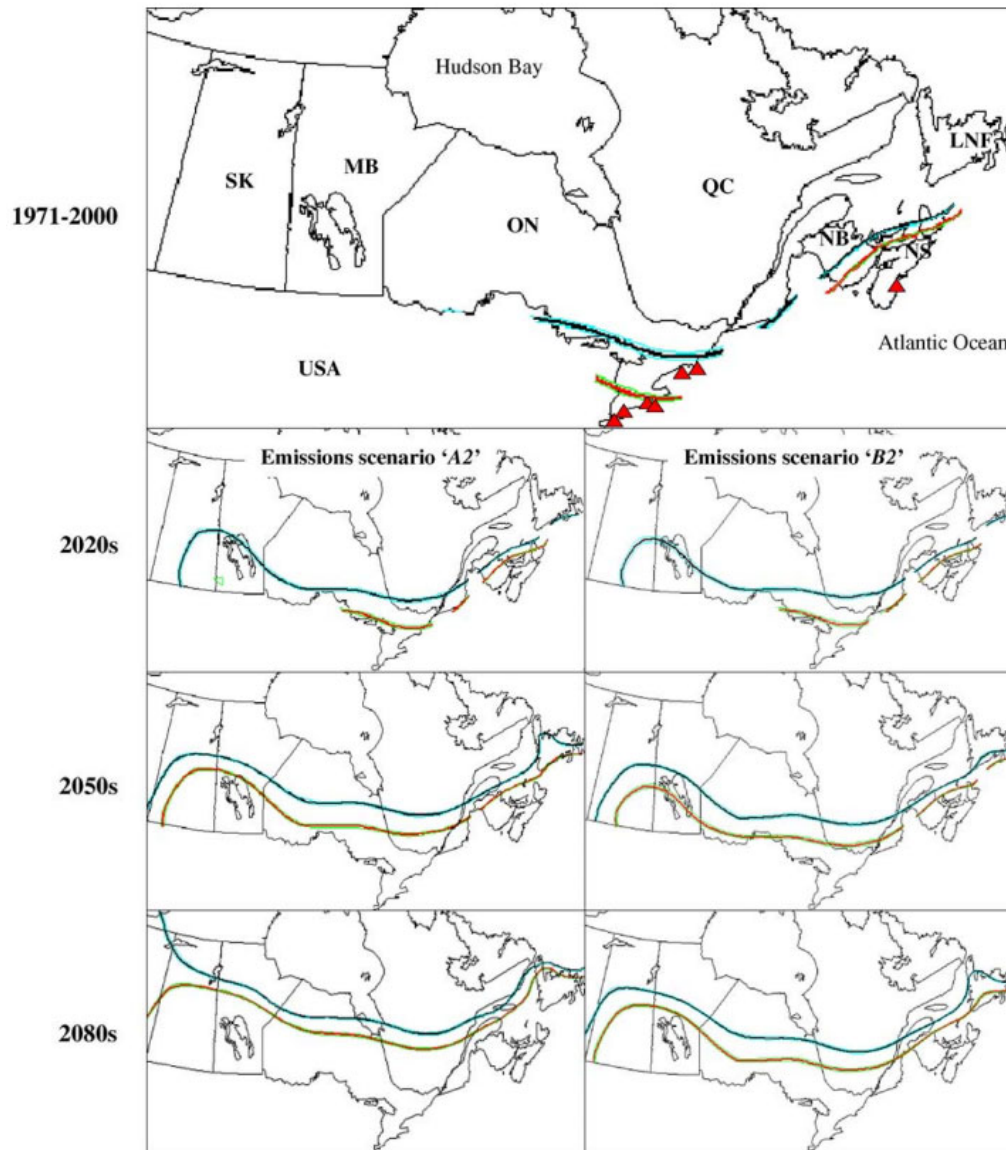
A2-scenario:
15 milliarder
mennesker i 2100

Forstsatt store
forskjeller mellom
fattige og rike

Ikke utstrakt bruk
av fornybar energi

Spådommer for utbredelsen av *Ixodes scapularis* i Canada

N.H. Ogden et al. / International Journal for Parasitology 36 (2006) 63–70



A2-scenario:
15 milliarder
mennesker i
2100

Forstsatt store
forskjeller
mellom fattige
og rike land

Ikke utstrakt
bruk av
fornybar energi

B2-scenario:
Mindre
befolkningsøkning
enn i A2

Fortsatt en
heterogen verden,
med vekt på lokale
løsninger

Man er opptatt av
likhet og å utvikle
miljøvennlig
teknologi

Basert på forventet utvikling i dag-grader over 0°C

Klimadata fra USA: Prediksjon av nåværende og tidligere utbredelse av *Ixodes scapularis*

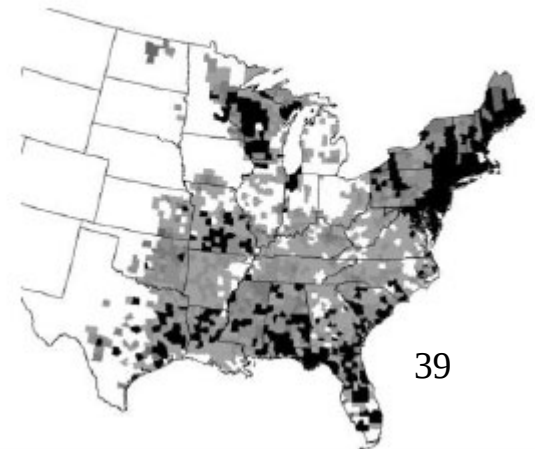
Estrada-Peña: Increasing Habitat Suitability in the United States for the Tick that Transmits Lyme Disease: A Remote Sensing Approach. Environmental Health Perspectives Volume 110, Number 7, July 2002

«I all hovedsak korresponderer dataene godt med rapporter om en økning i regional utbredelse og i lokale mengder av denne flåttten i Nord-Amerika» (Estrada-Peña)

1982-1986:



1994-2000:



De beste dataene er kanskje fra Russland:

De har påvist en økt utbredelse av *Ixodes persulcatus*, som muligens skyldes klimaforandringer

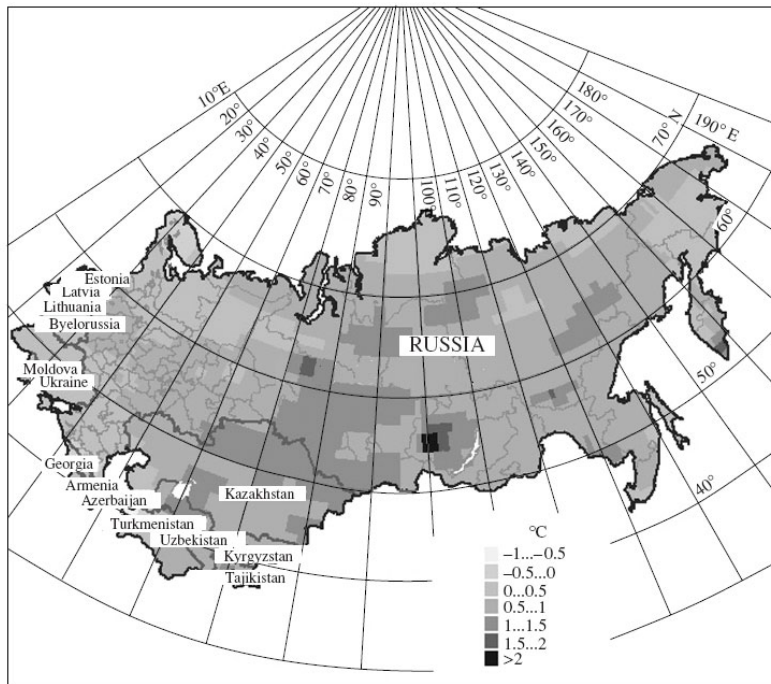


Fig. 1. The change in the annual mean temperature (°C) on the territory of Russia, the CIS, and Baltic countries for the periods 1976–2005 and 1946–1975.

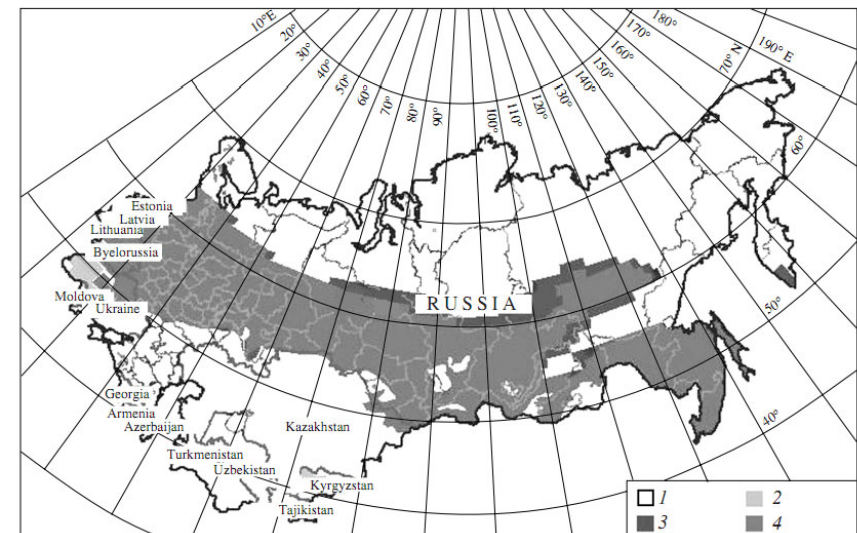


Fig. 4. Possible climate-caused areal change of *I. persulcatus* on the territory of Russia, the CIS, and Baltic countries for the periods 1976–2005 and 1946–1975. 1, *I. persulcatus* was absent both in 1976–2005 and 1946–1975; 2, *I. persulcatus* reduced its areal in 1976–2005 compared to 1946–1975; 3, *I. persulcatus* expanded its areal in 1976–2005 compared to 1946–1975; 4, *I. persulcatus* was recorded both in 1946–1975 and 1976–2005.

DOKLADY EARTH SCIENCES Vol. 427A No. 6 2009

Yasyukevich VV, Kazakova EV, Popov IO, Semenov SM: Distribution of *Ixodes ricinus* L., 1758 and *Ixodes persulcatus* Shulze, 1930 (Parasitiformes, Ixodidae) in Russia and Adjacent Countries in View of Observable Climate Changes. Doklady Earth Sciences, 2009, Vol. 427A, No. 6, pp. 1030–1034.

Biologisk plausible krav for *Ixodes ricinus* i Norge

- Sesongen må være lang nok til at flåttene må kunne fullføre minst ett stadium per sesong
- Tørke om sommeren og kraftig frost om vinteren er neppe noe problem langs kysten av Nordland og Troms, men sannsynligvis på Dovre

Mikroklima

- Skyggegivende vegetasjon er helt avgjørende for at flåtten skal kunne overleve
- Et bekkeleie kan gi tilstrekkelig fuktighet i de tørreste somre
- Nord- og sydhellinger har helt forskjellig klima

Klima, gjengroing og verter

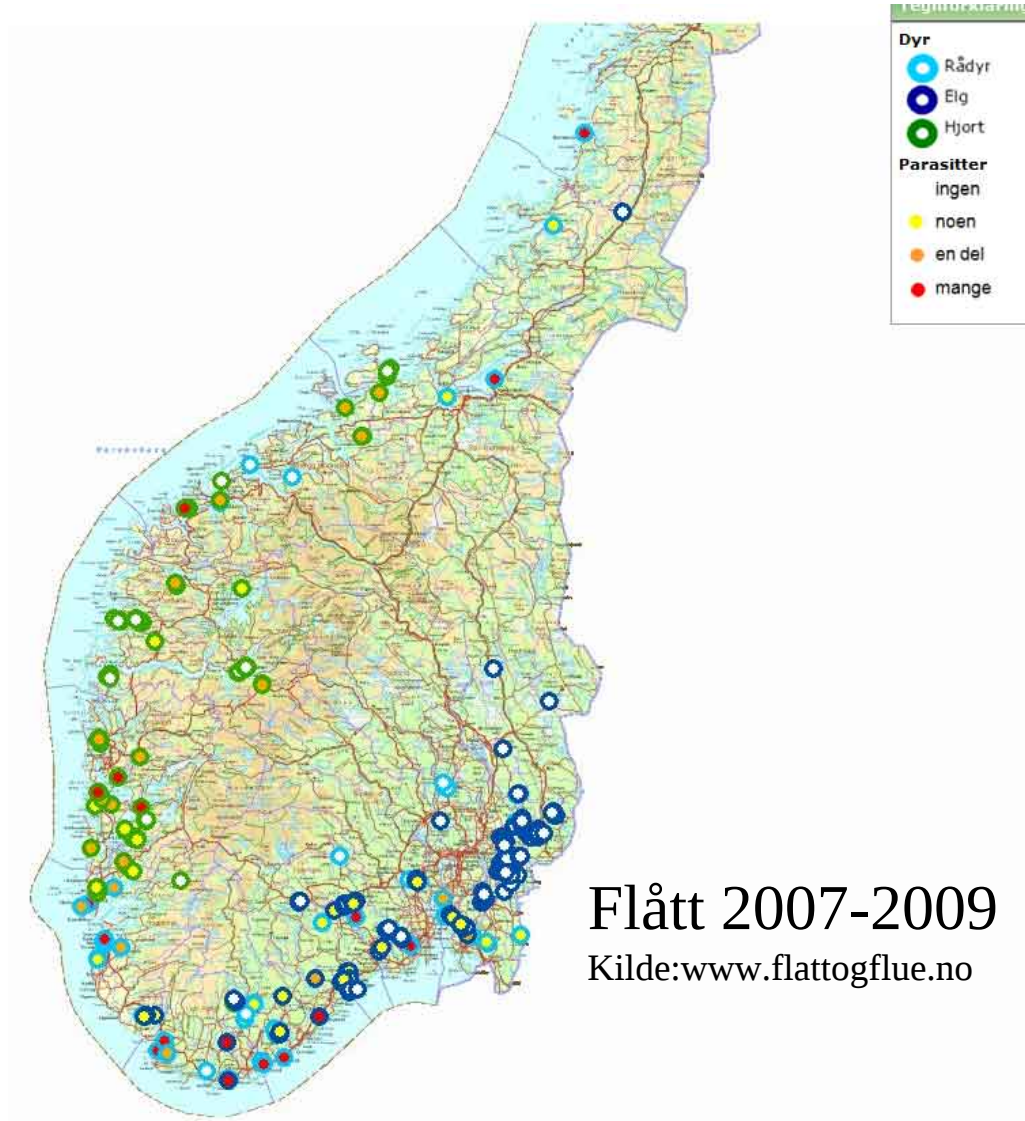
- Gjengroing gir ideelle forhold for rådyr.
- Milde, snøfattige vintre gjør at flere rådyr overlever, dermed blir det bedre forhold for flåttene.
- Men flått som har spist rådyrblod har mindre *Borrelia* enn flått som har spist museblod

Ixodes ricinus' vertskrav

- Voksne flått: pattedyr, i størrelse fra katt og oppover
- Hjortedyr, særlig rådyr er ideelle verter
- Også kuer på skogsbeite
- Sauer er mindre egnet
- Umodne stadier: smågnagere og fugler, men også på større dyr

Det er mer flått enn før i Norge

”Det er ikke funnet flått på hjort i Norge, og flere hjortejegere jeg har snakket med kan ikke huske å ha lagt merke til flått på dyra de har skutt”
Thambs-Lyche (1943)



Flått i nye områder?



Veterinærer rapporterer
flått i innlandskommuner,
som Seljord og Kviteseid

Så langt har vi ingen
vitenskapelige data som
bekrefter at
utbredelsesområdet har
økt siden før krigen



Foto: Nils Andreas Skreddernes

Første flått i Finnmark?

Flåtten har inntatt Finnmark.

Kari Karstensen

 [Skriv ut](#)

 [Del på Origo](#)

 [Del](#)

Publisert 26.07.2009 kl 20:56 Oppdatert 26.07.2009 kl 20:58

Familien Skreddernes er ikke i tvil om at dyret som nylig satte seg i kattepelsen er den fryktede flåtten. Lise Skreddernes har ikke hørt at flått er blitt observert i Finnmark tidligere.

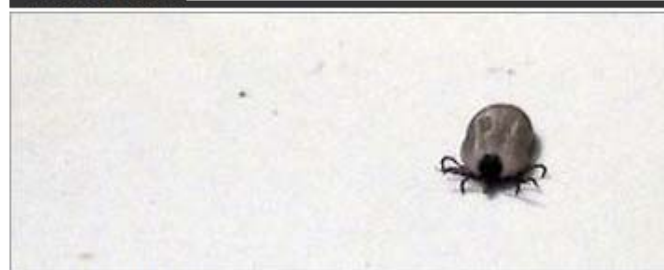
– Jeg vet at den er registrert i Troms, så da er det vel ikke utenkelig at den har kommet hit, sier hun til Finnmarken.

For at det virkelig er en flått, er hun ikke i tvil om.

– Vi har bodd på Østlandet, så jeg vet hvordan en flått ser ut, sier Lise Skreddernes.

Det var sønnen Ola Kristoffer (15) som oppdaget noe i kattepelsen. Katten hadde vært borte et døgn, og har antakelig pådratt seg den ubudne gjesten i

LES OGSA:



Bitt av flåtten

27.07.09 - 14:56

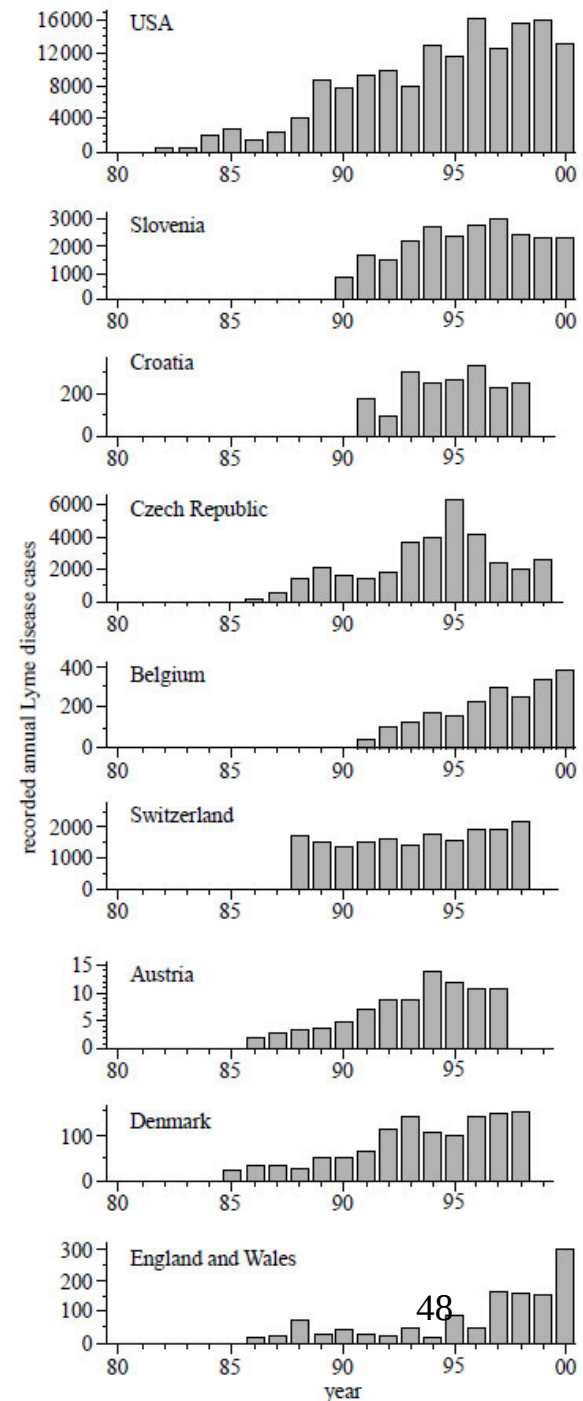
Flått på rypejakt

29.07.09 - 10:12

Borrelia er økende i mange land.

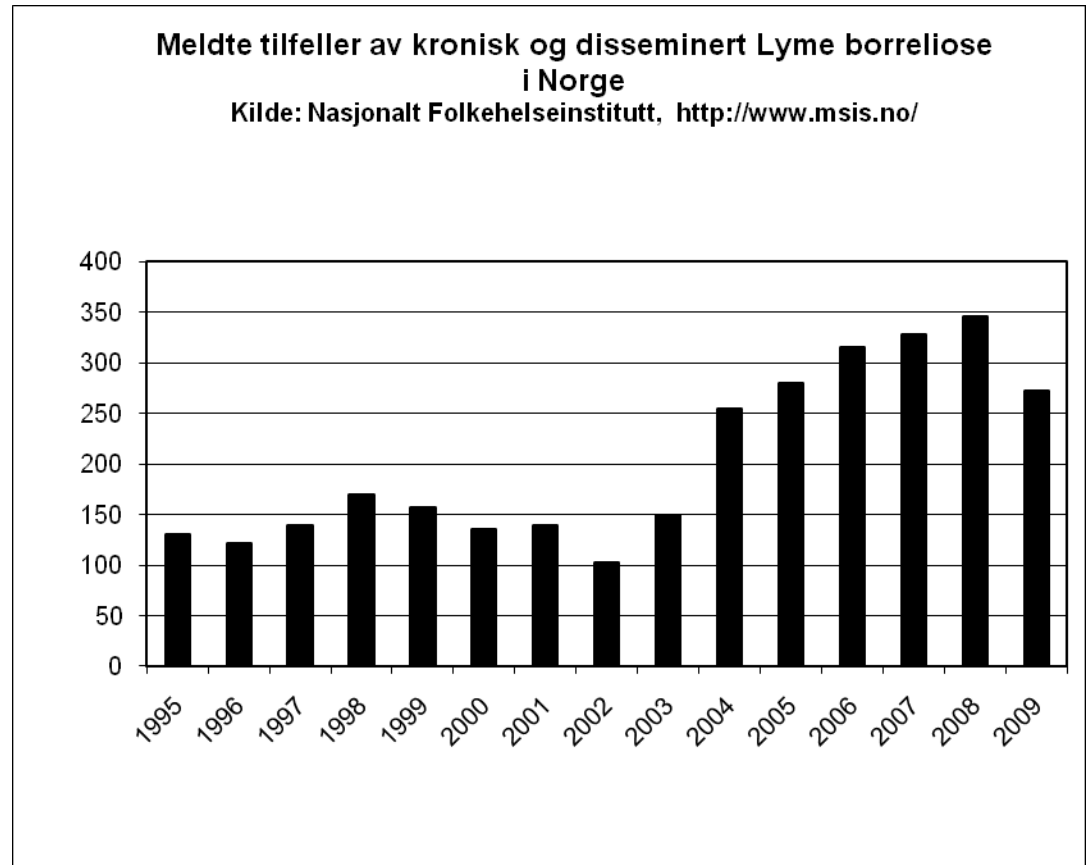
Noe av økningen kan kanskje
forklares ut fra økt oppmerksomhet
rundt sykdommen, men det
forklarer ikke alt

Grafer fra: Randolph, S.E. 2001. The shifting landscape of tick-borne zoonoses: tick-borne encephalitis and Lyme borreliosis in Europe. Phil. Trans. R. Soc. Lond. B. 356, 1045-1056.



Norsk borreliastatistikk

Det har ikke vært vesentlige endringer i diagnostikken mellom 1995 og 2009, og oppmerksomheten har hele tiden vært stor i flåttutsatte områder



Alt henger sammen: *Borrelia* i det østlige USA

Jones CG, Ostfeld RS, Richard MP, Schaubert EM, Wolff JO: Chain Reactions Linking Acorns to Gypsy Moth Outbreaks and Lyme Disease Risk. SCIENCE 1998;279: 1023-1028.

Bilder fra Wikipedia:

- Eikenøtter dannes i store mengder hvert 2-5 år
- Eikenøtter tiltrekker hjort -> Mer flått i eikeskogen
- Mer eikenøtter -> Mer mus neste sommer -> Mer flått med *Borrelia* -> Økt risiko for Lyme borreliose to år etter et nøtteår
- Skadeinsektet løvskognonne, *Lymantria dispar* (L. 1758) spiser eikeblader og gjør at det blir mindre eikenøtter
- Musene spiser insektpuppene -> Mindre Løvskognonner -> Mer eikenøtter
- Få nøtter -> Få mus -> Flere løvskognonner
- Sykdommer på løvskognonnene (parasitoider og sopp) regulerer deres bestand



Antallet borreliatilfeller bestemmes av helt andre ting enn vær og klima

Skogflåttencefalitt, TBE

TBE har spredd seg til
høyere områder i
Alpene

Grafer fra: Randolph, S.E.
2001. The shifting
landscape of tick-borne
zoonoses: tick-borne
encephalitis and Lyme
borreliosis in Europe. Phil.
Trans. R. Soc. Lond. B.
356, 1045-1056.

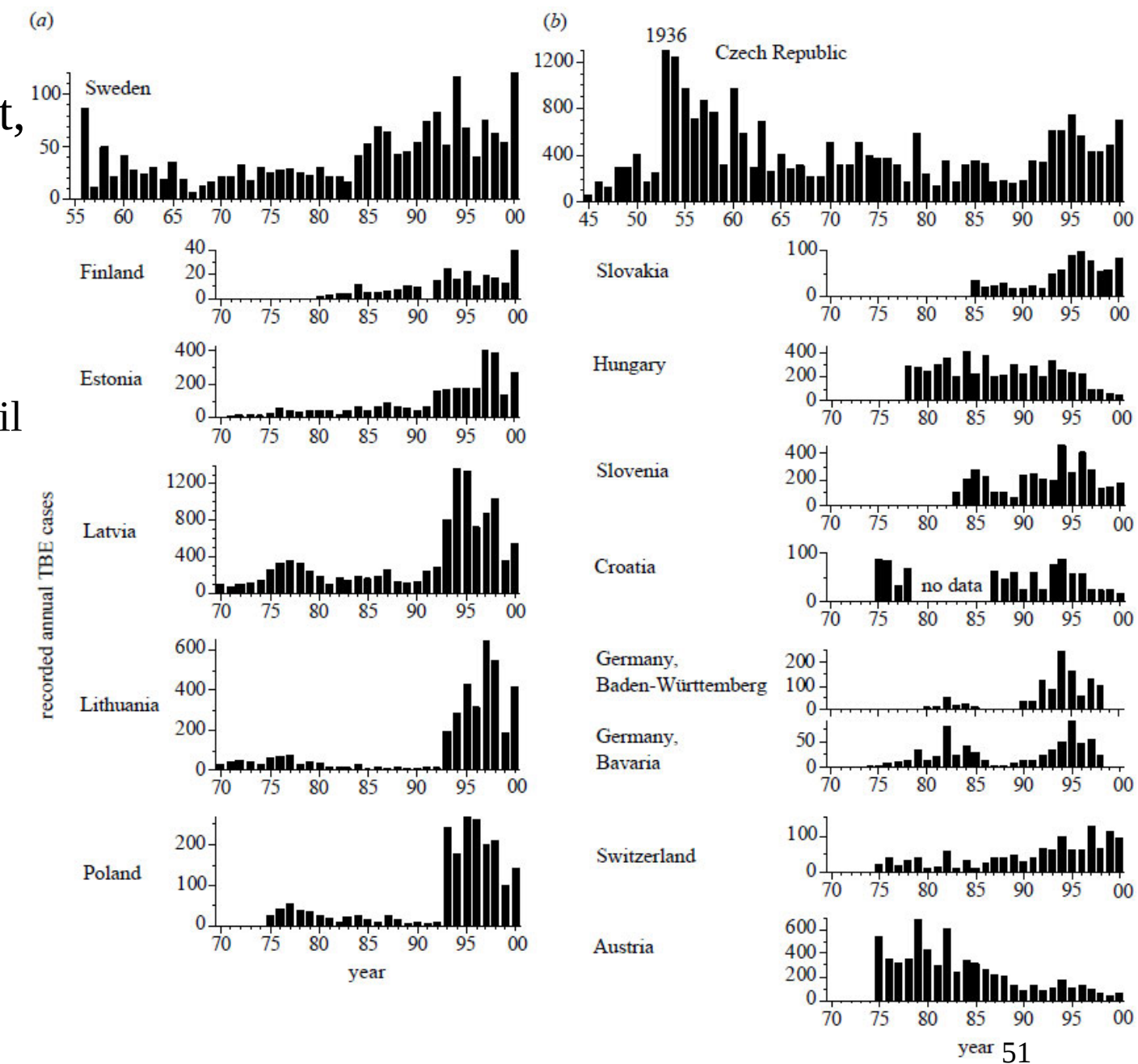
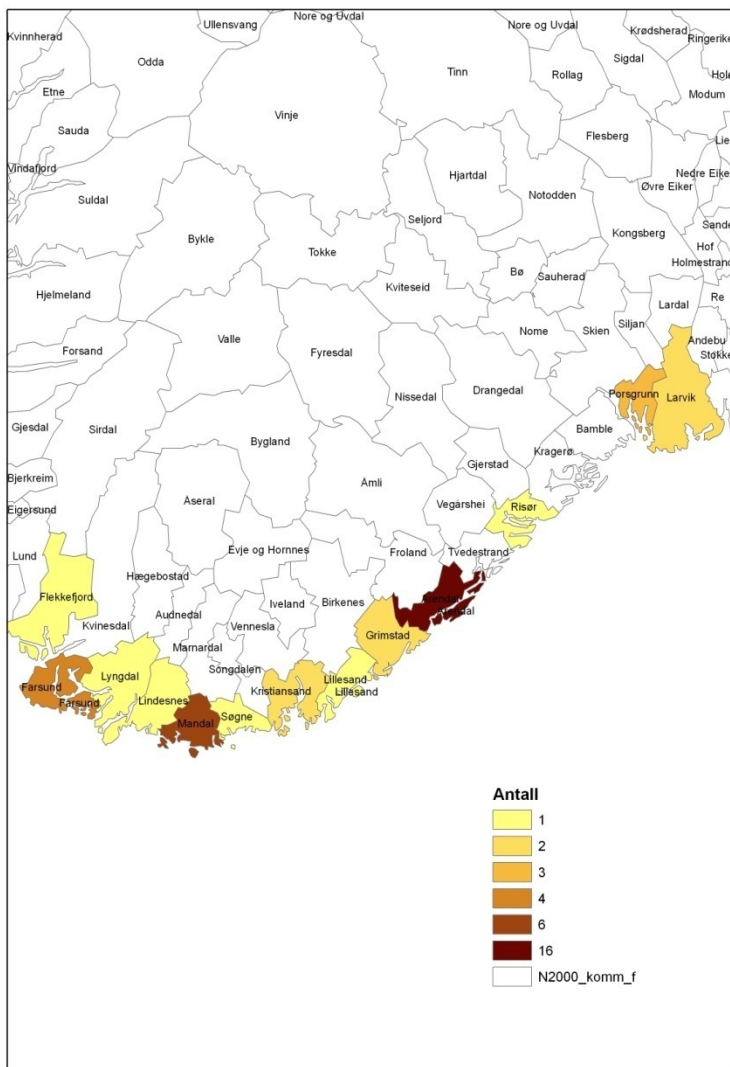
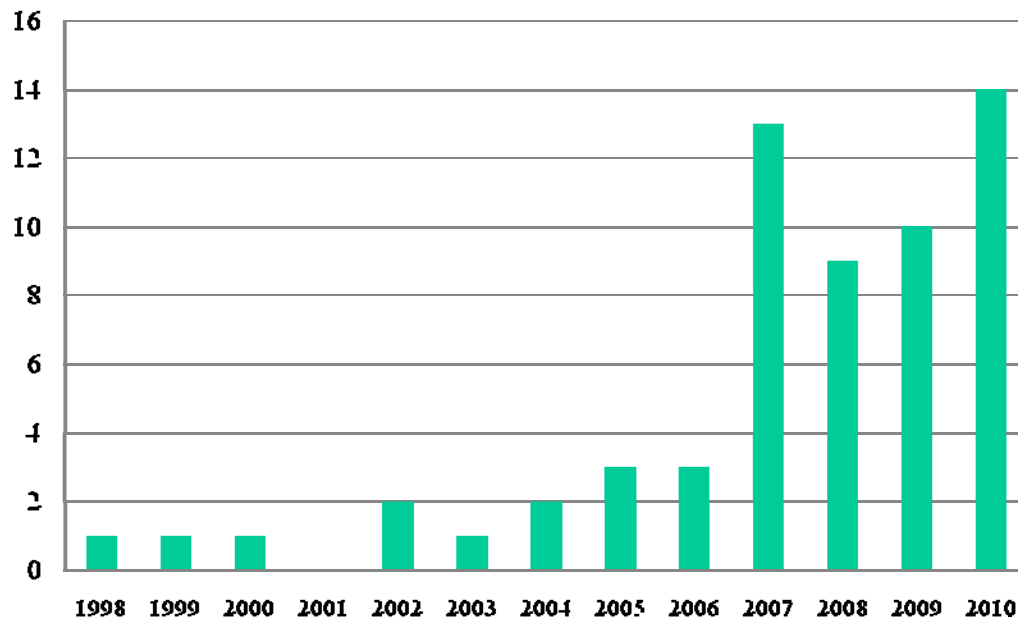


Figure 1. The recorded annual number of cases of tick-borne encephalitis in: (a) Scandinavia and the Baltic states; and (b) Central Europe (International Scientific Workgroup on Tick-Borne Encephalitis 2000a; Holmgren & Forsgren 1990).

En sykdom på fremmarsj i Norge

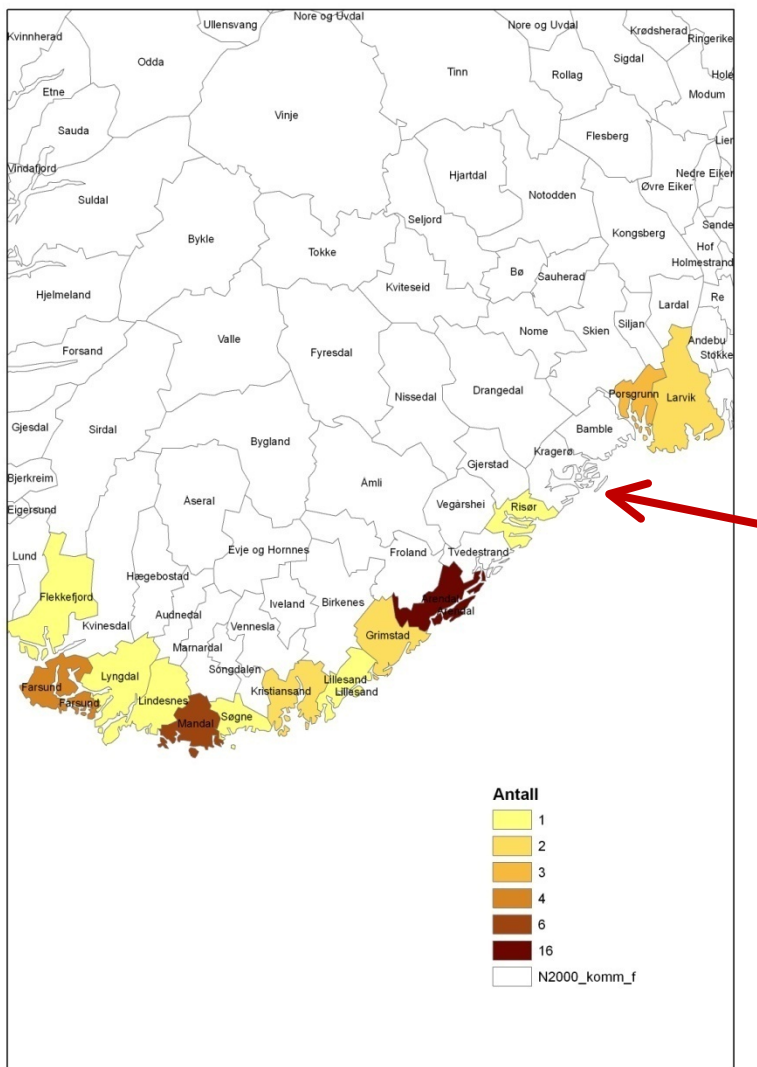


Tilfeller av innenlands* smittet skogflåttencefalitt i Norge
Kilde: Statens Folkehelseinstitutt



*Av disse er muligens 1-2 per år fra 2004 smittet i utlandet

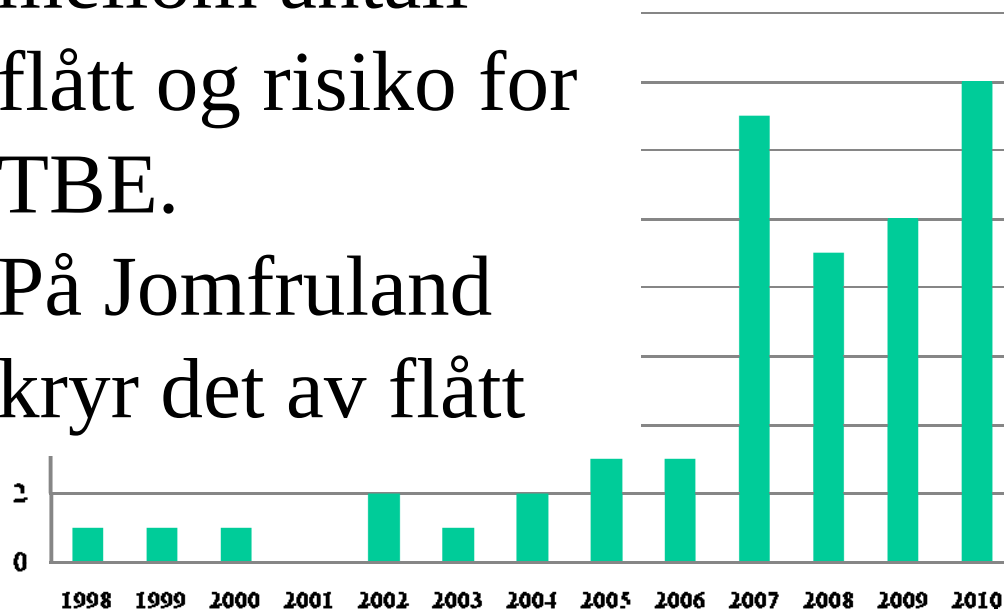
En sykdom på fremmarsj i Norge



Det er ingen entydig sammenheng mellom antall flått og risiko for TBE.

På Jomfruland kryr det av flått

tencefalitt i Norge
titutt



*Av disse er muligens 1-2 per år fra 2004 smittet i utlandet

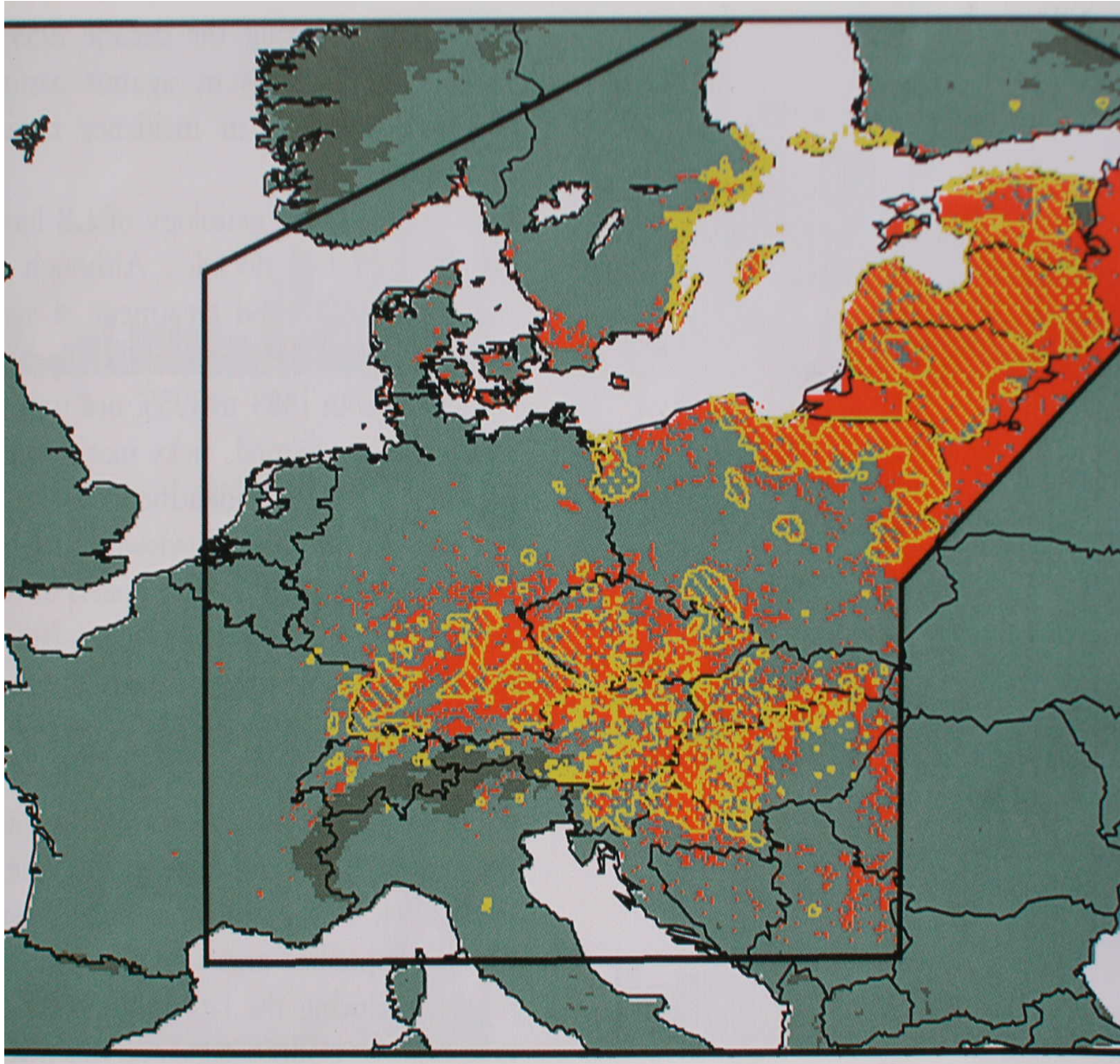
Et skjørt samspill

- Virveldyr har TBE-virus i blodet bare en kort stund, og kan derfor ikke være reservoar for viruset
- Viruset går bare i liten grad over fra flåttmoren til eggene
- I praksis må hver generasjon av larver smittes gjennom «samspising» (co-feeding) med andre flått som suger blod på skogmus eller klatremus
- Voksne flått går ikke på mus

Følgelig:

- Larvene må smittes ved å suge blod av mus sammen med nymfer som er smittet
- Om det ikke er en sesongsynkronisering av når mange larver og mange nymfer spiser vil viruset dø ut
- Når temperaturen faller hurtig på høsten vil både larver og nymfer gå i dvale, og våkne samtidig når det blir varmt nok

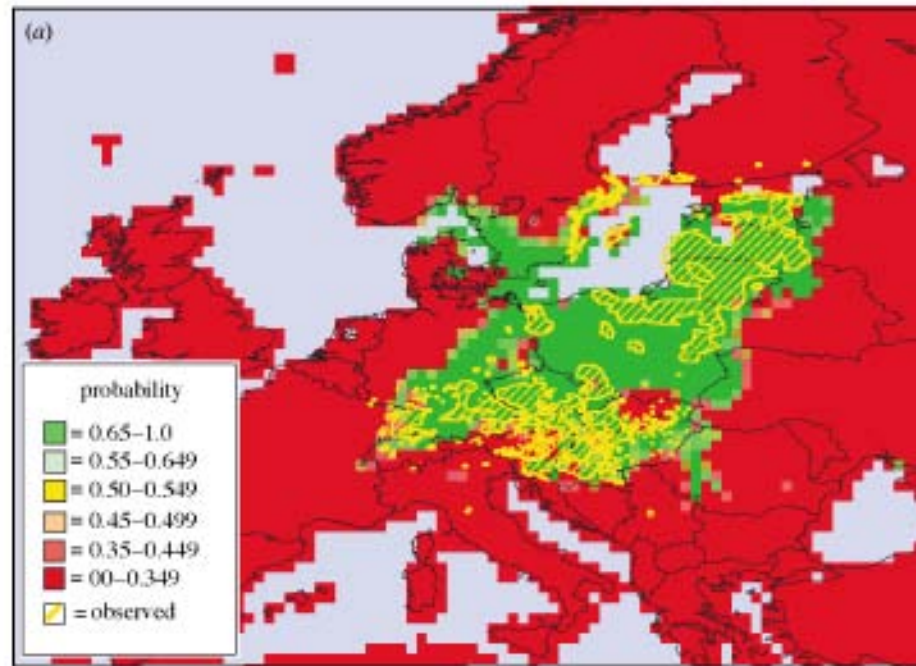
Predikert (rødt) og observert (gult) utbredelse av TBE



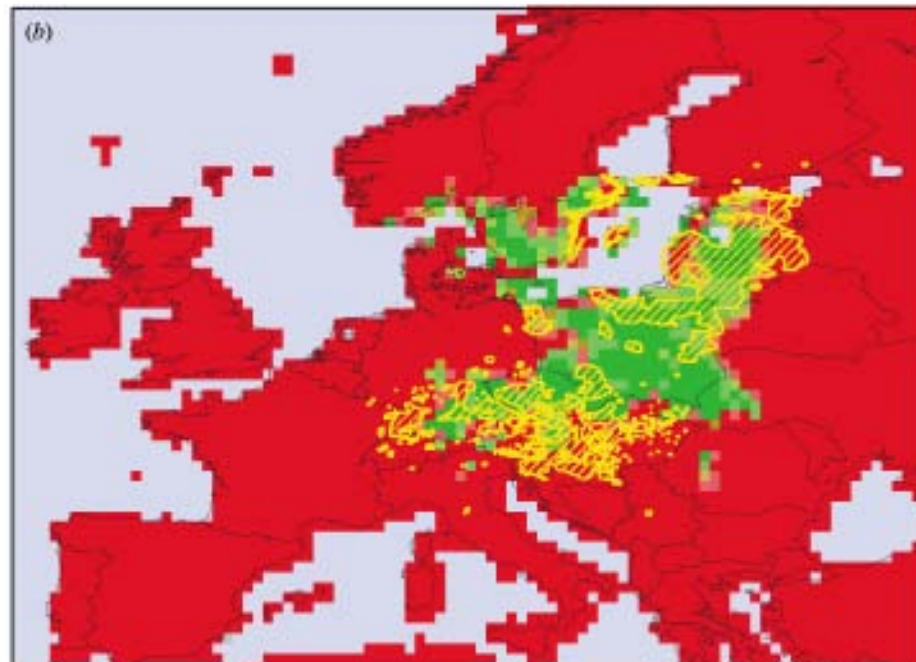
Randolph, S.E. 2001. The shifting landscape of tick-borne zoonoses: tick-borne encephalitis and Lyme borreliosis in Europe. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.* 356, 1045-1056.

TBE

1960-1990



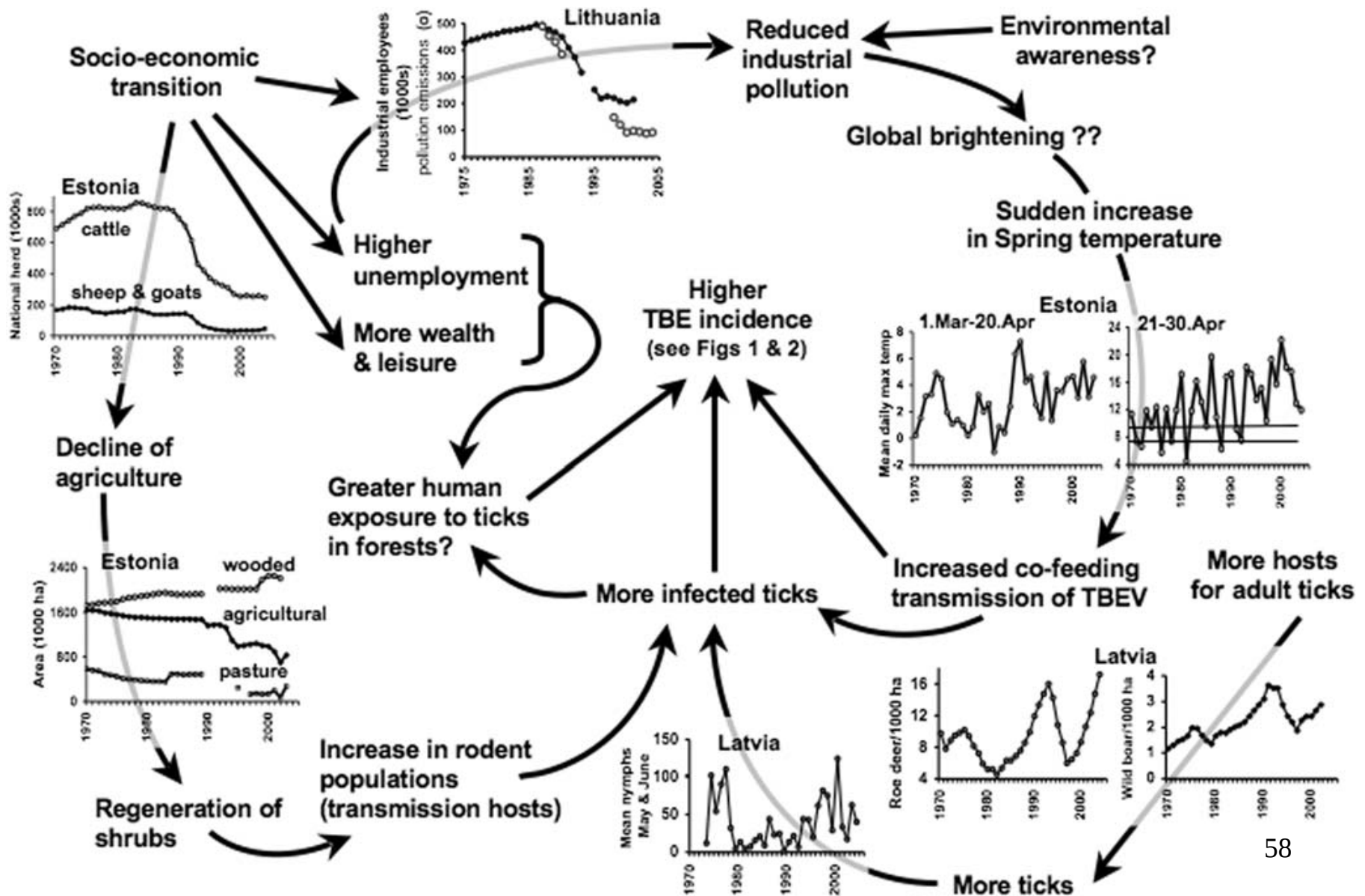
2020



Randolph, S.E. 2001. The shifting landscape of tick-borne zoonoses: tick-borne encephalitis and Lyme borreliosis in Europe. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.* 356, 1045-1056.

Endringer ved Sovjetunionens fall

Sumilo D, Asokliene L, Bormane A, Vasilenko V, Golovljova I, et al. (2007) Climate Change Cannot Explain the Upsurge of Tick-Borne Encephalitis in the Baltics



Følger av global oppvarming, innenfor det eksisterende utbredelsesområdet av *Ixodes ricinus*:

- Kanskje vil TBE forsvinne på steder der sykdommen finnes nå
- Lengre sesong: Flåttbitt fra januar til desember?
- Mindre flåttbitt midt på sommeren
- Økt temperatur gir ikke nødvendigvis mer flått

Kan klimaendringer føre til at nye
flåttarter og dermed nye flåttbårne
sykdommer etableres i Norge?

Some Ixodid ticks of known medical importance (Peters, 1992; Hillyard, 1996; Estrada-Peña and Jongean, 1999; Walker et al., 2000 and 2003; Jongean and Uilenberg, 2004; Olsén 1995; Turell, 2007; Hubàlek 2009)			
Genus/species	Main hosts	Distribution	Asociated diseases or pathogens
Ixodes apronophorus	voles (Microtus spp.)	Russia	Omsk hemorrhagic fever (OHF)
I. cookei	marmots (Marmota spp.)	Canada	Powassan encephalitis
I. granulatus	rodents, leporids	Asia	Rickettsia conorii
I. hexagonus	hedgehog	Europe	B. burgdorferi s.l., R. conorii
I. holocyclus	marsupials, rodents	Australia	R. australis, tick paralysis
I. lividus	sand martin (Riparia riparia)	Europe, Russia	FE-TBE
I. marxi	Red Squirrel (Tamiasciurus hudsonicus)	USA, Canada	Powassan encephalitis
I. ovatus	rodents, leporids	East Asia	Rickettsia japonica, Francisella tularensis
I. pacificus	rodents, deer, birds	Western USA	B. burgdorferi s.s.
I. persulcatus	rodents, larger mammals, birds	Russia and Japan	FE-TBE, S-TBE, OHF, B. burgdorferi s.l.
I. ricinus	all land-living vertebrates	Europe to western Russia	W-TBE, LI, R. conorii, B. burgdorferi s.l., F. tularensis, Babesia divergens, Babesia microti, Anaplasma phagocytophilum
I. scapularis	rodents, deer, birds	Eastern USA, Canada	B. burgdorferi s.s., B. microti, A. phagocytophilum
I. spinipalpis I. uriae	deer mice (Peromyscus spp.) seabirds	USA, Canada worldwide	Powassan encephalitis B. burgdorferi s.l.,
Haemaphysalis concinna	rodents	Europe to Japan	FE-TBE, R. sibirica
H. flava	rodents, leporids	Japan	F. tularensis, R. japonica
H. japonica douglasi	rodents, birds	Russia, China, Korea	FE-TBE, R. sibirica
H. leachi	dog, livestock, birds	Africa	R. conorii, Coxiella burnetii
H. leporipalustris	leporids, rodents	USA, Canada	Colorado tick fever (CTF)
H. neumanni	rodents, birds	Russia, China, Korea	FE-TBE
H. punctata	rodents	Europe, NW Africa, SW Asia	R sibirica, Bhanja virus
H. spinigera	rodents, monkey, man, cattle	South India, Sri Lanka	Kyasanur Forest disease (KFD)
Hyalomma aegyptium	tortoises	Africa, Middle East	R. conorii
H. anatolicum	birds, small mammals	Europe, Asia, Africa	CCHF
H. asiaticum	jirds (Meriones spp.)	Russia	R. sibirica, C. Burnetii
H. detritum	large domestic animals	North Africa	CCHF, C. burnetii
H. dromedarii	camel, man	Africa	CCHF, C. burnetii
H. marginatum	birds, cattle, goats	Russia, Asia, Africa	CCHF, C. burnetii, R. sibirica, Bhanja virus
H. rufipes	birds, cattle, goats	South Europe, Africa	CCHF
H. truncatum	large wild and domestic herbivores	Africa	CCHF, R. conorii

Fortsettelse:

Some Ixodid ticks of known medical importance

(Peters, 1992; Hillyard, 1996; Estrada-Peña and Jongean, 1999; Walker et al., 2000 and 2003; Jongean and Uilenberg, 2004; Olsén 1995; Turell, 2007)

Amblyomma americanum	mammals , birds	SW USA	Ehrlichia chaffensis, R. rickettsii, F. tularensis
A. cajennense	birds, mammals, man	Mexico, Colombia, Brasil	R. rickettsii
A. hebraeum	larger mammals, large birds	S Africa	R. conorii, R. africae
A. variegatum	larger mammals	Equatorial Africa	CCHF, R. conorii, R. africae
Dermacentor andersoni	leporids, rodents	W USA, Canada	CTF, Powassan encephalitis, R. rickettsii, F. tularensis, tick paralysis
D. albipictus	moose, horse, man	USA, Canada	R. rickettsii
D. marginatus	rodents, birds, larger mammals	Europe, Russia	OHF, TBE, C. burnetii, R. Conorii, R. sibirica, R. slovaca, F. tularensis, Bhanja virus
D. nuttalli	larger mammals	Russia	R. sibirica
D. occidentalis	dog, leporids, rodents	USA	CTF, R. rickettsii
D. parumapertus	leporids, rodents	USA	CTF, R. rickettsii, F. tularensis
D. reticulatus	rodents, birds, dog	Europe, Russia	Babesia canis, OHF, TBE, R. Conorii, R. sibirica, F. tularensis
D. silvarum	rodents, birds, larger mammals	Europe, Russia, Asia	FE-TBE, R. sibirica
D. variabilis	dog, leporids, rodents	USA	R. rickettsii, F. tularensis, tick paralysis
Rhipicephalus appendiculatus	larger mammals	Africa	CCHF, R. conorii
R. evertsii	larger mammals	Africa	CCHF, R. conorii
R. rossicus	cattle	Central Asia	CCHF
R. sanguineus	dog	pan-tropical and -subtropical	R. rickettsii, R. sibirica, R. conorii
R. simus	larger mammals	Africa	R. conorii

Potensielle flått-invasjonsarter til Norge? 1

Dermacentor reticulatus

- Kan overføre *Babesia canis*, OHF, TBE, *R. conorii*, *R. sibirica*, *Coxiella burnetii*, *F. tularensis*
 - Sprer seg nordover, i Nord-Tyskland og Holland
 - Funnet på løvsanger på Akerøya
 - *B. canis* funnet på hund i Oslo
 - Må gjennom alle tre stadier i løpet av en sesong, den trenger derfor varme, solrike somre. Nordgrensen vil derfor forskyves nordover om klimaet blir varmere



<http://www.dartmoorcam.co.uk/>

Potensielle flått-invasjonsarter til Norge? 2

Ripicephalus sanguineus

- Kan overføre *Rickettsia rickettsii*, *R. sibirica*, *R. conorii*, *Ehrlichia canis*, *Babesia canis vogeli*
 - Finnes i alle verdensdeler fra 35°S til 50°N
 - Bor i kenneler, og kan derfor potensielt etablere seg midlertidig i tempererte strøk, også sannsynligvis i Norge om den fraktes hit med hund
 - Permanent etablert i Middelhavslandene
 - Kan neppe klare seg "utendørs" i Norge



www.wikipedia.org

Potensielle flått-invasjonsarter til Norge? 3

Hyalomma marginatum og *H. rufipes*

- Kan overføre den farlige sykdommen Krim-Kongo hemorrahagisk feber
 - Larver og nymfer er vanlige på fugler, også noen eksemplarer på trekkfugler i Norden. Sitter på den samme fuglen gjennom begge stadier, og er da ikke påvirket av klimaet
 - Den fullspiste nymfen må ha minst 300 døgngrader over 14-16°C for å kunne modnes til voksen. I Norge er døgnmiddeltemperaturen sjelden over 15°C



www.wikipedia.no

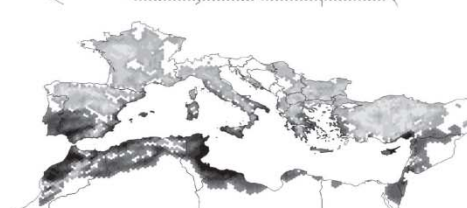
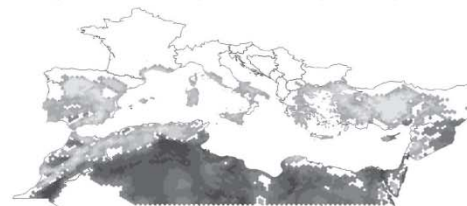
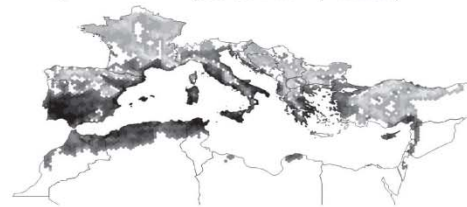
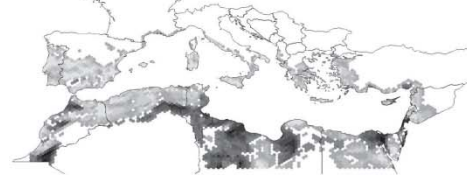
Økt temperatur og nedbør kan virke begge veier

Lys grå betyr at det passer bedre for flåttene om temp. eller nedbør øker.

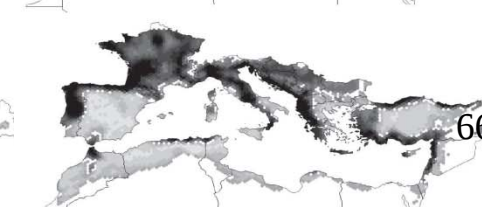
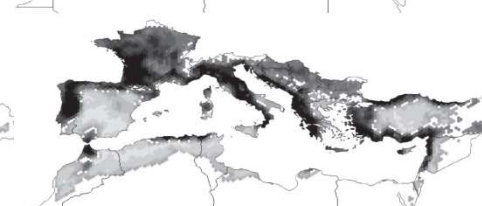
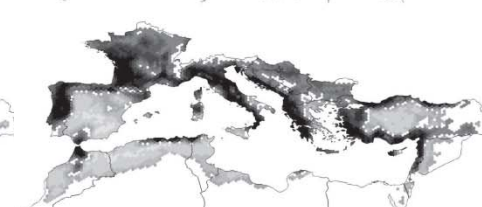
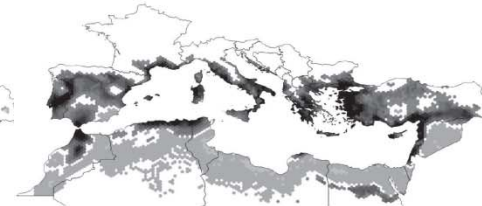
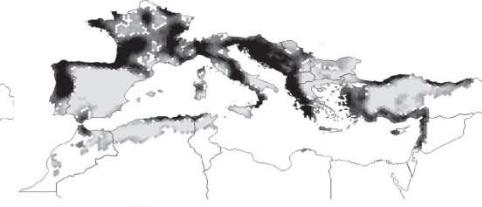
Mørk grå betyr at det blir bedre for flåttene om temp. eller nedbør minker

Estrada-Peña A, Venzal JM: Climate Niches of Tick Species in the Mediterranean Region: Modeling of Occurrence Data, Distributional Constraints, and Impact of Climate Change. *Journal of Medical Entomology* 44(6):1130-1138. 2007

Temperatur:



Nedbør:



Boophilus annulatus



Dermacentor reticulatus

Hyalomma excavatum



H. Marginatum
og *H. rufipes*

Ripicephalus bursa

66 *Ripicephalus turanicus*

Konklusjoner

- Varmere klima vil føre til at flåttenes nordgrense forskyves nordover og høydegrensen oppover
- *Ixodes ricinus* vil sannsynligvis spre seg til nye områder i Norge, og ha med seg de flåttbårne patogenene
- *Boophilus*-, *Dermacentor*-, *Hyalomma*-, og *Rhipicephalus*-artene vil forskyve seg nordover i Europa, og ha med seg en lang rekke flåttbårne patogener
- Det er ingen umiddelbar fare for at nye flåttarter skal invadere Norge, unntatt muligens *Dermacentor reticulatus*
- Så langt har det ikke vært endringer i flåttbårne sykdommers epidemiologi i Norge som sikkert kan tilskrives klimaendringer

Hva kan man selv gjøre for å redusere CO₂-utslippene?



venstre

