

## 2. Skovens sundhedstilstand



## 2.0 Indledning

### *Naturgivne og menneskeskabte påvirkninger*

De danske skoves sundhedstilstand påvirkes af en række naturgivne såvel som menneskeskabte faktorer. Til de naturgivne faktorer henregnes klimatiske forhold som nedbør, storme og saltnedslag samt biologiske forhold som fx insekters og svampes virkninger på skoven. Til de menneskeskabte faktorer henregnes tilførsel af luftbårne stoffer fra landbrug, industri, trafik- og energiproduktion såvel som skovbehandling.

### *Data om blad- og nåletab*

Sundhedstilstanden i de danske skove beskrevet ved træernes blad- og nåletab, er blevet overvåget systematisk siden 1989. *Skov & Landskab* (FSL) gennemfører således hvert år bedømmelser af nåle- og bladtab fra træerne. *Skov & Landskab* (FSL) overvåger endvidere effekter af naturgivne og menneskeskabte faktorer, deriblandt luftforurening på udvalgte bevoksninger i Danmark. Disse mere intensive undersøgelser sigter mod en beskrivelse af skovens tilstand og udvikling samt en bedre forståelse for ændringer i skovens sundhedstilstand. I undersøgelserne indsamles bl.a. oplysninger om mængden af tilførte næringsstoffer og luftbårne forurenende stoffer til de danske skove ved analyse af den del af nedbøren, der drypper ned fra trækronerne i skovene (gennemdryp).

Oplysninger om andre typer skader på skove overvåges ikke systematisk; men tilgængelige informationer offentliggøres løbende i fagtidsskrifter som fx *Skoven*.

### *Skovjordsprofiler*

*Skov & Landskab* (FSL) og Danmarks Jordbrugsforskning har gennemført undersøgelser af danske skovjorder på 400 skovjordsprofiler. Data-materialet giver en dækkende beskrivelse af variationen i jordbundens næringsstofftilstand, som fx ændringer i puljer af plantetilgængelige næringsstoffer og i jordens surhedsgrad (pH), i indholdet af kulstof og kvælstof samt i jordens evne til at binde næringsstoffer og modstå en forsurening af jordbunden. De nævnte indikatorer er beregnet for alle skovjordsprofiler, hvor der findes egnede og sammenlignelige data.

### *Udvikling i skovens sundhedstilstand*

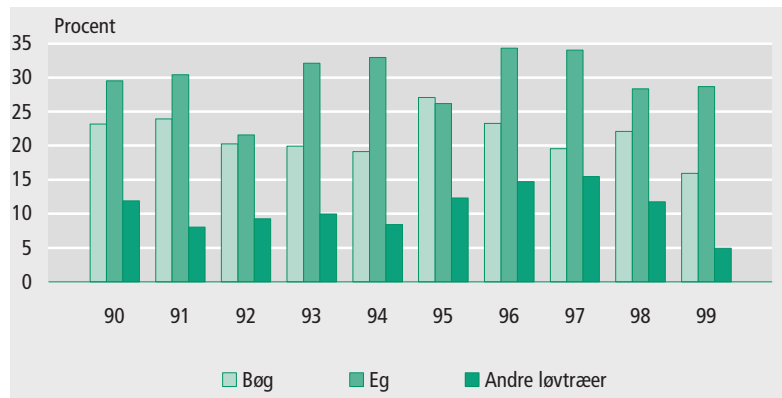
Resultaterne af de ovennævnte påvirkninger er mangesidede, og er samtidig af afgørende betydning for skovens sundhed, skovbrugets produktion og økonomi samt for kvaliteten af friluftslivet i skovene.

Dette afsnit belyser udvalgte indikatorer vedrørende skovsundhed.

## 2.1 Ændringer i nåle/bladtab

Bedømmelser af træernes tab af nåle og blade er siden 1989 blevet anvendt som indikator for træernes sundhed. Træer med et bladtab på mere end 25 pct. betragtes som skadede. Et bladtab på 100 pct. betyder, at træet er dødt, og 0 pct. svarer til at træet er sundt, og har en krone, der er fuldt beløvet.

Figur 2.1 Gennemsnitlige bladtab i Danmark



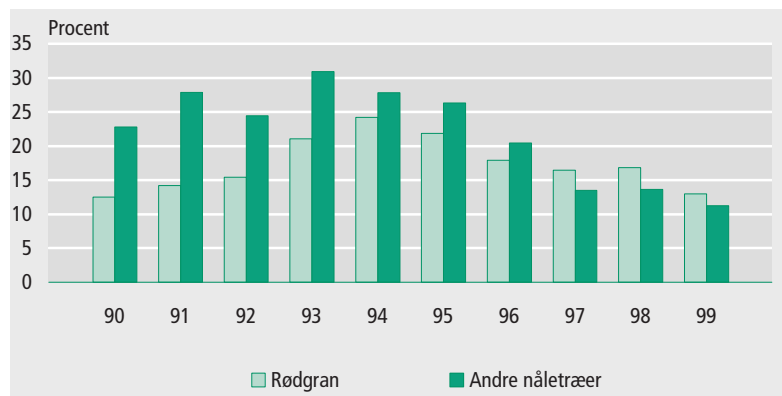
*Fald i bladtabet i slutningen af 1990'erne*

Figur 2.1 viser det gennemsnitlige bladtab for bøg, eg og andre løvtræer i perioden 1990-1999. Som det ses af figuren, er bladtabet størst for eg og mindst for kategorien *andre løvtræer*. I hele perioden, bortset for bøg i 1995, er bladtabet for bøg og andre løvtræer under 25 pct., hvilket betyder at disse træarter ikke anses for skadede. År med høje bladtab i bøg kan i de fleste tilfælde sammenkædes med sommertørke (fx 1995), sommerstorme samt kraftig oldensætning. Samlet set har der været en positiv udvikling i de danske løvskoves sundhedstilstand i slutningen af 1990'erne.

*Høje bladtab i eg skyldes bl.a. angreb af insekter*

For egs vedkommende er der kun én observation i perioden (1992), hvor bladtabet er under 25 pct. År med særligt høje bladtab i eg skyldes ofte angreb af bladgnavende insekter (1996 og 1997), hvorimod mangelfuldt udspring er årsagen til den dårlige beløvning i egene i årene 1993 og 1994. Årsagen til det mangelfulde udspring skyldes muligvis klimatiske forhold.

Figur 2.2 Gennemsnitlige nåletab i Danmark



*Markant fald i nåletab siden midten af 1990'erne*

Figur 2.2 viser det gennemsnitlige nåletab i perioden 1990-1999. Rødgran og andre nåletræer har stigende nåletab i perioden 1990-1994, hvorefter der kan registreres et markant fald for begge grupper.

*Havsalt  
forårsager nåletab*

I størstedelen af perioden har nåletabet i rødgran været af så lille omfang, at træerne ikke har været alvorligt skadede (under 25 pct. nåletab, hvilket ligger indenfor den naturlige variation). Nåletabet i begyndelsen af 1990'erne skyldtes kraftigt nåletab øverst i rødgranerne, hvilket medførte et hul i kronen et stykke under toppen. Fænomenet "røde rødgraner" gjorde sig ligeledes gældende i disse år. Det forøgede nåletab kan sættes i forbindelse med forøget tilførsel af havsalt i forbindelse med perioder med stærk vestenvind i den samme periode. For andre nåletræer har der været enkelte år med alvorligt nåletab.

## 2.2 Orkanen den 3. december 1999

Orkaner og storme medfører ofte omfattende stormfald og skader på de danske skove. I perioden 1990-1999 forårsagede orkanen den 3. december 1999 et omfattende stormfald. Orkanen i december 1999 var den stærkeste storm i Danmark i de seneste hundrede år. Orkanen, der især ramte Sønderjylland, Fyn og den sydlige del af Sjælland, medførte omfattende skader i disse områder.

Oversigtstabel 2.1

### Opgørelse af stormfaldet den 3. december 1999

	Hele landet	Sydlige Jylland	Øvrige Jylland	Fyn	Sydlige Sjælland	Øvrige Sjælland og øer
	1 000 m <sup>3</sup>					
<b>Samlet stormfald i alt</b>	<b>3 618</b>	<b>2 339</b>	<b>293</b>	<b>409</b>	<b>439</b>	<b>139</b>
<b>Nåletræ i alt</b>	<b>3 285</b>	<b>2 217</b>	<b>290</b>	<b>329</b>	<b>340</b>	<b>109</b>
<b>Løvtræ i alt</b>	<b>333</b>	<b>122</b>	<b>3</b>	<b>81</b>	<b>98</b>	<b>30</b>
<b>Private</b>						
Nåletræ	1 325	627	153	217	317	11
Løvtræ	213	63	2	50	94	5
<b>Hedeselskabet</b>						
Nåletræ	990	777	90	100	23	0
Løvtræ	45	10	1	30	4	0
<b>Skov- og Naturstyrelsen</b>						
Nåletræ	970	813	47	12	1	98
Løvtræ	75	49	0	1	1	25

Som det ses i oversigtstabel 2.1, udgjorde det samlede stormfald 3,6 mio. m<sup>3</sup>. Nåletræernes andel af stormfaldet var 3,3 mio. m<sup>3</sup>, hvilket svarer til 91 pct. af det samlede stormfald.

*Størst stormfald i det sydlige Jylland*

Stormfaldet var med 2,3 mio. m<sup>3</sup> størst i det sydlige Jylland, og denne del af landet tegnede sig for 65 pct. af det samlede stormfald. Stormfaldet på Fyn og i det sydlige Sjælland tegnede sig for henholdsvis 11 pct. og 12 pct. af det samlede stormfald.

95 pct. af det samlede stormfald i det sydlige Jylland var nåletræer, hvorimod stormfaldet af nåletræer udgjorde 80 pct. på Fyn såvel som i det sydlige Sjælland.

Årsagen til det store stormfald i det sydlige Jylland skyldtes, at vindstødene var kraftigst der, samt at nåletræer er dominerende i store områder i denne del af landet, særligt i den vestligste del af området. Det stormfældede nåletræ stod typisk i bevoksninger, hvor træernes højde var over 10 m.

På landsplan svarede det samlede stormfald i nåletræ til 2,3 årshugster og stormfaldet i løvtræ til 0,8 årshugster. I det sydlige Jylland svarede stormfaldet for nål og for løvtræer til årshugster på henholdsvis 3,5 og 1,1. På Fyn og det sydlige Sjælland, henholdsvis 2,1 og 2,0 for nåletræer samt 0,8 og 1,0 for løvtræer.

*4 pct. af arealet blev beskadiget*

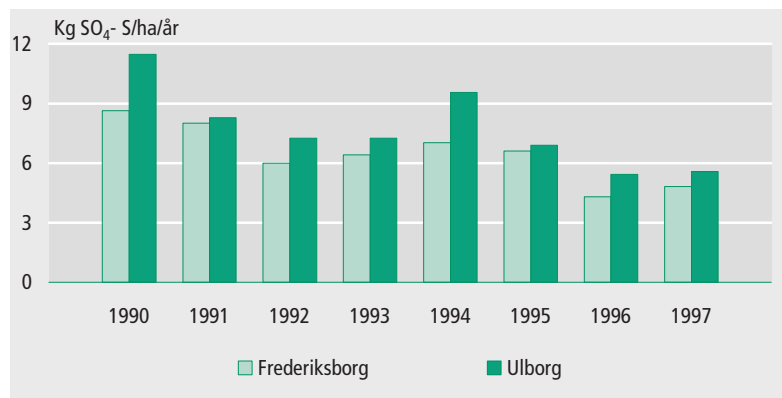
Orkanen i 1999 væltede eller beskadigede træerne på omkring 20.000 ha, svarende til ca. 4 pct. af det bevoksede skovareal i Danmark.

### 2.3 Luftforureningens betydning for skovene

Luftforurening fra kraftværkerne, trafikken og landbruget medfører sur regn og overgødskning. Selv om udviklingen er gået i den rigtige retning siden 1980'erne, er luftforureningen stadig årsag til skader på skove i Danmark, og på europæisk plan menes hvert fjerde træ i skovene svækket på grund af luftforurening.

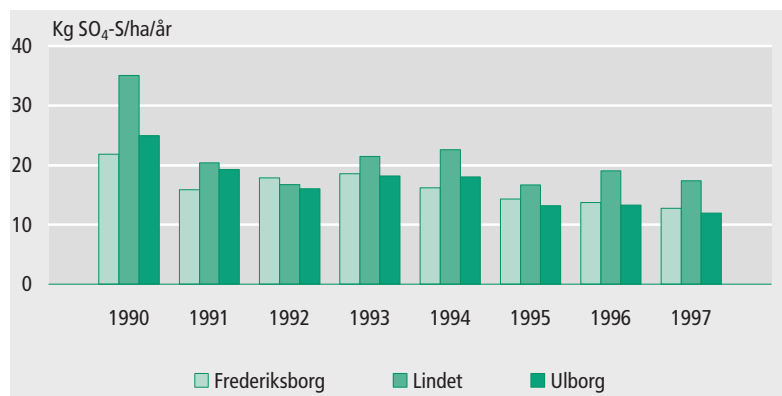
Udslip af svovl- og kvælstofforbindelser omdannes til syrer i atmosfæren, der falder ned med regnen eller afsættes direkte fra luften. Når syren trænger ned i jordbunden, udvasker syren kalk og næringsstoffer, som er nødvendige for træers vækst. Samtidig frigiver jorden aluminiumforbindelser, som er giftige for træers og nogle planters rødder. Nedfald af kvælstofforbindelser fører både til forsuring og til en overgødskning af skove, søer, heder og moser. Det skyldes, at kvælstof i modsætning til svovl er et næringsstof. Hvor meget den enkelte skovbevoksning påvirkes af luftforurening afhænger bl.a. af jordbundstypen og af træarten.

Figur 2.3 Svovl i nedbør på Frederiksborg og Ulborg Statsskovdistrikter



**Svovl generelt** Svovl forekommer i forskellige former i luften og nedbøren (fx sulfat - SO<sub>4</sub> og svovldioxid - SO<sub>2</sub>). Svovl påvirker træer både som gasart, som nedfaldende partikler og som en del af nedbøren. Af figur 2.3 fremgår det, at indholdet af svovl i nedbøren er halveret fra ca. 10 til 5 kg/ha/år (i form af sulfat) siden 1990. Øvrige danske målinger af svovl i luften og i nedbøren bekræfter det faldende udslip af svovl. Siden 1975 er udslippet af svovl for hele Europa faldet med 35-40 pct. til ca. 28 millioner tons/år i år 2000 (i form af svovldioxid).

Figur 2.4 Svovl i gennemdrøp i rødgran på tre statsskovdistrikter

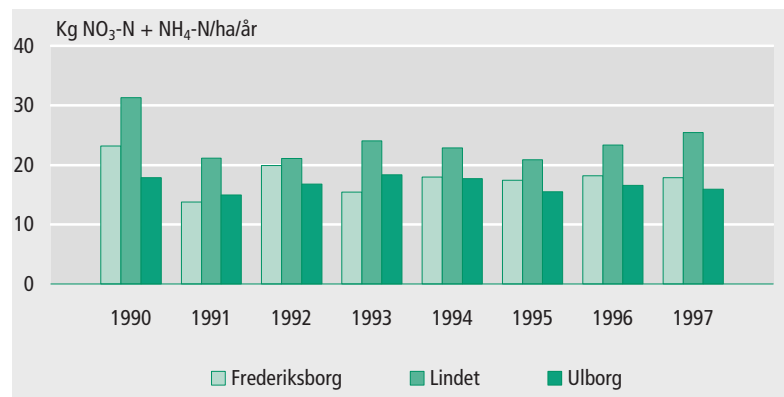


**Svovl i skovene** Denne udvikling kan også følges i skovene, som det fremgår af figur 2.4. Indholdet af svovl i den del af nedbøren, der falder igennem træernes kroner (gennemdrøppet), er faldet siden 1990 fra 25-30 kg/ha/år til 12-18 kg/ha/år (i form af sulfat). Koncentrationen af sulfat-svovl i gennemdrøppet er højere end i nedbøren (se figur 2.3). Dette skyldes, at det svovl, der afsættes fra luften på træerne vaskes ned fra trækroenerne, når det regner.

**Kvælstof generelt** Udslip af kvælstof til atmosfæren udgøres af ammoniak (NH<sub>3</sub>) fra landbruget og kvælstofoxider (NO<sub>x</sub>) fra transport og energiproduktion. Kvælstof forekommer i forskellige former, som alle kan påvirke træernes

sundhed og vækst - fx gasformerne ammoniak -  $\text{NH}_3$  og salpetersyre -  $\text{HNO}_3$ , partikler af ammonium  $\text{NH}_4$  og nitrat  $\text{NO}_3$ , og væskeformerne ammonium  $\text{NH}_4$  og nitrat  $\text{NO}_3$ . Fra 1990 kan man registrere en svag reduktion i udslippet af kvælstof til atmosfæren. Det årlige danske udslip af kvælstof til atmosfæren er på omkring 100.000 tons i form af ammoniak og 250.000 tons i form af kvælstofoxid. Hovedparten (98 pct.) af ammoniakudslippet stammer fra husdyrgødning. Koncentrationen af ammoniak i skovene afhænger af årstid og af antallet af husdyr i nærheden. Der er derfor højere ammoniakkoncentrationer i Jylland, hvor der er flere husdyr end på fx Sjælland. Ligeledes er der højere koncentrationer om foråret.

Figur 2.5 **Kvælstof i gennemdryp i rødgran på tre statsskovdistrikter**



#### *Kvælstof i skovene*

I Figur 2.5 vises mængder af kvælstof (nitrat og ammonium) i den del af nedbøren, der kommer igennem træernes kroner (gennemdryppet). Målingerne viser ingen tydelig tendens i udviklingen af mængden af kvælstof i gennemdryppet, men derimod nogen variation fra år til år. Den gennemsnitlige tilførsel af kvælstof til skovene er ca. 20 kg N/ha/år. Generelt er tilførslen af kvælstof størst i Sønderjylland (Lindet), hvor husdyrproduktionen er større.

#### *Den kritiske tålegrænse og overgødsning*

Den belastning forskellige skovjorder tåler gennem længere tid uden at tage skade pga. forsuring eller overgødsning, kaldes for tålegrænsen. Den kritiske tålegrænse for tilførsel af kvælstof til skove er på 10-25 kg pr. ha årligt. Den gennemsnitlige tilførsel af kvælstof fra luften overskrider mange steder i Midtjylland og Sønderjylland den kritiske tålegrænse i skovene. Når grænsen overskrides, bliver der for meget kvælstof i skovjorden i forhold til andre næringsstoffer, idet overskud af nitrat udvaskes sammen med andre vigtige næringsstoffer. Herved forringes træernes vækst og at de oprindelige plantesamfund ændres.

#### *Skovjordernes variation*

Der er på landsbasis en stor variation i skovjordernes næringsstofpuljer og surhedsgrad, som blandt andet skyldes forskelle i jordens udgangsmateriale og i den praktiserede skovdyrkning, særligt træartsvalget. Mængden af næringsstoffer i jorden udtrykkes ved værdien af CEC (kationbytningsskapacitet), hvor en høj værdi indikerer mange næringsstoffer. Jordens surhedsgrad udtrykkes ved pH-værdierne, hvor meget lave værdier mindsker mængden af tilgængelige næringsstoffer. Når en

jordbund har meget kulstof i forhold til kvælstof (udtrykt ved høje værdier af C/N forholdet), mindsker det ligeledes mængden af tilgængelige næringsstoffer. Forholdet mellem kulstof og kvælstof i det øverste lag af skovjorden og i det organiske lag - med løv og nåle - påvirkes af træart og kvælstofdeposition samt jordbundens egenskaber.

Oversigtstabel 2.2 **Typiske jordbundsindikatorer fordelt på teksturklasser**

	Organisk lag over skovjorden	0-15 cm af skovjorden	Surhed i skovjorden	0-100 cm af skovjorden
	C/N		pH	CEC <sup>1</sup>
Kalkholdige lerjorder	•	12	7,7	1 400
Lerjorder	26	15	4,9	810
Mellemlerede jorder	24	24	4,6	220
Grovsandede jorder	27	30	4,6	160

<sup>1</sup> Kationbytningskapacitet

*Grovsandede jorder  
påvirkes mest  
af forsurening*

I oversigtstabel 2.2 er der vist typiske jordbundsindikatorer for forskellige typer af skovjorder opdelt efter forskellig struktur (teksturklasser). Som det ses er der store forskelle på skovjordernes egenskaber og dermed evne til at modstå forsureningsprocessen. I Danmark indeholder jordbunden de fleste steder så meget kalk, at syrerne neutraliseres. Forsuring er dog stadig et problem på sandede og kalkfattige jorder i Midtjylland og Vestjylland. Her findes de grovsandede jorder med de laveste næringspuljer udtrykt ved lave værdier af CEC (160). Endvidere har de grovsandede jorder generelt de laveste pH (4,6) og de højeste C/N forhold (27-30), hvilket også mindsker de tilgængelige næringsstoffer. De kalkholdige lerjorde har derimod en højere pH (7,7). Der er store mængder næringsstoffer til rådighed (CEC = 1.400) samtidig med, at det organiske lag omdannes så hurtigt til jord, at det ikke kan registreres (der kan ikke registreres et C/N forhold i det omsatte organiske lag). De grovsandede jorder er derfor mest følsomme for forurening, hvorfor træernes vækst og sundhed hurtigere påvirkes der end på kalkholdige lerjorde.

## 2.4 Sammenfatning

- Siden midten af 1990'erne er sundhedstilstanden i de danske skove forbedret betydeligt.
- På landsplan svarede det samlede stormfald efter orkanen den 3. december 1999 til 2,3 årshugster for nåletræ og 0,8 årshugster for løvtræ.
- Siden 1990 er der sket en halvering af svovlmængden i luft og nedbør.
- Der kan ikke registreres nedgang i mængden af kvælstof i luft og nedbør.