



# Samfundøkonomisk screening af Klimatilpasning

Juni 2010





---

1.	SAMMENFATNING OG KONKLUSION .....	6
1.1	Overordnet konklusion .....	6
1.2	Introduktion .....	7
1.3	Klimaændringer .....	8
1.4	Metode.....	8
1.5	Sektoropdeling .....	10
1.5.1	Normstyrede sektorer .....	10
1.5.2	Erhvervssektorer .....	13
1.5.3	Biologiske sektorer .....	15
1.5.4	Metasektorer .....	16
1.6	Eksempelberegninger og videre analyser .....	17
1.6.1	Kystbeskyttelse .....	17
1.6.2	Byggeri.....	18
1.6.3	Veje og jernbaner .....	18
1.6.4	Kloakering .....	18
1.7	Sammenhænge mellem sektorer .....	19
2.	INDLEDNING .....	20
2.1	Opbygning af screeningsrapporten .....	21
3.	FORUDSÆTNINGER OG METODE .....	23
3.1	Generelle metodeovervejelser.....	23
3.2	Diskontering og samfundsøkonomisk metode.....	23
3.3	Usikkerhed.....	24
3.4	Opgørelse af referencescenarium.....	26
3.5	Definition af ad hoc og planlagt tilpasning .....	26
3.6	Klimascenarier .....	28
4.	ERFARINGER FRA UDENLANDSKE ANALYSER.....	31
4.1	Valg af sektorer.....	31
4.2	Socioøkonomiske fremskrivninger .....	33
4.3	Valg af klimascenarier.....	33
4.4	Planlagt og ad hoc tilpasning .....	34
4.5	Samfundsøkonomisk metode.....	34
4.5.1	Direkte eller indirekte effekter.....	35
4.5.2	Diskontering .....	35
5.	SCREENING AF SEKTORER .....	36
5.1	Overordnet tilgang til sektorer.....	36
5.1.1	Normstyrede sektorer .....	37
5.1.2	Erhvervssektorer .....	38
5.1.3	Biologiske sektorer .....	39

---

5.1.4	Metasektorer .....	39
6.	KYSTBESKYTTELSE .....	41
6.1	Konklusioner og anbefalinger .....	41
6.2	Konsekvenser af klimaændringer .....	42
6.3	Tilpasning .....	43
6.4	Analyse af tiltag .....	44
6.4.1	Undgåede oversvømmelser pga. hyppigere og voldsommere storme .....	44
6.4.2	Undgået arealtab ved øget kystfodring .....	46
6.5	Implementering af tiltag .....	47
6.6	Synergier og overlap .....	48
7.	BYGGERI .....	49
7.1	Konklusioner og anbefalinger .....	49
7.2	Konsekvenser af klimaændringer .....	50
7.3	Tilpasning .....	52
7.4	Analyser af tiltag .....	52
7.4.1	Præventive tiltag mod fugt .....	52
7.4.2	Præventive tiltag mod stormskader .....	55
7.4.3	Præventive tiltag mod sneskader .....	56
7.5	Implementering af tiltag .....	58
7.6	Synergier og overlap .....	58
8.	VEJE OG JERNBANER .....	60
8.1	Konklusioner og anbefalinger .....	60
8.2	Konsekvenser af klimaændringer .....	60
8.3	Tilpasning .....	61
8.4	Analyse af tiltag .....	62
8.4.1	Etablering af ny afvanding .....	62
8.5	Implementering af tiltag .....	64
8.6	Synergier og overlap .....	64
9.	KLOAKKER .....	65
9.1	Konklusioner og anbefalinger .....	65
9.2	Konsekvenser som følge af klimaændringer .....	65
9.3	Tilpasning .....	66
9.4	Analyse af tiltag .....	67
9.4.1	Alternative vandafledningsmetoder .....	67
	Resultater .....	69
9.5	Implementering af tiltag .....	69
9.6	Synergier og overlap .....	70

---

10.	VANDFORSYNING .....	72
10.1	Konklusioner og anbefalinger.....	72
10.2	Konsekvenser af klimaændringer .....	72
10.3	Tilpasning .....	73
10.4	Analyse af tiltag .....	74
10.4.1	Boringsnære beskyttelseszoner.....	74
10.5	Implementering af tiltag .....	77
10.6	Synergier og overlap .....	77
11.	ENERGIFORSYNING .....	78
11.1	Konklusioner og anbefalinger.....	78
11.2	Konsekvenser af klimaændringer .....	78
11.3	Tilpasning .....	79
11.4	Implementering af tiltag .....	81
11.5	Synergier og overlap .....	81
12.	LANDBRUG .....	82
12.1	Konklusioner og anbefalinger.....	82
12.2	Konsekvenser af klimaændringer .....	83
12.3	Tilpasning .....	83
12.4	Analyse af tiltag .....	85
12.4.1	Kvælstofreduktion i landbruget .....	85
12.5	Implementering af tiltag .....	86
12.6	Synergier og overlap .....	87
13.	SKOVBRUG .....	88
13.1	Konklusioner og anbefalinger.....	88
13.2	Konsekvenser af klimaændringer .....	88
13.3	Tilpasning .....	89
13.4	Synergier og overlap .....	90
14.	FISKERI.....	91
14.1	Konklusioner og anbefalinger.....	91
14.2	Konsekvenser af klimaændringer .....	91
14.3	Tilpasning .....	92
14.4	Analyse af tiltag .....	94
14.5	Implementering af tiltag .....	94
14.6	Synergier og overlap .....	95
15.	NATUR.....	96
15.1	Konklusioner og anbefalinger.....	96
15.2	Konsekvenser af klimaændringer .....	96
15.3	Tilpasning .....	98

---

15.4	Analyser af tiltag .....	99
15.5	Implementering af tiltag .....	103
15.6	Synergier og overlap .....	103
16.	SUNDHED .....	104
16.1	Konklusioner og anbefalinger .....	104
16.2	Konsekvenser af klimaændringer .....	104
16.3	Tilpasning .....	106
16.4	Implementering af tiltag .....	106
16.5	Synergier og overlap .....	106
17.	FYSISK PLANLÆGNING .....	108
17.1	Konklusioner og anbefalinger .....	108
17.2	Konsekvenser af klimaforandring .....	108
17.3	Tilpasning .....	109
17.4	Implementering af tiltag .....	111
17.5	Synergier og overlap .....	112
18.	REDNINGSBEREDSKAB .....	113
18.1	Konklusioner og anbefalinger .....	113
18.2	Konsekvenser af klimaændringer .....	114
18.3	Tilpasning .....	114
18.4	Implementering af tiltag .....	115
18.5	Synergier og overlap .....	115
19.	FORSIKRING .....	117
19.1	Konklusioner og anbefalinger .....	117
19.2	Konsekvenser af klimaændringer .....	118
19.3	Tilpasning .....	120
19.4	Synergier og overlap .....	120
20.	LITTERATURLISTE .....	122
21.	BILAG 1 .....	128
22.	BILAG 2 .....	130
22.1	Landbrugsjord .....	130
22.2	Ejendomspriser .....	132
23.	BILAG 3: BESKYTTELSESZONER .....	134
24.	BILAG 4: REDUKTION AF KVÆLSTOF .....	135

**FORORD**

Denne rapport er udarbejdet af NIRAS for Energistyrelsen og er ikke nødvendigvis et udtryk for Energistyrelsens holdning. En følgegruppe har fulgt og kommenteret på rapporten, men det er dog udelukkende NIRAS, der er ansvarlig for rapportens indhold.

**Følgegruppens medlemmer:**

Lisbeth Strandmark (formand)	Energistyrelsen, Klima- og Energiministeriet
Ditte Lauritzen	Finansministeriet
Lykke Mulvad Jeppesen	Finansministeriet
Jesper Bjarne Nielsen	Beredskabsstyrelsen, Forsvarsministeriet
Søren Bo Nielsen	Copenhagen Business School, repræsenterer Forsknings- og Innovationsstyrelsen, Ministeriet for Viden, Teknologi og Udvikling Fødevarerministeriet
Anette Engelund Friis (indtil marts 2010)	Fødevarerministeriet, Plantedirektoratet
John Voss (fra marts 2010)	Departementet, Klima- og Energiministeriet
Nina Holst (indtil april 2010)	Departementet, Klima- og Energiministeriet
Charlotte Brøndum (fra april 2010)	Energistyrelsen , Klima- og Energiministeriet
Ditte Hølse	Miljøstyrelsen, Miljøministeriet
Jan Boom	By- og Landskabsstyrelsen, Miljøministeriet
Vibeke Plesner (fra marts 2010)	Miljøcenter Roskilde, Miljøministeriet
Jens Asger Andersen (fra marts 2010)	Indenrigs- og Sundhedsministeriet
Kathrine Støvring Nielsen	Transportministeriet
Sara Pezzolato Ipsen (indtil marts 2010)	Transportministeriet
Kasper Granhøi Hansen (fra marts 2010)	Transportministeriet
Natacha Krogager Carlsson (fra marts 2010)	Økonomi- og Erhvervsministeriet
Peter Olsen	KL
Eske Groes	Danske Regioner
Uffe Nielsen	Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet, repræsenterer Koordineringsenhed for Forskning i Klimatilpasning (KFT)
Berit Hasler	De Økonomiske Råds Sekretariat (DØRS)
Thomas Bue Bjørner	

---

## 1. SAMMENFATNING OG KONKLUSION

### 1.1 Overordnet konklusion

Klimaet vil med stor sandsynlighed ændre sig i fremtiden, men størrelsen af klimaændringerne er usikre. Ændringerne forventes at medføre både omkostninger og gevinster for det danske samfund. De samlede konsekvenser afhænger imidlertid af, hvordan vi tilpasser os ændringerne.

Denne samfundsøkonomiske screening tager udgangspunkt i de 14 sektorer<sup>1</sup>, der er beskrevet i Regeringens Klimatilpasningsstrategi (Regeringen, 2008).

Screeningen peger på, at kystbeskyttelse, byggeri, veje/baner og kloakering er særligt relevante at se nærmere på. I disse sektorer er de potentielle skadesomkostninger store, samtidig med at eksempelberegningerne indikerer, at der her er størst mulighed for at begrænse skadesomkostningerne omkostningseffektivt ved tilpasning. De nævnte sektorer er kendetegnet ved investeringer med lang levetid, hvilket taler for, at klimatilpasning skal indtænkes tidligt. Inden for kystbeskyttelse er det dog muligt at tilpasse sig med kortere varsel, ligesom de væsentligste konsekvenser i den sektor først vurderes at indtræffe efter 2050.

Når klimatilpasningen skal iværksættes er det vigtigt, at der tages højde for de sammenhænge, der er mellem sektorerne, så synergier mellem klimatilpasnings tiltag kan udnyttes. Den fysiske planlægning er meget vigtig for at sikre denne sammenhæng, og derfor skal denne sektor også fremhæves som central.

Det er en væsentlig konklusion i screeningen, at klimatilpasning i stort set alle sektorer vurderes at kunne håndteres indenfor rammerne af den nuværende regulering.

Det gælder generelt, at der er behov for yderligere analyser for at kunne afdække de konkrete behov for klimatilpasning. Vidensbehovet vurderes at være særligt stort inden for byggeri, som er en sektor med meget store aktiver og generel lille viden om den samfundsøkonomiske rentabilitet ved klimatilpasning.

---

<sup>1</sup> I Regeringens klimatilpasningsstrategi nævnes kun 11 sektorer, men det skyldes at byggeri, veje/baner og kloak behandles som én sektor (byggeri og anlæg), ligesom landbrug og skovbrug behandles under ét.



---

Screeningen viser desuden, at der generelt er behov for samfundsøkonomiske analyser på et mere konkret niveau indenfor geografisk afgrænsede områder (fx på kommuneniveau), da diversiteten inden for og mellem sektorerne gør det vanskeligt at komme med konklusioner baseret på analyser foretaget på et overordnet og generelt niveau. For at sikre den bedst mulige tilpasning ud fra et samfundsøkonomisk perspektiv skal der benyttes en tværgående tilgang, så alle relevante sektorer og tværgående effekter så vidt muligt tænkes ind samtidigt.

Fremtidige analyser bør sikre en optimal samlet tilpasning, herunder vurdere flere mulige alternative tilpasningstiltag. Ud fra en samfundsøkonomisk betragtning er det ikke afgørende, om denne tilpasning vurderes at ske ad hoc eller kræver særlige initiativer, også kaldet planlagt tilpasning.

Der vurderes at være behov for at udvikle redskaber til håndtering af de usikkerheder, som beslutninger om klimatilpasning er forbundet med. Redskaberne skal have et anvendelsesorienteret sigte, så de kan bidrage til at forbedre beslutningsgrundlaget i konkrete beslutninger om klimatilpasningstiltag både på nationalt og kommunalt niveau.

## 1.2 **Introduktion**

Videnskabeligt er der klare beviser for, at klimaet er under forandring på grund af udledningen af drivhusgasser. Forandringerne kan begrænses, hvis vi globalt nedbringer udledningen af drivhusgasser markant, men de kan ikke undgås.

Det ændrede klima vil medføre både samfundsøkonomiske gevinster og omkostninger for Danmark. På flere områder er der derfor behov for at vurdere, om og hvordan vi skal tilpasse os det ændrede klima for at begrænse skaderne og øge gevinsterne.

Denne screening ser på klimatilpasning på tværs af de 14 sektorer, der også er behandlet i Regeringens Klimatilpasningsstrategi fra 2008. Screeningens formål er at skabe et overblik over de størrelsesordner, der er i spil i sektorerne, dels i forhold til klimakonsekvenser og deraf følgende skadesomkostninger eller gevinster og dels i forhold til mulige tilpasningstiltag. Screeningen skal også forholde sig til om tilpasningen kan ske indenfor den gældende regulering.

Da der netop er tale om en screening og den omfatter mange sektorer, som er meget forskellige, og hver især er meget omfattende at behandle, er gennemgangen og analyserne af hver sektor holdt på et overordnet niveau. Endvidere er tidshorizonten meget lang, og usikkerheden om, hvordan klimaet vil ændre sig, betydelig. Det betyder, at man ikke med sikkerhed kan sige præcis, hvad der kommer til ske med klimaet frem til år 2100 og med samfundet i øvrigt. At den-

---

ne screening fokuserer på størrelsesordener og ikke præcise tal, skal også ses på denne baggrund.

I flere af de behandlede sektorer er der som følge af den nuværende produktion og produktionsmetoder et generelt pres på miljøet, fx i form af kvælstof og pesticider, der belaster grundvand og overfladevand. Disse miljøeffekter er til stede allerede nu og kan som følge af klimaændringer blive forværret. Det gør det særligt vanskeligt at isolere effekten af klimaændringer.

### 1.3 **Klimaændringer**

Det er veldokumenteret, at klimaet ændrer sig over de næste årtier, men der er stor usikkerhed om, hvor store ændringerne vil være. Usikkerhederne søges beskrevet gennem opstilling af forskellige globale klimascenarier, som kan nedskaleres til danske forhold. Frem til ca. 2050 er det i praksis vanskeligt at skelne de forskellige scenarier fra hinanden og først derefter vil vi kunne se resultaterne af en fremtidig global indsats for at modvirke yderligere klimaændringer.

De fleste analyser af klimaændringernes betydning for de forskellige sektorer bygger på A2 scenariet, som er et middelhøjt scenarie, hvor der estimeres en temperaturstigning på ca. 3 grader i 2100. Derfor er der i screeningen primært taget udgangspunkt i dette scenarium. Der vil ske en væsentlig øgning af nedbørsmængderne særligt om vinteren, ligesom der vil være flere tilfælde af ekstremregn. Der er usikkerhed om størrelsen af vandstandsstigningen, men nyere forskning tyder på, at den kan blive op mod en 1 meter. Endvidere vil der være hyppigere og kraftigere storme.

### 1.4 **Metode**

I den danske klimatilpasningsstrategi sættes fokus på, at det er vigtigt, at der sker en rettidig tilpasning til klimaændringerne. Strategien lægger vægt på, at klimatilpasning så vidt muligt sker løbende (ad hoc), hvorved myndigheder, virksomheder og borgere på eget initiativ reagerer på konsekvenserne af klimaændringer i tide inden for eksisterende lovgivningsmæssige, økonomiske og teknologiske rammer. I det omfang ad hoc tilpasningen ikke er tilstrækkelig, kan der blive behov for at igangsætte politisk vedtagne tilpasningstiltag, såkaldt planlagt tilpasning. Strategien opererer dermed med to typer tilpasning: ad hoc (løbende) og centralt planlagte nye politiske beslutninger. Denne sondring rejser dog nogle metodemæssige problemstillinger, når der skal regnes samfundsøkonomi.

Screeningen skal pege på mulige tilpasningstiltag, der kan imødegå konsekvenserne af klimaændringerne. Når det skal vurderes, om et tilpasningstiltag er samfundsøkonomisk hensigtsmæssigt, holdes omkostninger og gevinster op mod et referencescenarium, hvor tiltaget ikke er gennemført. Referencescenariet skal

---

altså beskrive, hvordan samfundet ville se ud uden det pågældende tilpasnings-tiltag. Dette betyder også at den løbende (ad hoc) tilpasning i de enkelte sektorer skal indgå som en del af referencescenariet. Regeringens klimatilpasningsstrategi giver dog ikke en klar definition af, hvad der falder ind under begrebet ad hoc tilpasning.

Gennemgangen af en række udenlandske studier viser, at ad hoc tilpasningen typisk defineres som den tilpasning, der sker på markedsvilkår, fx omlægning af landbrugsdrift eller i form af naturlige processer, fx ændret artssammensætning i naturen. Større offentlige investeringer fx i kystbeskyttelse og infrastruktur defineres derimod som såkaldt planlagt tilpasning.

I den danske klimatilpasningsstrategi er der lagt op til en bredere fortolkning af ad hoc tilpasning, så den også inkluderer tiltag, der løbende gennemføres af det offentlige, men som en del af den generelle planlægning inden for den pågældende sektor. Det kan fx være den løbende ændring af vejnormer og bygningsreglement eller øget vedligehold som følge af klimaændringer, da disse initiativer ofte indgår som en del af den generelle planlægning inden for den pågældende sektor.

Det kan imidlertid være relevant at vurdere, hvorvidt denne tilpasning er samfundsøkonomisk hensigtsmæssig, uagtet at den opfattes som en ad hoc tilpasning. Derfor er det i screeningen valgt også at fokusere mere på, hvorvidt der er tale om en hensigtsmæssig tilpasning og ikke skelne skarpt mellem, hvorvidt den defineres som ad hoc eller planlagt tilpasning. Det centrale budskab er, at det ud fra en samfundsøkonomisk betragtning ikke er relevant at sondre mellem ad hoc og centralt planlagt tilpasning.

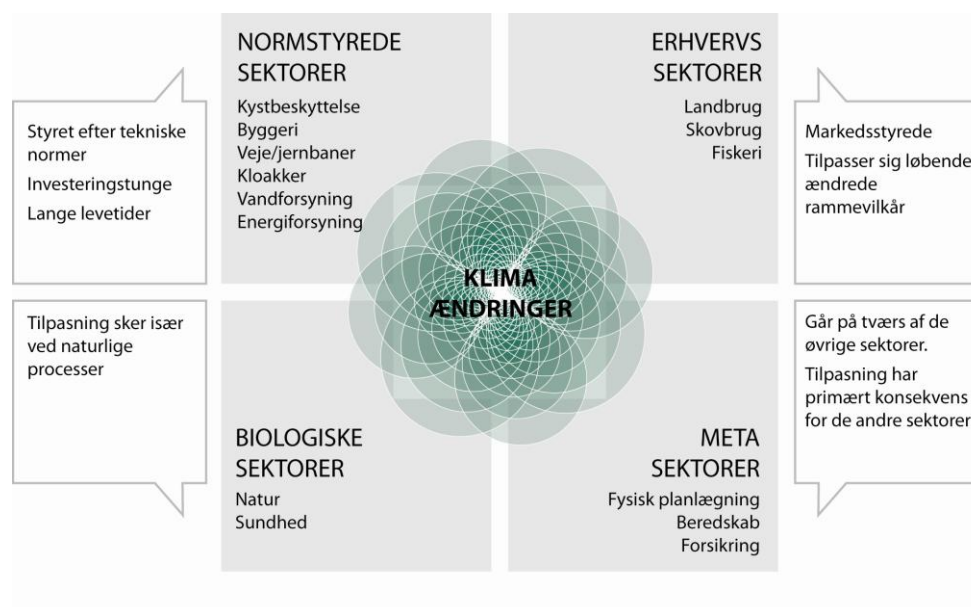
Metodemæssigt er diskonteringsraten ligeledes en central parameter i en samfundsøkonomisk analyse, der vurderer konsekvenser på lang sigt, særligt hvis der er stort tidsmæssigt spænd mellem omkostninger til tilpasning og gevinsterne i form af sparede skadesomkostninger. Generelt gælder, at jo højere diskonteringsrate jo mindre vægter fremtidige effekter. Der er i screeningen valgt at tage udgangspunkt i Finansministeriets anbefalinger<sup>2</sup> suppleret med beregninger, hvor resultaterne er vist udiskonteret, for at vise følsomheden overfor diskonteringsraten.

---

<sup>2</sup> De nyeste anbefalinger fra Finansministeriet er på 5 pct. og er bl.a. anvendt i arbejdet med klimastrategi for de ikke-kvotebelagte sektorer. Finansministeriet har dog endnu ikke offentliggjort en revideret samfundsøkonomisk vejledning med de nyeste anbefalinger.

## 1.5 Sektoropdeling

For at skabe overblik over de 14 meget forskellige sektorer, der behandles i screeningen, er sektorerne opdelt i 4 grupper. Hver af disse grupper har en række fællestræk, som bliver gennemgået nedenfor.



**Figur 1:** Tilpasning i de forskellige sektorgrupper (kilde: NIRAS)

### 1.5.1 Normstyrede sektorer

De normstyrede sektorer er kystbeskyttelse, byggeri, veje/baner, kloakker, vandforsyning og energiforsyning. De normstyrede sektorer er præget af store anlægsinvesteringer. Der er tale om investeringer med lange levetider, som betyder, at klimaændringer skal tænkes ind på et tidligt tidspunkt (øget kystbeskyttelse kan dog sættes i værk forholdsvis hurtigt). Samtidig er det sektorer, hvor de potentielle skadesomkostninger er meget store, hvis der ikke sker en tilstrækkelig tilpasning. Klimaændringer giver næsten udelukkende anledning til omkostninger og ingen gevinster i disse sektorer, og det er særligt skader som følge af ekstremesituationer, der giver anledning til store omkostninger.

Tilpasningen består i at tilpasse nyanlæg og vedligehold af eksisterende anlæg til de ændrede klimaforhold. I de normstyrede sektorer er nyanlæg og større renoveringer som hovedregel styret efter tekniske krav, som (allerede) gradvist tilpasses klimaændringer, fx vejnormer eller krav i bygningsreglementet.

Blandt de normstyrede sektorer skiller især kystbeskyttelse, byggeri, veje/baner og kloakker sig ud. I disse sektorer er de potentielle skadesomkostninger særligt store, samtidig med at der vurderes at være størst mulighed for at begrænse skadesomkostningerne omkostningseffektivt ved tilpasning.

For vandforsyning vil klimaændringer hovedsageligt forstærke det generelle pres på ressourcen, hvilket der skal tages hensyn til. Energiforsyning er en sektor under stor forandring, hvilket gør det nemmere at tilpasse sektoren løbende.

I tabel 1 er de væsentligste klimakonsekvenser og tiltag for disse sektorer opsummeret.

Tabel 1: Normstyrede sektorer

Sektor	Kystbeskyttelse	Byggeri	Vej/bane	Kloak	Vandforsyning	Energiforsyning
<b>Skønnet værdi af anlæg i dag</b>	Ca. 12 mia. kr. (indre kyster)	6.000 mia. kr.	Vej: 500-600 mia. kr. Jernbaner: 100-200 mia. kr.	100 mia. kr.	-	300-600 mia. kr.
<b>Væsentlige effekter af klimaændringer (uden tilpasning)</b>	Kysttilbagetrækning Erosion og oversvømmelse af kystbeskyttelses anlæg og havne.	Øget vind- og snebelastning Højere grundvandsstand - optrængende fugt.	Manglende afvanding Oversvømmelse af lavtliggende veje Nedsat bæreevne på broer, dæmninger mv.	Øget afledningsbehov og deraf følgende risiko for oversvømmelse	Forurening af borer Oversvømmelse af anlæg Øget vandmangel i Østdanmark	Oversvømmelse og stormskader på anlæg Øget kølingsbehov
<b>I hvilken sektor optræder konsekvenserne</b>	Hovedsageligt i byggeri, men også landbrug, vej/bane, vandforsyning, energiforsyning og natur	Inden for byggeri	Inden for vej og bane	Inden for byggeri	Inden for vandforsyning	Inden for energiforsyning
<b>Tilpasning</b>	Forhøje diger og forstærke konstruktioner <b>Etablere nye diger</b> <b>Øget kystfodring</b>	Tilpasning af bygningsreglement <b>Præventive tiltag til forebyggelse af sne-, storm- og fugtskader</b>	<b>Renovering, kapacitetsforøgelse og etablering af afvanding</b> Forstærkning af konstruktioner Varsling Tilpasning af vej- og bane-normer	<b>Øget dimensionering af kloaknet eller andre tiltag til at øge kapacitet, herunder lokale afvandingssløsninger</b>	Flytning af borer Flytning eller sikring af anlæg <b>Udvide beskyttelseszoner</b>	Klima- og kystbeskyttelse af anlæg Retningslinjer for køling
<b>Overordnede vurderinger af skadesomkostninger og deres sammenhæng med tilpasningsomkostninger</b>	Skadesomkostninger potentielt store men kan minimeres ved tilpasning Foreløbige analyser indikerer at tilpasningsomkostningerne er små i forhold til de potentielle skadesomkostninger	Skadesomkostninger potentielt store. Usikkerhed om hvor meget de kan begrænses ved tilpasning (særligt eksisterende byggeri) Eksempelberegninger indikerer at tilpasningsomkostninger også potentielt er store (særligt eksisterende byggeri), men det er usikkert hvad det relative forhold til skadesomkostningerne er.	Skadesomkostninger potentielt store, men kan begrænses ved tilpasning.	Skadesomkostninger potentielt store, men kan begrænses ved tilpasning. Tilpasningsomkostninger store, men vurderes mindre end de potentielle skadesomkostninger. Eksempelberegninger indikerer at alternative tilpasningstiltag kan være attraktive.	Skadesomkostninger potentielt store, men svære at skelne fra generelt pres på vandressourcen. Tilpasningsomkostningernes størrelse i forhold til skadesomkostninger afhænger meget af hvordan grundvandsressourcen værdisættes	Skadesomkostninger potentielt store men vurderes at kunne begrænses ved tilpasning pga. omlægning af energisektoren (afhænger af hastigheden af omlægningen af energisystem)
<b>Levetid og fleksibilitet for investeringer</b>	Lang. Nemt og billigt at ændre tilpasningen løbende	Lang. Dyrt og besværligt at ændre tilpasningen løbende	Lang Det afhænger af det konkrete tilpasningstiltag, hvor nemt det er at ændre tilpasningen løbende	Lang Dyrt og besværligt at ændre tilpasningen løbende	Lang Er tæt forbundet med den generelle regulering	Mellemlang Tilpasses sideløbende med omlægning af energisystem
<b>Iværksættelse af tiltag</b>	Særligt efter 2050, men øget risiko allerede indenfor kort tid	Ved nyanlæg tilpasning allerede indenfor kort tid Præventive tiltag kan være relevante inden for kort tid	Afvanding, rensning og forstærkning relevante indenfor kort sigt	Relevante indenfor kort tid, særligt i forbindelse med den løbende renovering	Beskyttelse mod øget forurening relevant inden for kort tid, skyldes også generelt pres.	Kystbeskyttelse særligt efter 2050 Retningslinjer for køling relevant indenfor kort tid.
<b>Vidensbehov</b>	Behov for yderligere viden omkring den konkrete vandstandsstigning og konsekvenserne heraf	Behov for viden om omkostninger ved tilpasning af bygningsreglement samt viden om den samfundsøkonomiske fordelagtighed af tilpasning	Der vurderes at være behov for mere viden omkring omkostninger til afvanding og forstærkninger	Behov for at vurdere om klimafaktor på 1,3 er det samfundsøkonomiske optimale niveau. Behov for konkrete vurderinger af alternative løsninger	Behov for mere viden omkring konkret behov for yderligere sikring af vandindvindingen som følge af ændret landbrugsproduktion.	Behov for viden omkring rentabilitet ved etablering af køling i eksisterende boliger

De tiltag, hvor der i screeningen er gennemført eksempelberegninger er markeret med fed i tabellen

### *Implementering af tiltag*

Generelt for de normstyrede sektorer vurderes klimatilpasningen i vid udstrækning at kunne ske inden for rammerne af den gældende regulering. Hermed menes, at reguleringen er indført og løbende ændres for at fremme tilpasningen. Nedenfor er der nævnt en række forslag, der kan bidrage til at styrke implementeringen af tiltag.

- I forhold til det fremtidige behov for kystbeskyttelse kan der være et øget behov for koordinering mellem lodsejer, kommune og stat.
- I forhold til at sikre incitament til iværksættelse af præventive tiltag i byggeriet kan øget differentiering af forsikringspræmier være et relevant redskab.
- For kloaksektoren kan der være behov for at sikre incitament til at øge lokale afvandingsløsninger eller andre alternativer til øget dimensionering af kloakker.

#### 1.5.2 *Erhvervssektorer*

Erhvervssektorerne, landbrug, skovbrug og fiskeri, vil både kunne opleve gevinster (gælder formentlig landbrug) og omkostninger som følge af klimaændringer. Øgede temperaturer vil generelt kunne forbedre dyrknings- og vækstbetingelserne og dermed give en gevinst, hvorimod ekstremhændelser såsom storme vil kunne give anledning til omkostninger fx som følge af stormfald i skovene. Samlet set vurderes skadesomkostningerne dog at være begrænsede, sammenlignet med omkostningerne i andre sektorer.

I erhvervssektorerne, forventes aktørerne løbende at tilpasse sig de ændrede klimaforhold efter egne økonomiske interesser, såvel som de tilpasser sig ændrede rammevilkår i øvrigt. Tilpasningstiltag vil her hovedsageligt bestå i at sikre tilstrækkelig information, så aktørerne har de bedst mulige vilkår for at tilpasse sig. Ændrede klimaforhold vil dog også kunne betyde, at negative sideeffekter som fx næringsstofudvaskning og risiko for stormfald øges, og der kan derfor være behov for tiltag, der imødegår dette.

### *Implementering af tiltag*

Implementering af tiltag vurderes at kunne ske indenfor de gældende reguleringsmæssige rammer.

I tabel 2 ses en opsummering af klimakonsekvenser og tilpasning i erhvervssektorerne.

**Table 2: Erhvervsstyrede sektorer** (De tiltag, hvor der i screeningen er gennemført eksempelberegninger, er markeret med fed.)

Sektor	Landbrug	Skovbrug	Fiskeri
<b>Produktionsværdi pr. år</b>	70 mia. kr.	1,6 mia. kr.	10 mia. kr.
<b>Væsentlige effekter af klimaændringer</b>	<p>Større udbytte</p> <p>Ændrede dyrkningsbetingelser og deraf ændret afgrødevalg</p> <p>Flere sygdomme og skadedyr og øget udvaskning</p> <p>Flere vandlidende jorde</p>	<p>Dårligere betingelser for rødgran</p> <p>Flere stormfald</p> <p>Skovbrande</p>	<p>Større biomasse</p> <p>Ændring af artssammensætning – mulighed for tab af arter</p> <p>Øgede udsving i økosystem</p>
<b>Skadesomkostninger/gevinst</b>	<p>Potentielt gevinst i form af øget værdi af udbytte på 16-38 %.</p> <p>Øgede omkostninger ved eksternaliteter</p>	Formentlig mindre negativ værdi	Neutral til lille negativ værdi
<b>Tilpasning</b>	<p><b>Reduktion af N-udvaskning</b></p> <p>Udtagning af lavbundslande (herunder ådale)</p> <p>Tilpasning af pesticidforbrug</p>	Omlægning til løvskov/naturnær skovdrift	<b>Udsætning af Østersøtersk</b>
<b>Vidensbehov</b>	Der er behov for øget viden omkring klimaændringernes betydning for landbrugsproduktionen og de deraf afledte effekter for pesticidforbrug og kvælstofudvaskning		Behov for øget viden omkring klimaets betydning for bestande
<b>Timing</b>	Løbende (efterhånden som klimaændringerne sker)	Lang tidshorison, derfor tilpasning på kort sigt	Løbende (efterhånden som der opstår behov)

De tiltag, hvor der i screeningen er gennemført eksempelberegninger er markeret med fed i tabellen



### 1.5.3 *Biologiske sektorer*

De biologiske sektorer, natur og sundhed, kan opleve både gevinster og omkostninger som følge af klimaændringer. En del af konsekvenserne er ikke-markedsomsatte, og det er derfor svært at vurdere størrelsesordner i forhold til de øvrige sektorer.

I de biologiske sektorer vil både mennesker og natur reagere på og tilpasse sig det ændrede klima. Fx vil der være dyre- og plantearter, der ikke længere kan trives i den danske natur, til gengæld vil der komme nye til. Tilpasningstiltag vil derfor bestå i at sikre, at den løbende tilpasningen kan ske, fx ved at etablere spredningskorridorer. Tilpasningstiltag kan dog også bestå i at imødegå uønskede konsekvenser af klimaændringer, fx tiltag mod invasive arter eller øget behov for forebyggende medicin, herunder vaccinationer mod allergi. Denne tilpasning kan ske gradvist og kan derfor iværksættes, når det skønnes nødvendigt.

Der er således ikke behov for større indsatser her og nu. For natur gælder endvidere, at det er begrænset, hvad man kan gøre for at modvirke effekterne af klimaændringer. Det gælder til dels også sundhed - selvom de potentielle skadesomkostninger fx som følge af flere allergitilfælde kan være store.

#### *Implementering af tiltag*

Implementering af tiltag vurderes at kunne ske inden for den gældende regulering. Omkostninger til etablering af spredningskorridorer kan mindskes, hvis der sker en langsigtet fysisk planlægning, der sikrer samtænkning med øvrige tiltag.

I tabel 3 er klimakonsekvenser og tiltag opsummeret.

**Tabel 3: Biologiske sektorer** De tiltag, hvor der i screeningen er gennemført eksempelberegninger, er markeret med fed.)

Sektor	Natur	Sundhed
<b>Væsentlige klimakonsekvenser</b>	Øget biomasse  Ændret artssammensætning - risiko for invasive arter  Ændring og potentielt tab af naturtyper	Flere allergitilfælde (pollen, skimmelsvamp, husstøvmider)  Flere varmerelaterede og færre kuldereleterede dødsfald
<b>Skadesomkostninger/gevinst</b>	Usikkert - Ikke markedsomsatte effekter	Potentielt store omkostninger.
<b>Tilpasning</b>	<b>Etablering af spredningskorridorer</b>  Regulering mod invasive arter	Forebyggende medicin mod allergi, herunder vaccinationer.  Informationskampagner  Regulering af uønskede plantearter
<b>Vidensbehov</b>	Der er generelt stor usikkerhed omkring konsekvenserne for natur	Generelt behov for øget viden omkring klimaets indflydelse på sundhed
<b>Timing</b>	Løbende efter behov	Løbende efter behov
De tiltag, hvor der i screeningen er gennemført eksempelberegninger er markeret med fed i tabellen		

#### 1.5.4 Metasektorer

Metasektorerne, fysisk planlægning, beredskab og forsikring, går på tværs af de øvrige sektorer og vil kunne indgå som tiltag til at imødegå klimakonsekvenser og deraf følgende omkostninger i de øvrige sektorer. Dette kan både være for at forebygge konsekvenser af klimaændringer (fysisk planlægning, forsikring) og for at afbøde konsekvenser (beredskab). Der er ikke foretaget eksempelberegninger i metasektorerne, da omkostninger og gevinster ved tiltag i disse sektorer falder i de andre sektorer.

Fysisk planlægning er en meget vigtig sektor i klimatilpasningssammenhæng, da potentialet i form af undgåede skadesomkostninger i andre sektorer ved at lave gennemtænkte løsninger er meget stort. Men de økonomiske konsekvenser for sektoren selv er beskedne i den store sammenhæng.

For beredskab gælder, at jo mere og bedre klimatilpasning sker i andre sektorer, desto mindre vil der være brug for en ekstra beredskabsindsats. De potentielle udgifter til en forøgelse af beredskabet vurderes at være forholdsvis begrænsede i forhold til de mulige skader, der kan undgås.

---

Forsikring er generelt en vigtig budbringer om prisen på risiko. Det gælder også for omkostningerne ved ekstreme vejr-situationer. Konsekvenserne af klimaændringer for forsikringsbranchen er alt andet lige større usikkerhed og større erstatninger.

Presset for at differentiere præmierne (mikrotariffering) vil kunne blive øget yderligere som følge af klimaændringer, og det er tænkeligt, at præmierne fremover i stigende grad vil blive fastsat i forhold til fx beliggenhed (er der særlig stor eller særlig lille risiko for vand i kældre), bygningernes karakteristika og tekniske konstruktion, bygningens skadeshistorik mv. Generelt må det antages, at jo bedre forsikringspræmierne afspejler risici, desto mere vil den enkelte gøre for at tilpasse sig, og dermed vil antallet af skader blive så lavt som muligt. Ud fra en overordnet, økonomisk betragtning er det således fornuftigt, at præmierne afspejler risici. Imidlertid afhænger omfanget og antallet af skader ikke kun af den enkeltes indsats for at begrænse eller undgå skader, men i stor udstrækning også af det offentliges indsats fx på kloakområdet.

Endelig kan der være en etisk/fordelingspolitisk overvejelse, hvis fx nogle huse ikke kan blive forsikret eller kun kan blive det mod at betale en meget høj forsikringspræmie.

## 1.6 **Eksempelberegninger og videre analyser**

I screeningen er der foretaget en række eksempelberegninger. Beregningerne er foretaget på et meget generelt niveau. Beregningseksemplerne tjener til at illustrere, hvilke størrelsesordner der er i spil. Generelt er der behov for at gennemføre videre analyser. Der er her fokuseret på resultatet af de fire sektorer, der vurderet at være mest relevante. Dette betyder dog ikke, at der ikke er behov for øget viden inden for de øvrige sektorer.

### 1.6.1 *Kystbeskyttelse*

Etablering af nye diger mindsker risikoen for oversvømmelser. Foreløbige analyser indikerer, at det for landbrugsarealer formentlig kun vil være rentabelt at beskytte på de mindst udsatte kyststrækninger, og hvis oversvømmelserne sker så hyppigt, at jorden ikke er egnet til dyrkning.

De potentielle skadesomkostninger er væsentlig større for helårshuse og fritidsboliger, så her vil digebyggeri være rentabelt ved lavere oversvømmelseshyppigheder.

Det eneste tiltag, som kan forhindre en kystlinjetilbagetrækning af kystlinjen på de indre kyster, er aktiv brug af kystfodring. Herved mindskes også tab af strandarealer og dermed rekreative værdier. Eksemplet viser, at kystfodring er

---

samfundsøkonomisk rentabelt, hvis betalingsviljen for at bevare de pågældende strandarealer er ca. 165 kr./år pr. dansker.

#### 1.6.2 *Byggeri*

Der er gennemført eksempelberegninger af at undgå opstigende fugt både for nybyggeri og eksisterende byggeri. Beregningerne indikerer, at det kan være hensigtsmæssigt at forebygge opstigende fugt ved nybyggeri. For eksisterende byggeri er det meget dyrt at foretage præventive tiltag.

Der er gennemført eksempelberegninger af muligheden for at foretage forstærkninger af eksisterende byggeri i forhold til stormskader og sneeskader. Beregningerne af de konkrete skadestyper viser, at det kan være hensigtsmæssigt at stormsikre bygninger og mindre hensigtsmæssigt at sikre mod sneeskader. Her er der dog ikke medregnet omkostningen til at screene bygninger for, hvorvidt de er i risikozoner for den pågældende skade. Resultaterne vil være meget afhængige af den pågældende bygning, skadestypen og risikoen for skader, og det er meget svært at sige noget generelt i forhold til præventive tiltag på byggeri. I praksis vil der være meget stor forskel på, hvordan de enkelte bygninger ser ud og dermed også, hvilke tiltag der skal iværksættes for at forebygge en skade.

Det må dog konkluderes, at der er behov for væsentlig mere viden på dette væsentlige område, som kombinerer de tekniske analyser af typiske skader med omkostningsbetragtninger af henholdsvis præventive tiltag og selve skaden.

#### 1.6.3 *Veje og jernbaner*

Indenfor veje- og jernbaneområdet er den øgede mængde nedbør den største udfordring. Hyppigere og kraftige regnskyl kan resultere i oversvømmelser. Den øgede nedbør kan også lede til forsinkelser i trafikken, og dermed lede til et samfundsøkonomisk tab. Der skal ikke forekomme mange forsinkelser i trafikken, før de samfundsøkonomiske omkostninger vil være så store, at det kan betale sig at lave forebyggende foranstaltninger. Det kan eksempelvis være i form af varslingsystemer, bedre afvandingskonstruktioner og lignende.

Hvor det i givet fald vil være vigtigst at sætte ind, vil naturligvis helt afhænge af den konkrete vejstrækning, herunder trafikmængden og risikoen for, at der sker en hændelse. Det samme vil gælde for jernbanetrafikken.

#### 1.6.4 *Kloakering*

Der er gennemført eksempelberegninger af forskellige alternativer til øget dimensionering af kloaknettet i et område der er separatkloakeret. Beregningerne viser, at lokal nedsivning snævert set er billigst tæt fulgt af traditionel, ny separatkloakering med en klimafaktor på 1,3. De alternative løsninger - særligt løsningen med grønne tage og åben regnvandshåndtering - er dyrest. Denne bereg-

ning indregner ikke de rekreative værdier i de alternative løsninger. Det er vanskeligt at sige noget generelt om, hvilken tilgang til at øge kapaciteten i kloaksystemet, der er mest samfundsøkonomisk hensigtsmæssig, da det i høj grad afhænger af det konkrete område, bebyggelsestype, eksisterende kloaksystem osv. Dette gælder både, hvad angår omkostningerne og gevinsterne.

Det er dog meget relevant at udarbejde mere omfattende samfundsøkonomiske analyser i det konkrete tilfælde, der indregner alle eksternaliteter, både positive og negative, ved de forskellige alternativer.

Alle ovenstående eksempelberegninger er foretaget på et generelt niveau. Det er derfor vanskeligt at drage håndfaste konklusioner. Generelt er der behov for at gennemføre analyser på et afgrænset geografisk område, hvor de konkrete forhold kan inddrages i analysen. Herved er der også mulighed for at optimere de mulige synergieffekter, der måtte være mellem sektorerne.

#### 1.7 **Sammenhænge mellem sektorer**

Der er en lang række overlap og potentielle synergier mellem de forskellige sektorer. Dette gælder særligt de sektorer, der vurderes væsentligst i forhold til klimatilpasning, nemlig de normstyrede sektorer kyst, byggeri, vej/bane og kloakering og deres kobling med fysisk planlægning.

Særligt, når der er tale om håndtering af de øgede vandmængder, er der behov for at udarbejde en langsigtet fysisk planlægning baseret på hydrauliske analyser for at sikre det bedst mulige grundlag for planlægningen. Herved kan de potentielle skadesomkostninger i de øvrige sektorer mindskes markant. Dette kan fx bestå i at sikre, at der ikke opføres nybyggeri i områder, der potentielt kan blive oversvømmet, eller at de øgede vandmængder kan integreres i landskabet, så de kan udnyttes rekreativt.

## 2. **INDLEDNING**

Det er veldokumenteret, at klimaet vil forandre sig i de kommende årtier. Konkret betyder det, at det bliver varmere i Danmark, der kommer flere storme, mere ekstremregn mv. Dette vil have både positive og negative konsekvenser for det danske samfund på en lang række områder. Det er derfor relevant at overveje, hvad man kan gøre for at imødegå klimaændringerne og analysere de klimatilpasningstiltag, der kan komme i spil.

Klimaændringerne har meget forskellig betydning, afhængig af hvilken sektor eller hvilket område man ser på. Landbruget vil fx blive påvirket i form af længere vækstsæson og vil dermed få mulighed for at dyrke nye afgrøder, mens kloaksystemet vil blive belastet af mere nedbør.

Da konsekvenserne er meget forskellige, er de tiltag for at imødegå klimaændringerne, der kan komme på tale, også meget forskellige. Både i forhold til hvor omkostningstunge de er, hvornår det er relevant at sætte dem i værk, hvad effekterne af dem er osv. Endvidere er der generel usikkerhed om de konkrete konsekvenser af klimaændringerne.

Hovedformålet med denne screening er at skabe et bedre overblik på tværs af sektorerne og sætte fokus på inden for hvilke sektorer, der er behov for mere konkrete grundige samfundsøkonomiske analyser. Derudover peges på områder, hvor vidensniveauet er for svagt til at vurdere størrelsesorden samt behov for ny regulering. Et vigtigt resultat af screeningen er endvidere, at det bliver afdækket, hvordan klimatilpasningstiltagene hænger sammen mellem de forskellige sektorer.

Screeningen afdækker derfor størrelsesordnerne af klimakonsekvenser i en række udvalgte sektorer. På den baggrund peges på en række sektorer, der ser ud til med fordel at kunne underkastes en nøjere samfundsøkonomisk analyse. Screeningens formål er ikke at prioritere mellem tiltag inden for de enkelte sektorer eller på tværs af sektorer, men derimod at identificere sektorer og tiltag, som vil være relevante at analysere nærmere.

---

Klimaændringerne vil som nævnt påvirke mange dele af samfundet på mange forskellige måder. I Regeringens Klimatilpasningsstrategi gennemgås 14 sektorer, som også ligger til grund for denne screening.

Da formålet med screeningen er at skabe overblik, og da den omfatter mange sektorer, er gennemgangen og analyserne af hver sektor holdt på et overordnet niveau. Baggrundsinformation og størrelsesordener for de enkelte sektorer er i størst muligt omfang baseret på eksisterende - og aktuel - viden i allerede offentliggjorte rapporter. Denne tilgang betyder, at det ikke har været muligt at sikre, at alle tal og størrelsesordener er konsistente på tværs af sektorerne, da mange af de eksisterende analyser er lavet med forskellige udgangspunkter og på forskellige grundlag, herunder fx valg af diskonteringsrate og prisniveau. Det vurderes imidlertid, at den manglende konsistens ikke er afgørende i denne analyse, da der netop er tale om en screening, der skal afdække mulige størrelsesordener og ikke en meget præcis analyse af konkrete projekter.

Hertil kommer, at tidshorisonten er meget lang, og at usikkerheden om, hvordan klimaet vil ændre sig, er meget stor. Det betyder, at man ikke med sikkerhed kan sige præcis, hvad der kommer til ske med klimaet frem til år 2100 og med samfundet i øvrigt, og at usikkerhederne i det hele taget er meget store. At denne screening fokuserer på størrelsesordener og kvalitative beskrivelser af omkostninger og gevinster og ikke præcise tal skal også ses på denne baggrund.

## 2.1 Opbygning af screeningsrapporten

Overvejelser omkring metoden til brug i samfundsøkonomiske analyser af klimatilpasning bliver beskrevet nærmere i kapitel 3 sammen med en beskrivelse af klimascenarierne,

I kapitel 4 bliver der kort redegjort for erfaringer med klimatilpasning de udenlandske undersøgelser.

I kapitel 5 gennemgås den overordnede tilgang og systematik i forhold til sektorerne.

Den væsentligste del af substansen i denne screening findes i kapitlerne 6-19, hvor de enkelte sektorer bliver gennemgået. Hver sektor bliver gennemgået med følgende tilgang:

- 1) Konklusioner og anbefalinger vedr. sektoren, herunder forslag til yderligere analyser
- 2) Konsekvenserne af klimaændringerne for den pågældende sektor
- 3) Tilpasning
- 4) Analyse af udvalgte tiltag

- 5) Overvejelser om implementering af udvalgte tiltag
- 6) Synergier og overlap til andre sektorer

For nogle af sektorerne har det ikke været relevant at analysere på konkrete tiltag, hvorfor ovennævnte punkt 4 ikke er med for disse sektorer.



---

### 3. **FORUDSÆTNINGER OG METODE**

#### 3.1 **Generelle metodeovervejelser**

At udarbejde samfundsøkonomiske analyser af klimatilpasningstiltag er en meget kompleks øvelse. Der er tale om langsigtede problemstillinger, hvor der er stor usikkerhed både om de konkrete klimaændringer, de deraf følgende konsekvenser. Derudover er det vanskeligt at prissætte både konsekvenser og tiltag.

Samfundsøkonomiske analyser forstås i denne sammenhæng som analyser, der ser på konsekvenserne for samfundet som et hele. Alle relevante konsekvenser, herunder også konsekvenser, der ikke normalt handles på et marked, fx miljøeffekter, bør principielt medtages. Samfundsøkonomiske analyser sidestilles i denne rapport med velfærdsøkonomiske analyser<sup>3</sup>. Nedenfor beskrives de centrale metodiske problemstillinger mere indgående.

#### 3.2 **Diskontering og samfundsøkonomisk metode**

Samfundsøkonomiske analyser af klimatilpasning inddrager konsekvenser på meget lang sigt, og dette betyder, at diskonteringsfaktoren bliver en væsentlig parameter.

Valg af diskonteringsrate bliver særlig vigtig, når der er et stort tidsmæssigt spænd mellem implementering af tiltag og konsekvenserne af klimaændringerne. Timingen af tiltag og vurderingen af tidspunktet for konsekvenserne har således meget stor betydning, når der diskonteres.

Vurderes konsekvenser i det konkrete tilfælde først at indtræde i 2100 vil de potentielle skadesomkostninger ikke syne af meget, når de diskonteres. Særligt ikke hvis de holdes op mod et tiltag, der skal implementeres allerede nu. I en række tilfælde vil det først være relevant at implementere tiltag i fx 2050. I disse tilfælde vil diskontering få mindre afgørende betydning, da det så både er omkostninger og gevinster, der diskonteres. I andre tilfælde vil det være mest relevant at udarbejde cost-effectiveness analyser for at sammenligne alternative tiltag, da der er forudsat et fastlagt niveau for tilpasning. Hvis omkostningerne til disse tiltag falder på nogenlunde samme tidspunkt har diskonteringsraten i disse tilfælde ikke afgørende betydning.

---

I denne screening er Finansministeriets diskonteringsrate på 5 pct. brugt som udgangspunkt. I forhold til udenlandske erfaringer (se kap. 4) er det en relativ høj rentesats, særligt når der er tale om lang tidshorisont. Når det vurderes relevant er omkostninger ved konsekvenser og tiltag desuden vist udiskonteret for at illustrere følsomheden overfor diskonteringsraten.

De øvrige metodiske anbefalinger fra Finansministeriets vejledning er ligeledes forsøgt fulgt, herunder omregning i forbrugerprisniveau i beregningseksemplerne, dvs. faktorpriser er opskrevet med en nettoafgiftsfaktor på 1,35.

Det er valgt ikke at medtage skatteforvridningstab i beregningseksemplerne, da de er af meget overordnet karakter, og der i de fleste tilfælde ikke er klarhed over, hvem der skal afholde omkostningerne ved tiltaget. Der indgår heller ikke effekter af valgte instrumenter (som normer, afgifter, standarder etc.), såsom forvridningseffekter. Disse kan være i nogle tilfælde påføre overordentlig store samfundsøkonomiske omkostninger. Medtagelse heraf bør ske i en mere grundig specifik samfundsøkonomisk analyse.

Alle priser i beregningseksemplerne er i 2010-prisniveau.

Beregningseksemplerne er i de fleste tilfælde udført metodisk som cost-benefit beregninger. Dvs. beregninger hvor omkostningerne ved tiltagene holdes op mod gevinsterne ved tiltaget – typisk i form af undgåede skadesomkostninger. De store usikkerheder omkring størrelsen af de undgåede skadesomkostningerne er håndteret ved at udføre såkaldte break-even beregninger. På den måde kan man få et billede af, hvor stor skadesomkostningen skal være for at stå mål med omkostningen ved tilpasningen.

I et enkelt tilfælde er beregningseksemplet udført som en cost-effectiveness analyse. I en sådan analyse holdes niveauet for tilpasning konstant, og formålet med analysen er at finde det billigst mulige alternativ til at nå det fastsatte mål.

### 3.3 Usikkerhed

Klimaændringerne finder sted over en lang periode og der eksisterer usikkerhed om hvilke klimaændringer, der vil indtræffe samt i hvilket omfang, de vil indtræffe. Udarbejdelse af alternative klimascenarier forsøger at afdække en del af denne usikkerhed.

Eftersom klimaændringerne indtræder over en lang periode, er klimatilpasning ikke blot tiltag, som skal implementeres her og nu, men i høj grad også i fremtiden. Efterhånden som klimaændringerne indtræffer, vil vi opnå mere viden om

---

<sup>3</sup> Følger i øvrigt tilgangen som beskrevet i Finansministeriet (1999).

---

ændringernes størrelse samt om det nødvendige omfang af tilpasning. Set i lyset af det lange tidsperspektiv opstår der to modsatrettede interesser:

1. Samfundet skal ikke bruge ressourcer på tilpasning, før der foreligger bedre information om klimaændringerne.
2. Tilpasning i dag kan mindske risikoen for omkostninger som følge af klimaændringer i fremtiden.

Første punkt taler for at udskyde beslutningen om at iværksætte et givet tilpasningstiltag, mens andet punkt taler for at tilpasningen bør iværksættes tidligt. Hvilket af de to punkter som bør tillægges mest vægt afhænger af følgerne af klimaændringen, tiltagets karakteristika og ikke mindst graden af risikoaversion.

Forskning og en øget viden om, hvordan klimaet faktisk udvikler sig, betyder, at der gradvist kommer bedre information om klimaændringerne. Det betyder, at usikkerheden mindskes, og det bliver dermed muligt at målrette klimatilpasningen, så ressourcerne udnyttes bedst muligt og evt. overtilpasning undgås. Dette er især relevant såfremt fordelene ved tilpasning er meget usikre og først viser sig på længere sigt, og hvis omkostningen ved tilpasning er høj. Såfremt tilpasningen viser sig at være overflødig, har omkostningen hertil været spildt.

Manglende viden om de konkrete klimakonsekvenser kan tale for at lægge vægt på forsigtighedsprincippet, hvilket er særlig relevant såfremt manglende tilpasning har irreversible følger. Med irreversibilitet tænkes ikke blot på den fysiske irreversibilitet, hvor fx et unikt landområde ødelægges, men også på økonomisk irreversibilitet. I forbindelse med klimatilpasning kan økonomisk irreversibilitet tolkes som, at manglende tilpasning kan føre til, at tilpasning på et senere tidspunkt bliver prohibitivt dyrt. Et eksempel er, at oversvømmelser kan imødekommes ved udvidelse af kloaknettet, etablering af vandopsamlingsmagasiner mv. Såfremt disse tiltag ikke iværksættes, kan det blive så dyrt at genskabe de unikke områder igen, at det anses som værende prohibitivt dyrt. Det er derfor relevant at se på, hvornår klimaændringerne kan føre til, at tilpasning på et senere tidspunkt frem for i dag ikke er mulig, dvs. at manglende rettidig tilpasning har irreversible følger.

Der findes meget litteratur om den teoretiske tilgang til at håndtere usikkerheder, men der vurderes at være behov for at udvikle egentlige anvendelsesorienterede redskaber, som kan bidrage til at forbedre beslutningsgrundlaget i konkrete beslutninger om klimatilpasningstiltag både på nationalt og kommunalt niveau.

### 3.4 Opgørelse af referencescenarium

Når det skal vurderes, om et tilpasningstiltag er samfundsøkonomisk hensigtsmæssigt, holdes omkostninger og gevinster op mod et referencescenarium, hvor tiltaget ikke er gennemført. Referencescenariet skal altså beskrive, hvordan samfundet ville se ud uden det pågældende tilpasningstiltag. Efterhånden som klimaet ændrer sig, vil der ske en spontan (ad hoc) tilpasning i de enkelte sektorer, og denne ad hoc tilpasning skal derfor indgå som en del af referencescenariet.

Referencescenariet vil altså både afhænge af:

- den generelle (økonomiske) udvikling i sektoren
- klimaændringerne og de deraf følgende konsekvenser i de enkelte sektorer
- og endelig hvilken spontan tilpasning (ad hoc) der vil ske.

Referencescenariet er derfor i sig selv vanskeligt at fastlægge.

Energisektoren illustrerer vanskelighederne ved at opgøre de første to byggesten til referencescenariet ganske godt. Det forventes at energisektoren undergår store forandringer over de kommende 50 år i forbindelse med omlægning til større grad af vedvarende energi. Dette gør det vanskeligt at spå om den generelle udvikling i sektoren og dermed og konsekvenserne af klimaændringerne.

Endelig skal det vurderes i hvor stort omfang der vil ske en spontan (ad hoc) tilpasning som følge af klimaændringerne. Dette forudsætter, at det klart defineret, hvad ad hoc tilpasningen består i. Dette har vist sig at udgøre en selvstændig udfordring, som behandles mere indgående i nedenstående afsnit.

### 3.5 Definition af ad hoc og planlagt tilpasning

I den danske klimatilpasningsstrategi ”Strategi for tilpasning til klimaændringer i Danmark” sættes fokus på, at det er vigtigt, at der sker en rettidig tilpasning til klimaændringerne. Strategien lægger vægt på, at klimatilpasning så vidt muligt sker løbende (ad hoc), hvorved myndigheder, virksomheder og borgere på eget initiativ reagerer på konsekvenserne af klimaændringer. I det omfang ad hoc tilpasningen ikke er tilstrækkelig, kan der blive behov for at igangsætte politisk vedtagne tilpasningstiltag, såkaldt planlagt tilpasning. Strategien opererer dermed med to typer tilpasning: ad hoc (løbende) og centralt planlagte nye politiske beslutninger.

Helt konkret defineres ad hoc tilpasning som den tilpasning, der foregår, når myndigheder, virksomheder og borgernes selv reagerer på klimaændringerne i

---

tide inden for de givne *lovgivningsmæssige, økonomiske og teknologiske rammer*.

Der er derimod tale om planlagt tilpasning, hvis ændringer i myndigheders, virksomheders eller borgeres adfærd er et resultat af:

- Ny eller ændret lovgivning på nationalt eller overnationalt niveau.
- Ny eller ændret økonomisk regulering i form af fx støtte, tilskud, skatter, afgifter el.lign.

Dette er dog ikke en særlig entydig eller operationel definition.

Gennemgangen af en række udenlandske studier af klimatilpasning (se kapitel 4) viser, at ad hoc tilpasningen her typisk defineres som den tilpasning, der sker på markedsvilkår, fx omlægning af landbrugsdrift eller i form af naturlige processer, fx ændret artsammensætning i naturen. Større offentlige investeringer fx i kystbeskyttelse og infrastruktur defineres derimod som planlagt tilpasning.

I den danske klimatilpasningsstrategi er der i praksis valgt en bredere fortolkning af ad hoc tilpasning, så den også inkluderer tiltag, der løbende gennemføres af det offentlige, men som en del af den generelle planlægning inden for den pågældende sektor. Det kan fx være den løbende ændring af vejnormer og bygningsreglement eller øget vedligehold som følge af klimaændringer, da disse initiativer ofte indgår som en del af den generelle planlægning inden for den pågældende sektor.

Hvor meget der ”regnes med” som ad hoc tilpasning har betydning for, hvor stor den potentielle skadesomkostningen bliver i referencescenariet og dermed hvor stor en undgået skadesomkostning, der kan opnås, hvis der gennemføres yderligere tilpasning. Antages den største del af tilpasningen at ske ad hoc, vil der være mindre behov for yderligere tilpasning, ligesom den potentielle skadesomkostning vil være mindre, end den ellers ville have været.

I denne screening har vi valgt at fokusere på, hvorvidt den samlede tilpasning er samfundsøkonomisk hensigtsmæssig, uagtet om den opfattes som en ad hoc tilpasning. Derfor er det i screeningen valgt at lægge sig mere op ad den definition, der anvendes i de udenlandske studier og dermed fokusere mere på, hvorvidt der er tale om en hensigtsmæssig tilpasning og ikke skelne skarpt mellem, hvorvidt den defineres som ad hoc eller planlagt tilpasning.

For en grundigere gennemgang af scenarieopstilling, diskontering og øvrige metodemæssige problemstillinger henvises til Miljøstyrelsen (2006a).

### 3.6 Klimascenarier

Det er i sagens natur umuligt at forudsige de fremtidige udslip af drivhusgasser og af aerosoler. I stedet må man benytte sig af forskellige scenarier, der hver for sig repræsenterer ét bud på de fremtidige udslip og dermed på fremtidens klima. På nuværende tidspunkt stammer de mest brugte udslipsscenarioer fra FN's klimapanel (Nakićenović et al., 2000) og er baseret på fremskrivninger af, hvorledes parametre såsom befolkningsudvikling, teknologiske fremskridt og økonomi udvikler sig i fremtiden. De er alle at betragte som lige gode bud på de fremtidige klimakonsekvenser, da der ikke er sat sandsynligheder på de forskellige scenarier. Sammenholdt illustrerer SRES scenarierne imidlertid spændvidden af de fremtidige klimaændringer og dermed en del af usikkerheden i klimaprojektionerne.

FN's klimapanel arbejder med fire hovedgrupper af scenarier. Der er stor forskel i udledningen af drivhusgasser og aerosoler alt efter hvilket scenarie, der arbejdes med.

- A1-scenarierne bygger på høj økonomisk vækst med lav befolkningsvækst og hurtig introduktion af effektive teknologier.
- A2-scenarierne antager noget lavere økonomisk vækst og en langsommere teknologisk udvikling. Befolkningstilvæksten forudsættes høj.
- B1-scenarierne forudsætter i lighed med A1 høj økonomisk vækst og teknologisk udvikling. Det antages dog også, at miljøeffektive tiltag hurtigt iværksættes og forbruget bliver mindre ressourceintensivt.
- B2-scenarierne forudsætter en både en moderat befolkningsvækst og moderat økonomisk vækst.

Samtlige scenarier beskriver ændringer frem til år 2100. Valget af scenarie har en stor betydning for omfanget af klimaændringerne i slutningen af dette århundrede. Omvendt viser de forskellige scenarier sig at give nogenlunde samme temperaturudvikling i de næste årtier frem til midten af århundredet. Det er med andre ord først efter cirka år 2050, at scenariernes forskellighed for alvor kommer til udtryk. Der arbejdes derfor her med et fælles kortsigtsscenario A1B frem til år 2050.

Ved hjælp af globale og regionale klimamodeller er det muligt at få indtryk af konsekvenserne for Danmark. Modelberegningerne er dog nødvendigvis belagte med store usikkerheder, bl.a. fordi klimamodellerne ikke beskriver alle de naturlige processer, der finder sted i den virkelige verden. Et eksempel er processer, der foregår på meget mindre skala end beregningsgitteret såsom skydannelse og hydrologiske processer i jorden.

---

Klimamodellerne – såvel de globale som regionale – forbedres konstant efterhånden, som der opnås bedre forståelse for bl.a. de bagvedliggende processer.

Globale klimamodeller benytter typisk et horisontalt beregningsgitter, som er fra 100-200 km og opefter. For at forbedre modelbeskrivelsen til regionale forhold nedskaleres de globale modeller derfor typisk ved hjælp af enten dynamiske (regionale klimamodeller) eller statistiske metoder til et horisontalt beregningsgitter, som er fra 10-50 km. En højtopløst regional klimamodel kan generelt give en bedre beskrivelse af lokale forhold end den globale model, som for eksempel højdeforskelle i terrænet, men er naturligvis også begrænset af, at sådanne modeller heller ikke beskriver alle de processer, der finder sted i den virkelige verden. Der kan desuden opstå systematiske fejl under koblingen af den globale model til den regionale. Lignende fejl kan opstå, når regionale klimadata kobles til fx en grundvandsmodel, som generelt opererer med skalaer på under 1 km.

Det er i det hele taget ikke trivielt at teste klimamodellerne imod historiske data, som jo typisk er stationsdata, mens klimamodel data er beregnet på et gitter.

Tabel 4 viser klimakonsekvenserne ved 3 forskellige scenarier som gennemsnit for perioden 2070-2100 for én realisation af fremtiden, beregnet med DMIs regionale klimamodel HIRHAM4 på baggrund af globale data fra det engelske Hadley Center. Derudover er der vist resultater for én modelberegning baseret på A1B scenariet for perioden 2020-2050. A1B scenariet (som dog ikke er vist i tabellen) er beregnet med en nyere version af DMIs regionale klimamodel HIRHAM5 på baggrund af data fra Max-Planck Institutet i Tyskland.

Eftersom resultaterne for henholdsvis de tre scenarier for 2070-2100 og scenariet for 2020-2050 er beregnet med forskellige klimamodeller, kan resultaterne ikke umiddelbart sammenlignes. For eksempel udviser modelberegningerne for sommernedbøren i Danmark modsat rettede tendenser. Hvor A2/B2/EU2C scenarierne viser et fald i sommernedbøren mod slutningen af århundredet, viser A1B scenariet en svag stigning i den nære fremtid. De modsat rettede tendenser er imidlertid fuldt ud konsistente med IPCCs klimarapport fra 2007, der netop angiver usikkerheden om fortegnet på den fremtidige sommernedbør over det nordeuropæiske område som en naturlig følge af, at det centraleuropæiske klima rykker nordpå, således at Danmark kommer til at ligge på grænsen mellem regioner med mere eller mindre sommernedbør. På den måde kan forskellene mellem modelberegningerne for 2070-2100 og A1B scenariet dermed fortolkes som en del af de store usikkerheder, der er på de angivne tal.

**Tabel 4: Klimascenarier i Danmark, 2100 (Energistyrelsen 2009).**

Scenarium	A2	B2	EU2C
LAND			
Årsmiddeltemperatur	+3,1 °C	+2,2 °C	+1,4 °C
Vintertemperatur	+3,1 °C	+2,1 °C	+2,0 °C
Sommertemperatur	+2,8 °C	+2,0 °C	+1,3 °C
Årsnedbør	+9 %	+8 %	+0 %
Vinternedbør	+43 %	+18 %	+1 %
Sommernedbør	-15 %	-7 %	-3 %
Maximum døggnedbør	+21 %	+20 %	+22 %
HAV			
Middelvind	+4 %	+2 %	+1 %
Max. vandstand ved Vestkysten	+0,45-1,05 m		
SÅVEL HAV SOM LAND			
Max. stormstyrke	+10 %	+1 %	+1 %

Regeringens strategi for klimatilpasning bygger på scenarierne A2, B2 og EU2C. Det sidste scenarium er baseret på EU's målsætning om, at den globale middeltemperatur ikke må stige mere end 2 grader i forhold til det før-industrielle niveau. Der var således også lagt op til at screeningen skulle basere sig på disse 3 scenarier samt det kortsigtede A1B scenariet. Imidlertid har langt de fleste studier vist sig at bygge på A2 scenariet, som derfor også ligger til grund for de fleste omkostningsskøn i denne screening.



## 4. **ERFARINGER FRA UDENLANDSKE ANALYSER**

Der er kun gennemført få tværgående samfundsøkonomiske studier af konsekvenserne af klimaændringer og de studier, der er gennemført, når til meget forskellige konklusioner. Det skyldes først og fremmest uenighed om, hvordan man håndterer klimascenarier, prissætning, diskontering og fordelingseffekter, usikkerhed og irreversibilitet samt hvilke klimaparametre og -effekter, der skal inkluderes.

I det nedenstående gennemgås de vigtigste metoder og resultater fra fem studier, der vurderes at være relevante i denne sammenhæng. Der fokuseres på valg af sektorer, opstilling af referencescenarier, valg af klimascenarier, afgrænsning af tilpasningstiltag samt valg af økonomiske beregningsmetoder.

Formålet med litteraturstudiet er at kvalificere valg af metoder i nærværende screeningsundersøgelse.

### 4.1 **Valg af sektorer**

Fokus er her på fem tværgående studier, der forsøger at sammenkoble og prissætte konsekvenser af klimaændringer på tværs af sektorer. Den tværgående optik er typisk udmøntet ved, at man vælger nogle sektorer ud, der anses for væsentlige og sammenligner konsekvenser og tiltag på tværs af sektorer. Det er dog forskelligt fra studie til studie, hvilke sektorer der behandles.

Tabellen på næste side viser i oversigt hvilke sektorer, der behandles i de seks studier. Som det fremgår af tabellen, inddrager ingen af de nævnte studier alle de sektorer, der er omfattet af nærværende screening. Særligt de sektorer der går på tværs, såsom fysisk planlægning og forsikring er dårligt behandlet i litteraturen. Mest omfattende blandt de nævnte studier er den svenske udredning ”Sverige inför klimatförändringarna”, der også omfatter en række sektorer, der ikke er medtaget i denne screening.

**Tabel 5: Oversigt over medtagne sektorer i de gennemgåede studier**

	Kyst	Byggeri	Veje og baner	Kloak	Vand-forsyning	Energi-forsyning	Land- og skovbrug	Fiskeri	Natur	Sundhed	Plan-lægning	Bered-skab	Forsik-ring	Andet*
Ciscar (2009): Climate change impacts in Europe. Final report of the PESETA research project.	X						X		X	X				X
Economics of Climate Adaption Working Group (2009): Shaping climate-resilient development.	X	X			X	X	X			X				
European Environment Agency. (2007): Climate change: the cost of inaction and the cost of adaption.	X	X			X	X	X		X	X				X
Perrels et al. (2005): Appraising the socio-economic impacts of climate change for Finland.	X	X	X			X	X						X	X
Miljödepartementet (2007): Sverige inför klimatförändringarna – hot och möjligheter.	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X		X

Def. PESETA/Miljödepartementet\* ”Andet” dækker bl.a. over turisme, søfart, luftfart, telekommunikation mm. Særligt rapporten fra Miljödepartementet indeholder en meget bred og grundig afdækning af forskellige sektorer.

#### 4.2 **Socioøkonomiske fremskrivninger**

Med henblik på at vurdere de samfundsøkonomiske konsekvenser af klimaændringer opstilles i flere af de gennemgåede studier en baseline i form af en socioøkonomisk fremskrivning<sup>4</sup>, der beskriver den udvikling, der ville være til stede i samfundet, hvis klimaændringerne ikke havde fundet sted. Omkostninger og gevinster ved klimaændringerne kommer således til at afspejle de forventede forhold på det tidspunkt, hvor klimaændringerne indtræffer.

Fremskrivningerne omfatter befolkningstilvækst og BNP-vækst i den undersøgte periode og for det undersøgte område. For PESETA-projektet er tidshorisonten 2100, og Det Europæiske Miljøagentur har 2070 som tidshorisont. Arbejdsgruppen *Economics of Climate Adaption* ser kun på perioden frem til 2030, men til gengæld foretages individuelle fremskrivninger for de fem regioner, der indgår i undersøgelsen.

Miljödepartementets undersøgelse benytter det svenske konjunkturinstituts fremskrivning frem til 2025, mens der for perioden 2025 til 2100 benyttes en nedskalering af økonomisk vækst og befolkningstilvækst baseret på regionale simuleringer. Vækstscenarierne bygger på IPCC's klimascenarier. Også den finske undersøgelse bruger IPCC's scenarier som udgangspunkt for fremskrivninger frem til 2100.

#### 4.3 **Valg af klimascenarier**

Et kendt problem, når man arbejder med scenarier, er, at der hurtigt opstår så mange kombinationsmuligheder, at det bliver vanskeligt at overskue konsekvenserne. IPCC opererer med en række klimascenarier (jf. kapitel 3), men de fleste studier vælger at fokusere på nogle få udvalgte scenarier for at skabe et bedre overblik over udfaldsmulighederne.

Nedenstående tabel opsummerer, hvilke klimascenarier, der lægges til grund for de forskellige studier (se gennemgang af klimascenarier i kap. 3):

---

<sup>4</sup> Dette benævnes i Miljøstyrelsen (2007) for basisreferencescenariet

**Tabel 6: Valg af klimascenarier i de forskellige studier**

Undersøgelse	Klimascenarier
Ciscar (2009): Climate change impacts in Europe. Final report of the PESETA research project.	A2 og B2
Economics of Climate Adaption Working Group (2009): Shaping climate-resilient development.	A2 og en situation med ingen klimaforandring og med lille klimaforandring
European Environment Agency (2007): Climate change: the cost of inaction and the cost of adaption.	A1 og A2
Perrels et al. (2005): Appraising the socio-economic impacts of climate change for Finland.	A1T, B1 og A2
Miljödepartementet (2007): Sverige inför klimatförändringarna – hot och möjligheter.	A2 og B2

Ifølge IPCC er ingen af klimascenarierne mere sandsynlige end andre. Valg af klimascenarier sker således typisk ud fra et ønske om at belyse et spænd mellem forskellige udfaldsmuligheder – fx en situation med store klimaændringer og en situation med mindre..

A2 er generelt foretrukket, fordi det beskriver en middelhøj situation, samtidig med at konsekvenserne er relativt godt beskrevet. B2 vælges af samme grund som et eksempel på et middellavt scenarie.

#### 4.4 **Planlagt og ad hoc tilpasning**

I de fleste af studierne skelnes mellem planlagt tilpasning og ad hoc tilpasning. Planlagt tilpasning forstås i de fleste studier som tilpasning, der involverer eksplicite interventioner fra myndighedernes side, såvel som når der er tale om større offentlige investeringer som fx infrastruktur, kystbeskyttelse, afvanding mv. Planlagte tilpasningstiltag karakteriseres endvidere ved at være fremadrettet, dvs. politisk initierede forudseende handlinger med det formål at afbøde skader og udnytte nye muligheder, der opstår som følge af klimaændringerne.

Ad hoc tilpasning – også kaldet spontan eller autonom tilpasning – sker uden eksplicite interventioner fra myndigheder og består således af private aktørers egne initiativer. Ad hoc tilpasning omfatter bl.a. ændringer i turisme, akklimatisering, migration og tilpasning af landbrugsdrift.

#### 4.5 **Samfundsøkonomisk metode**

Der er især to spørgsmål, der deler vandene, hvad angår valg af samfundsøkonomiske metoder. Den ene er metoden til opgørelse af effekter, det anden er valget af diskonteringsrate.

---

#### 4.5.1 *Direkte eller indirekte effekter*

Klimaændringerne medfører både direkte og indirekte effekter på samfundet.

- Direkte effekter er de primære effekter af klimaforandring på produktion og forbrug.
- Indirekte effekter afspejler ændringer i produktion eller forbrug i hele økonomien som følge af ændringer i de relative priser, herunder indkomster.

At indregne de indirekte effekter er temmelig kompliceret, og de fleste studier fokuserer da også på direkte effekter. Indirekte effekter negligeres bl.a. med det argument, at de forventes at være små, og at det giver større gennemsigthed omkring opgørelserne kun at regne på direkte effekter.

PESETA-projektet er det eneste, der via en generel ligevægtsmodel medregner både direkte og indirekte effekter.

#### 4.5.2 *Diskontering*

Valg af diskonteringsrate har stor betydning for tilpasningstiltagenes rentabilitet. Vælges en høj diskonteringsrate bliver de fleste tiltag med langsigtede effekter urentable, hvilket favoriserer nuværende generationer over fremtidige. Dette gælder særligt, hvis der er et stort tidsmæssigt spænd mellem omkostningerne ved tilpasningstiltaget og gevinster i form af undgåede skadesomkostninger. Anvendes en lav – eller ingen – diskonteringsrate, ignoreres det at man alternativt kunne have fået et afkast for de anvendte ressourcer.

I det finske studie, FINADAPT, anvendes en fast diskonteringsrate inden for de første 10 år, hvorefter diskonteringsraten falder. Diskonteringsratens hældningskurve er sat i relation til en middellevealder på 80 år. Dvs. at diskonteringsraten er halveret efter 40 år.

Det Europæiske Miljøagentur har undersøgt diskonteringsraten i en række undersøgelser af forskellige sektorer og konkluderer, at der generelt anvendes en diskonteringsrate på 3,5 – 4 pct., men anbefaler en faldende diskonteringsrate på længere sigt. I de øvrige undersøgelser anvendes en lav diskonteringsrate eller resultaterne vises udiskonteret, hvilket også er med til at øge gennemsigtheden.

## 5. SCREENING AF SEKTORER

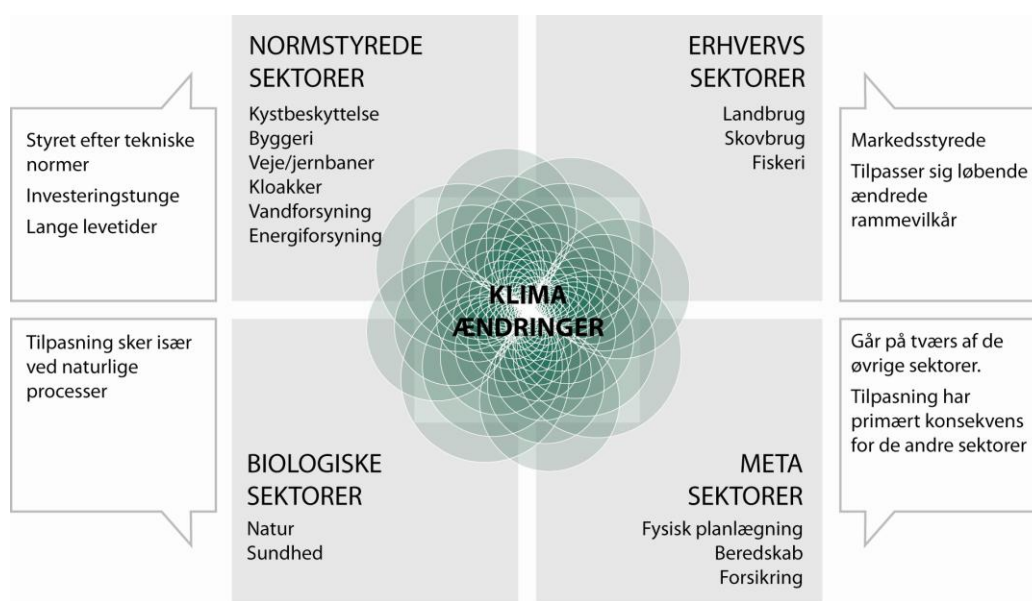
Hovedformålet med screeningen er som nævnt at skabe overblik over konsekvenserne af klimaændringerne i de berørte sektorer samt over væsentlige klimatilpasningstiltag i de forskellige sektorer.

Hvert af de følgende sektorkapitler indledes med en kort præsentation af hovedresultater og anbefalinger til forhold, der bør undersøges yderligere. Dernæst gennemgås de vigtigste konsekvenser af klimaændringerne for den pågældende sektor, samt hvordan sektoren kan tilpasse sig.

I de fleste sektorer – men ikke i alle – kan der peges på tiltag, der ligger ud over eller som udgør alternativer til den tilpasning, der allerede sker eller forventes at ske ad hoc i sektoren. I det omfang det er muligt, screenes de samfundsøkonomiske konsekvenser af sådanne tiltag. Derudover vurderes mulighederne for at implementere de pågældende klimatilpasningstiltag i sektoren. Endelig vurderes, i hvilket omfang klimatilpasning i sektoren har synergier eller overlap til andre sektorer.

### 5.1 Overordnet tilgang til sektorer

Arbejdet med at screene de 14 sektorer på en konsistent måde har, ikke overraskende, vist sig at være vanskeligt. Dette skyldes, at sektorerne i sig selv er af meget forskellig karakter, men der er dog visse fællestræk. Derfor er sektorerne inddelt i fire kategorier. De fire kategorier er: normstyrede sektorer, erhvervssektorer, biologiske sektorer og metasektorer. Visse af sektorerne kan falde ind under flere kategorier, men er medtaget, hvor de vurderes at ”høre mest hjemme”. De grundlæggende forskelle mellem de forskellige kategorier af sektorer betyder, at typen af tiltag også varierer mellem sektorkategorierne. De fire typer af sektorer er præsenteret i nedenstående figur:



**Figur 2: Sektortilgang og tilpasning (Kilde: NIRAS)**

### 5.1.1 Normstyrede sektorer

Seks af de 14 sektorer er karakteriseret ved at være styret efter tekniske normer og regler. Disse sektorer er derudover karakteriseret ved at være investerings-tunge og have anlægsinvesteringer med lange levetid. Dette betyder, at det er væsentligt at tænke konsekvenser af klimaændringer ind på et tidligt tidspunkt.

De normstyrede sektorer er:

- Kystbeskyttelse
- Byggeri
- Vej og bane
- Kloakker
- Vandforsyning
- (Energiforsyning)

I de nævnte sektorer opføres særligt nyanlæg og større renoveringer efter tekniske krav. Som eksempler kan nævnes bygningsreglement eller vejregler. I takt med klimaændringerne er de tekniske krav og normer (allerede) gradvist blevet ændret for at overholde et fastlagt sikkerhedsniveau, og den generelle tænkning inden for sektorerne er, at man fortsat vil skærpe normerne som en naturlig del af ad hoc tilpasningen.

Den løbende normstyrede tilpasning kan betyde, at skadesomkostningerne ved en fuldstændig ad hoc tilpasning ikke nødvendigvis vil øges betydeligt i forhold

---

til i dag, idet man fastholder samme sikkerhedsniveau. Til gengæld vil der kunne være store omkostninger forbundet med selve ad hoc tilpasningen.

Det relevante spørgsmål er her, om omkostningen til ad hoc tilpasning står mål med den undgåede skadesomkostning. Dette vil formentlig være tilfældet i de fleste situationer. Som eksempel vil oversvømmede veje eller oversvømmede kældre som følge af underdimensionerede kloakker pga. manglende tilpasning give anledning til uforholdsmæssigt store skadesomkostninger. Det kan dog være relevant at vurdere, om ad hoc tilpasningen har det rigtige niveau i forhold til skadesomkostningen, eller om der sker en over- eller undertilpasning. Derudover er det relevant at vurdere om der kunne være alternativer til den valgte ad hoc tilpasning. Relevante planlagte tilpasningstiltag inden for disse sektorer vil derfor også kunne være tiltag, der ikke ligger **udover** ad hoc tilpasningen, men som derimod kan **sættes i stedet** for ad hoc tilpasning, fordi det ud fra en samfundsøkonomisk betragtning kan bidrage til billigere at løse de problemer, som klimaændringer fører til.

Et eksempel kan være kloaksektoren, hvor det kan være relevant at overveje alternativer til en øget dimensionering af kloakrørene.

Ved denne tilgang til klimatilpasning bliver en skarp skelnen mellem ad hoc tilpasning og planlagt tilpasning mindre vigtig, og fokus kommer i højere grad på, hvilken samlet tilpasning, der ud fra et samfundsøkonomisk perspektiv, er mest hensigtsmæssig.

#### 5.1.2 *Erhvervssektorer*

Kun ganske få af de sektorer, som er defineret i klimastrategien er egentlige erhvervssektorer eller markedsstyrede sektorer. Der er tale om:

- Land- og skovbrug
- Fiskeri

Man kunne overveje at inddrage turismesektoren, som ikke er behandlet i klimastrategien, i denne kategori, da dette også er en sektor, der i høj grad vil blive påvirket af klimaændringer.

Erhvervssektorerne agerer på markedsvilkår og vil løbende tilpasse sig ændrede rammevilkår, herunder ændrede klimaforhold. Skovbruget skiller sig dog ud i forhold til de andre sektorer ved at være præget af en lang tidshorizont (omdriftsalder), hvilket betyder, at det er vigtigt at tænke klimaændringer ind på et tidligt tidspunkt.



---

Hovedfokus i forhold til planlagte tilpasningstiltag i disse sektorer vil hovedsageligt være tiltag, der sikrer, at sektorerne har tilstrækkelig information til at foretage en optimal ad hoc tilpasning. Derudover vil ændrede klimaforhold kunne betyde, at eksternaliteterne fra erhvervene vil øges, særligt næringsstofudledningen fra landbruget. Planlagte tilpasningstiltag kan derfor også bestå i at ændre reguleringen af disse eksternaliteter.

### 5.1.3 *Biologiske sektorer*

En anden gruppe af sektorer er kendetegnet ved at være styret af biologiske forhold. Det drejer sig om:

- Natur
- Sundhed

Både mennesker og natur vil reagere på og tilpasse sig ændrede klimaforhold. Der vil uundgåeligt ske en ændring i den danske natur. Der vil være dyre- og plantearter, der ikke længere vil kunne leve i Danmark. Til gengæld vil der komme nye til. Ad hoc tilpasningen i disse sektorer vil således kunne beskrives som biologiske processer (særligt for natur) og ikke fx øgede vedligeholdelsesomkostninger. De planlagte tilpasningstiltag vil bestå i at sikre bedst mulige vilkår for ad hoc tilpasningen, fx flere spredningskorridorer, der kan sikre, at arter naturligt kan vandre. Man kan dog også forestille sig tiltag, der vil forsøge at fastholde nuværende naturtyper, som kommer under pres fra klimaændringerne.

For sundhed vil det være tiltag, der søger at hindre eller forebygge konsekvenser af klimaændringer, der har u hensigtsmæssige konsekvenser for mennesker, fx gennem forebyggende medicin mod øget pollenallergi, herunder vaccination eller foranstaltninger mod øgede skimmelsvampeangreb.

### 5.1.4 *Metasektorer*

Endelig er der en række såkaldte metasektorer, dvs. sektorer som går på tværs af de øvrige sektorer. Vi taler her om:

- Fysisk planlægning
- Forsikring
- Beredskab

Tilpasningen i disse sektorer kan have stor betydning for klimakonsekvenserne og behovet for tilpasning i de øvrige sektorer. Fx vil en gennemtænkt og fremsynet fysisk planlægning betyde, at konsekvenserne og behovet for tilpasning i byggesektoren vil reduceres. På samme måde vil differentierede præmier (mikrotariffering) i forsikringsbranchen kunne betyde, at der skabes incitament, så

husejere selv foretager ad hoc tilpasning af deres huse. Både fysisk planlægning og forsikring kan altså udover at være selvstændige sektorer også ses som et virkemiddel, der kan fremme tilpasningen i andre sektorer.

Behovet for tilpasning i beredskabssektoren vil være meget afhængig af tilpasningen i de øvrige sektorer. Sker der en mangelfuld tilpasning i fx kystsektoren, vil det kunne få meget store konsekvenser for beredskabssektoren. Fysisk planlægning og forsikring skaber således nogle rammer, der påvirker aktørernes tilpasning **før** klimakonsekvenserne indtræffer, hvorimod beredskabsindsatsen mindsker omkostningerne for aktørerne **efter** klimakonsekvenserne er indtruffet.

Det er meget vanskeligt at vurdere og ikke mindste isolere den samfundsøkonomiske effekt ved at gennemføre planlagte tilpasningstiltag i metasektorerne, da omkostninger og gevinster hovedsageligt vil optræde i de øvrige sektorer.

---

## 6. KYSTBESKYTTELSE

### 6.1 Konklusioner og anbefalinger

De danske kyster påvirkes dels af stigende vandspejl, dels af hyppigere og kraftigere storme og dermed stormflod.

Utilstrækkelig kystbeskyttelse kan potentielt give anledning til meget store skadesomkostninger i andre sektorer, særligt byggesektoren. Der er således tale om en sektor, hvor der på længere sigt er meget på spil, og hvor klimatilpasning er meget vigtig.

De væsentligste udfordringer indenfor kystbeskyttelse vurderes først at indtræffe efter 2050. Men i perioden indtil 2050 vil risikoen for oversvømmelser og kysttilbagerykning stige. Hvis der således på et tidspunkt kommer mere sikre indikationer af omfanget af og risiciene ved klimaændringerne, kan det blive relevant med en større indsats, hvilket i givet fald kan sættes i værk og gennemføres i løbet af en kortere årrække.

De nuværende beregninger fra Kystdirektoratet bygger på vandstandsstigninger på 42 cm frem til år 2100 (Kystdirektoratet, 2008). Ny forskning tyder imidlertid på, at vandstandsstigningen kan blive højere - op til 1 meter i 2100. Det har stor betydning for både de potentielle skadesomkostninger og de potentielle tilpasningsomkostninger. Der er således behov for at vurdere og tage højde for konsekvenserne, hvis vandstandsstigningen bliver højere. Muligheden for at udvikle et havoversvømmelsesværktøj, som vil kunne bruges til at skabe et geografisk overblik over, hvor der kan være behov for yderligere analyser, er ved at blive undersøgt. Disse fysiske analyser kan danne grundlag for samfundsøkonomiske analyser af, hvorvidt og i givet fald hvornår ny kystbeskyttelse skal etableres eller den eksisterende kystbeskyttelse forstærkes. Dette gælder også for sandfodring af kyster.

I dette kapitel analyseres tiltag i form af etablering af diger til at undgå oversvømmelser og kystfodring for at undgå kysttilbagetrækning. Den samfundsøkonomiske rentabilitet ved digebyggeri afhænger af risikoen for oversvømmelser, kysttypen samt af de værdier, digerne sikrer.

Foreløbige analyser indikerer, at det for landbrugsarealer formentlig kun vil være rentabelt at beskytte på de mindst udsatte kyststrækninger, og hvis oversvømmelserne sker så hyppigt, at jorden ikke er egnet til dyrkning.

De potentielle skadesomkostninger er væsentlig større for helårshuse og fritidsboliger, så her vil digebyggeri være rentabelt ved lavere oversvømmelseshyppigheder.

Beregningseksemplerne viser, at kystfodring af strandarealer er et samfundsøkonomisk fordelagtigt tiltag, hvis betalingsvilligheden for at bevare de udsatte strandarealer er mindst 165 kr./år pr. dansker over 15 år fra 2050.

Generelt vurderes tilpasningen at kunne ske indenfor rammerne af den eksisterende regulering, og det bliver løbende vurderet hvorvidt den nuværende regulering er tilstrækkelig. Hvis vandstandsstigningen bliver op mod 1 meter, kan det dog give reguleringsmæssige udfordringer for de indre danske kyster, hvor det er op til den enkelte grundejer at sikre kystbeskyttelse. Her kan der være behov for en styrket koordinering mellem lodsejer, kommune og stat.

## 6.2 **Konsekvenser af klimaændringer**

Den samlede kystlængde i Danmark er ca. 7.000 km. Heraf udgør Vestkysten, de vestjyske fjorde, Vadehavet og øerne heri 1.000 km, mens de indre kyster inden for Skagens Gren inkl. Limfjorden og Isefjorden udgør 6.000 km. For de indre kyster skelnes mellem eksponeret kyst (650 km), moderat eksponeret kyst (1.050 km) og beskyttet kyst (4.250 km). Danmark har desuden ca. 375 havne og anløbsbroer fordelt på erhvervs-, fiskeri-, færge- og lystbådehavne. Staten er ansvarlig for kystbeskyttelse på ca. 130 km af den danske kyststrækning.

Kystbeskyttelseskonstruktioner som høfder og bølgebrydere anvendes i dag sammen med kystfodring til at mindske tilbagerykningen af kysten. Til beskyttelse af skrænter og kystbrinker i højvandssituationer benyttes skråningsbeskyttelse (kystværn). Konstruktioner til beskyttelse mod oversvømmelse udgøres af diger, der kan være med eller uden skråningsbeskyttelse.

På de indre kyster er der ca. 700 km kystværn, 950 km diger, 12.000 høfder og 500 bølgebrydere. Den samlede værdi af eksisterende kystanlæg på de indre kyster anslås af NIRAS til ca. 12 mia. kr.

De danske kyster påvirkes dels af stigende vandspejl, dels af hyppigere og kraftigere storme og dermed stormflod. Kystdirektoratet anvender en gennemsnitlig global havvandsstigning på op til 42 cm frem til 2100 i deres analyser, som baserer sig på et gennemsnit fra IPCC's analyser fra 2007. Nyere forskning tyder på, at havvandsstigningen kan blive højere, og DMI forventer på den baggrund

---

en generel havniveaustigning (middelvandstanden) på 0,3-1 m i 2100. Da landhævning og vind også spiller ind, vil det betyde, at den oplevede vandstand kan stige mellem 0,1 og 1,2 m afhængig af, hvor i landet man befinder sig. I ekstreme stormflodssituationer forventes en øgning af den maksimale vandstand på mellem 0,45 – 1,05 m på Vestkysten for A2-scenariet<sup>5</sup>.

Resultatet af en vandspejlsstigning er isoleret set, at den generelle kysttilbage-rykning vokser med arealtab til følge. Øgede vindstyrker vil ligeledes bidrage til øget kystlinietilbage-rykning og en kystprofilforstjling. Stigningen i vindpå- virkningen vil medføre større bølgehøjder, der samtidig med højvandstand kan betyde dels overskyl af konstruktionerne, dels større nedskæringer foran konstruktionerne.

### 6.3 Tilpasning

Kystbeskyttelsen dimensioneres sædvanligvis for en 30 – 50 års MT<sup>6</sup>-hændelse. Dog dimensioneres diger, så de kan modstå mindst en 100-års MT-hændelse. Yderligere kystlinietilbage-rykning kan hovedsageligt undgås gennem øget kyst- fodring, mens oversvømmelsesrisikoen kan nedsættes ved at bygge diger.

Generelt anbefales det, at der anlægges en risikobetragtning, således at sikkerheden, der dimensioneres i forhold til, afspejler den potentielle skadesomkostning.

Det er i udgangspunktet den enkelte lodsejer, der har ansvaret for at beskytte sin ejendom mod oversvømmelser eller erosion fra havet og afholde udgiften hertil.

Gennem de sidste hundrede år har staten dog i enkelte tilfælde og efter særlige omstændigheder bidraget til kystbeskyttelse. Det har været tilfældet i Sønderjylland, på dele af den jyske vestkyst samt på Falster og Lollands sydkyst.

For Vestkysten udarbejder Kystdirektoratet flerårige rullende planer for kystbeskyttelsen. Udførelsen af planerne er reguleret gennem 5-årige økonomiske aftaler mellem staten og 4 vestjyske kommuner og indarbejdes i Kystdirektoratets handlingsplaner. Ad hoc tilpasning til konsekvenserne af klimaændringerne indarbejdes i handlingsplanerne. Eksempelvis kan nævnes, at Kystdirektoratet i forbindelse med den seneste Finanslov fik afsat 97 mio. kr. specifikt til kystbeskyttelse og det kommunale bidrag udgør 12 mio. kr.

---

<sup>5</sup> Idet de øvrige scenarier stort set kan rummes inden for grænserne for A2 usikkerheden taget i betragtning, fokuseres i det følgende på A2-scenariet, der også ligger til grund for Kystdirektoratets analyser.

<sup>6</sup> Middeltidshændelse

Stigende vandstand betyder endvidere, at havne, broer og kajer påvirkes, bl.a. i form af hyppigere overskyl. Kraftigere storme vil øge påvirkningen på konstruktioner og ydre dækværker samt tilsanding af sejlrender. Konsekvenserne for havne og sejlrender vil dog samlet set være små og kan imødegås ved en løbende tilpasning i forbindelse med ændringer af havnenes konstruktionselementer og ved nyanlæg samt en marginalt forøget oprensning af sejlrender.

Ved en forudsat global vandstandsstigning på 42 cm er det samlede arealtab ved de indre kyster (altså hvor lodsejerne selv har ansvaret for kystbeskyttelse) af Kystdirektoratet estimeret til 11 km<sup>2</sup> frem til år 2050 og yderligere 28 km<sup>2</sup> frem til år 2100, således at det samlede arealtab for indre kyster bliver 39 km<sup>2</sup>. (Kystdirektoratet 2008 og egne beregninger). Det eneste tiltag som kan forhindre en kystlinietilbagetrækning af kystlinjen på de indre kyster er aktiv brug af kystfodring.

Derudover er det nødvendigt på visse indre kyststrækninger dels at forhøje nuværende diger og forstærke eksisterende konstruktioner, dels at bygge nye diger til imødegåelse af oversvømmelser, hvor dette er uønsket.

I det følgende analyseres på hensigtsmæssigheden af ny kystbeskyttelse under forskellige forudsætninger om arealanvendelse. Derudover foretages en analyse af at øge kystfodring af de indre danske kyster, så det forventede arealtab undgås.

#### 6.4 **Analyse af tiltag**

##### 6.4.1 *Undgåede oversvømmelser pga. hyppigere og voldsommere storme*

Hyppigere storme med højere vandstand i kombination med bølgeindløb vil kunne resultere i hyppigere og mere omfangsrige oversvømmelser. Det er ikke muligt på nuværende tidspunkt at sige, hvor store arealer, der vil blive oversvømmet.

NIRAS vurderer, at arealer på alt mellem et par hundrede meter til flere kilometer fra kysten kan blive oversvømmet. I det følgende anvendes ½ km fra kysten som estimat for det areal, der oversvømmes. Men det skal understreges, at dette estimat er behæftet med stor usikkerhed og blot tjener som et eksempel på, hvor store skader, der kan ske, såfremt land i en afstand på ½ km fra kysten oversvømmes. Der er ikke umiddelbart nogen sammenhæng mellem kysttypen og arealet, der vil blive oversvømmet. Konsekvenserne helt afhængige af den fremtidige vandsstandstigning, da den også vil påvirke ekstrem-situationen.

Oversvømmelserne kan imødegås ved at bygge diger. I dag dimensioneres diger sædvanligvis, så de kan modstå en 100 års MT-hændelse.

---

Denne analyse belyser to forskellige alternativer for hyppigheden af oversvømmelserne. De pågældende alternativer er:

- Et worst case alternativ. Her antages oversvømmelserne at være så hyppige og omfangsrige (hvert 3-4 år), at husene eller landbrugsjorden bliver ubeboelige/ufrugtbar. Den undgåede skadesomkostning kan derfor opgøres som prisen på huse eller jord.
- Oversvømmelser ca. hvert 10. år. Hermed bliver jorden kun udyrkbart det år, hvor oversvømmelsen sker samt i de efterfølgende 3 år. Husene skal ”tømmes for vand”, før de bliver beboelige igen, ligesom der kan være skader på inventaret.

Der skelnes mellem tre typer kyster. Eksponerede kyster, moderat udsatte kyster og beskyttede kyster. Det er dyrere at bygge diger ved eksponerede kyster, da bølgerne her bliver højere. Ved de moderat beskyttede og beskyttede kyster har bølgerne ikke mulighed for at blive lige så høje, da udstrækningen af det åbne vand foran kysten er begrænset. Se i øvrigt bilag 1 (tabel med priser).

Værdien af de arealer, som undgår oversvømmelse, afhænger af anvendelsen. Her antages, at arealet kan være udlagt til fritidshusbeboelse, helårsbeboelse eller landbrugsproduktion.

### *Resultater*

Analyserne indikerer, at det for beskyttede kyster vil være samfundsøkonomisk fordelagtigt at bygge diger for at undgå oversvømmelser stort set uanset anvendelsen, såfremt de kommer så ofte, at jorden bliver udyrkbart eller husene ubeboelige. Såfremt en beskyttet kyst kun bliver oversvømmet hvert 10. år, indikerer analyserne, at det kun er forbundet med en gevinst at bygge diger, såfremt arealet anvendes til beboelse. Dette gælder både for helårs og fritidshuse. Det er fordelagtigt at bygge diger, selv hvis den beskyttede kyst kun oversvømmes én gang i perioden 2050 – 2100, når området anvendes til helårsbeboelse. For helårsbeboelse indikerer analyserne, at det vil være forbundet med gevinst at bygge diger, selv hvis oversvømmelsen først sker i 2100.

Fælles for den moderat beskyttede kyst og den eksponerede kyst er, at det formentlig kun er samfundsøkonomisk rentabelt at bygge diger, såfremt det bagvedliggende område anvendes til beboelse og ikke er landbrugsjord. Dette gælder uanset, om jorden oversvømmes jævnligt eller kun hvert 10. år.

Med en havvandsstigning på 42 cm vurderes det kun at være relativt få kyster, hvor der skal etableres ny digebeskyttelse (i alt ca. 30 km). Antages i stedet en højere havvandsstigning, vil det være væsentlig flere kyststrækninger, der skal sikres, ligesom der kan være kostbare anlæg, såsom fx lufthavne, der skal sikres.

---

Mulighederne for at udvikle et havoversvømmelsesværktøj, som vil kunne anvendes til at identificere konsekvenserne ved en højere vandsstandsstigning er ved at blive undersøgt.

I Miljøstyrelsen (2006b) er der gennemført en caseberegning af fordelagtigheden af at beskytte en kyststrækning på Sjællands nordkyst, som er en eksponeret kyst. Kystbeskyttelsen bestod af flere tiltag bl.a. bølgebrydere og sandfordring. Denne analyse viste, at det er forbundet med samfundsøkonomisk overskud at kystbeskytte det pågældende strandområde. Analysen viste, at det mest vidtgående scenarium (A2) gjorde kystbeskyttelse mest fordelagtigt.

OECD lavede i 2008 en analyse af kystbeskyttelse i Storkøbenhavn, jf. OECD (2008). Rapportens hovedbudskaber er, at Storkøbenhavn aktuelt er godt beskyttet mod mulige oversvømmelser og stormfloder. Fremtidige vandstandsstigninger vil medføre skadesomkostninger, hvis der ikke foretages klimatilpasning i form af øget kystbeskyttelse. Omkostningerne ved at foretage kystbeskyttelse er langt mindre end omkostningerne ved ikke at handle, dvs. de potentielle skadesomkostninger. Det er nødvendigt, at vi allerede nu forbereder os på den stigende vandstand i fremtiden og indtænker tilpasning.

#### 6.4.2 *Undgået arealtab ved øget kystfodring*

Vandspejlsstigninger og større bølger vil resultere i arealtab ved indre kyster. Arealtabet er imidlertid meget afhængigt af kystens eksponering og kystlinjetilbagetrækningen varierer mellem 5 m for en beskyttet kyst til 14 m for en eksponeret kyst (Kystdirektoratet 2008). Kystlinjetilbagetrækningen afhænger dog af de lokale topografiske forhold, og der kan således i nogle områder ske langt større arealtab. Ovenstående estimat baserer sig på en vandstandsstigning på 42 cm. Hvis vandsstandsstigningen bliver højere, som ny forskning tyder på, vil kystlinjetilbagetrækningen forøges. I denne beregning tages der dog udgangspunkt i en vandsstandstigning på 42 cm, da der ikke findes undersøgelser, der vurderer arealtab og den nødvendige kystfodring ved en højere vandstandsstigning.

Det eneste tiltag, som kan benyttes til at undgå arealtab, er øget kystfodring. Det vurderes, at det først er fra år 2050, at vandstandsstigningen for alvor giver anledning til et mærkbart arealtab, og det er derfor forudsat, at samtlige kyster først sandfodres i år 2050. I årene efter kystfodringen er der behov for løbende vedligehold af anlægsinvesteringerne. Det skal bemærkes, at kystfodringer tillige virker som kystbeskyttelse og dermed beskytter værdierne i baglandet.



### *Resultater*

Det arealtab, der kan undgås ved kystfodring, er hovedsageligt strandarealer. For at vurdere, om det ud fra en samfundsøkonomisk betragtning er fornuftigt at sandfodre, er der derfor behov for at vurdere værdien af det potentielt tabte strandareal. Værdien af en strand er hovedsagelig rekreativ. Derfor vil værdien i høj grad afhænge af antal besøgende. Stranden kan dog også bidrage til at øge værdien af de omkringliggende huse/sommerhuse. Da der ikke er viden om, hvor arealtabet konkret vil ske eller hvor stort besøgstallet er for de strande, der mindskes eller forsvinder, vil der i stedet fokuseres på, hvad betalingsvilligheden fra hver dansker over 15 år skal være for at opveje omkostningen ved at sandfodre. Resultaterne viser, at såfremt hver dansker er villig til at betale 165 kr. årligt, så vil det være samfundsøkonomisk fordelagtigt at beskytte strandene mod arealtab<sup>7</sup>.

Der findes ikke danske betalingsviljestudier af den rekreative værdi af strande. Flere studier har derimod undersøgt betalingsviljen for et årskort til de danske skove, og resultaterne ligger omkring 160 kr. i 2010-priser (Dubgaard, 1998), som kan give et billede af størrelsesordenen af betalingsvilje for rekreative områder.

Dette beløb er dog ikke direkte sammenligneligt med det beløb, der er angivet for strande ovenfor. Betalingsvilje for strandene dækker over sikring af en mindre del af de danske strande, mens betalingsviljen for et årskort til skovene dækker over at have adgang til de danske skove, men ikke for at bevare dem.

Endvidere besøges skovene lidt hyppigere end strandene. Der er således ca. 75 mio. årlige besøg i de danske skove og årligt 55 mio. besøg på de danske strande (Miljøministeriet, 2008). Set i den sammenhæng er det en relativ høj betalingsvilje, der skal til, førend det er samfundsøkonomisk fordelagtigt at sandfodre for at bevare strandarealer.

### **6.5 Implementering af tiltag**

Der sker løbende en tilpasning til klimaet både på Vestkysten og de indre danske kyster. Som nævnt varetages dele af kystbeskyttelse på Vestkysten af Kystdirektoratet. En løbende tilpasning, som fastholder det nuværende sikkerhedsniveau, vil medføre stigende udgifter, såfremt de reguleringsmæssige instrumenter er de samme som i dag.

For de indre kyster kan klimaændringerne imidlertid give reguleringsmæssige udfordringer. Her varetages kystbeskyttelsen af den enkelte lodsejer direkte eller

---

<sup>7</sup> Der er ikke taget højde for en eventuel befolkningsfremskrivning

---

gennem kyst- og digelag. Disse udfordringer kan blive særligt store hvis vandsstandsstigningen bliver om mod en 1 meter i stedet for de forudsatte 42 cm.

Kystfodring er som beskrevet relevant i forhold til bevaring af strandarealer, men også som kystbeskyttelse. Det vil således være nødvendigt med en koordineret indsats. Her kan peges på kommunerne som koordinatore for kystbeskyttelsesprojekter. Jf. Kystbeskyttelsesloven har kommunerne kompetence til efter anmodning fra berørte grundejere at bestemme, at der ved en kyst skal træffes foranstaltninger til beskyttelse af flere ejendomme mod oversvømmelse eller den nedbrydende virkning fra havet. I denne forbindelse kan det i de enkelte tilfælde overvejes om andre udover de direkte oversvømmelsestruede skal bidrage til at mindske kysttilbagetrækningen, da de rekreative værdier kommer flere end de oversvømmelsestruede til gode.

Diger bygges og vedligeholdes af digelaug bestående af lodsejere, der berøres af en evt. oversvømmelse.

Med klimaændringerne øges kravene og dermed også udgifterne til digerne. Samtidig øges koordineringsbehovet, idet digernes effektivitet ofte vil være afhængig af kystbeskyttelsen i de omkringliggende områder. Det stiller ligeledes krav til en højere grad af koordinering, end man har i dag.

## 6.6 Synergier og overlap

Utilstrækkelig kystbeskyttelse kan have negative konsekvenser for en lang række sektorer i form af kystlinietilbagerykninger, nedbrydning af skrænter og oversvømmelser af:

- byggeri
- veje og baner
- energiforsyning
- landbrugsjord
- naturområder

Omvendt kan etablering af diger have negative konsekvenser for natur ved at forhindre, at strandene kan rykke ind i landet. Og diger kan blive så høje at herlighedsværdien af udsigter helt forsvinder.

Kystbeskyttelse har desuden et stort overlap med metasektorerne. Fysisk planlægning hænger naturligt sammen med kystbeskyttelse, således at nye arealudlæg og infrastruktur skal tænkes tæt sammen med kystbeskyttelse og nye arealudlæg undgås på erosionstruede kyststrækninger. Utilstrækkelig kystbeskyttelse kan have store konsekvenser for beredskabssektoren. I forhold til forsikring vil oversvømmelser med havvand ikke belaste forsikringsbranchen, da det er omfattet af stormflodsordningen.

---

## 7. BYGGERI

### 7.1 Konklusioner og anbefalinger

Klimaændringer vil påvirke byggeriet i form af øget middelvind samt hyppigere og kraftigere stormhændelser. Dertil kommer øget nedbør og hyppigere forekommende ekstremnedbør, højere grundvandsspejl samt et generelt varmere klima med varmere og fugtigere vintre med mere vinternedbør.

Værdien af det samlede byggeri i Danmark er meget stor. Det er samtidig en sektor med investeringer med lange levetider. Det er derfor helt afgørende at sikre sig, at byggeriet er tilpasset det fremtidige klima.

Man kan skelne mellem klimatilpasning af fremtidigt byggeri og tilpasning af eksisterende byggeri. Det er bygningsreglementet, der fastlægger, hvordan nye bygninger skal opføres. Klimaændringer vil potentielt kunne medføre behov for skærpede krav. Flere undersøgelser viser imidlertid, at sne- og stormskaderne ofte skyldes byggefejl, hvor gældende normer ikke var overholdt eller manglende vedligeholdelse. Der vurderes derfor at være behov for mere viden omkring sammenhængen mellem klimaændringer og behovet for ændrede normer for fremtidens byggeri. Generelt kan de lange levetider for bygninger tale for ”at være på den sikre side”, særlig hvis de skærpede krav ikke er forbundet med markant øgede byggeomkostninger.

For eksisterende byggeri er det primært relevant at se på mulighederne for præventive indgreb. Selv om undersøgelser har vist, at skader typisk sker på bygninger med byggefejl, er det relevant at vurdere, om det kan være samfundsøkonomisk hensigtsmæssigt at foretage præventive forstærkninger af eksisterende bygninger.

I dette kapitel gennemføres eksempelberegninger på præventive tiltag på eksisterende bygninger. Eksempelberegningerne viser, at det under særlige forudsætninger kan være hensigtsmæssigt at foretage præventive tiltag. Det er dog meget vanskeligt at sige noget generelt omkring muligheden for at foretage præventive tiltag i byggeriet. Endvidere kan det være forbundet med omkostninger at vurdere, hvilke bygninger der er i farezonen.

Byggeriet er dog samtidig en meget stor sektor, hvor skadesomfanget under ekstremesituationer er så voldsomt, at forebyggelse af selv få typiske skader kunne have stor samfundsøkonomisk effekt. Der anbefales derfor på baggrund af tekniske gennemgange af skader ved fx storme at foretage mere omfattende samfundsøkonomiske beregninger af, hvorvidt der er et potentiale for at foretage præventive tiltag. I den forbindelse skal der dog tages hensyn til, at det kan være svært umiddelbart at afgøre, om en bygning har behov for forstærkning. Derfor kan det være nødvendigt at screene alle huse bygget i bestemte perioder og/eller efter bestemte principper.

Byggeriet er i det hele taget en sektor, hvor der er meget begrænset overblik over vedligeholdelsesstanden, hvilket især skyldes, at der er meget stor diversitet.

Byggeriet skiller sig endvidere ud som en sektor, hvor størstedelen af aktiverne er privatejede og at det er ejeren, der har ansvaret for bygningen. Forsikring bliver derfor et vigtigt element til at sikre incitamenter til at implementere eventuelle samfundsøkonomisk relevante præventive tiltag.

## 7.2 **Konsekvenser af klimaændringer**

Værdien af det samlede byggeri i Danmark kan, hvis der tages udgangspunkt i den offentlige ejendomsvurdering fra 2008 (Skat, 2008), opgøres til ca. 6.000 mia. kr. Heraf udgør en-families huse og rækkehuse 2.300 mia. kr.

Klimaændringer vil påvirke byggeriet i form af øget middelvind samt hyppigere og kraftigere stormhændelser. Dertil kommer øget nedbør og hyppigere forekommende ekstremnedbør, stigende grundvandsspejl samt et generelt varmere klima med varme og fugtige vintre. Hvor meget et byggeri vil blive påvirket afhænger i høj grad af dets placering i landskabet. Lavt beliggende huse vil være mere udsatte for oversvømmelser end højt beliggende, vindudsatte huse vil oftere være udsatte for stormskader, end huse der ligger i læ mv.

I A2-scenariet forventes middelvindhastigheden at stige med 4 pct. og den maksimale stormstyrke forventes at stige med op til 10 pct. frem til 2010. Dette har konsekvenser for bygningskonstruktioner, der ikke er opført efter de gældende normer, der har indarbejdet de forventede stigninger.

Den forøgede vindpåvirkning vil kunne forårsage:

- Større revnedannelse langs fundamenter og i vægge og derved svækkelse af bygningskonstruktionen.
- Flere materielle skader på huse i form af flere ødelagte tag- og vægkonstruktioner ved storm.
- Midlertidige afstivninger eller understøtninger bliver mere sårbare.

---

Der forventes generelt højere temperaturer og øget vinternedbør. I A2-scenariet forventes fx, at der bliver op til 44 færre døgn med frost. Det betyder også, at der vil blive færre døgn med sne. En stigning i vinternedbøren på 43 pct. betyder imidlertid, at risikoen for situationer med ekstrem snelast paradoksal nok stiger, hvilket skyldes, at der falder mere sne ad gangen, samt at rumvægten af sne er højere i våd tilstand. Dermed øges risikoen for tagsammenstyrtninger, særligt for ældre huse og bygninger. Undersøgelse af de 13 bygninger, hvor taget kollapsede efter snefaldet i 2007 viste, at der i alle bygningerne var fejl i dimensioneringen eller udførelsen. I vinterhalvåret 2009-2010 kollapsede flere tage i forbindelse med ophobning af sne. Last- og Sikkerhedsudvalget under Dansk Standard har foretaget en indledende vurdering af, om de mange nedstyrtede tage giver anledning til, at de gældende snenormer skal skærpes. Last- og Sikkerhedsudvalget konkluderede i deres indledende udredning, at der ikke var grundlag for en væsentlig skærpelse af de generelle krav til snelast på tage. Der er iværksat en undersøgelse, som skal kortlægge hvilke tage, der er styrtet sammen, hvilke typer bygninger der er tale om, samt deres alder og konstruktionstype. Undersøgelsen forventes færdiggjort sommeren 2010.

Den øgede nedbørsmængde og oftere forekomst af ekstrem regn samt den højere grundvandsstand og øget oversvømmelseshyppighed vil øge risikoen for både akut opståede vandskader i kældre og for opstigende grundfugt i fundamenter og bygninger, hvis der ikke igangsættes en afhjælpning af skaderne. Øget fugt vil øge forekomsten af skimmelsvamp og angreb af trænedbrydende svampe i bygningskonstruktioner. Nye bygninger er omfattet af bygningsreglementets kapitel 4, der indeholder bestemmelser, der i alle byggeriets faser sikrer bygningens konstruktion mod forringet holdbarhed og utilfredsstillende sundhedsmæssige forhold som følge af indtrængning af fugt og nedbør.

En revision af bygningsreglementet er i øjeblikket i offentlig høring. Som en del af revision foreslås det at indføre skærpede bestemmelser om regnvandshåndtering i kap. 8. Hermed specificeres det, at regnvand så vidt muligt skal kunne tilbageholdes og forsinkes.

En øget middeltemperatur og særligt varmere somre betyder, at behovet for køling, særligt af kontorbyggeri, forventes øget. Dette vil blive behandlet under energisektoren.

Der ligger ikke en samlet opgørelse over samtlige bygninger i Danmark, hvor deres vedligeholdelsesmæssige stand mv. fremgår. Det er derfor ikke muligt at give et bud på, hvor store skader der vil ske som følge af klimaændringerne. Et bud herpå kan dog fås ved at se på omfanget af udbetalte forsikringserstatninger det seneste årti. Forsikringsbranchen vurderer at have udbetalt knap 20 mia. kr. som følge af det seneste årtis storme, kraftige skybrud, stormflod og stormfald.

---

Der er imidlertid også klimarelaterede skader i Danmark, der ikke dækkes af forsikringer eller forsikringslignende ordninger, så de samlede skader er større.

### 7.3 Tilpasning

Ved tilpasning i byggesektoren kan der skelnes mellem nybyggeri og eksisterende byggeri.

For nybyggeri skal bygningsreglementet i nødvendigt omfang også fremover løbende tilpasses det fremtidige klima. I det omfang det er nødvendigt at klimatilpasse byggenormerne, vil det afhængigt af indsatsområdet kunne medføre forøget brug af byggematerialer, herunder stål i form af armering og forøgede stålprofiler og beton for forøgelse af ballast. Dermed slår konsekvenserne også direkte igennem på byggepriserne, men det er endnu for tidligt at sige, hvor store de økonomiske konsekvenser bliver. En rapport fra SBI, der har analyseret stormskader på bygninger (SBI, 2000) peger omvendt på, at det for visse bygningstype kan være relevant at slække på kravene i bygningsreglementet. Det anføres dog, at der vil være behov for en væsentlig forskningsindsats, før det kan ske. Dette illustrerer, at det ikke altid vil være oplagt at skærpe bygningsreglementet. Helt grundlæggende vurderes der at være behov for mere viden omkring sammenhængen mellem klimaændringer og behovet for ændrede normer. En sådan viden vil også kunne danne grundlag for analyser af hvorvidt og i hvor stor udstrækning, det er samfundsøkonomisk fornuftigt at revidere normerne for nybyggeri.

Ved eksisterende byggerier er spørgsmålet, i hvor høj grad det kan betale sig at foretage præventive tiltag for at nedsætte risikoen for skader, herunder fugtsikre kældre og fundamenter i form af omfangsdræn mv. samt forstærke konstruktioner mv. I screeningen er det valgt at udvælge tiltag inden for forebyggelse af henholdsvis fugtindtrængning, stormskader og sneskader for at få en indikation, om forebyggende tiltag inden for byggeri kan være relevante ud fra en samfundsøkonomisk betragtning.

### 7.4 Analyser af tiltag

#### 7.4.1 Præventive tiltag mod fugt

Opstigende grundfugt i kældre og bygninger kan blive et problem i områder, hvor grundvandsspejlet stiger. Grundvandsspejlet er ikke konstant, men er det først steget så meget, at der trænger fugt op i bygninger, er det nødvendigt at fugtsikre, da fugten ellers vil resultere i bygningsskader og angreb af skimmelsvamp. I værste tilfælde bliver huset så medtaget, at nedrivning er den eneste mulighed for at overkomme problemet. Som udgangspunkt vil en ejendomsforsikring ikke dække opstigende grundvand. Det skal bemærkes, at oversvømmelser også kan resultere i skimmelsvamp. I dette eksempel fokuseres dog udelukkende på opstigende grundfugt.

---

I nye huse kan problemet med opstigende grundfugt forhindres ved:

- Etablering af et forhøjet fundament.
- Større krav til kapillarbrydende lag og lagtykkelse.
- Fugtsikring af kælder og sokkel vha. grundmursplade samt omfangsdræn.

I eksisterende huse er eneste reelle mulighed for sikring af bygninger mod opstigende grundfugt at fugtsikre fundamentet samt etablere omfangsdræn. Der kan være enkelte tilfælde, hvor det ikke er nødvendigt at iværksætte alle tiltag, men for et gennemsnitshus vurderes det er være nødvendigt at iværksætte alle nedenstående tiltag. Mere præcist skal fugtsikringen bestå i følgende:

- Opgravning langs facader for etablering af udvendig fugtsikring og omfangsdræn.
- Fjernelse af gulve og opgravning af kældergulv/terrændæk.
- For grundmurede bygninger skal der tillige gøres tiltag for at forhindre fugtopstigning i indvendige vægge, fx ved overskæring og indlægge stålplader eller tagpap i bunden af vægge.
- Udlægning af kapillærbrydende lag.
- Fugt- og radonsikring.
- Støbning af nyt dæk og lægning af nyt gulv.

Med henblik på at kunne sammenligne de enkelte tiltag ses på, hvilke omkostninger og gevinster der er ved at implementere tiltagene i et typisk dansk hus (jf. Danmarkshuset). Danmarkshuset er et 135 m<sup>2</sup> parcelhus i et plan. Det er opført i 1980 og ligger på en 800 m<sup>2</sup> stor grund<sup>8,9</sup>.

Nedenstående tabel oplister omkostningerne ved de enkelte tiltag.

---

<sup>8</sup> Derudover kendetegnes det ved at have tre soveværelser, spisekøkken, stue, entre, bryggers, badeværelse og gæstetoilet. Det er beliggende på en rolig villavej – ikke lige i centrum, men heller ikke uden for bygrænsen (EDC, 2010).

<sup>9</sup> Krav til bygningers levetid iht. bygningsreglementet, BR08 (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2010): *”En bygningens levetid vil være en funktion af mange parametre; anvendelse, konstruktionstype, materialer, vedligehold m.m. Bygninger, der ikke fra starten er tænkt midlertidige, vil kunne forventes at have en levetid på mindst 50 år, og en levetid på 70-100 år kan anses for normal. levetiden for bygningsdele afhænger af bygningsdelens funktion, materiale, vedligehold m.m. levetiden for konstruktionsdele vil almindeligvis skulle svare til bygningens levetid som helhed. ikke-bærende bygningsdele hørende til klimaskærmen kan have en kortere levetid end bygningen som helhed, medens dele hørende til bygningens aptering normalt vil have de korteste levetider; fx 10-30 år.”*

**Tabel 7: Levetider og omkostninger ved de forskellige tiltag**

	Levetid, år	Samfundsøkonomisk omkostning for 135 m <sup>2</sup> hus, kr.	Årlige vedligeholdelsesomkostninger, kr.
<i>Nye huse</i>			
- Forhøjet fundament, 60 cm	100	97.200	0
- Fugtsikring samt omfangsdræn	70	32.400	1.080
- Større krav til kapillærbrydende lag	100	108.000	0
<b>I alt</b>		<b>237.600</b>	<b>1.080</b>
<i>Eksisterende huse</i>			
- Fugtsikring samt omfangsdræn	70	324.000	1.080
- Fjernelse af gulve og terrændæk	-	1.296.000	
- Udlægning af kapillærbrydende lag inkl. fugt- og radonsikring samt støbning af nyt dæk	100		0
- Lægning af nye gulve	30	216.000	0
<b>I alt</b>		<b>1.836.000</b>	<b>1.080</b>

Omkostningen til at beskytte et eksisterende hus er ganske betragtelig, nemlig 1,8 mio. kr. Dette vil ofte være tæt på husets værdi og derfor vurderes det i de fleste tilfælde ikke at være realistisk at foretage dette præventive tiltag.

Ses derimod på et nyt hus, er omkostningen til beskyttelse væsentlig mindre nemlig knap 240.000 kr.

Skadesomkostninger når et hus bliver ramt af opstigende grundfugt vurderes at være større end omkostningerne ved at bygge et nyt hus. Dette skyldes, at det er meget sandsynligt, at huset samtidig bliver ramt af skimmelsvamp. Såfremt huset rammes af skimmelsvamp, er det nødvendigt åbne eller fjerne gulvkonstruktionen og udtørre huset samt foretage skimmelfrensning fx med tørdamp. Derudover skal huset efterfølgende fugtsikres. Hertil skal lægges gener som følge af evt. sygdom og genhusning.

Hvorvidt det kan betale sig at sikre et nyt hus, der ligger i et potentielt risikoområde afhænger af, hvornår skaden vil opstå. Da der er tidsmæssigt spænd mellem tiltaget og skadesomkostningen, vil diskonteringsraten derfor også have afgørende betydning. Meromkostningen på 240.000 kr., som afholdes ved husets opførelse, skal holdes op mod en skadesomkostning, som vurderes at udgøre minimum 2.000.000 kr. Med en diskonteringsrate på 5 pct. skal skaden ske indenfor de første 40 år efter husets opførelse, hvorimod det blot skal ske indenfor de første 70 år, hvis diskonteringsraten er 3 pct.



En afledt effekt ved at etablere fugtsikring er, at huset også ville være bedre beskyttet mod oversvømmelser pga. den hævede sokkel. Gevinsten herved er ikke medtaget.

#### 7.4.2 Præventive tiltag mod stormskader

Den forøgede vindpåvirkning vil bl.a. kunne forårsage flere materielle skader på huse i form af flere ødelagte tag- og vægkonstruktioner ved storm.

Efter stormen i 1999 iværksatte SBI en undersøgelse om de typiske skader på bygninger (SBI, 2000). Her fandt de, at skader på småhuse er koncentreret omkring tagkonstruktioner og murede gavltrekanter. Endvidere fandt de, at huse, der var opført efter de gældende normer, ikke var blevet skadet som følge af stormen.

I det følgende ses nærmere på en typisk skade i form af en væltet opmuret gavltrekant. Denne skade opstår, når gavltrekanten ikke er tilstrækkeligt fastholdt. Ofte mangler fastholdelsen til tagoverfladen. Skaden ses især på ældre huse med nyt tag, hvor der ikke var etableret fastholdelse til erstatning for, at de gamle taglægter var indmuret i gavltrekanten.

Til at forebygge en skade som en væltet gavltrekant, skal trekanten fastgøres til tagskiven<sup>10</sup>.

Den samfundsøkonomiske omkostning hertil er, som vist i nedenstående tabel ca. 95.000 kr. Ved at foretage dette tiltag nedsætter husejeren risikoen for en mulig kommende skade, som vil koste godt 220.000 kr. at udbedre. Ved beregningen er det antaget, at huset har et forholdsvist nyt tag, hvor fastholdelsen af gavltrekanten til tagskiven ikke er etableret.

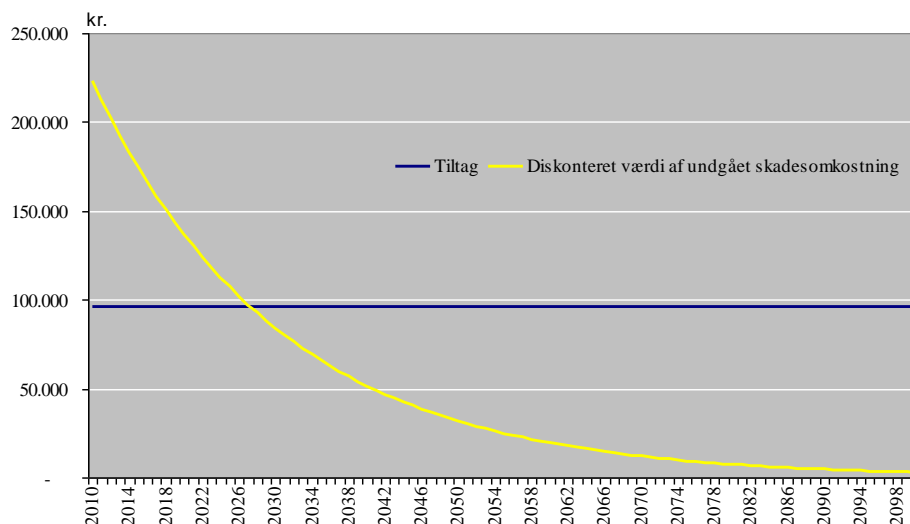
**Tabel 8: Investering og skadesomkostninger**

Investering i fastgørelse af gavltrekant	Skadesomkostning
95.000 kr.	223.000 kr.

De øgede stormstyrker vil komme gradvist efterhånden som klimaændringerne bliver tydeligere. De ca. 95.000 kr. er en investering husejeren skal påtage sig i dag mod at undgå en skade i fremtiden. Værdien af den undgåede skade afhæn-

<sup>10</sup> Dette kan umiddelbart gøres ved at ibore bolte langs det yderste spær til fastholdelse af den opmurede trekant langs spærene.

ger af, hvornår skaden indtræder og størrelsen af diskonteringsraten. Dette er også illustreret i nedenstående figur. Det ses, at såfremt det antages at gavlen forstærkes i dag, så vil investeringen hertil svare til værdien af en fremtidig skade i år 2028. Dvs., at det er forbundet med en samfundsøkonomisk gevinst at forstærke gavlen, såfremt skaden sker inden for de næste 20 år. Med en lavere diskonteringsrate vil det være rentabelt, selvom skaden sker på længere sigt.



**Figur 3: Sammenligning af tiltag til stormsikring af tag med en kommende undgået skadesomkostning.**

#### 7.4.3 Præventive tiltag mod sneskader

Den seneste vinters megen sne betød, at flere staldes tage kollapsede. Således var der en enkelt weekend i februar 2010, hvor 36 staldtage i Nordjylland kollapsede. Indledende undersøgelser har vist, at sammenstyrtningen dels sker på vinkelbygninger, hvor der samles store mængder sne i sammenbygningen. Dels på store og brede bygninger, hvor udformninger, som fx installationer på taget, betyder, at der opstår læ på taget, hvor der samles sne (se fx DS 2010). Der er dog endnu for tidligt at konkludere entydigt på baggrund heraf. Erhvervs- og Byggestyrelsen har iværksat en undersøgelse, der skal give et mere præcist billede over hvilke tage, der er styrtet sammen, hvilke typer bygninger, der er tale om, deres alder og konstruktionstype. Resultaterne af denne undersøgelse forventes i sommeren 2010.

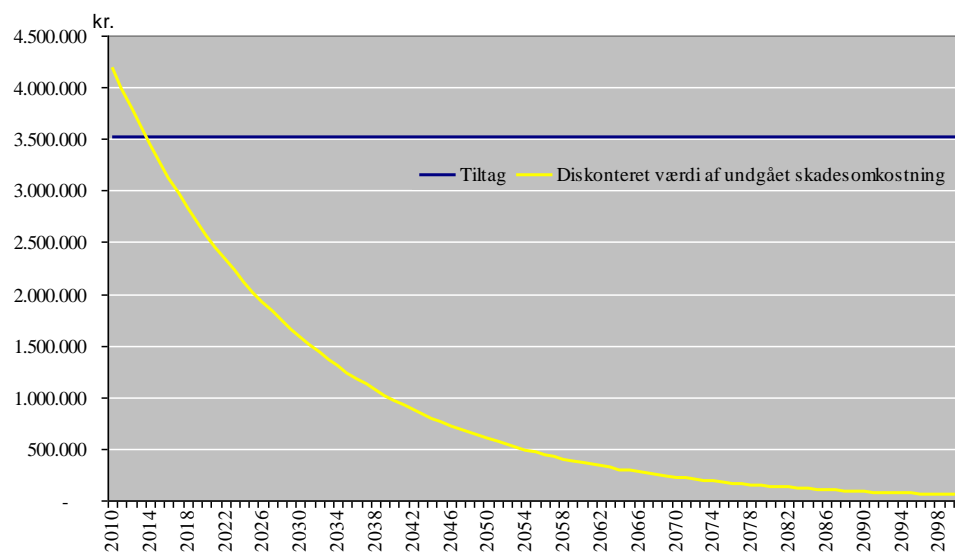
Som case vælges en 18 meter bred staldbygning med trægitterspær. Taget antages at kunne forstærkes, så det kan modstå snelast. Investeringen hertil er ca.

53.000 kr. pr. spær. For en typisk staldbygning på 40 meter vil det betyde en samlet investering på godt 3,5 mio. kr.

Tagkollaps vil betyde, at det dels bliver nødvendigt at fjerne de gamle spær og tagbeklædning og herefter etablere et nyt tag. Omkostningen hertil er ca. 63.000 kr. pr. spær svarende til 4,2 mio. kr. for hele stalden.

Der er således ikke den store forskel mellem omkostningen til det præventive tiltag og skadesomkostningen. Der skal altså være stor risiko for at skaden indtræder indenfor kort sigt, før det er fordelagtigt at iværksætte det præventive tiltag.

Anvendes samme tilgang som ovenfor fås, at break-even opstår i år 2014, jf. nedenstående figur. Der er i denne beregning ikke taget højde for mistet indtjening grundet tab af fx husdyr. Det er således muligt, at skadesomkostningerne kan blive noget større.



**Figur 4: Sammenligning af tiltag til forstærkning af spær med en kommende undgået skadesomkostning.**

Som det fremgår af ovenstående er beregninger i forhold til forstærkning af eksisterende bygninger vanskelige at foretage på et generelt niveau, da der skal gøres forudsætninger om, på hvilken måde bygningen ikke lever op til normerne. I praksis vil der være meget stor forskel på, hvordan de enkelte bygninger ser ud, og dermed også hvilke tiltag der skal iværksættes for at forebygge en skade. Det må dog konkluderes, at der er behov for væsentlig mere viden på

---

dette område. Herunder viden som kombinerer de tekniske analyser af typiske skader med omkostningsbetragtninger af henholdsvis præventive tiltag og selve skaden.

### 7.5 **Implementering af tiltag**

En løbende tilpasning af bygningsreglementet forventes at kunne ske løbende indenfor de eksisterende reguleringsmæssige rammer, hvorved klimatilpasning af nybyggeri sikres.

Tilpasning af eksisterende byggeri til storm- og snelast vil til dels ske i forbindelse med skader, idet genopbygning efter større skader skal ske i overensstemmelse med nye normer. I det omfang det samfundsøkonomisk kan betale sig at foretage præventive indgreb, kan der være behov for reguleringsinstrumenter til at sikre, at denne tilpasning rent faktisk finder sted.

Undersøgelser af bl.a. stormen i 1999 viser, at byggeri, der er opført i overensstemmelse med de eksisterende byggenormer, ikke vil komme i farezonen. Derimod vil byggeri, der i dag ikke lever op til gældende byggenormer eller er behæftet med fejl eller manglende vedligehold, i højere grad være udsat. Det vides ikke, hvor stor en del af bygningsmassen det drejer sig om, og en udpegning af truede byggerier kan være omfattende.

Da en stor del af bygningsmassen er privatejet, vil differentiering af forsikringspræmier kunne være et relevant redskab til at sikre, at husejeren får et incitament til foretage præventive tiltag. Det kan dog også være forbundet med store omkostninger at få etableret den viden om husets tilstand, der er nødvendig for at kunne differentiere forsikringspræmien.

### 7.6 **Synergier og overlap**

Der er en række sammenhænge mellem byggeri og de øvrige sektorer.

- Kystbeskyttelse: Utilstrækkelig kystbeskyttelse kan have negative konsekvenser for byggeriet i form af oversvømmelser.
- Kloakering: Tilpasningstiltag på kloakering i form af fx afledning af vand fra huse/tage og grønne tage skal tænkes sammen med eksisterende og nybyggeri.
- Vandforsyning: Der kan være behov for at isolere koldtvarsrør i både eksisterende og nybyggeri.
- Energiforsyning: Energiforbrug til køling og opvarmning afhænger af byggestandarder.
- Sundhed: Opfugtning af huse kan give opblomstring af skimmelsvampe og dermed potentielt flere allergitilfælde. Nye tætte huse skal bygges med tilstrækkelig ventilation.

- Forsikring: Differentiering af forsikringspræmier kan bruges til at skabe incitamentter til at tilpasse byggeriet til klimaændringer samt skabe incitamentter til at undgå u hensigtsmæssige placeringer.
- Fysisk planlægning: Placering af nybyggeri vil have stor betydning for, hvor udsat byggeriet er for storme, oversvømmelser mv.

## 8. VEJE OG JERNBANER

### 8.1 Konklusioner og anbefalinger

Vej- og baneområdet vil især blive påvirket af øget ekstremregn og højere grundvandsstand. Det vil have negativ effekt på konstruktionernes bæreevne samt fundamenter og øge behovet for afvanding af kørebaner.

Klimatilpasning vil være forbundet med øgede omkostninger, særligt i forhold til det eksisterende vejnet. Der er over det sidste års tid fremkommet flere bud på de samlede omkostninger, men der er meget store usikkerheder forbundet med disse vurderinger. Det er samtidig svært at skelne det generelle behov for reovering af vej- og banenettet fra det behov, der opstår som følge af klimaændringer. Der vurderes at være behov for at foretage mere omfattende analyser af dette område, både i forhold til afvanding og forstærkninger af broer og dæmninger.

I dette kapitel analyseres der på konsekvenserne i tilfælde af mangelfuld afvanding. Analyserne indikerer, at selv små forsinkelser i trafikken kan give anledning til store omkostninger i form af tidstab. Der skal således ikke forekomme mange hændelser, der forsinket trafikanten, før det kan betale sig at foretage forebyggende foranstaltninger. Det vil naturligvis helt afhænge af den konkrete vejstrækning, herunder varigheden af forsinkelsen og trafikmængden samt risikoen for, at der sker en hændelse.

Klimaændringer vil endvidere betyde, at der kan komme øgede omkostninger til at opretholde små vej- og banestrækninger.

Det vurderes, at klimatilpasningen på vej- og baneområdet kan ske inden for de eksisterende reguleringsmæssige rammer.

### 8.2 Konsekvenser af klimaændringer

Der er 70.000 km kommuneveje og 3.800 km statsveje i Danmark. Det overordnede vejnet, dvs. de største og mest trafikerede veje, består af statsveje og væ-

sentlige dele af det rutenummererede vejnet. Det drejer sig om i alt ca. 10.000 km vej. Der er ca. 2.000 km banestrækning<sup>11</sup>.

Vejsektoren vurderes at have en samlet værdi på 500-600 mia. kr., mens jernbanerne vurderes til en værdi på 100-200 mia. kr. (FRI, 2008). BaneDanmark vurderer selv værdien af jernbanen til 33 mia. kr. og genanskaffelsesværdien til 92 mia. kr.

Den væsentligste klimaændring for vej og baneområdet vil være øget ekstremregn, der kan give utilstrækkelig afvanding og oversvømmelser af kørebaner samt nedsætter bæreevnen for dæmninger, broer og gennemløb. En højere grundvandsstand vil også have negativ effekt på fundamenter.

Stigende temperaturer og øget ekstremvind kan endvidere have en negativ effekt i form af solkurver og brolukninger, hvilket i givet fald vil have betydning i form af længere rejsetider.

### 8.3 Tilpasning

Klimatilpasningen vurderes således at bestå i:

- Renovering og forbedret vedligehold af eksisterende afvandingsanlæg<sup>12</sup>
- Etablering af nye afvandingsanlæg
- Øget vedligehold af veje som følge af højere grundvandsstand
- Forstærkning af dæmninger, broer og gennemløb

Tilpasningen på de eksisterende veje og baner sker som en del af den løbende drift og vedligeholdelse, som kan fordyres i takt med, at der skal klimatilpasses. Som eksempel kan nævnes, at der på statsvejene er afsat 45 mio. kr. i 2010 til drift og vedligeholdelse af afvandingskonstruktioner.

Afvanding er ligesom forstærkninger af broer og dæmninger de væsentligste indsatsområder. Der skal derfor i den konkrete planlægning være særlig opmærksomhed på et løbende behov for et vedligeholde og etablere afvanding samt at forstærke dæmninger, broer og gennemløb på vej og baneområdet.

En del af de kommunale veje har i dag ikke afvandingskonstruktioner langs vejene og der er brug for mere viden om det fremtidige behov. På statsvejnettet er Vejdirektoratet ved at gennemgå tilstanden af de eksisterende anlæg. Statsvejnettet udgøres hovedsageligt af motorveje og andre høj kvalitetsveje, som samti-

<sup>11</sup> Heraf er flere dog dobbeltsporede, derfor er den samlede sporelængde større

<sup>12</sup> Herunder oprensning til sikring af eksisterende teknisk kapacitet

---

dig er begunstiget af en større regelmæssighed i afvandingen (Energistyrelsen 2010a). Derfor vurderer NIRAS, at behovet her er mindre.

Samlet set kan klimaændringer medføre øgede omkostninger for veje og baneområdet, men det er forbundet med meget store usikkerheder, hvor store omkostningerne vil blive. Der er behov for nærmere analyser af de konkrete strækninger, som også bør vurdere, hvorvidt omkostningerne kan reduceres, når klimaændringerne tænkes ind i de løbende reoveringer af veje og baner.

For nyanlæg vil fremtidens klimakrav fortsat løbende skulle indarbejdes i vejregler og banenormer. Eksempelvis kan nævnes, at der for nyligt er blevet lavet nye krav til, hvordan afvandskonstruktioner langs vejene skal udformes, således at de dermed bliver bedre i stand til at lede vandet væk fra vejene. Tilpasningen vil formentlig medføre en mindre merudgift ved etablering af nye vejstrækninger. Denne merudgift bør indgå i den samlede samfundsøkonomiske vurdering af etablering af nye veje og banestrækninger.

Forud for beslutninger om etablering af afvanding eller forstærkninger af broer og dæmninger vil det være relevant at vurdere omkostningerne i forhold til de omkostninger en lukning af vej- og banestrækninger vil medføre. Der kan dog være andre forhold end samfundsøkonomisk rentabilitet, der afgør, hvorvidt man ønsker at opretholde vej og banestrækninger, herunder fortsat betjening af yderområder.

## 8.4 **Analyse af tiltag**

### 8.4.1 *Etablering af ny afvanding*

Indenfor veje- og jernbaneområdet er den øgede mængde nedbør den største udfordring. Hyppigere og kraftige regnskyl kan resultere i oversvømmelser. Den øgede nedbør kan også lede til forsinkelser i trafikken, og dermed lede til et samfundsøkonomisk tab.

En oversvømmet vej vil betyde, at bilisterne ikke kan passere en given vejstrækning og derfor må køre en omvej. Herved opstår en forsinkelse og dermed også et tidstab. Det er muligt at prissætte tidstab ud fra nøgletal (Transportministeriet, 2009). Værdien af tid afhænger af turens formål og type. Forsinkelses- og ventetid er således mere ”kostbar” end almindelig rejsetid. Udover forsinkelser er der også risiko for at vejens bæreevne forringes, og der kan opstå dybe furemærker efter køretøjernes hjul (sporkøring). Der findes i dag ingen statistik, som kan udskille ulykker i forbindelse med vand på kørebanen, men det er tydeligt, at der er en sammenhæng mellem antallet af ulykker og kørebanens tilstand (Møller, 2008).



Det tidstab, som opstår som følge af oversvømmelsen af vejen, vil afhænge af den konkrete situation. I tabel 9 er vist et eksempel, som illustrerer, hvor store beløb som er i spil, såfremt forsinkelser opstår. Eksemplet er lavet for lokalveje og hoved- og landeveje, da det er disse vejtyper, der vurderes at have behov for afvanding.

**Tabel 9: Eksempelberegning for tidstab.**

Vejtyper	Mindre veje	Hoved- eller landevej
ÅDT	5.000	15.000
Antal trafikanter pr. døgn	7.550	22.650
Omfang af hændelse	12 timer	
Berørte trafikanter	3.775	11.325
Tidstab pr. trafikant i timer	½ time	
Samlet tidstab pr. hændelse	1.900 timer	5.600 timer
Tidstab i kroner pr. hændelse <sup>3</sup>	350.000 kr.	1.150.000 kr.

<sup>1</sup>Antallet af trafikanter svarer ikke til årsdøgntrafikken, idet der i gennemsnit sidder 1,51 person i hver bil.

<sup>2</sup>Levetiden er forudsat at være 30 år, men hele afvandingen forudsat etableret her og nu.

<sup>3</sup>Transportministeriet (2009).

En hændelse defineres i dette beregningseksempel, jf. tabel 9, som en oversvømmelse, hvor vejen ikke kan passeres. Den forudsættes at vare i gennemsnit 12 timer. Antallet af trafikanter, som berøres, afhænger af omfanget af årsdøgntrafikken<sup>13</sup>. I gennemsnit forudsættes bilisterne at blive forsinket ½ time som følge af oversvømmelsen. På baggrund af en forudsat årsdøgntrafik på hhv. 5.000 og 15.000 kan det samlede tidstab for en hændelse beregnes til ca. 1.900 timer på lokalveje og ca. 5.600 timer på trafikveje svarende til en værdi på henholdsvis 0,35 mio. kr. og 1,1 mio. kr., jf. ovenstående tabel. Hertil skal lægges selve kørselsomkostningen og evt. omkostninger til afspærring af vejen mv. Disse medtages dog ikke i eksemplet.

Som det fremgår af beregningseksemplet er forsinkelser forbundet med betydelige samfundsøkonomiske omkostninger. For at vurdere rentabiliteten i at gennemføre et tilpasningstiltag til at imødegå skadesomkostningerne skal de holdes op mod omkostningerne ved tilpasningstiltag.

Tiltag til at imødegå forsinkelser kunne fx være afvandingsforanstaltningerne, hvilket for en mindre kommunal vej kunne bestå i anlæg af grøfter og for en hoved- eller landevej nedlægning af rør. Varslingssystemer er også en afgørende faktor. Ved ekstreme vejr-situationer så som kraftige regnskyl, storme mv. vil trafikmeldinger og andre varslingssystemer have stor effekt og minimere det samfundsøkonomiske tab.

<sup>13</sup> Årsdøgntrafik (ÅDT) defineres som det gennemsnitlige antal køretøjer pr. døgn i løbet af et helt år.

Der vil i praksis kunne være meget stor forskel på, hvor udsatte de enkelte veje er, og dermed hvor fordelagtigt det vil være at etablere afvanding på en konkret strækning.

#### 8.5 **Implementering af tiltag**

Afvanding vil skulle forestås af de myndigheder, der allerede nu er ansvarlige for området og kan varetages inden for den eksisterende organisering.

#### 8.6 **Synergier og overlap**

Veje og baneområdet har en række overlappende områder:

- Kloakker: Utilstrækkelig dimensionering og vedligehold af eksisterende ledningsnet kan have negative konsekvenser for veje i form af oversvømmelser.
- Fysisk planlægning: I forhold til nyanlæg er det vigtigt at undgå placeringer, som potentielt kan blive udsat for oversvømmelser.
- Natur: For at sikre at arter har mulighed for at vandre i takt med at klimaet forandrer sig, kan der være øget behov for faunapassager.
- Sundhed: Klimaændringer kan have betydning for uheldsrisikoen på vejene. Det er dog uklart, hvorvidt der er tale om en positiv eller negativ effekt.

---

## 9. KLOAKKER

### 9.1 Konklusioner og anbefalinger

De vigtigste klimaændringer for kloaksektoren vil være øget nedbør og hyppigere forekomst af ekstremregn. Dette ville sætte kapaciteten af kloaksystemer under pres. Det vurderes som udgangspunkt at være samfundsøkonomisk fordelagtigt at øge kapaciteten af kloaksystemet. Det kan dog være relevant at vurdere, om en øget dimensionering baseret på en forøget regnintensitet på 30 pct., som ingeniørforeningens spildevandskomité anbefaler, er det optimale niveau set ud fra et samfundsøkonomisk perspektiv.

I dette kapitel gennemføres eksempelberegninger af de samfundsøkonomiske effekter af forskellige former for vandafledningsløsninger – herunder lokal nedsivning, åben regnvandshåndtering og grønne tage – sammenlignet med en forøget dimensionering med en klimafaktor på 1,3 i et område, der er separatkloakeret. Eksempelberegningerne indikerer, at lokal nedsivning kan være et relevant alternativ. De alternative løsninger særligt løsningen med grønne tage og åben regnvandshåndtering er dyrest. Dette er dog en meget forsimplet beregning, som bl.a. ikke de rekreative værdier i de alternative løsninger.

Overordnet må man konkludere, at det er vanskeligt at sige noget generelt om, hvilken tilgang til at øge kapaciteten i kloaksystemet, der er mest samfundsøkonomisk hensigtsmæssigt, da det i høj grad afhænger af det konkrete område, bebyggelsestype, eksisterende kloaksystem osv. Dette gælder både, hvad angår omkostningerne og gevinsterne. Det er dog meget relevant at udarbejde mere omfattende samfundsøkonomiske analyser i det konkrete tilfælde, der indregner alle eksternaliteter, både positive og negative, ved de forskellige alternativer.

### 9.2 Konsekvenser som følge af klimaændringer

Det danske kloaksystem består af 56.500 km kloakledninger (ekskl. 10.800 km stikledninger) og 1,2 mio. brønde. Den samlede værdi af kloakker og renseanlæg er opgjort til over 100 mia. kr., og der anvendes årligt 7 mia. kr. på drift, vedligehold og udbygning. Der er et betydeligt efterslæb ift. Renovering, og 16 pct. af kloaksystemet vurderes at være saneringsmodent af kvalitetsmæssige årsager (FRI, 2008).

---

Det er den enkelte kommunes ansvar at sikre en tilstrækkelig kloakering ved normale regnhændelser, svarende til gældende dimensioneringspraksis på etableringstidspunktet af kloakken. Ved ekstremregn er det borgerens eget ansvar at sikre fx kælder mod oversvømmelse (for eksempel med en højt vandlukke).

De vigtigste klimaændringer for kloaksektoren vil være øget nedbør og hyppigere forekomst af ekstremregn. Dette ville sætte kapaciteten af kloaksystemer under pres.

Konsekvenserne ved utilstrækkelig dimensionering vil bl.a. være oversvømmelse på terræn, oversvømmelse af kældre (med spildevand) og risiko for forurening af vandige recipienter med opblandet spildevand.

### 9.3 Tilpasning

Ingeniørforeningens spildevandskomité anbefaler, at kloakkerne fremtidigt dimensioneres i forhold til en 30 pct. større regnintensitet. En undersøgelse for By- og Landskabsstyrelsen (Miljøstyrelsen, 2007) tyder på, at det er samfundsøkonomisk fordelagtigt at gøre kloakkerne større, sammenlignet med de følgeskader, der ellers vil kunne ske ved oversvømmelser i byområder.

Kloaksektoren er kendetegnet ved store anlæg med en lang levetid (op til 100 år). Der sker en løbende planlægning og tilpasning i sektoren, og der er allerede indført nye dimensioneringspraksisser, der sikrer, at dimensioneringen af nye kloakker er tilpasset klimaændringerne. Regeringens Klimatilpasningsstrategi angiver, at tilpasning af kloaknettet vil give marginalt øgede udgifter, hvis tilpasningen sker i forbindelse med kloakreovering. KL har fået vurderet, at den øgede dimensionering forventes at give øgede omkostninger på 200-600 mio. kr. årligt (KL & Rambøll, 2009).

Derudover vurderes det, at højere grundvandsstand vil medføre øgede samlede investeringer i pumpestationer på 10-30 mio. kr. pr. kommune for at sikre udledning til åer, søer og hav (KL & Rambøll, 2009).

Skadesomkostninger ved utilstrækkelig dimensionering af kloakker vurderes som nævnt uforholdsmæssig stor. Det kan være relevant at vurdere tiltag, der erstatter (i visse tilfælde supplerer) fornyelse og opdimensionering af kloakkerne, fordi disse andre tiltag kan være samfundsøkonomisk fordelagtige. Det kan være separat afledning af regnvand fx gennem lokale løsninger som faskiner eller øget grad af indtænkning af vand i landskabet.

I nærværende undersøgelse gennemføres analyser af alternative afledningsmuligheder i forhold til generel opdimensionering med en klimafaktor på 1,3. Da mulighederne er meget afhængige af lokale forhold, vil der foretages en eksem-

---

pelberegning baseret på et case studie, som kan give input til vurdering af størrelsesordner.

#### 9.4 **Analyse af tiltag**

##### 9.4.1 *Alternative vandafledningsmetoder*

Stigende mængder nedbør i kombination med mere ekstreme regnskyl bevirker, at det eksisterende kloaksystem kommer under pres. Det er derfor nødvendigt at gøre en aktiv indsats i form af enten en udvidelse af det eksisterende kloaknet eller reducere den vandmængde, som tilføres nettet, hvilket især vil være relevant i forbindelse med renovering af kloakkerne.

I det følgende vil omkostningerne ved forskellige typer af afledning blive sammenlignet. Referencen for beregningerne er separatafledning i eksisterende bebyggelse, hvor der ikke er taget højde for en klimafaktor på 1,3. Omkring halvdelen af danske husstande er separatkloakeret, resten er fælleskloakeret. For fælleskloakering vil der være andre tiltag i spil, som ikke vurderes her, fx lukket underjordisk bassin. Derfor kan resultaterne fra dette eksempel ikke overføres til fælleskloakerede områder. Det nødvendige niveau, svarende til en 30 pct. forøgelse af regnintensiteten, er ikke vurderet, men er taget som udgangspunkt i analysen, dvs. analysen er udført som en cost-effectiveness analyse. Omkostningerne ved kloakering er meget afhængige af de lokale forhold, og for at sikre sammenlignelighed vurderes samtlige tiltag for samme (fiktive) område. Dette område er en boligblok på en 6.000 m<sup>2</sup> stor grund, hvor 1/3 er grønt areal, 1/3 befæstet (dvs. fliser, asfalt el. lign) areal og endelig er den sidste 1/3 tagareal.

Der sammenlignes i alt seks forskellige alternativer:

1. Traditionel, separatkloakering inkl. en klimafaktor på 1,3 og uden forsinkelse i bassin (direkte afledning til hovedkloak).
2. Traditionel forsinkelse i åbent bassin udformet som teknisk anlæg (separatkloakering).
3. Forsinkelse i åbent centralt bassin udformet som et rekreativt element i området.(separatkloakering)
4. Lokal tilbageholdelse ved den enkelte ejendom/vejareal (åbne bassiner).
5. Etablering af grønne tage, lokal infiltration og åben regnvandshåndtering dvs. render og bassiner.
6. Et scenarium som sikrer, at vandet nedsiver på stedet (dvs. ingen afløb af overfladevand fra området).

Alternativ 5 er et forsøg på at genskabe samme form for regnvandsafledning, som man siden slutningen af 1980'erne har gennemført i Augustenborg-bydelen i Malmø. Som følge af et underdimensioneret afløbssystem, en lerholdig jordbund og et stigende antal befæstede arealer, var der ofte problemer med hyppige oversvømmelser af kældre og skolegårde. Problemerne blev løst gennem etable-

ring af 10.000 m<sup>2</sup> tagvegetation og integration af åben regnvandshåndtering. Regnvandet ledes nu i åbne kanaler gennem bydelen og opsamles i render og bassiner, før det løber ud i et traditionelt kloaksystem. Den åbne integrering af regnvandshåndteringen i bydelen har haft afledte rekreative værdier for bydelen.

Nedenstående tabel viser de væsentligste nøgletal for de seks alternativer. Fælles for scenarium 5 og 6 er, at en del af vandet vil nedsive og eller fordampe, hvorfor der vil blive ledt en mindre vandmængde til renseanlægget<sup>14</sup>, og en driftsmæssig besparelse vil kunne opnås. Anlægsudgiften er for mange af tiltagene i samme størrelsesorden. Dette skyldes, at det er nødvendigt som minimum at etablere en spildevandsledning til afledning af spildevand. Det forsinkede regnvand vil i alle scenarier kunne afledes i eksisterende fællesnet. Anlægsudgiften for alternativ 5 er væsentlig højere end de øvrige alternativer. Den væsentligste anlægsudgift i dette alternativ er anlæg af grønne tage, som koster 1,3 mio. kr.

**Tabel 10: Nøgletal for de forskellige alternativer. Data er baseret på egne erfaringstal samt Københavns Kommune og omregnet til samfundsøkonomiske priser (2010)**

	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3	Alternativ 4	Alternativ 5	Alternativ 6
Anlæg	Traditionel, ny separat-kloakering inkl. en sikkerhedsfaktor på 1,3	Traditionel forsinkelse i åbent bassin udformet som teknisk anlæg	Forsinkelse i åbent centralt bassin udformet som et rekreativt element i området.	Lokal tilbageholdelse ved den enkelte ejendom/vejareal (åbne bassiner).	Etablering af grønne tage, lokal infiltration og åben regnvandshåndtering dvs. render og bassiner.	Et scenarium som sikrer, at vandet nedsiver på stedet (dvs. ingen afløb af overfladevand fra området).
Levetid	100 år	100 år	100 år	100 år	100 år	100 år
Anlægsudgift	540.000	675.000	675.000	540.000	2.025.000	540.000
Årlig driftsomkostning	0	6.750 <sup>1</sup>	6.750 <sup>1</sup>	6.750 <sup>1</sup>	1.350	2.700 <sup>2</sup>
Årlig besparelser på renseanlæg mv.	0	0	0	0	1.755	3.510
Ikke pris-satte fordele og ulemper		Indhegning af bassin kan betyde negative æstetiske værdier	Mulige rekreative værdier.	Kan medføre manglende sikkerhed ift. legende børn	Kan give store rekreative værdier	

1 Behov for oprensning af bassin hvert 20 år. Omkostningen er et skønnet årligt overslag ved oprensning hvert 20 år.

2 Vurderet spuling af drænledninger hvert 20 år.

<sup>14</sup> Omkostning til spildevandsrensning inkluderer spildevandsafgiften, som kan tolkes som et bud på eksternaliteterne ved spildevandsrensning.

### Resultater

Nedenstående tabel viser den tilbagediskonterede værdi – anlægsudgift og årlig driftsomkostning - for de seks alternativer. Det er antaget, at tiltagene implementeres i år 2010 og løber frem til år 2100.

**Tabel 11: Diskonterede samfundsøkonomiske anlægs- og driftsudgifter**

	Nutidsværdi (kr.)
Alternativ 1	540.000
Alternativ 2	808.000
Alternativ 3	808.000
Alternativ 4	673.000
Alternativ 5	2.017.000
Alternativ 6	524.000

Bortset fra alternativ 5, som var et forsøg på at gengive tiltagene i Augustenborg, ligger de alle på samme niveau. Alternativ 6 er det alternativ med den laveste nutidsværdi. Årsagen hertil er, at en del af regnvandet nedsives på grunden og derfor ikke belaster rensningsanlægget. Beregningen er udelukkende udført for en enkelt boligbebyggelse. Besparelsen på rensningsanlægget kan blive afgørende for den samfundsøkonomiske rentabilitet i alternativ 5 og 6. Hvis der i fremtiden stilles skrappe krav til det rensede spildevand vil rensningen formentlig blive dyrere, hvilket betyder at de alternativer, hvor der afledes mindre vand til spildevandsanlægget, bliver mere rentable.

### 9.5 Implementering af tiltag

Der er som nævnt allerede indført nye dimensioneringspraksisser, der sikrer, at dimensioneringen af nye kloakker er tilpasset klimaændringerne i form af en øget regnintensitet på 30 pct. Denne tilpasning kan rummes inden for den eksisterende regulering.

Hvis man ønsker at fremme alternative løsninger kan det imidlertid være nødvendigt at overveje alternative implementeringsmuligheder. Generelt kan man skelne mellem implementeringsværktøjer, der er møntet på husejerne, og værktøjer, der er møntet på bygherre.

Bassiner og grønne tage er som udgangspunkt især relevant ved nybyggeri, idet disse løsninger med fordel kan tænkes ind i byggeriet fra starten.

Lokal regnvandsafledning er velegnet til implementering af den enkelte boligejer, hvorfor implementeringsindsatsen bør være rettet mod boligejerne. Det vil dog også i nogle tilfælde være relevant at fokusere på bygherre, således at lokal regnvandsafledning tænkes ind i byggeprojekter fra starten.

---

Lokal regnvandsafledning kan i dag etableres med et kommunalt tilskud i form af tilbagebetaling af dele af tilslutningsbidraget. Dette har imidlertid kun i begrænset omfang fået borgere til at benytte sig af lokal afledning. Tilskuddet dækker således kun en del af udgiften, og den lokale afledning giver ikke økonomiske fordele for husejeren.

Vandafledningsbidraget er et oplagt implementeringsredskab, hvis man ønsker at give den enkelte husejer bedre incitament til at reducere udledningen af regnvand til kloak. Afledningsbidraget er i dag baseret på vandforbruget målt i kubikmeter. Der betales således ikke afledningsbidrag for tag- og overfladevand samt vand fra omfangsdræn og befæstede arealer. Der er dermed ikke incitament til at begrænse afledning af regnvand til kloak.

En revidering af vandafledningsbidraget kan tage højde for det tilsluttede areals størrelse, således at vandafledningsbidraget udover vandforbrug også afspejler befæstede arealer etc. Derudover kan vandafledningsbidraget tage højde for, om der er etableret lokale afledningssystemer. Der er dog en række tekniske og administrative udfordringer forbundet med en sådan løsning. Fx er der endnu ikke udarbejdet en model, der kan opgøre det befæstede areal på den enkelte matrikel, ligesom der også vil være en administrationsbyrde forbundet med at kontrollere lokale afledningssystemer. En anden mulighed er at yde tilskud til etablering af alternative regnvandsafledningssystemer. Fastsættelse af størrelse og de nærmere regler om sådanne incitament kræver nærmere analyser af det samfundsøkonomiske potentiale. Det vil også være relevant at indtænke de konkrete, lokale forhold, som kan have meget forskellig karakter i forskellige områder i landet.

Ifølge klimatilpasningsstrategien skal Miljøministeriet se på betalingsregler for afledning af regnvand med henblik på at skabe større incitament til alternativ afledning af overfladevand. Arbejdet med dette forventes igangsat inden sommer 2010. Staten er dog alene forpligtet til at se på muligheden for at ændre betalingsreglerne og konsekvenserne heraf. En eventuel ændring af reglerne afhænger af konklusionerne af dette arbejde.

## 9.6 Synergier og overlap

Kloakering overlapper med en række øvrige sektorer.

- Byggeri. Utilstrækkelig kloakering kan give øget risiko for vand i kældere.
- Veje og jernbaner: Utilstrækkelig dimensionering og vedligehold af eksisterende ledningsnet kan give negative konsekvenser for veje i form af



oversvømmelser. Veje kan dog også bruges som afledning af regnvand i ekstremssituationer.

- Fysisk planlægning: Tværgående fysisk planlægning kan sikre, at der ikke placeres boliger i områder med stor risiko for oversvømmelser. Samtidig kan fysisk planlægning sikre at fx regnvandsbassiner placeres, så de samtidig kan anvendes som rekreative områder.
- Forsikring: Utilstrækkelig kloakering kan påvirke skadesfrekvensen og -udgifterne.

---

## 10. VANDFORSYNING

### 10.1 Konklusioner og anbefalinger

De væsentligste konsekvenser af klimaændringer inden for vandforsyning er øgede temperaturer og øget vinternedbør, som kan medføre en forværring af de problemer, som vandforsyningen står overfor allerede i dag. Det gælder særligt pres på den generelle grundvandsressource i Østdanmark og øget risiko for forureninger af borer og bl.a. som følge af, at opstigende grundvand kommer i kontakt med eksisterende forureninger. En anden kilde til forurening af borer er pesticider fra landbruget.

For at sikre borer kan det i nogle tilfælde være relevant at etablere boringsnære beskyttelseszoner. I dette kapitel udføres eksempelberegninger, der vurderer omkostningen ved at etablere boringsnære beskyttelseszoner i forhold til forskellige boringsstørrelser. Beskyttelseszonerne vurderes som alternativ til at rense vandet.

Beregningen viser, at boringsnære beskyttelseszoner kan etableres for under 10 øre pr. m<sup>3</sup> for store borer, hvilket er markant billigere end at rense vandet. For små borer kommer omkostningerne for den dyreste metode (skovrejsning) op omkring 20 øre pr. m<sup>3</sup>, hvilket dog stadig vurderes at være billigere end at rense. Det har ikke været muligt at vurdere den samlede omkostning for at sikre tilstrækkeligt rent vand i fremtiden.

Der vurderes at være behov for at få større viden om klimaændringernes konsekvenser for vandforsyningen, herunder de afledte effekter af de potentielle ændring i landbrugsproduktionen, som følge af klimaændringerne.

Tilpasninger for vandforsyningen kan tænkes ind i den allerede eksisterende regulering.

### 10.2 Konsekvenser af klimaændringer

Danskerne bruger hvert år godt 700 mio. m<sup>3</sup> vand. Heraf går 400 mio. m<sup>3</sup> til husholdningerne, mens 200 mio. m<sup>3</sup> går til vanding (inkl. landbrug) og 100 mio. m<sup>3</sup> bruges i industrien. Forbruget har hele været faldende siden 1980'erne.

99 pct. af drikkevandet hentes fra grundvandet. Flere steder på det østlige Sjælland er grundvandsressourcen dog overudnyttet. Det er en politisk prioritet, at drikkevandet udgøres af uforurenet grundvand, hvilket har betydet, at der løbende er gennemført en række tiltag med henblik på at beskytte grundvandsressourcen og drikkevandskvaliteten.

Der er godt 2.500 vandværker i Danmark, herunder 250 større vandværker og 2.250 mindre – fortrinsvis private – værker. Antallet af vandværker er de sidste 15 år faldet med 700, og den udvikling forventes at fortsætte. Vandet til vandværkerne kommer fra ca. 10.000 borer og hentes i 20-200 meters dybde fra sand- eller kalkmagasiner.

De vigtigste klimaændringer med betydning for vandforsyningssektoren vil være tørrere og varmere somre, der vil lægge grundvandsressourcen yderligere under pres i Østdanmark. Der vil generelt være en større grundvandsdannelse, men det vil hovedsageligt være tilfældet i Vestdanmark, hvor der fortsat ikke forventes at være generelle problemer med at efterkomme vandbehovet. Øget vintervedbør vil give hurtigere nedsivning af forurening samt højere grundvandsspejl, der stedvis kan bringe grundvandet i kontakt med forurenede jordlag. Øget vintervedbør kan endvidere medføre oversvømmelser af borer. Endelig vil stigende temperaturer kunne forringe drikkevandskvaliteten og give øget risiko for bakterievækst

En række af de konsekvenser, som klimaændringer har for vandindvindingen, fx forurening af borer, øget pres på grundvandsressourcen, er forstærkninger af tendenser, som allerede ses i vandindvindingssektoren i dag. Det er derfor meget svært at skelne de generelle problemer i vandsektoren i dag fra de konsekvenser, der vil indtræffe som følge af klimaændringer.

Det er dog her forsøgt at give et bud på, hvad klimaændringerne betyder for vandindvindingen.

### 10.3 Tilpasning

NIRAS vurderer skønsmæssigt, at 10 pct. af borerne skal renoveres over de næste 10 år pga. øget risiko for oversvømmede borer. Dette vurderes at ville koste ca. 110–150 mio. kr. i engangsomkostninger, hvilket giver en nutidsværdi på ca. 100 mio. kr.

Ved fortsat ønske om at drikkevandet udgøres af urensset grundvand må der forventes en løbende flytning af borer i tilfælde af kontakt med eksisterende forurening samt generelt som følge af overudnyttelse. Flytninger af borer finder allerede sted i dag i et vist omfang. NIRAS vurderer skønsmæssigt, at der som følge af klimaændringer skal ske en flytning af 2 pct. af alle borer. Dette

vil dog variere fra dele af Østsjælland, hvor 25 pct. eller flere af alle borerne skal flyttes, til andre dele af landet, hvor flytning ikke er aktuel. Udgifterne her- til forventes at anløbe til 450 mio. kr., hvilket svarer til en nutidsværdi på 350 mio. kr., hvis det antages at ske jævnt over de næste 10 år. Der vurderes ikke at være reelle alternativer til disse flytninger givet den politiske prioritering om urensset grundvand.

Derudover kan det være nødvendigt at isolere koldtandsrør for at minimere risikoen for bakterievækst i drikkevandet. Det er valgt ikke at analysere denne problemstilling nærmere, da den vurderes at udgøre en relativ lille omkostning.

Endelig kan det blive aktuelt at reducere udledningen af kvælstof og pesticider fra landbruget yderligere for at beskytte grundvandsressourcen bl.a. ved at etablere boringsnære beskyttelseszoner. Dette tiltag kan evt. samtænkes med den generelle reduktion af kvælstofudledningen fra landbruget og muligvis også med udvidelse af spredningskorridorer til sikring af spredningen af arter. I denne undersøgelse foretages analyser af omkostningerne ved at etablere disse zoner i forhold til den beskyttede vandmængde.

#### 10.4 **Analyse af tiltag**

##### 10.4.1 *Boringsnære beskyttelseszoner*

For at mindske risikoen for, at vandindvindingen skal opgives og flyttes, kan der anlægges boringsnære beskyttelseszoner. Størrelsen af de nødvendige beskyttelseszoner afhænger af det konkrete vandopland og vandindvindingsområde. Her er regnet på et ”standard” beskyttelseszone på 300 m gange 300 m rundt om selve boringen, dvs. i alt 9 ha. Dette minimerer naturligvis ikke risikoen for, at øget grundvandsstand kan komme i kontakt med eksisterende forureninger, men det kan begrænse risikoen for at vandindvindinger bliver forurenede, særligt som følge af udledninger af pesticider.

I alt er der ca. 10.000 borer i Danmark, hvoraf langt den største del er små borer.

I beregningerne tages der udgangspunkt i typiske størrelser af borer, henholdsvis:

- Stor boring: 600.000 m<sup>3</sup> årligt
- Gennemsnitlig boring: 300.000 m<sup>3</sup> årligt
- Lille boring: 100.000 m<sup>3</sup> årligt

Det antages, at beskyttelseszonerne har været dyrket landbrugsjord, som enten kan braklægges, dyrkes uden brug af pesticider eller tilplantes med skov. Braklægning er prissat med den tabte jordrente dog tillagt EU-støtte, da denne også

modtages for udyrket areal. Endvidere er der tillagt omkostninger forbundet med at slå arealet, da dette vurderes at være nødvendigt for at kunne opnå støtte. Se bilag 2 for nærmere betragtninger om jordrenten.

Skovdrift hviler driftøkonomisk nogenlunde i sig selv, men der er dog en række positive eksternaliteter ved skovbrug, herunder CO<sub>2</sub>-lagring, rekreative værdier samt i visse tilfælde jagtindtægter. I dette beregningseksempel er der dog udelukkende medtaget værdien af CO<sub>2</sub>-lagring, da de rekreative værdier og jagtindtægter vil afhænge meget af beliggenheden.

For dyrkning uden pesticider tages udgangspunkt i opdaterede omkostninger fra Bicheludvalget for, hvad det koster at reducere pesticidforbruget (Ørum, 2004).

For braklægning og skovrejsning vil der være en reduceret udledning af kvælstof. Dette har en gevinst, som kan prissættes med den omkostning, der gennemsnitligt er ved at reducere kvælstofudvaskningen i forbindelse med Vandmiljøplan III (VMPIII). Denne er i forbindelse med miltvejsevalueringen af VMPIII opgjort til 41 kr./kg kvælstof i driftsøkonomiske priser, svarende til en samfundsøkonomisk omkostning på 55 kr./kg kvælstof.

I tabel 12 ses de samfundsøkonomiske omkostninger ved at braklægge, dyrke pesticidfrit samt ved skovrejsning. Omkostningen er både vist pr. ha og for hele den dyrkningsfri zone. Det ses, at skovrejsning er den dyreste metode efterfulgt af braklægning, hvorimod pesticidfri drift er den billigste metode. Der vil være en række positive eksternaliteter bl.a. øget biodiversitet, som ikke er indregnet og som kan have betydning for de samfundsøkonomiske omkostninger. Se i øvrigt bilag 3.

**Tabel 12: Samfundsøkonomiske omkostninger ved anlæg af beskyttelseszoner.**

	Samfundsøkonomiske årlige omkostninger (kr./ha)	Samlede årlige samfundsøkonomiske omkostninger pr. beskyttelses zone (kr.)
Braklægning (slåning hvert år)	1.100	21.000
Pesticidfri drift	800	7.000
Udtagelse af landbrugsjord og efterfølgende skovrejsning	2.350	10.000

Når omkostningerne ved de forskellige måder at foretage beskyttelse på sammenholdes med de forskellige boringsstørrelser, fås de omkostninger pr. beskyttet kubikmeter indvundet vand som ses i tabel 13:

**Tabel 13: Samfundsøkonomiske omkostninger pr. m<sup>3</sup>.**

	Braklægning (kr./m <sup>3</sup> /år)	Pesticidfri drift (kr./m <sup>3</sup> /år)	Skovrejsning (kr./m <sup>3</sup> /år)
Stor (600.000 m <sup>3</sup> /år)	0,02	0,01	0,04
Gennemsnitlig (300.000 m <sup>3</sup> /år)	0,03	0,02	0,07
Lille (100.000 m <sup>3</sup> /år)	0,10	0,07	0,21

Omkostningen til at beskytte vandindvindingen ligger mellem 0,01 og 0,21 kr. pr. m<sup>3</sup> afhængig af beskyttelsesmetoden og boringsstørrelsen. Den laveste omkostning nås ved at anvende pesticidfri drift til at beskytte store boringer. Det er dog som nævnt ikke givet at størrelsen af beskyttelseszonen er tilstrækkelig til at beskytte grundvandet i det konkrete tilfælde. En større beskyttelseszone vil øge omkostningen pr. m<sup>3</sup> vand.

Til sammenligning viser en analyse udarbejdet af Fødevareøkonomisk Institut for Københavns Energi driftsøkonomiske omkostninger fra 0,05 – 0,33 kr./m<sup>3</sup> (KE, 2009). Her er dog tale om driftsøkonomiske priser og ikke samfundsøkonomiske priser, ligesom der er regnet på et konkret vandindvindingsområde og ikke en ”standard”-beskyttelseszone. Der er dog god overensstemmelse mellem resultaterne.

Et alternativ til at beskytte grundvandet er at rense vandet. Dette vises som sammenligningsgrundlag, men det skal dog pointeres, at der i Danmark er bred politisk enighed, om at drikkevand skal bestå af urensset grundvand.

Typisk vil rensning af vand forurenet med pesticider ske med aktivt kul. En analyse udarbejdet af Institut for Miljøvurdering (IMV, 2003) viser driftsøkonomiske omkostninger til vandrensning med aktivt kul omkring 0,36 – 0,46 kr./m<sup>3</sup>. Hertil kommer anlægsomkostninger på ca. 0,3 – 1,2 kr./m<sup>3</sup>. Intervallet afspejler omkostningen ved forskellige boringsstørrelser. Et notat fra Miljøstyrelsen (2004) nævner omkostninger på 0,25 – 0,5 kr./m<sup>3</sup>.

Samlede samfundsøkonomiske omkostninger for rensning i 2010-priser ligger således omkring 1 - 3 kr./m<sup>3</sup>.

---

Ovenstående beregning indikerer således under de nævnte forudsætninger, at det er væsentligt billigere at beskytte grundvandet med boringsnære beskyttelseszoner end at foretage rensning med aktivt kul.

Den samlede vandpris inkl. afgifter er pr. 2009 opgjort til 45 kr./m<sup>3</sup> i gennemsnit (DANVA, 2009). Etablering af boringsnære beskyttelseszoner udgør således under 1 pct. af den samlede vandpris.

Det er ikke givet, at etablering af beskyttelseszoner kan beskytte den pågældende boring, da pesticidforurening kun er en af flere mulige trusler mod grundvandet og at vandindvindingsområdet i mange tilfælde vil være større end den boringsnære beskyttelseszone. Men i de tilfælde, hvor dette tiltag er tilstrækkeligt til at beskytte grundvandet, vil det være langt billigere samfundsøkonomisk set end at rense vandet.

#### 10.5 **Implementering af tiltag**

Beskyttelsen af vandindvindingsområderne sker i dag gennem en generel regulering af pesticidanvendelsen samt beskyttelse af nærzonen og andre sårbare dele af indvindingsområderne.

Grundvandsbeskyttelsen er primært baseret på vandværkernes egne frivillige initiativer. De virkemidler, vandværkerne har til rådighed, er:

- Dyrkningsaftaler om miljøvenlig landbrugsdrift
- Opkøb af landbrugsjord
- Skovrejsning
- Beskyttelseszoner omkring boringer

NIRAS vurderer, at disse redskaber også i fremtiden vil være tilstrækkelige.

#### 10.6 **Synergier og overlap**

Der er overlap og synergier mellem vandforsyning især følgende sektorer:

- Landbrug: Et øget pesticidforbrug i landbruget vil kunne sætte drikkevandsindvinding yderligere under pres. Der kan endvidere visse steder i Danmark komme pres på vandforbruget, hvis klimaændringerne øger behovet for markvanding.
- Natur: Overudnyttelse af grundvandsressourcen, som klimaændringer kan bidrage til at forværre, kan betyde, at der er risiko for flere udtørrede vandløb.
- Byggeri: Den øgede vandtemperatur kan føre til behov for at isolere koldtvarsrør i byggeriet.

## 11. **ENERGIFORSYNING**

### 11.1 **Konklusioner og anbefalinger**

De væsentligste klimaændringer indenfor energisektoren vurderes at være temperaturstigninger, og i mindre grad øget vindstyrke, stigende nedbørsintensitet og havvandsstigninger.

Energiesektoren er en betydelig sektor, men samtidig en sektor, der under alle omstændigheder er under stor forandring. Det betyder dog samtidig, at der er gode muligheder for at klimatilpasse de nye anlæg, og at der vil være mindre behov for at klimatilpasse eksisterende anlæg.

Klimaændringer i form af øget vindstyrke og højere temperaturer kan være en gevinst for energisektoren, da det kan øge produktionen af vindstrøm og give øget udbytte af energiafgrøder.

Meget tyder på, at kølebehovet fremadrettet kan blive større end varmebehovet, særligt i kontorbyggeri. Det vurderes kvalitativt, at det er muligt at optimere nybyggeriet, så det er forbundet med begrænsede meromkostninger at mindske kølebehovet i fremtidigt byggeri. Dette kræver dog ligesom med generelle energibesparende foranstaltninger, at man accepterer de medførte begrænsninger i arkitektonisk udtryk og fleksibilitet.

Omkostningerne ved at mindske kølebehovet i eksisterende byggeri vurderes ikke at stå mål med gevinsterne, da det ofte vil kræve en egentlig ombygning, men der skal mere omfattende analyser til for at vurdere de konkrete meromkostninger til eksisterende byggeri, herunder analyser af de opnåede gevinster.

Den mest omkostningseffektive måde at sikre, at kølebehovet ikke øges i nybyggeri, vurderes at være gennem bygningsreglementet, men dette bør også vurderes nærmere.

### 11.2 **Konsekvenser af klimaændringer**

Energiforsyningssektoren i Danmark omfatter el, fjernvarme, naturgas og olie med diverse underliggende transmissions- og distributionsnet, produktionsanlæg mv. Sektoren vurderes at have en samlet værdi på 300-600 mia. kr. Reinvesteringer i systemet udgør - med store usikkerheder - ca. 9-30 mia. kroner/år, og de



årlige driftsudgifter ekskl. brændsel kan anslås til 3-18 mia. kroner/år (FRI, 2008).

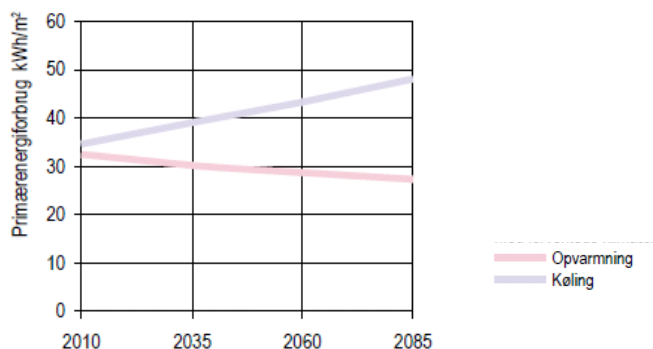
Energisektoren baserer sig i dag primært på fossile brændsler (ca. 80 pct.) og i mindre grad på vedvarende energikilder (ca. 20 pct.). Under hensyn til især forsyningssikkerheden, miljø- og klimahensyn har energiforsyningen gennem de seneste 30 år forandret sig fra centrale energiforsyningsanlæg med primært olie som brændsel til en mere decentral forsyning baseret på kul, naturgas, biomasse, affald og vind.

De væsentligste klimaændringer for sektoren vurderes at være temperaturstigninger, og i mindre grad øget vindstyrke, stigende nedbørsintensitet og havvandsstigninger.

Fremadrettet vil energisektoren stå overfor store forandringer, der kan gøre det vanskeligt at vurdere konsekvenserne af klimaændringerne i sektoren. EU har fx opsat mål om at reducere CO<sub>2</sub>-udledningen med 20 pct. samt at øge andelen af vedvarende energi til 20 pct. i 2020.

### 11.3 Tilpasning

Det varmere vintervejr vil betyde et lavere varmebehov, men samtidig vil højere sommertemperaturer afstedkomme et højere energiforbrug til køling. Nedenstående figur illustrerer forskydning fra varme- til kølingsbehov. I figuren antages, at temperaturer over 25 grader køles med mekanisk køling i typiske bygninger bygget efter nutidens byggestandarder. Energiforbruget til varme forventes at falde med 30 pct. og 15 pct. for hhv. boliger og kontorbyggeriet, mens kølebehovet for begge bygningsformer forventes at stige med 40 pct. frem mod 2085 (Statens Byggeforskningsinstitut, 2008).



**Figur 5: Primærenergiforbrug til opvarmning og køling for typiske kontorer opført i henhold til BR08 med forventede klimaændringer fra 2010 til 2085. Kilde: SBI (2008).**

NIRAS vurderer, at særligt energiforbruget i kontorbyggeriet samlet set vil være stigende pga. det forøgede kølebehov, dog særligt for eksisterende byggeri. I

---

boligsektoren, hvor højere indendørstemperaturer generelt accepteres, vurderer NIRAS, at det stigende kølebehov modsvarer af besparelser på varmesiden. I forhold til nybyggeri bør byggerelementet gennem krav til udformningen af byggeriet generelt kunne tage højde for de fremtidige højere temperaturer.

Forøgelse af middelvind vil give bedre driftsøkonomi for vindkraft, om end dette bliver delvist opvejet af flere driftsstop pga. af storm. NIRAS vurderer skønmæssigt, at markedsværdien af øget middelvind vil være ca. 150 mio. kr. fra 2050 under forudsætning af den dobbelte vindmøllekapacitet<sup>15</sup>

Generelt vurderes både kraftværker og vindmøller at være godt forberedt på voldsommere storme. Ledningsnettet bliver mere udsat, men eksisterende nedgravningsplaner vurderes at eliminere denne risiko allerede inden for en 10-årig periode.

Oversvømmelser som følge af ekstremregn og stigende havvandstand kan true kabelskabe og transformatorstationer samt kystnære anlæg. Omkostningen til klimasikring af eksisterende anlæg er dog ikke vurderet, da det afhænger meget af hastigheden i omlægning til et fossilfrit energisystem. Sker dette hurtigt, vil behovet for klimasikring af fx kystnære kulkraftværker ikke være relevant.

Det er derfor mest relevant at analysere det stigende kølingsbehov, der potentielt kan medføre store stigninger i energiforbruget. Datagrundlaget for at foretage en sådan analyse har dog vist sig for mangelfuldt. NIRAS vurderer dog, at den løbende stramning i forbindelse med nybyggeri i form af disponering af nye byggeriers klimaskærm og installationer i sig selv i omfattende grad kan modvirke/reducere konsekvenserne af klimaændringerne.

Merprisen for den løbende justering af nybyggeriets energiforbrug er tidligere af Statens Byggeforsknings Institut opgjort til at være begrænset, hhv. 3 pct. med kravene i bygningsreglementet i 2015 og 6 pct. med kravene i bygningsreglementet i 2020.

For eksisterende byggeri vurderes tiltag til at minimere kølebehovet til gengæld at være forbundet med store omkostninger, da det ofte vil omfatte en egentlig ombygning. Der er behov for mere omfattende analyser for at kunne give en egentlig vurdering.

---

<sup>15</sup> I 2008 udgjorde vindkraft omkring 20 pct. af elforbruget i Danmark med en årsproduktion på ca. 7 mia. Kwh, hvilket også var et år tæt på middelvindsnormalen. Med en middelvindsforøgelse på 4 % ville samme møller kunne producere 280 mill. kwh ekstra, svarende til en direkte markedsværdi (ved 30 øre per Kwh) på 84 mill. kr. Korrigeret for flere stop pga. storm vurderes værdien at være ca. 75 mio. kr. Ved den dobbelte kapacitet i 2050-2100 vil den samfundsøkonomiske gevinst være på ca. 150 mio. kr.

#### 11.4 **Implementering af tiltag**

Regulering af køling i nybyggeri kan ske (og sker allerede) gennem bygningsreglementet.

#### 11.5 **Synergier og overlap**

Energisektoren overlapper hovedsagelig med:

- **Byggeri:** Behovet for køling og opvarmning afhænger i stort omfang af byggestandarder.
- **Kyst:** En del store energiforsyningsanlæg ligger ud til kysten. Der kan være behov for at kystsikre disse anlæg men formentlig først fra omkring 2050, og dette er i sagens natur kun relevant, hvis de stadig er i drift til den tid.
- **Landbrug:** Forbedrede dyrkningsbetingelser kan øge udbyttet fra energi-afgrøder.

---

## 12. LANDBRUG

### 12.1 Konklusioner og anbefalinger

De vigtigste klimaændringer inden for landbruget vil være stigende temperaturer kombineret med øget vinternedbør og reduceret sommernedbør.

Landbruget er en sektor, der potentielt kan få en gevinst som følge af klimaændringer, da dyrkningsbetingelserne forbedres. Klimaændringerne i sig selv sammenholdt med en højere dyrkningsintensitet kan samtidig medvirke til at øge eksternaliteterne fra landbruget i form af øget udvaskning af kvælstof og højere udledning af pesticider. Under de antagne forudsætninger om fremtidige pris- og udbyttestigninger vurderes gevinsterne dog at være større end omkostningerne.

Der er imidlertid ekstremt store usikkerheder forbundet med de konkrete estimater, både hvad angår gevinster og eksternaliteter. De afhænger af en række parametre, herunder de fremtidige priser, afgrødesammensætning, udbyttet og disse parametres betydning for udvaskningen.

Landbruget vil selv løbende tilpasse sig det ændrede klima, så gevinsterne af klimaændringerne optimeres. I forhold til tilpasningstiltag er det derfor mest relevant at se på, hvordan de øgede eksternaliteter, særligt udvaskning af kvælstof og pesticider, kan imødegås.

I dette kapitel udføres en eksempelberegning af omkostningen ved regulering af næringsstofudvaskning. Det har ikke været muligt at prissætte gevinsterne ved den øgede regulering. Beregningseksemplet indikerer en meromkostning med en nutidsværdi på 6 mia. kr. som følge af regulering til at imødegå den forventede øgede udvaskning.

Tilpasning vil naturligt kunne indgå som en del af den generelle regulering af landbruget, og EU har således allerede i slutningen af 2009 udgivet en vejledning i, hvordan klimatilpasning skal håndteres i forbindelse med implementering af bl.a. EU's vandrammedirektiv.

Den største del af gevinsterne som følge af øget udbytte vil tilfalde landbruget. Fordelingen af omkostningen ved at regulere eksternaliteterne afhænger af,

hvilke tiltag der anvendes. Landbruget estimeres at have afholdt ca. 25 pct. af omkostningen i forbindelse med VMPIII (Jacobsen et al., 2009).

### 12.2 **Konsekvenser af klimaændringer**

Der er 2,7 mio. ha opdyrket land i Danmark, hvilket svarer til knap to-tredjedele af landets samlede areal. Hovedparten anvendes til korndyrkning. Produktionsværdien i dansk landbrug var i 2008 ca. 70 mia. kr. (FØI, 2008).

De vigtigste klimaændringer med betydning for landbruget vil være stigende temperaturer kombineret med øget vinternedbør og reduceret sommernedbør. Dertil kommer stigende grundvandsstand og øget nedbørintensitet samt flere ekstremhændelser.

På gevinstsiden forventes vækstsæsonen at blive forlænget med mere end en måned, hvilket potentielt kan give et højere udbytte i en række vegetative afgrøder (fx græs, majs og roer). Derimod vil øget temperatur alt andet lige medføre lavere udbytter i en række korn- og frøafgrøder. Dette modvirkes dog af øget CO<sub>2</sub>-koncentration sammen med introduktion af kornarter med større udbyttepotentiale (især kernemajs). Den samlede effekt vil derfor afhænge af de konkrete afgrødevalg.

På omkostningssiden vil en del lavtliggende områder pga. oversvømmelser blive uegnede til dyrkning. Også på en del af de drænedede højbundsarealer vil der blive stigende problemer med at sikre en hurtig afstrømning af vand. På længere sigt kan øgede temperaturer føre til et fald i jordens organiske stofindhold og dermed en lavere frugtbarhed.

Endelig vil visse former for ukrudt, sygdomme og skadedyr blive mere udbredte.

### 12.3 **Tilpasning**

Der er en sandsynlighed for, at prisen på korn vil stige på grund af de globale klimaændringer. Dette er dog meget usikkert og vil afhænge af en lang række andre faktorer. Med forbehold for den store usikkerhed anslår NIRAS på baggrund af modelberegninger ved IFPRI<sup>16</sup>, at kornprisen stiger med 5–20 pct. i reale priser. Derudover anslås det, at udbyttet i danske landbrugsafgrøder samlet kan stige. Præcist hvor stor stigningen bliver, er forbundet med stor usikkerhed, da det i høj grad afhænger af, hvordan afgrødesammensætningen vil være. NIRAS vurderer, at stigningen frem til 2050 vil være på 10-5 pct.<sup>17</sup> Med disse forudsætninger fås en samlet øget værdi af udbyttet på 16–38 pct. Samlet giver dette en gevinst i ren produktionsværdi på 11-27 mia. kr. pr. år. Antages samme

<sup>16</sup> International Food Policy Research Institute

<sup>17</sup> Dette estimat fremgår også af Regeringens klimatilpasningsstrategi

effekt på den samfundsøkonomiske jordrente<sup>18</sup>, som er et udtryk for jordens afkastgrad, når omkostningerne er fratrukket, kan dette omsættes til en samfundsøkonomisk gevinst på ca. 3-6 mia. kr. pr. år.<sup>19</sup> Dette tal er et meget groft estimat og vil være meget afhængigt af de rammebetingelser, landbruget vil være underlagt fremover, herunder den fremtidige regulering.

Tallet er ikke fratrukket eksternaliteter fra landbruget fx i form af udvaskning af kvælstof og fosfor. Det bevirker, at de samlede samfundsøkonomiske effekter er svære at vurdere, da de afhænger af udviklingen af eksternaliteter fra landbruget. Børgesen m.fl. (2009) har modelleret udviklingen i N-udvaskningen frem til 2100. Her tyder beregningerne på, at der vil være en øget udvaskning på sandjord på 20 pct., hvorimod der formentlig ikke vil være en forøget udvaskning fra lerjord.

Klimaændringer vil yderligere medføre øgede problemer med ukrudt, sygdomme og skadedyr. Det øger behovet for anvendelse af pesticider. Foreløbige beregninger ved Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet viser, at dette frem mod år 2050 kan øge behandlingsindekset<sup>20</sup> med 10-30 pct. (Olesen, 2010)

De øgede vanskeligheder med at dyrke lavbundsarealer kan betyde, at det kan være relevant i højere grad at tage dem ud af drift. Dette vil ligeledes kunne bidrage til at reducere udvaskningen af kvælstof og samtidig reducere emission af drivhusgasser.

Landbruget er vant til at tilpasse sig løbende forandringer i produktionsbetingelserne, hvilket også forventes at være tilfældet fremadrettet. Det kan dog blive relevant at regulere landbrugets udledninger af kvælstof og pesticider. Det kan ske gennem forskellige tiltag, som randzoner, afgifter, ekstensivering, udtagning af lavbundslande mv.

I forbindelse med Vandmiljøplaner og Grøn Vækst er der fastlagt mål for en generel reduktion i udledningen af kvælstof fra landbruget for at mindske presset på miljøet. Med klimaændringer og deraf øget udvaskning vil dette behov øges. I nedenstående analyse vil vi se nærmere på de omkostninger, der potentielt kan være forbundet med at imødegå den øgede udvaskning af kvælstof for at give en indikation af de øgede eksternaliteter fra landbruget i forbindelse med klimaændringer.

---

<sup>18</sup> Dvs. en proportional effekt på inputfaktorer og output baseret på en gennemsnitlig samfundsøkonomisk jordrente.

<sup>19</sup> NIRAS' beregning på baggrund af Schou & Abildtrup (2005).

<sup>20</sup> Behandlingsindeks (BI) er et tal for, hvor mange gange en landmand sprøjter sine afgrøder med en standarddosering af pesticider.

## 12.4 **Analyse af tiltag**

### 12.4.1 *Kvælstofreduktion i landbruget*

Klimaændringer vil pga. øgede nedbørsmængder medføre risiko for øget udledning af kvælstof og fosfor til vandmiljøet. Samtidig giver varmere klima mulighed for at øge udbyttet. Dette vil øge behovet for gødning og pesticider, og dermed bidrage til et øget pres på miljøet. Sammenhængene er imidlertid meget komplekse, og det er vanskeligt at forudse den samlede effekt. På baggrund af Børgesen et al. (2009) kan øgningen i næringsstofudvaskningen i hvede anslås til ca. 20 pct. på sandjord. På lerjord er effekten marginal. I denne modelberegning er der ikke taget højde for effekten af ændret afgrødevalg.

Med udgangspunkt i en gradvis stigning i udvaskningen af kvælstof, så den samlede stigning er 20 pct. i år 2100 (relativt til 2010) på sandjord og ingen stigning på lerjord, vurderes omkostningen til at imødegå denne stigning. Næringsstofudvaskningen ligger i dag på ca. 160.000 tons N (Jacobsen et al., 2009), heraf anslås ca. 75 pct., dvs. 120.000 tons, at ske på sandjord (Olesen, 2010). Klimaændringer anslås dermed at give anledning til en øget udvaskning på 24.000 tons kvælstof i 2100 alt andet lige.

I vandmiljøplanerne og Grøn vækst er der allerede i dag fastsat mål om at reducere N-udvaskningen på grund af det generelle pres på miljøet. Den øgede udvaskning pga. klimaændringer kommer dog ”oveni”. Det er derfor alene meromkostningen til selve klimaændringerne, som vil blive vurderet. Da udvaskningen øges løbende over de næste 90 år, antages reduktionen også implementeret gradvist. Omkostningerne ved at reducere kvælstofudvaskningen er meget afhængig af jordpriserne/jordrenten. Jordpriserne/jordrenten er dog i sig selv påvirket af klimaændringerne, da fødevarerpriserne forventes at stige. Disse sammenhænge gør det meget vanskeligt at forudsige reduktionsomkostningerne fremadrettet.

Generelt er antagelsen dog, at reduktionsomkostningerne stiger, jo mere der skal reduceres, da de billigste virkemidler anvendes først. I den økonomiske midtvejsevaluering af VMPIII var der før aftalen trådte i kraft forventet en reduktionsomkostning på 19 kr./kg kvælstof, men midtvejsevalueringen viste en reduktionsomkostning på 41 kr./kg kvælstof i driftsøkonomiske priser (Jacobsen et al., 2009). Dette svarer til en samfundsøkonomisk omkostning på 55 kr./kg kvælstof.

Tages der udgangspunkt i den gennemsnitlige reduktionsomkostning fra midtvejsevalueringen og en gradvis implementering af tiltag frem til 2100, fås en samlet samfundsøkonomisk omkostning med en nutidsværdi på ca. 6 mia. kr. Dette er dog under forudsætning af, at reduktionsomkostningen er konstant, da

det er meget svært at vurdere hvordan reduktionsomkostningen vil udvikle sig. Se i øvrigt bilag 4.

Der er en række afledte gevinster ved reduktion af kvælstof i landbrugssektoren både for natur, fiskeri og vandforsyning, som det ikke har været muligt at prissætte. Dette er et generelt problem som også er årsagen til, at der udelukkende udarbejdes cost-effectiveness beregning af evalueringer af vandmiljøplanerne. Der findes ikke et godt bud på gevinsten fra de afledte effekter ved kvælstofreduktion bl.a. fordi den er meget geografisk varierende.

I Miljøstyrelsen(2006b) er gennemført en cost-benefit beregning af naturgenopretning i ådale/vådområder i oplandet til Ringkøbing Fjord. Denne analyse viser et mindre samfundsøkonomisk overskud. Her er kvælstofreduktionen prissat med 29 kr./kg kvælstof (2006-pris), som er et udtryk for det på daværende tidspunkt bedste bud på en gennemsnitlig alternativ omkostning til reduktion af kvælstof. Genopretning af ådale gennem udtagning af lavbundslande kan derfor vise sig at være et meget relevant tiltag ud fra en samfundsøkonomisk betragtning, som bør analyseres nærmere.

### 12.5 Implementering af tiltag

Kvælstofudvaskning reguleres gennem vandmiljøplanerne (og senest nye mål i Grøn Vækst (Regeringen, 2009)) som et led i udmøntningen af EU's vandrammedirektiv. Reguleringen sker primært gennem etablering af vådområder, skovrejsning, efterafgrøder, bedre udnyttelse af gødning samt ændringer i arealanvendelsen i landbruget, herunder braklægning.

I forbindelse med Grøn Vækst er der introduceret et nyt virkemiddel, nemlig omsættelige kvælstofkvoter. Der er dog endnu ikke implementeret en konkret model. Brug af markedsbaserede virkemidler kan potentielt nedbringe de samlede omkostninger til regulering.

Fordelingen af omkostningerne til reguleringen afhænger i høj grad af valg af virkemidler. I Vandmiljøplan III estimeres landbruget at afholde 25 pct. af omkostningen til reguleringen (Jacobsen et al., 2009).

NIRAS vurderer, at reguleringen af kvælstofudvaskning fortsat kan ske inden for de gældende reguleringsmæssige rammer. Vandmiljøplan III, der gælder for perioden 2009-2015, tager imidlertid ikke højde for klimaændringernes påvirkninger. Det er derfor nødvendigt at tilvejebringe et vidensgrundlag, der gør det muligt at indarbejde klimaændringernes effekt på kvælstofudledningen i den fremtidige regulering.



EU har i november 2009 udgivet en vejledning om klimatilpasning i vandforvaltningen. Retningslinjerne beskriver bla., hvordan man skal håndtere klimaændringerne i forbindelse med gennemførelsen af bl.a. EU-vandrammedirektiv, som også har betydning for landbruget (Europakommissionen 2009).

#### 12.6 Synergier og overlap

Særligt næringsstof-udledningen fra landbruget har betydning for en række andre sektorer.

- Fiskeri: Klimaændringerne vil gøre det marine miljø mere sårbart over for kvælstof, og med en potentiel højere udvaskning fra landbruget kan det have negative konsekvenser for fiskeriet.
- Natur: Det potentielt højere niveau for næringsstofudvaskning samt højere pesticidforbrug i landbruget kan have negative konsekvenser for naturen. Til gengæld kan afgrødevalg og ændring af sorter give bedre optagelse af kvælstof. Ekstensivering af landbrugsjord, herunder genopretning af ådale, kan have positive konsekvenser for naturen.
- Vandforsyning: Den potentielt højere næringsstofudvaskning samt højere pesticidforbrug i landbruget kan øge risikoen for forurenede borer. Øget behov for markvanding kan ligeledes øge presset på vandforsyningen.

---

## 13. SKOVBRUG

### 13.1 Konklusioner og anbefalinger

Klimaændringerne vil primært slå igennem i skovbruget i form af stigende temperaturer samt flere og kraftigere storme. Det er hovedsagelig nåletræer og særligt rødgranen, der bliver ramt af klimaændringer, både pga. dårligere vækstbetingelser og øget stormfaldsrisiko.

Undersøgelser viser, at det ud fra en samfundsøkonomisk betragtning er rentabelt at konvertere fra rødgran til naturnær skovdrift (Miljøstyrelsen, 2006b). Det kan dog være relevant at iværksætte yderligere analyser for at identificere det mest optimale konverteringstidspunkt. Dette afhænger i høj grad af forventningen til den fremtidige stormfaldsrisiko.

### 13.2 Konsekvenser af klimaændringer

Der er 534.500 ha skov i Danmark, svarende til 12 pct. af landets samlede areal (SNS, 2010). Nåletræer udgør 53 pct., mens løvtræer udgør 43 pct. og 3 pct. af skovarealet er ubevokset. Rødgran er den mest almindelige træart og dækker 19 pct. af arealet – en tilbagegang fra 28 pct. i 2000. Produktionsværdien af dansk skovbrug var i 2008 1,6 mia. kr. Undersøgelser viser dog, at afkastet fra skovdriften i sig selv er lavt (Thorsen, 2003). Den samfundsøkonomiske værdi af skove stammer i høj grad fra ikke-markedsomsatte goder såsom rekreative værdier, CO<sub>2</sub>-binding, næringsstoffreduktion mv. samt jagt, der er markedsomsat.

Klimaændringerne vil primært slå igennem i skovbruget i form af stigende temperaturer, der især vil lægge pres på rødgranen, der i dag befinder sig på kanten af sin sydlige udbredelsesgrænse. Der forventes således en stigning i dødelighed og sygdomsudbrud blandt rødgran. Dertil kommer hyppigere stormhændelser og mindsket sommernedbør, der især vil have en negativ effekt på rødgran og andre nåletræer. De oprindelige træarter i Danmark såsom bøg, eg, ask, ær, avnbøg og lind befinder sig tæt på deres nordlige udbredelsesgrænse og vil derfor være relativt robuste over for en temperaturstigning.

Den økonomiske effekt for skovbruget som følge af klimaændringer vurderes derfor at være negativ især som følge af den stigende stormfaldsrisiko. Dette gælder særligt for rødgransbevoksninger.

---

På grund af den lange omdriftsalder i skovbruget skal der i god tid tages højde for klimaændringer. Omdriftsalderen for nåletræer ligger omkring 50 – 80 år og for løvtræer noget højere - omkring 80 -130 år.

### 13.3 Tilpasning

Tiltag kan bl.a. bestå i at omlægge skovdriften til en højere grad af løvtræer. Samtidig vil blandingsskove typisk være mere modstandsdygtige overfor klimaændringer, da flere arter giver et større spektrum af tilpasningsmuligheder. Tilplantning med løvtræer frem for rødgran vurderes at udgøre en meromkostning på i omegnen af 10.000 – 35.000 kr./ha afhængig af, hvad der plantes. Antages hele rødgransarealet tilplantet med løvtræer, vil det give en nedre engangsomkostning på ca. 1 mia. kr. Denne omkostning forventes dog at falde løbende over de næste 50 år, så ved en gradvis implementering svarer det til en nutidsværdi på knap 400 mio. kr. De efterfølgende omdrifter vil kunne etableres billigere, hvis der til en vis grad bygges på naturlig foryngelse, da der så er færre omkostninger til plantning.

Udover de sparede skadesomkostninger som følge af stormfald og øget dødelighed ved omlægning af rødgran til løvtræer vil der samtidig kunne være en række øvrige gevinster, fx øget biodiversitet, øgede rekreative værdier mv. Det gælder særligt, hvis der omlægges til naturnær skovdrift. I ”Handlingsplan for naturnær skovdrift” fra 2005 blev der fremlagt en plan for at konvertere alle statsskove til naturnær skovdrift (Miljøministeriet 2005). Fra 2012 forventes naturnære driftsprincipper at være indført i alle statsskove. I løbet af en trægeneration forventes alle statsskove at bestå af blandingsbevoksninger med mindst 20 pct. løvtræer (SNS, 2010).

NIRAS (2006) har analyseret de drifts- og samfundsøkonomiske konsekvenser af at konvertere de eksisterende rødgranbevoksninger til naturnær skovdrift. Resultaterne viser, at det driftsøkonomisk er rentabelt at konvertere til naturnær skovdrift givet den øgede stormfaldsrisiko som klimaændringerne medfører, særligt ved de billigste og ekstensive strategier såsom delvis selvforyngelse. Konverteringen vil dog først være rentabel, når rødgranens omdriftsperiode ophører, dvs. om 50 – 90 år. Dette resultat afhænger dog meget af den fremtidige stormfaldsrisiko.

Samfundsøkonomisk er konklusionen endnu mere klar, da konvertering fra rødgran til naturnær skovdrift øger skovens rekreative og biologiske værdi væsentligt. Studier har vist en høj betalingsvilje for konvertering (Nielsen et al., 2007).

Der vurderes ikke at være oplagte tilpasningstiltag at analysere nærmere inden for denne sektor.

#### 13.4 **Synergier og overlap**

Der er ikke betydelige synergier mellem skovbrug og de andre sektorer, men der er dog overlap i forhold til:

- Vandforsyning i form af udvidelse af beskyttelseszoner, hvor skovrejsning kan være relevant.
- Natur. Naturnær skovdrift påvirker biodiversiteten og den rekreative værdi.

---

## 14. FISKERI

### 14.1 Konklusioner og anbefalinger

Klimaændringerne slår primært igennem i fiskeriet i form af højere temperaturer og mere nedbør med lav saltholdighed og stor næringstilførsel til følge.

Klimaændringer kan have konsekvenser både for, hvilke fisk der vil være i de danske farvande og mængden af fisk. Det er vanskeligt at estimere den samlede effekt, men det vurderes, at nedgangen i en række af de fiskearter, der fiskes i dag, i et vist omfang vil kunne erstattes af andre arter.

Der er risiko for, at visse arter helt forsvinder, såsom østersøtorsken. Det vil formentlig være muligt midlertidigt at opretholde bestanden gennem opdræt og udsætning, men det er forbundet med relativt store omkostninger. Værdisætningsstudier viser dog samtidig, at betalingsviljen for at bevare arter kan være betydelig.

Det vurderes, at tilpasningen af fiskekvoterne kan ske inden for den gældende regulering, men der kan være behov for at blive bedre til at modellere klimaændringernes betydning for fiskeriet og indarbejde dette i kvotesystemet.

### 14.2 Konsekvenser af klimaændringer

Den danske fiskerflåde består af små 3.000 fiskefartøjer, heraf 2.000 aktive, hvoraf kun halvdelen er fuldtidsfiskere. Der er lidt under 2.000 fuldtidsansatte fiskere i erhvervet, foruden løst ansatte. Den årlige fangst er på ca. 600.000 tons med en total markedsværdi af fangsten på ca. 10 milliarder kr. årligt. Der er 124 fiskefabrikker i Danmark med godt 4.000 ansatte. Torske- og fladfiskeindustrien er den vigtigste sektor med godt 1.200 ansatte (Fødevarøkonomisk Institut 2009).

Som udgangspunkt er fiskeriet den vigtigste kilde til påvirkning af havets fiskebestande og de underliggende økosystemer. Hvis en eller flere fiskearter i toppen af fødekæden forsvinder på grund af overfiskeri, vil det kunne medføre uoprettelige ændringer i hele økosystemet.

Ud over fiskeri omfatter denne screeningsundersøgelse også akvakultur. Der er rundt regnet 300 akvakulturanlæg i Danmark med en årlig omsætning på godt 1

mia. kr. Tre-fjerdedele af anlæggene er traditionelle ferskvandsørred-dambrug. Der produceres ca. 45.000 tons fisk årligt.

Klimaændringerne slår primært igennem i fiskeriet i form af højere temperaturer og mere nedbør med lav saltholdighed og stor næringstilførsel til følge. De forventede svingninger i temperatur, nedbør og ferskvandsafstrømning vil generelt medføre en større risiko for, at fiskebestandenes udbredelse og størrelse kommer under en tærskelværdi, hvorved en eller flere fiskearter forsvinder. Da havets økosystemer er komplekse, er det umuligt at forudse de fuldstændige konsekvenser af de forventede klimaændringer<sup>21</sup>.

### 14.3 Tilpasning

I Østersøen forventes konsekvenserne at være negative i forhold til både torsk, rødspætte, sild og laks, og der er risiko for, at visse arter helt forsvinder, fx østersøtorsken. Visse arter som brisling og ansjoser samt kystnære arter som tyklæbet mulde, gedde, sandart og aborre vil muligvis kunne tage delvist over. Se også oversigten i nedenstående tabel.

I Nordsøen, Skagerak og Kattegat vil torsk og rødspætte blive reduceret til et minimum eller forsvinde ud af områderne. Sild vil kunne blive helt eller delvist overtaget af andre pelagiske fisk som brisling, ansjoser og kystnære indvandrende arter som tyklæbet mulde, der sandsynligvis bliver stationær fisk i danske farvande. Bundlevende arter på grænsen af deres nordlige udbredelse som tunge og rød mulle, vil kunne få større betydning i fangsterne.

**Tabel 14: Fiskearter som påvirkes af klimaændringer.**

Arter hvor større udbredelse forventes	Arter hvor mindre udbredelse forventes
Brisling	Torsk
Ansjosser	Rødspætte
Tyklæbet Mulde	Sild
Gedde	Laks
Sandart	
Aborre	
Tunge	
Rød mulle	

<sup>21</sup> OECDs eksperter foreslår som et pejlemærke at følge FAOs forsigtighedsprincip ”Precautionary principle”, og nedsætte fiskeritrykket på en række fiskearter, så disse arter nemmere kan modstå negative ændringer i klimatiske forhold.

---

Havbrug forventes at få større udgifter til anlæg, forsikring og medicin samt et faldende udbytte ved lavere belægningsgrad. Blåmuslingeopdræt kan blive truet, men opdrættet har mulighed for at overgå til andre muslingearter. Ferskvands-akvakultur på ørreder vil ligeledes få øgede udgifter til foder, iltning og medicin og et faldende udbytte.

Den danske fiskerisektor har været gennem store omlægninger de sidste 15 år, med en 50 pct. reduktion i fiskeflåden samt færre og større fiskefartøjer og fiskefabrikker. Ad hoc tilpasning i erhvervet vil i overvejende grad kunne foregå inden for de gældende reguleringer og rammer, og selv større omlægninger, herunder periodevis lukning af fiskeri eller opdræt, vil ikke kræve nævneværdige ændringer af reguleringsmekanismerne.

For Østersøen har de nuværende fangster en markedsværdi på små 1,5 mia. kr. årligt, hvilket kun delvist kan erstattes med andre arter. Tabet som følge af klimaændringerne anslås af NIRAS til ca. 1,3 mia.kr. årligt især som følge af tab af torsk.

Hertil kommer tab af genetisk materiale og diversitet i en eller flere fiskestammer, fx østersøtorsken. Omvendt er der ikke fratrukket produktionsomkostninger.

I Nordsøen, Kattegat og Skagerrak vil de nuværende fangster med en værdi på 7-9 mia. kr. årligt gradvist blive erstattet af fangster med en markedsværdi på samme niveau eller højere, hvis fangsterne af nye arter kan øges.

Samlet vurderes klimaændringerne ikke at have markante negative konsekvenser for fiskeriet.

Det økonomiske overskud i akvakultur vurderes generelt at være begrænset, og sammenholdt med at der er relativt store eksternaliteter forbundet med akvakultur, vurderes en nedlægning ikke at have store negative samfundsøkonomiske konsekvenser. Til gengæld kan der muligvis være et potentiale i opdyrkning af tang til foder og konsum.

Det vurderes ikke, at der er oplagte reguleringstiltag, der ligger ud over en løbende tilpasning af den eksisterende praksis. En løbende tilpasning indebærer fx, at EU's fiskekvoter løbende tilpasses, som det også sker i dag, samt at fiskerimodellerne i højere grad inkluderer klimapåvirkninger. Derudover bør forskning i og udvikling af alternative fangst- og opdrætsmuligheder tilpasses den ændrede artssammensætning, så erhvervenes tilpasningsevne forøges.

---

Et muligt tiltag i forhold til det marine miljø kunne være at understøtte de truede arter gennem opdræt og udsætning, fx gennem udsætning af torsk i Østersøen. I denne undersøgelse vil vi gennem en eksempelberegning se nærmere på de samfundsøkonomiske konsekvenser ved udsætning af Østersøtorsk.

#### 14.4 **Analyse af tiltag**

Opretholdelse af østersøtorsken gennem opdræt og udsætning er et eksempel på et tiltag, der forsøger at opretholde en art, der kommer under pres under de kommende klimaændringer. Ændres rammebetingelserne ikke for den pågældende art, vil et sådant tiltag kun have en effekt en begrænset periode.

Tiltaget vil ikke have en effekt på selve fiskeriet, men tjene til at opretholde arten (i en begrænset periode). Der er derfor heller ikke en markedsomsat gevinst forbundet med tiltaget. Gevinsterne vil i stedet bestå af den værdi befolkningen tillægger opretholdelsen af arten. Der vil formentlig hovedsagelig være tale om ikke-brugsværdier i form af eksistensværdi, da værdien består i at have viden om, at arten fortsat eksisterer.

Det vurderes, at omkostningen ved opdræt og udsættelse af østersøtorsk årligt vil ligge i omegnen af 400 millioner kroner (Fødevarerøkonomisk Institut 2009).

Der findes ikke studier, der beskriver værdien af bevarelse af fiskearter fx torsk. I et værdisætningsstudie af (relativt) ukendte plante og dyrearter på heden i Danmark fandt man årlige betalingsviljer på 10 – 300 kr. pr. art pr. husstand, afhængig af hvor kendt arten var. Overføres disse estimer blot som et beregningseksempel fås årlige gevinster i størrelsesordenen 22 – 660 mio. kr. Torsken der foruden at være en kendt art også ligger i toppen af fødekæden, hvor der er relativt få ”erstatningsarter”. Torsken må derfor antages at ligge i den høje ende af spekteret, hvad angår betalingsvilje for bevarelse. At der dog formentlig kun er tale om at bevare arten i en begrænset periode trækker dog i den anden retning, og kan betyde at betalingsviljen er begrænset.

#### 14.5 **Implementering af tiltag**

Hvad angår akvakultur, er det kommunerne, der træffer afgørelse om miljøgodkendelse og vandforsyning samt fører tilsyn med dambrugene. Havbrug reguleres af samme lovgivning som ferskvandsdambrug og desuden af fiskeriloven. Ligesom ved ferskvandsdambrug skal recipienten omkring havbrug undersøges for eventuelle miljøpåvirkninger.

NIRAS vurderer, at reguleringen af akvakulturanlæggene også i fremtiden kan rummes inden for de eksisterende rammer.



---

Hvad angår fiskeriet, så er fiskebestandene allerede stærkt regulerede med en række internationale aftaler, herunder individuelle kvoter, der begrænser fiskeritrykket på de enkelte arter, foruden beskyttede gydeområder og perioder. De traditionelle fiskerimodeller er baseret hovedsageligt på forholdet mellem bestandsstørrelser og fiskeritryk, men de udvides gradvist med modeller, der tager udgangspunkt i miljøets og klimaets påvirkninger af de fysisk-kemiske parametre, herunder rekrutteringen til bestanden.

Fremtidig forvaltning af fiskeressourcerne bør kunne reagere bedre og hurtigere på ydre påvirkninger som ændringer i temperatur, ilt og saltholdighed, der påvirker fiskeressourcens størrelse og sammensætning. Indsatser som fx hurtig lukning af fiskeområder skal understøttes af såvel ressourcens som erhvervets fleksibilitet og elasticitet. Viden om økosystemernes tilstand skal støtte de rigtige fiskeressourcer på de rigtige tidspunkter, og viden om erhvervets muligheder for omlægning, anvendelse af alternative ressourcer m.v. skal bidrage med de rigtige støtteordninger.

Der forudses ikke en nævneværdig forøgelse af omkostninger ved ændrede reguleringer. Støtteordninger til omlægning eller udtagning af inaktive fiskefartøjer, kvoter eller licenser kan dog periodevis medføre øgede samfundsmæssige omkostninger. Forskning i og udvikling af alternative fangst- og opdrætsmuligheder kan støttes, så erhvervenes tilpasningsevne forøges.

Hvis man ønsker at bevare arter som Østersøtorsken gennem udsætning, vil det ligeledes være en opgave, der formentlig vil skulle finansieres med offentlige midler.

#### 14.6 Synergier og overlap

Tilstanden af det marine miljø har stor betydning for fiskeriet, men lapper til en vis grad over med:

- Naturektoren: Klimaforandringerne påvirker bestandene.
- Landbrugssektoren: Øget udvaskning af kvælstof kan have negative konsekvenser for fiskeriet.
- Forsikring. Dambrug i åer risikerer i stigende grad oversvømmelser ligesom havdambrug i stigende omfang udsættes for stormrisiko. Dambrug er omfattet af den vedtagne lovændring om revision af stormflodsordningen.

---

## 15. NATUR

### 15.1 Konklusioner og anbefalinger

Den danske natur vil blive påvirket af en lang række klimaændringerne, herunder stigende temperaturer, øget vinternedbør, tørrere somre, øget stormstyrke og stigende havniveau.

Klimaændringer vil føre til, at naturen i Danmark vil ændres. Der vil være arter, der vandrer ud af Danmark, og nye arter vil komme til. Der kan også være naturtyper, der kommer under pres som følge af klimaændringer bl.a. strandenge og lavvandede havområder.

Langt de fleste af de konsekvenser, som klimaændringer har for naturen, vedrører ikke-markedsomsatte goder, og det er derfor meget svært at vurdere de samfundsøkonomiske konsekvenser. Det kræver, at konsekvenserne prissættes på anden vis, fx gennem værdisætningsstudier. Den samfundsøkonomiske fordelagtighed i forhold til tiltag i naturen afhænger således af befolknings betalingsvilje for fx at bevare arter lokalt eller globalt ved at sikre muligheder for spredning.

I dette kapitel gennemføres en eksempelberegning af omkostningerne ved at sikre, at arterne får gode muligheder for at vandre til andre klimazoner. Dette er et meget omkostningstungt tiltag. Tænkes det sammen med andre tiltag til at nedsætte belastningen på naturen, vil omkostningen dog kunne nedbringes. På grund af de meget store usikkerheder, der er forbundet med tiltag indenfor naturområdet, er der behov for mere omfattende analyser for at vurdere mulige implementeringsmuligheder, synergier, timing og detaljerede omkostningsanalyser.

### 15.2 Konsekvenser af klimaændringer

Det ikke-dyrkede naturareal i Danmark udgjorde i 2001 ca. 22 pct. af det samlede danske areal, fordelt med skov ca. 12 pct., øvrige tørre naturtyper (hede, overdrev og klit) ca. 3,4 pct., vådområder (eng, mose, strandenge og øvrige vådområder) ca. 5,2 pct. og endelig udgør søer og vandløb 1,5 pct. (Danmarks Statistik 2010b).

---

Den danske natur vil blive påvirket af klimaændringerne af samtlige typer. Naturen påvirkes af stigende temperaturer, øget vinternedbør, tørrere somre, øget stormstyrke, stigende havniveau mv.

Havniveaustigninger vil betyde, at arealet med strandene reduceres. Nogle steder vil strandene måske kunne etableres længere ind i landet, mens strandene beliggende på det marine forland med bagvedliggende stejle tidligere kystskrænter ikke kan rykke længere ind og vil forsvinde. Strandene udgør meget vigtige yngle- og fourageringsområder for en række fuglearter.

Desuden vil havniveaustigninger reducere de lavvandede havområder, som har store forekomster af fisk, skaldyr, vandfugle og fiskeyngel. Også undersøiske enge med fx ålegræs påvirkes af den højere vandstand, der tillader mindre lys at trænge igennem. Endelig vil antallet af småøer og periodevis tørlagte sandrevler reduceres, hvilket kan påvirke sælbestanden samt visse fuglearter.

Øget vinternedbør vil betyde øget udvaskning af kvælstof og pesticider fra landbruget. Sammen med højere temperaturer vil det medføre øget algeopblomstring, hvilket dels vil påvirke iltholdigheden i søer og farvande, dels kan påvirke artsammensætningen – både blandt fisk og blandt de fugle, der lever af bestemte fiskearter. Ændringer i artssammensætningen for fisk i de danske farvande er beskrevet nærmere i kapitlet om fiskeri.

De øgede nedbørsmængder kan også få betydning for ådale, der vil opleve større vandtilførsel. For nogle ådale, hvor man med diger o.l. har fjernet naturlige reservoirer, kan dette medføre oversvømmelser i vandløbenes nederste dele, idet der for hurtigt tilføres meget store mængder vand.

Varme somre og reduceret sommernedbør kan give udtørring af vandløb, moser, enge og vandhuller. I vandløb reduceres iltholdigheden, hvilket kan få betydning for arter, der er afhængige af høje iltkoncentrationer herunder en række smådyr, især slørvinger, døgnfluer og vårfluer, samt fiskearter som fx ørred.

Klimaændringerne får betydning for artssammensætningen i den danske natur. Nogle arter vil forsvinde lokalt, mens andre vil komme til sydfra og blive permanente arter i den danske natur. Der er dog i dag kun en begrænset viden om arternes robusthed over for klimaændringer, så det er ikke muligt præcist at forudsige hvilke arter, som vil komme til, og hvilke som vil forsvinde.

Fugle reagerer generelt hurtigt på klimaændringer. Mange trækfugle ankommer allerede tidligere om foråret, og de mildere vintre vil få nogle arter til at overvinde i Danmark i stedet for at trække sydpå. Nye ynglefugle vil komme til syd-

---

fra, mens andre vil forsvinde. Vadefugle og andre kystfugle vil være særligt udsatte pga. reducerede lavvandsområder.

Insekter vil generelt få gode livsbetingelser med varmere og længere somre. Der forventes flere nye arter sydfra, bl.a. flere sommerfuglearter. De gunstige livsvilkår kan imidlertid også blive et problem, hvis der er tale om skadevoldende insekter.

Padder vil generelt blive hårdt ramt, og i Europa generelt forventes halvdelen af alle paddearter at være uddøde i 2050 (Energistyrelsen, 2010b). Til gengæld vil der komme flere pattedyr sydfra som fx mus og gnavere.

Visse sjældne plantearter med nordlig udbredelse forventes at forsvinde, mens arter med sydlig udbredelse kan indvandre. Løvspring og blomstring vil ske tidligere, ligesom pollensæsonen dels vil starte tidligere, dels vil have en længere sæson. En særlig udfordring i den forbindelse vil være invasive arter som bynke-ambrosie, der kan give øget forekomst af pollenallergi (mere herom i kapitlet om sundhed). Endelig kan de varme og tørre sommermåneder betyde, at de danske skove er mere udsatte for skovbrande samt forskellige sygdomsangreb.

### 15.3 Tilpasning

Tilpasning til klimaændringerne på naturområdet sker naturligt gennem ind- og udvandring af arter. Der er imidlertid en række muligheder for gennem planlagte tiltag at forbedre naturens rammebetingelser for selv at tilpasse sig de ændrede klimaforhold. Planlagte tilpasningstiltag kan omfatte:

- Etablering af spredningskorridorer, således at arter har mulighed for at vandre mellem forskellige habitater.
- Fastholde levesteder, fx via bevaring af strandenge.
- Reducere kvælstof og fosforudledning fra landbruget (beskrevet i kapitlet om landbrug.)
- Genopretning af ådale, således at ådalene igen kan fungere som naturlige reservoirer i perioder med megen nedbør og begrænsede afledningsmuligheder.
- Regulering af vandforbrug (især i forbindelse med have- og markvanding) til sikring af vand i vandløb.
- Regulering mod uønskede invasive arter.

I denne screeningsundersøgelse ser vi nærmere på muligheden for etablering af spredningskorridorer og omkostningen herved samt reduktion af udledning fra landbrug. (se kapitel 12 om landbrug)

#### 15.4 Analyser af tiltag

Opsplitning af naturområder pga. infrastrukturprojekter som motorveje og jernbaner samt dræning og opdyrkning af vådområder hæmmer allerede i dag den naturlige vandring af arter. Med klimaændringerne øges behovet for, at arter kan flytte sig.

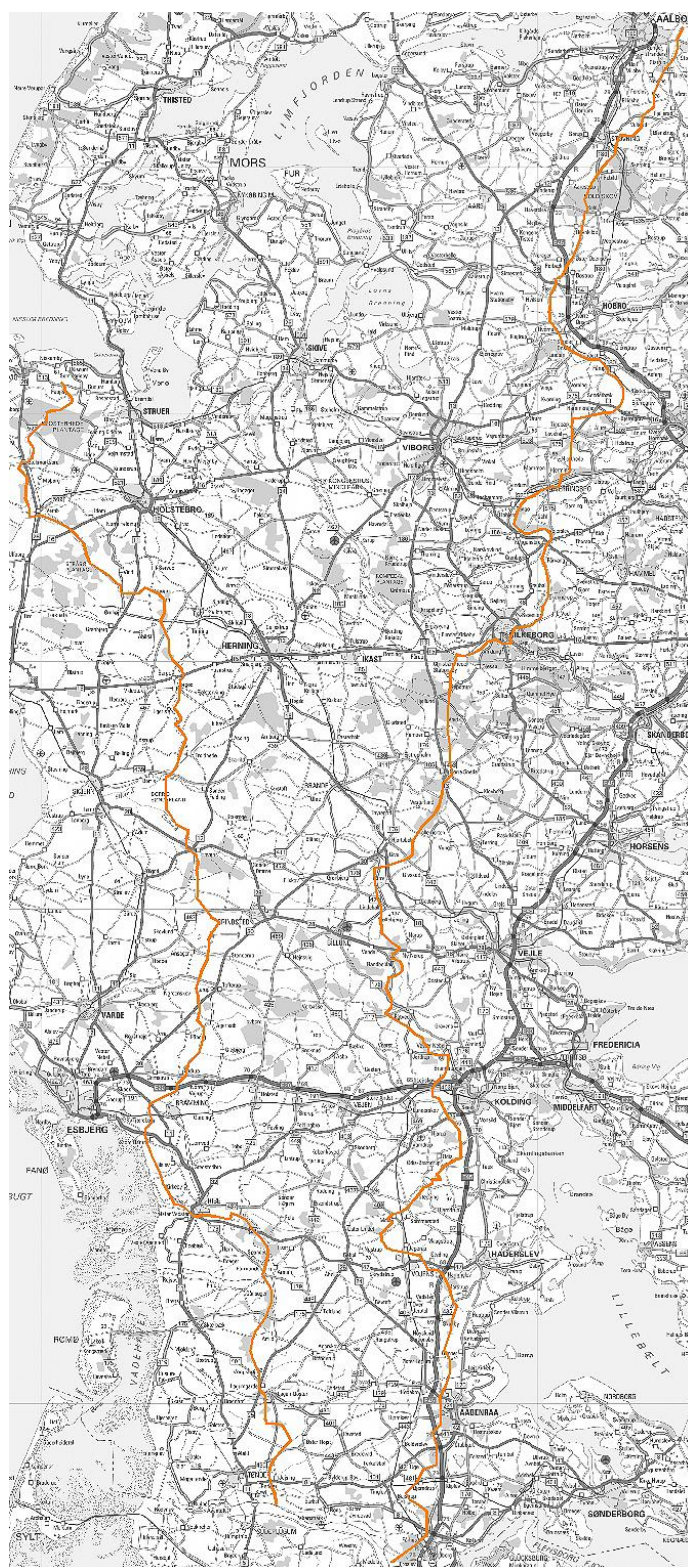
Spredningskorridorer i landskabet vil sikre, at allerede hjemmehørende arter dels kan genindvandre til områder, hvor de er uddøde, dels spredes til nye områder. Endvidere vil nye arter kunne indvandre, især fra syd. I dette afsnit ses på omkostningerne ved at sikre arternes muligheder for at vandre vha. spredningskorridorer.

Den jyske topografi med øst-vestgående ådale er landskabsformationer, der giver gode spredningsbetingelser for flora og fauna. Flere af disse ådale strækker sig langt ind i Jylland og binder, sammen med store skovområder, flere områder sammen. Danmarks Naturfredningsforening (DN) udgav i 2004 bogen 'Fremtidens natur i Danmark' (Danmarks Naturfredningsforening, 2004). I bogen fremlagde DN sit bud på en mere sammenhængende natur i Danmark. Denne beregning tager udgangspunkt i to af de foreslåede spredningskorridorer i dette oplæg.

Der arbejdes med to nord-sydgående korridorer - en jysk østlig og en jysk vestlig korridor, jf. nedenstående kortudsnit. Korridorerne har forskellig bredde, som dog ikke er smallere end 200 m.<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup> Opgørelsen af landbrugsareal er foretaget ved at måle afstanden mellem naturområder (skove, enge, søer) og beregne arealet i forhold til tracéens minimum bredde. Hvor tracéen følger en ådal mellem omdriftsjorde, er kun halvdelen af arealet medtaget i beregningen. I opgørelsen med passage af jernbaner, motorveje og landeveje, er der ikke taget hensyn til evt. nedlagte jernbaner. Der er udelukkende medtaget landeveje, som indgår i det overordnede vejnet, dvs. de har et 'nummer'.



**Figur 6: Illustration af de to spredningskorridorer (Kilde: NIRAS)**

Det østlige tracé er ca. 100 km længere end det vestlige og inddrager derfor større landbrugsarealer. Ved opgørelsen af arealtypen er der taget hensyn til om

jorden i dag benyttes til landbrug, eksisterende naturarealer eller ådal. Endvidere er der foretaget en optælling af antallet af jernbaner, motorveje og landeveje. Se nedenstående eksempel udsnit og tabel 15.



Figur 7: Eksempeludsnit af korridor (Kilde: NIRAS)

Værdien af landbrugsproduktion afhænger af jordtypen, samt hvilken produktion der finder sted på jorden. Værdien opgøres vha. jordrenter, som udtrykker afkastet til landmanden ved dyrkning af jorden. Salgsprisen er højere end summen af de årlige jordrenter, da den også afspejler værdien i forhold til harmonikrav og inkluderer muligvis også herlighedsværdier. I forbindelse med prissætningen af anlægsudgiften for de to korridorer, er der benyttet begge ovenstående tilgange, dvs. dels jordrenten og dels salgsprisen.

Som udgangspunkt er det antaget, at det er nødvendigt at etablere en faunapassage, når en jernbane eller en vej krydses. Prissætningen heraf bygger på NIRAS' erfaringstal. Tabel 15 viser beregningen af den samfundsøkonomiske anlægsudgift for de to korridorer. Idet den østlige korridor løber over en længere strækning og passerer flere baner og veje, er anlægsudgiften hertil højere end for den vestlige.

**Tabel 15: Samfundsøkonomisk anlægsudgift for de to spredningskorridorer.**

	Enheder	Udgift pr. enhed, mio. kr.	Samlet anlægsudgift (Jordpris baseret på salgspris), mio. kr.	Samlet anlægsudgift (Jordpris baseret på jordrenter), mio.kr.
<i>Østlige tracé</i>				
		0,3 (salgspris) 0,1 (planter + husdyr) 0,1 (Jordrente planter)		
Landbrugsjord	29.000 ha		10.112	3.205 - 4.166
Jernbaner <sup>1</sup>	10	3.4	34	34
Motorveje <sup>1</sup>	5	3.4	17	17
Landeveje <sup>1</sup>	33	1.4	45	45
<b>I alt</b>			<b>10.207</b>	<b>3.300 - 4.261</b>
<i>Vestlige tracé</i>				
		0,3 (salgspris) 0,1 (planter + husdyr) 0,1 (Jordrente planter)		
Landbrugsjord	22.000 ha		7.671	2.431 - 3.160
Jernbaner <sup>1</sup>	2	3.4	7	7
Motorveje <sup>1</sup>	1	3.4	3	3
Landeveje <sup>1</sup>	25	1.4	34	34
<b>I alt</b>			<b>7.715</b>	<b>2.475 - 3.204</b>

<sup>1</sup> Omkostningen inkluderer interimsforanstaltninger og færdselsregulerende foranstaltninger.

Den samfundsøkonomiske omkostning for den østlige er 4 – 10 mia. kr. alt afhængigt af, om jordens værdi baseres på jordrenter eller salgspriser. Den vestlige korridor koster 2,5 – 7,5 mia. kr. Omkostningen er ikke diskonteret, da det er svært at vurdere, hvornår spredningskorridoren vil skulle etableres. Antages den etableret i 2050 er den tilbagediskonterede omkostning 0,5 – 1,5 mia. kr. for den østlige korridor og 0,4 – 1,1 mia. kr. for den vestlige korridor.

Da korridoren hovedsagelig består af landbrugsjord, der vil skulle tages ud af drift, vil der være en række afledte gevinster ved at etablere korridoren især i form af reduceret udvaskning af kvælstof. Regnes denne gevinst med vil omkostningen ved spredningskorridoren næsten kunne halveres.

Omkostningen vil yderligere kunne reduceres med en langsigtet fysisk planlægning, hvor de overordnede rammer for den geografiske placering af sprednings-



---

korridor fastlægges. Hermed kan det hindres, at områder i den potentielle korridor overgår til anvendelse, som går imod eller hindrer etablering af en egentlig spredningskorridor på et senere tidspunkt. Fx i forbindelse med en evt. kommende ny midtjysk motorvej.

### 15.5 **Implementering af tiltag**

Det vurderes, at tiltagene på naturområdet kan rummes indenfor de eksisterende regulering, men det er afgørende at tænke tiltag på naturområdet sammen med særligt landbrugsområdet.

### 15.6 **Synergier og overlap**

Naturen indvirker på en lang række sektorer og desuden bliver naturen påvirket af, hvad der sker i andre sektorer. Der kan derfor peges på en lang række krydsfelter, hvor der opstår synergier og overlap. Overlappet mellem natur og de øvrige sektorer fremstår særligt tydeligt inden for:

- **Kystbeskyttelse:** Havvandstigning i kombination større bølger bevirker dels, at der sker en kystlinietilbagetrækning, dels at bagvedliggende arealer hyppigere oversvømmes. Hermed risikeres, at strandenge forsvinder. Nogle steder vil de måske kunne etableres længere inde i landet.
- **Land- og skovbrug:** Klimaændringerne medfører, at udvaskningen af kvælstof og pesticider vil blive øget. Dette er især et problem for næringsfattige naturtyper som fx højmoser, heder og lobeliesøer
- **Vej og bane:** For at sikre de nødvendige rammebetingelser for spredning af arter vil det være gavnligt at etablere faunapassager i forbindelse med, at store infrastruktur anlæg krydser naturområder. Faunapassagerne skal både tænkes ind ved eksisterende anlæg og ved nyanlæg.
- **Vandforsyning:** Øgede temperaturer kan forøge vandindvindingen fx til vanding af landbrugsafgrøder. Hermed er der risiko for, at vandløb udtørres, og der dermed opstår ringere levevilkår.
- **Fiskeri:** Arts sammensætningen forventes at blive ændret, fx formodes østersøtorsken at uddø.
- **Sundhed:** Valg af planter kan have betydning for udviklingen af allergi i befolkningen.

---

## 16. SUNDHED

### 16.1 Konklusioner og anbefalinger

Klimaændringerne vil påvirke sundheden særligt gennem øgede temperaturer og deraf afledte effekter.

En væsentlig konsekvens for sundhedssektoren som følge af klimaændringer vurderes at være øget forekomst af pollenallergi. Pollensæsonen kan både blive længere og allergierne kraftigere, og det kan være forbundet med øgede omkostninger både i form af medicin, lægebesøg og sygefravær.

En stigning i antallet af allergikere og kraftigere allergier vil give et øget behandlingsbehov, men der vurderes ikke at være grund til at gøre noget nu og her - i modsætning til fx de normstyrede sektorer, hvor investeringshorisonten er meget lang, og det er relevant at træffe beslutninger allerede i dag.

Det vurderes ikke, at klimaændringerne giver behov for ændret regulering på området.

### 16.2 Konsekvenser af klimaændringer

Klimaændringerne vil påvirke folkesundheden på mange forskellige måder. Klimaændringerne vil bl.a. kunne resultere i hedeslag og nedsat produktivitet som følge af hedeølger, påvirke antallet af hudkræfttilfælde og pollenallergi og give gener som følge af dårligere indeklima (skimmelsvampe behandles under byggeri).

Der vil kunne være andre sundhedseffekter, fx forværrede symptomer som følge af partikelforurening, men disse er ikke behandlet her.

Det forventes, at danskerne automatisk vil tilpasse sig stigende middeltemperaturer, men at hyppigere forekomst af hedeølger vil afstedkomme en stigning i varmerelaterede dødsfald samt et fald i arbejdskraftsproduktiviteten. En tysk undersøgelse viser et potentielt produktivitetstab på op til 12 pct. under hedeølger. Der har indtil videre kun været få hedeølger i Danmark. En undersøgelse af hede- og varmerelaterede dødsfald i perioden 2002 – 2006 i København viser, at der endnu ikke kan påvises dødsfald som følge af hedeølger. I samme periode var der dog hedeølger i Sydeuropa, som medførte et meget stort antal

dødsfald. Samlet set tyder undersøgelser imidlertid på, at der ikke vil ske en stigning i temperaturrelaterede dødsfald, idet kulderelaterede dødsfald forventes at falde tilsvarende eller mere (Hübler, 2007).

Det forventes, at temperaturstigninger alt andet lige vil medføre, at danskerne opholder sig flere timer udendørs, hvilket kan medføre flere tilfælde af hudkræft. Samtidig forventes det imidlertid, at befolkningen gradvist tilpasser sig det nye klima, bl.a. ved at ændre deres sol- og solferievaner. Undersøgelser tyder på, at det nærmere er soleksponeringsmønsteret end den samlede eksponering, der øger risikoen for hudkræft. Alt i alt er således både en reduktion og en stigning i antallet af hudkræfttilfælde mulige udfald. Det er dog ikke muligt at kvantificere dette nærmere.

Det forventes, at stigende temperaturer og en derved forlænget vækstsæson alt i alt vil medføre øgede pollenmængder og en tilsvarende forøgelse af befolkningens udsættelse for pollen. Det kan også betyde, at flere med eksisterende pollenallergi kan få sværere symptomer over længere tid. Gennem de sidste 25 år er mængden af pollen allerede steget markant, ligesom sæsonen i gennemsnit starter 3 uger tidligere (Astma & Allergiforbundet 2010). Frem til 2100 forventes en forlængelse af pollensæsonen på op til 2 måneder, og samtidig forventes der at komme nye arter som fx bynke-ambrosie. Pollen fra bynke-ambrosie giver meget kraftige allergisymptomer og har en meget lang sæson. Bynke-ambrosie er en udbredt ukrudtsplante på solsikkemarkerne i Ungarn. Der importeres en del fuglefoder fra Ungarn, hvilket betyder, at bynke-ambrosie frø allerede kan være spredt i den danske natur. Der er dog formentlig et politisk indgreb på vej for at hindre yderligere spredning af disse frø (Høegh, 2010). Frøene kan dog ligge i jorden i op til 40 år, så i det omfang, der allerede er frø i Danmark, vil der være risiko for pollen fra Bynke-ambrosien trods et indgreb.

Flere og mere langvarige tilfælde af pollenallergi vil medføre øgede omkostninger. Meromkostninger i form af medicin, lægelig behandling, sygefravær mm. er af Wickstrøm & Langkilde<sup>23</sup> vurderet til årligt samlet at være i størrelsesordenen 2,5 – 4,5 mia. kr. (i år 2100). Dette er forudsat en øget udstrækning af pollensæsonen på 2 måneder og hhv. en uændret andel allergikere i befolkningen og en øgning af allergikere med 20 pct. Forudsættes en gradvis øgning i pollensæsonlængde og antallet af allergikere svarer dette til en meromkostning med en nutidsværdi frem til 2100 på 11-21 mia. kr. ved scenarium A2. Der er ikke gjort forudsætninger om forværrede symptomer, ligesom der ikke er forudsat, at nye pollentyper medfører øgede behandlingsomkostninger.

---

<sup>23</sup> Underleverandør til NIRAS.

---

Omkostningerne til behandling af pollenallergi falder i to grupper. Dels de direkte omkostninger til medicin, lægekonsultationer og hospitalsindlæggelse og støtte i hjemmet. Dels de indirekte i form af arbejdsfravær, reduceret produktivitet og førtidigt arbejdsophør, der alle repræsenterer tab i produktionen. Derudover kan allergikerne opleve gener i forskellig grad i sæsonen. Nogle allergikere vil ikke uden store gener kunne deltage i udendørs aktiviteter fx havearbejde, picnic og vandreture. Disse begrænsninger vil påvirke livskvaliteten i negativ retning.

Der er i dag stor usikkerhed omkring stigningen i antallet af nye allergikere og ændringer i typen af symptomer, herunder stigning i sværhedsgrad, i forhold til i dag pga. længere vækstsæson og forekomsten af nye arter.

### 16.3 Tilpasning

I forhold til indeklima kan det vurderes om tiltag i eksisterende byggeri og nybyggeri kan reducere skimmelsvampeangreb. Dette tiltag behandles under byggesektoren.

Derudover vil de fleste tiltag bestå af informationskampagner, som kan bidrage til at befolkningen kan tilpasse sig klimaændringerne. Endvidere kan regulering af uønskede planterarter, som fx Bynke-Ambrosie være relevante ligesom der kan opstå øget behov for forebyggende medicin, herunder vaccination mod allergi.

Generelt er en række af de konsekvenser af klimaændringer, der opstår i sundhedssektoren, vanskelige direkte at forhindre, da de i mange tilfælde vil afhænge af befolkningens adfærd fx i forhold til solvaner.

### 16.4 Implementering af tiltag

NIRAS vurderer, at tilpasning inden for sundhedssektoren kan ske inden for de eksisterende reguleringsmæssige rammer. Der kan dog være behov for at lovgive mod uønskede arter. Forebyggelse af skimmelsvamp er behandlet under afsnittet om byggeri.

### 16.5 Synergier og overlap

En række øvrige sektorer har betydning for sundhedsområdet:

- Veje og jernbaner. Klimaændringer kan have konsekvenser for uheldsfrekvensen i trafikken. Det er dog uklart, om effekten er positiv eller negativ. Klimaændringer kan forværre partikelforureningen, i takt med at det bliver varmere og fugtigere.

- Byggeri. Byggestandarden og placeringen af huse kan have betydning for indeklimaet og dermed for sundhedstilstanden.
- Kloakker. Utilstrækkelig kloakering kan give opstigende kloakvand i huse, hvilket kan give forøget sygdomsrisiko.
- Natur: Uønskede plantearter såsom Bynke-Ambrosie kan øge allergiforureningen.

## 17. FYSISK PLANLÆGNING

### 17.1 Konklusioner og anbefalinger

De vigtigste klimaændringer set fra et planlægningsperspektiv er generelt øget risiko for oversvømmelser som følge af mere vinternedbør, mere ekstremregn, havniveaustigninger, øget grundvandsstand og storme.

Fysisk planlægning set som sektor har mange overlap til andre sektorer. Dette er i sig selv en meget væsentlig pointe i forbindelse med fysisk planlægning. Næmlig at konsekvenserne af klimaændringerne skal indarbejdes systematisk i planlægningen med et tværfagligt sigte for, at samspillet mellem sektorerne bliver så godt som muligt. Særligt når det gælder håndteringen af de øgede vandmængder skal den fysiske planlægning anvendes til at sikre samtænkningen af de fire centrale sektorer kystbeskyttelse, byggeri, veje/baner og kloakering, så de potentielle skadesomkostninger kan forebygges i størst muligt omfang.

Det er næppe muligt at sætte kroner og ører på, hvad gevinsterne er ved god fysisk planlægning. Men der er ikke tvivl om, at skadesomkostningerne i de øvrige sektorer kan begrænses markant, når der i fysisk planlægning udvises rettidig omhu. Udfordringen er at udvikle værktøjer og processer, der forbedrer mulighederne for optimal planlægning.

Som et konkret eksempel peges i dette kapitel på hydrauliske analyser af vand, hvor man ved digitale højdemodeller kan identificere, hvilke områder, der i fremtiden vil blive oversvømmet i forskellige situationer.

### 17.2 Konsekvenser af klimaforandring

Fysisk planlægning af den fremtidige arealanvendelse går på tværs af de øvrige sektorer. Det at planlægge for at undgå uheldige følgevirkninger af klimaændringerne kræver en indsats af fx kommunerne, staten eller miljøcentrene, mens fordelene giver udslag i besparelser i andre sektorer såsom byggeri og anlæg eller infrastruktur, idet uheldige følger af klimaændringer her kan undgås. Dermed kan fysisk planlægning også ses som et tiltag i andre sektorer.

Det er kommunerne, der som planmyndighed har ansvar for både byens og det åbne lands planlægning. Det udmøntes gennem kommuneplanlægning og lokalplanlægning samt sektorplaner, temaplaner og politikker.

Særligt kystzonen er i planlægningssammenhæng vigtig, idet kysterne rummer store landskabelige og bygningsmæssige værdier, der udsættes for øget risiko for især oversvømmelser som følge af klimaændringerne.

De vigtigste klimaændringer set fra et planlægningsperspektiv er generelt øget risiko for oversvømmelser som følge af mere vinternedbør, mere ekstremregn, havniveaustigninger, øget grundvandsstand og storme. En anden vigtig klimaforandring er højere temperaturer, der især påvirker bymiljøerne og bosætningsmønstre.

Disse klimaændringer påvirker allerede planlægningen. I kommunerne ses en skærpet opmærksomhed rettet imod de konsekvenser, der allerede har vist sig som følge af klimaændringer, bl.a. i form af en række oversvømmelser forårsaget af kraftige regnskyl og stormfloder. Det er allerede vedtaget<sup>24</sup>, at Miljøministeriet skal tilvejebringe information om risiko for oversvømmelse fra søer og vandløb, og der kan forventes at skulle tilvejebringes et lignende grundlag for kystområderne.

### 17.3 Tilpasning

Den fysiske planlægning er allerede ved at tilpasse sig klimaændringerne. Det kan virke paradoksalt at sige, at denne tilpasning sker ad hoc. Fysisk planlægning er netop karakteriseret ved, at det er noget man gør for at *undgå* ad hoc løsninger. Klimatilpasning i planlægningen kan imidlertid godt være inoptimal, fx hvis planlægningen fortsætter med at fokusere på enkeltområder og overser tværgående sammenhænge.

For at opnå en langtidssikret fysisk planlægning med holdbare løsninger er det vigtigt at indarbejde konsekvenserne af klimaændringerne systematisk i planlægningen. Med et tværfagligt sigte kan der anlægges et helhedsperspektiv, hvor ikke bare den enkelte sektor afvejes i forhold til klimaændringerne, men hvor klimaændringerne ses i forhold til samspillet mellem sektorerne. Herved vil man

---

<sup>24</sup> Ifølge EU's direktiv om vurdering og styring af risikoen for oversvømmelser skal information om oversvømmelsesrisiko tilvejebringes. Direktivet er implementeret i den danske lovgivning med Lov om vurdering og styring af oversvømmelsesrisikoen fra vandløb og søer, der blev vedtaget i december 2009. Der skal inden udgangen af 2011 udpeges områder, hvor der skønnes at være en potentiel risiko for oversvømmelse og i 2013 skal oversvømmelsesomfanget vurderes, herunder antal potentielle indbyggere, der vil blive berørt samt potentielle miljø- og økonomiske skader. Dette skal gennemføres af miljøcentrene. Efterfølgende skal kommunerne i 2015 udarbejde en risikostyringsplan, der har til formål at minimere skaderne.

---

ikke kun minimere omkostningerne i de øvrige sektorer, men også potentielt kunne optimere gevinsterne.

Planlagte tilpasningstiltag inden for sektoren kan derfor bestå i at udvikle værktøjer og processer, der forbedrer mulighederne for optimal fysisk planlægning. Nye tiltag for fysisk planlægning bør fx bestå i at tilvejebringe et veldokumenteret helhedsorienteret grundlag for planlægningen, der redegør for, hvor der i fremtiden vil blive problemer med oversvømmelser som følge af overfladevand, grundvand og/eller havvand.

På nuværende tidspunkt findes der erfaringer med at foretage hydrauliske analyser af vand bl.a. i Hedensted Kommune. På baggrund af digitale højdemodeller bør der for alle landets kommuner foretages beregninger og analyser af oversvømmelser som følge af overfladevand, grundvand og havvand, samt samspillet imellem de forskellige typer af vand. Gennem analyserne kan alle arealer, der i fremtiden kan blive oversvømmet i såvel normalsituationer som ved ekstremssituationer, identificeres, udpeges og inddrages i planlægningen.

Analyser af områder med oversvømmelsesrisiko vil give kommunerne mulighed for at planlægge for en langsigtet klimatilpasning. Det vil være relevant at se på risici i forhold til eksisterende bebyggelse, arealudlæg i gældende planer (fx kommuneplaner og lokalplaner) samt nye udlæg. Kommunerne vil med denne viden kunne udarbejde strategier for, hvordan der kan ske en løbende klimatilpasning i et helhedsorienteret perspektiv. Her kan synergier imellem de forskellige sektorer tænkes ind, ligesom det er muligt at indtænke, hvordan der i den fremtidige fysiske planlægning kan undgås at inddrage arealer, der vil blive oversvømmet.

Når klimaet bliver varmere, vil det være sandsynligt, at der vil komme flere turister og ske en øget bosætning ved kysterne. På den baggrund vil der skulle tilvejebringes en øget planlægningsindsats for at finde flere arealer til bosætning samt flere faciliteter for turister, ligesom det vil være relevant at overveje strategier for anvendelsen af arealer i kystnærhedszonen.

Udarbejdelse af et nyt overordnet plangrundlag og nye retningslinjer vil være en omkostning for de ansvarlige myndigheder, og revurdering af den eksisterende fysiske planlægning vil være en omkostning for kommunerne, ligesom der er samfundsøkonomiske omkostninger forbundet med at friholde arealer. Friholdte arealer kan bruges som aflastning i forbindelse med oversvømmelser, så skadesomkostningerne minimeres. Gevinsterne vil vise sig i de øvrige sektorer, men det er ikke muligt at sige, hvor store de konkret vil være. Det er dog klart, at det kan blive meget dyrt ikke at have et nøjagtigt planlægningsgrundlag i forbindelse med klimatilpasningen.



#### 17.4 **Implementering af tiltag**

Kommunerne er planmyndighed for både byens og det åbne lands planlægning. Kommunerne udarbejder fireårige kommuneplaner, som skal leve op til en række statslige mål og krav (Miljøministeriet, 2009).

Det er således staten, der fastlægger de overordnede rammer for den fysiske planlægning. Det sker i form af landsplanredegørelsen, landplandirektiver og en oversigt over statslige interesser i planlægningen. Regionerne udarbejder en regional udviklingsplan, der dog ikke indeholder præcise udpegninger, men visioner og hensigter. Kommunernes opgave er at planlægge den konkrete udvikling i byerne og det åbne land under hensyntagen til statens mål og krav samt til de regionale udviklingsmål.

Klimaændringerne medfører som beskrevet et øget behov for, at kommunerne tænker langsigtet og på tværs i kommuneplanlægningen. Kommunerne har selv en interesse i, at tilpasning sker optimalt, men det kan være nødvendigt at tilvejebringe det nødvendige vidensgrundlag og stille nye redskaber til rådighed for kommunerne.

Planloven indeholder nu krav til kommunernes planlægning om at arealer, hvor der er væsentlig risiko for oversvømmelse, enten skal friholdes for ny bebyggelse, eller skal sikres mod oversvømmelse gennem etablering af de nødvendige foranstaltninger.

I forbindelse med implementering af oversvømmelsesdirektivet er man i færd med at tilvejebringe et bedre vidensgrundlag om risikoen for ekstreme oversvømmelser fra vandløb og søer såvel som fra havet og fjorde. For søer og vandløb er direktivet gennemført ved loven om vurdering og styring af oversvømmelsesrisikoen fra vandløb og søer af Miljøministeriet ved By- og Landskabsstyrelsen. For så vidt angår ekstreme oversvømmelser fra havet og fjorde er direktivet gennemført ved bekendtgørelsen om vurdering og risikostyring for oversvømmelser fra havet, fjorde eller andre dele af søterritoriet af Transportministeriet ved Kystdirektoratet.

I de områder, som forventes udpeget på grundlag af en potentiel væsentlig oversvømmelsesrisiko eller, at en sådan må anses for sandsynlig som følge af en kombination af påvirkninger fra havet, vandløb og søer jf. lovens § 3, stk. 2 sker en koordinering mellem Transportministeriet og Miljøministeriet.

Grundlaget for udpegning af områder vil ifølge By- og Landskabsstyrelsen være baseret på lettilgængelige historiske kort og historiske oversvømmelser eller på, hvor, en historisk oversvømmelse sandsynligvis vil gentage sig. I andet plantrin vil der bl.a. blive foretaget hydrauliske analyser og fremskrivning af scenarier,

---

som skal udmønte sig i kort over faren for oversvømmelse og kort over oversvømmelsesrisikoen i de udpegede områder.

Den screening baseret på historiske data, som skal danne grundlag for at udpege områder med oversvømmelsesrisiko, vurderer NIRAS at være tilstrækkelig i mange kommuner. Dog vil der være kommuner, hvor samspillet mellem kystvand og overfladevand i fremtiden vil skabe problemer og som ikke kan identificeres via kortlægning af historiske oversvømmelser. Der vil således være behov for et mere nøjagtigt planlægningsgrundlag.

På den baggrund anbefaler NIRAS, at der allerede nu tilvejebringes et datagrundlag (screeningsgrundlag) baseret på hydrauliske analyser i de områder hvor der skønnes at være de største klimamæssige udfordringer med oversvømmelser. Dette for at sikre en optimal tilpasning i den kommunale fysiske planlægning og et langsigtet planlægningsgrundlag.

### 17.5 Synergier og overlap

Som beskrevet ovenfor er fysisk planlægning karakteriseret ved, at der er mange overlap til andre sektorer.

- Kystbeskyttelse: Klimaændringer vil betyde arealtab og flere udsatte arealer. Hertil kommer, at behov for udvidet kystbeskyttelse og placeringen af denne.
- Byggeri: Det er vigtigt, at nybyggeri bliver placeret på steder, hvor der ikke kan forventes problemer som følge af klimaændringer. For eksisterende byggeri kan det blive nødvendigt at lave særlige foranstaltninger til sikring af byggeriet, ligesom det kan blive nødvendigt at opgive eksisterende byggeri.
- Veje og jernbaner: Ved placering af nye veje og baner skal klimaændringerne tænkes ind, så de ikke bliver anlagt på steder, der vil være usikre i fremtiden. Det kan endvidere overvejes, om regnvandsbassiner kan anvendes til rekreative formål fremover.
- Kloakker: Risici for oversvømmelse i forbindelse ekstremregn samt brug af regnvandsbassiner skal tænkes ind i planlægningen.
- Natur: Det kan blive relevant at indtænke beskyttelse af særlige naturområder ind i planlægningen.

---

## 18. REDNINGSBEREDSKAB

### 18.1 Konklusioner og anbefalinger

Beredskabet berøres primært af klimaændringer i form af hyppigere og voldsommere forekomst af ekstremvejr som fx ekstremregn, stormflod, oversvømmelser og storme.

Indsatsen på beredskabsområdet er meget påvirket af klimaændringerne og de tiltag, der iværksættes for at begrænse konsekvenserne. Den er overordnet set påvirket af to modsatrettede faktorer:

- Isoleret set vil behovet for beredskab stige som følge af klimaændringer. Behovet vil afhænge af, hvad der konkret kommer til at ske - hvor store forandringer, hvilke hændelser, hvor hyppigt vil de forekomme, og hvor kraftige vil de være.
- Omvendt vil virkningerne og konsekvenserne af klimaændringerne afhænge af, hvilke tiltag, der bliver sat i værk inden for de forskellige sektorer for at imødegå klimaændringerne. Tænker man sig fx, at alle kyster bliver klimatilpasset, så de kan modstå stort set alle vejrhændelser, vil der ikke være særligt stort behov for beredskab på det område.

Der er nogle generelle forhold, der er særligt interessante ved beredskabsområdet. Sammenlignet med de potentielle udgifter inden for andre sektorer som følge af klimaændringer, er udgifterne på beredskabsområdet forholdsvis beskedne - ikke mindst set i lyset af at alternativet i form af et utilstrækkeligt beredskab vil medføre betydelige samfundsmæssige omkostninger. Der kan opstilles beregninger over, hvad det optimale beredskabsniveau er, ved at sammenstille udgifterne til beredskab med de forventede gevinster ved beredskab. Usikkerheden i sådanne regnestykker vil dog være betydelig. Hertil kommer, at man løbende kan tilpasse beredskabsindsatsen til de aktuelle behov, efterhånden som de opstår. Hvis man fx kan konstatere, at behovet for at imødegå oversvømmelser stiger i de kommende år og årtier, vil man kunne øge indsatsen på netop det område.

---

For at minimere udgifterne som følge af klimaændringer synes det mest relevant på beredskabsområdet at fokusere på forebyggelse. Udarbejdelse af katastrofeberedskab og bedre varsling vil kunne reducere omfanget af skader mv. og dermed omkostningerne for den enkelte og for det offentlige, ligesom det vil kunne reducere brugen af forsikringsydelse og dermed de samlede udgifter til forsikring.

Set i lyset af ovenstående og af det store behov for yderligere analyser og tiltag indenfor andre sektorer, synes der ikke herudover at være behov for særlige tiltag på beredskabsområdet.

### 18.2 **Konsekvenser af klimaændringer**

Beredskabssektoren har til formål at afbøde negative konsekvenser af bl.a. klimaændringer. Der sker i form af redning og evakuering af personer og sikring af ejendom i forbindelse med katastrofer og ulykker.

Redningsberedskabet er inddelt i tre niveauer:

1. De kommunale redningsberedskaber med ansvar for ulykkesindsats og indkvartering af evakuerede. Personalet er på knap 8.000 personer, og der er årligt ca. 20.000 til 30.000 reelle udrykninger primært til mindre brande.
2. Ni kommunale støttepunkter og fem statslige-regionale beredskabscentre, der kan yde assistance ved større ulykker. 150 til 200 årlige udrykninger, primært til brande.
3. Seks regionale beredskabscentre, der kan indsætte specialmateriel og mandskab ved særlige, langvarige eller mandskabskrævende ulykkeshændelser. Fra 250 til 1.500 årlige assistancer, særligt i forbindelse med orkaner, stormflod, olieforureninger mv.

Beredskabet berøres primært af klimaændringer i form af hyppigere og voldsommere forekomst af ekstremvejr som fx ekstremregn, stormflod, oversvømmelser og storme. Dertil kommer varmere og tørrere somre, der giver øget forekomst af naturbrande. I vinterhalvåret vil ekstremnedbør i form af sne give større risiko for tagsammenstyrtninger samt for oversvømmelser i forbindelse med tøbrud.

### 18.3 **Tilpasning**

Klimaændringerne medfører et øget mandskabs- og materielbehov inden for de fleste former for indsatser, især i forbindelse med oversvømmelser. Det vurderes, at opnormeringen kan ske løbende – efterhånden som behovet viser sig.

NIRAS' umiddelbare skøn er, at der vil være stigende udgifter til beredskab i størrelsesordenen op til 60 mio. kr. i engangsinvesteringer og 40 mio. kr. årligt.

Udover at det formentlig vil blive nødvendigt generelt at øge beredskabsindsatsen, vurderes der ikke at være oplagte tilpasningstiltag i denne sektor. Beredskabet er i sin natur et område, der reagerer på voldsomme hændelser. Disse kan man forsøge at minimere/reducere. Men det sker i givet fald ikke i selve beredskabssektoren, men i andre sektorer.

Et andet væsentligt aspekt er, at det utvivlsomt er væsentligt billigere at forebygge og være forberedt på konsekvenserne af voldsomme hændelser end at afbøde konsekvenserne efterfølgende. Det vil i mange situationer være op til den enkelte at forebygge. Der vil derfor være behov for, at der bliver udarbejdet planer og information til borgerne om råd og vejledning om, hvorledes man bedst forbereder sig på storme, kraftig regn, oversvømmelser mv. Som led heri vil mere præcis og pålidelig varsling af denne type hændelser kunne være et meget væsentligt indsatsområde.

Udgifterne til et sådan tiltag må antages at være relativt små sammenlignet med de potentielle udgifter i andre sektorer som følge af klimaændringer.

#### 18.4 **Implementering af tiltag**

Beredskabet er som nævnt forankret dels i kommunerne, dels i beredskabscentrene. Kommunerne tilpasser løbende beredskabet under hensyntagen til de minimumskrav, der fastsættes i gældende bekendtgørelser. Beredskabsstyrelsen er ansvarlig for beredskabscentrene, og også her sker der en løbende tilpasning.

NIRAS vurderer, at klimatilpasning inden for beredskabssektoren kan ske indenfor de eksisterende lovgivningsmæssige rammer.

#### 18.5 **Synergier og overlap**

Det særlige ved beredskabssektoren er, at det formentlig er den sektor, der er mest påvirket af, om der bliver gennemført klimatilpasningstiltag i andre sektorer. Beredskabsindsatsen vil afhænge af indsatserne inden for:

- Kystbeskyttelse: Flere oversvømmelser vil øge behovet for en større beredskabsindsats.
- Byggeri: Sammenbrud af tage i forbindelse med tøbrud og tøsne samt forskellige typer vandskader vil kræve yderligere beredskab.
- Veje og jernbaner: Ødelagte infrastrukturanlæg, manglende afvanding mv. vil udløse større behov for indsatser i forbindelse med krisesituationer.

- Vandforsyning: Klimaforandringerne medfører øget risiko for forurening af drikkevandet.
- Sundhed: Flere varmerelaterede sygdomme og dødsfald (og færre kulde-relaterede).
- Forsikring: Udarbejdelse af katastrofeberedskab og bedre varsling vil kunne reducere omfanget af skader mv. og dermed omkostningerne for den enkelte, for det offentlige og for forsikringselskaberne.

---

## 19. FORSIKRING

### 19.1 Konklusioner og anbefalinger

Forsikring er ligesom fysisk planlægning karakteriseret ved at være en sektor, der først og fremmest påvirker betingelserne for klimatilpasning i andre sektorer. Forsikringsbranchen kan således med de rigtige virkemidler og tiltag medvirke til at sikre en bedre klimatilpasning i de øvrige sektorer.

Medmindre der bliver gjort en betydelig indsats på en lang række områder, må det forventes, at klimaændringerne medfører flere skader på især bygninger. Dette kan modvirkes gennem klimatilpasningstiltag fra det offentliges side og gennem initiativer, der bliver foretaget af den enkelte borger eller virksomhed.

Flere skader vil have betydning for omkostningerne i forsikringsbranchen og dermed for forsikringspræmierne. Forsikringskunder, der har en systematisk lav risiko for klimaskader, kan have ringe forståelse for, at de skal betale for kunder med en systematisk højere risiko. De vil derfor søge mod forsikringsselskaber, der tilbyder produkter, hvor prisen afspejler risikoen. Det er således tænkeligt, at præmierne fremover i stigende grad vil blive fastsat i forhold til fx beliggenhed (er der særlig stor eller særlig lille risiko for vand i kældre), bygningernes karakteristika og tekniske konstruktion og bygningens skadeshistorik. Dette kaldes mikrotarifering og kendes også fra andre forsikringsområder, fx bilforsikringer. En række forsikringsselskaber lader allerede i dag disse parametre indgå i præmiefastsættelsen i husforsikringer.

Generelt må det antages, at jo bedre forsikringspræmierne afspejler risici, desto mere vil den enkelte gøre for at tilpasse sig, og dermed vil antallet af skader blive så lavt som muligt. Ud fra en overordnet, økonomisk betragtning er det således fornuftigt, at præmierne afspejler risici.

Imidlertid afhænger omfanget og antallet af skader ikke kun af den enkeltes valg og indsats for at begrænse eller undgå skader, men i stor udstrækning også af det offentliges indsats. Er kapaciteten i kloakkerne eksempelvis for lille i et område, vil det øge risikoen for vand i kældre - uden at den enkelte har særlig stor mulighed for at modvirke/undgå det.

Hertil kommer, at der kan være en etisk/fordelingspolitisk overvejelse, hvis fx nogle huse ikke kan blive forsikret eller kun kan blive det mod at betale en meget høj forsikringspræmie. Det vil kunne skabe betydelige problemer for de pågældende husejere i form af store værditab.

### 19.2 Konsekvenser af klimaændringer

Orkanen i december 1999 kostede forsikringsselskaberne 13,1 mia. kr. i erstatninger fordelt på 385.000 skader. Stormen i januar 2005 kostede 4,2 mia. kr. fordelt på 244.300 skader. Kraftige skybrud kostede i 2006 og 2007 hhv. 460 og 590 mio. kr. (Forsikring & Pension 2010). Stormflod og stormfald siden 1999 har kostet 1 mia. kr. i erstatninger, administrationsomkostninger mv., jf. Økonomi- og Erhvervsministeriet (2009).

De samlede økonomiske omkostninger ved klimabetingede skader er imidlertid større end selve erstatningerne.<sup>25</sup> Dette trækker i retning af, at de samlede udgifter til klimabetingede skader i perioden 1999-2008 kan være tættere på 25 end 20 mia. kr. Da erstatningerne har været udløst af nogle få ekstreme vejrbegebenheder over en 10-årig periode, er det ikke muligt at vurdere om en del af erstatningerne reelt skyldes ændringer i klimaet.

Ser man nærmere på stormen i 1999, tegner der sig følgende billede (Hansen, 2010):

- De samlede skader var på godt 13 mia. kr. Heraf udgjorde skader på bygninger knap 9 mia. kr., skader på løsøre var på ca. 1 mia. kr., mens personskader og skader på biler udgjorde ca. 3 mia. kr.
- Skader på landbrugsejendomme udgjorde godt 40 pct. af udgifterne til bygningskaderne.
- Skader på øvrige erhvervsbygninger udgjorde knap 25 pct. og skader på villaer godt 25 pct. af udgifterne til bygningskaderne.

Skader på bygninger udgjorde således hovedparten af skaderne, og blandt disse var skader på især landbrugsejendomme overrepræsenteret.

Konsekvenserne af klimaændringer for forsikringsbranchen er større usikkerhed og større erstatninger ved uændrede forsikringsbetingelser. Beregninger på regi-

<sup>25</sup> En del skader udløser ikke (fuld) erstatning, fordi værdierne er uforsikrede, jf. staten, der er selvforsikret, eller pga. selvrisko. En række skader, som i dag er forsikrede, var ikke forsikringsbare i den historiske periode fx oversvømmelser fra søer og åer. Endvidere er der administrationsomkostninger knyttet til sagsbehandling, skadesopgørelse og udbetaling i forbindelse med forsikringskader, som kommer ud over erstatningerne. Dette gælder dog ikke de oplyste udgifter til stormflod- og stormfald, hvor disse administrative udgifter udgør 15-20 pct. af de samlede udgifter.



---

onale klimamodeller viser, at de årlige erstatninger som følge af storme alt andet lige ventes at stige med hhv. 116 og 95 pct. i Danmark og Sverige i forhold til i perioden 1975-1985, jf. Swiss Re (2006). ABI (2009) har vurderet, at et mere vidtgående klimascenario end det, der ligger til grund for den danske klimatilpasningsstrategi (4 grader global temperaturstigning) kan øge skaderne som følge af oversvømmelser fra indre farvande med 16 pct.

Forsikring er generelt en vigtig budbringer om prisen på risiko. Det gælder også for omkostningerne ved ekstreme vejr-situationer. Problemstillingen kan ikke anskues fra en isoleret dansk synsvinkel. Genforsikrings-selskaber er de første til at prissætte risikoen ud fra globale forhold typisk med udgangspunkt i teknisk og naturvidenskabeligt funderede modeller.

De økonomiske konsekvenser for danske forsikrings-selskaber kan derfor være højere priser på genforsikring og forringede muligheder herfor, hvilket vil betyde, at forsikringspræmierne vil stige.

Omkostningerne forbundet med ekstreme vejr-situationer bliver båret af forskellige grupper afhængig af, hvordan risikodelingen er organiseret:

- Forsikringsbare skader bæres af forsikringskollektivet, dvs. husholdninger og virksomheder med størst risiko betaler mest. Det giver incitamenter til risikobegrænsning og dermed klimatilpasning. Gælder fx skader som følge af storm og skybrud.
- Offentlige forsikringsordninger, hvor det ikke er teknisk muligt at etablere forsikringsordninger, eller hvor præmierne kan blive uacceptabelt høje ud fra sociale/fordelingsmæssige hensyn. Her kan samfundet i form af skatteyderne garantere for erstatningerne, eller der kan udskrives tvangsbidrag på hele forsikringskollektivet. Kombineres ofte med krav til forebyggelse eller selvrisiko for at sikre tilstrækkeligt incitament til at forebygge skader. Gælder skader som følge af stormflod og stormfald. Et lovforslag til ændring af lov om stormflodsordningen vil desuden medtage skader som følge af oversvømmelse fra åer og søer.
- Hvis det hverken er muligt at etablere forsikringsløsninger eller offentlige løsninger, bæres omkostningerne af de husholdninger og virksomheder, der rammes af skader. Denne løsning kan have store økonomiske konsekvenser for de berørte. Gælder fx skader som følge af indsvivende vand, der ikke dækkes af en standard villaforsikring<sup>26</sup>.

---

<sup>26</sup> Enkelte selskaber udbyder dog tillægforsikringer, der dækker indsvivende vand.

---

Skaderne som følge af storme har historisk været den væsentligste kilde til klimabetingede skader. Skaderne som følge af voldsomt skybrud har været jævnt stigende i flere år.

### 19.3 Tilpasning

Generelt vil forsikringsbranchens bidrag til klimatilpasningen være at:

- synliggøre risici og prissætte forsikringer, så præmierne så vidt som muligt afspejler risici,
- udvikle løsninger, der øger samfundets evne til at tilpasse sig konsekvenserne af uforudsigeligt klima og mere generelt ”katastrofer”, herunder varsle ekstremvejr,
- rådgive husholdninger og erhvervsliv om forholdsregler mod konsekvenserne af ekstremvejr,
- tilvejebringe detaljeret information om vejrbedingede tab og stille dem til rådighed for fx beslutningstagere i stat og kommuner samt forskere.

Klimatilpasning i forsikringsbranchen kan i vidt omfang ske inden for de eksisterende reguleringsmæssige rammer.

### 19.4 Synergier og overlap

På et meget overordnet plan kan man sige, at der er en sammenhæng mellem forsikring og stort set alle konsekvenser og tiltag i alle andre sektorer, idet tiltag i andre sektorer vil have betydning for antallet af skader og skadernes karakter. Overlappet mellem forsikring inklusive offentlige ordninger som stormflod og de øvrige sektorer er særligt tydeligt inden for:

- Kystbeskyttelse: Klimaændringernes påvirkning af kysterne - og tiltagene for at modvirke denne - er afgørende for omfanget af skader på kystnær bebyggelse.
- Byggeri: Udover skader på kystnær bebyggelse vil skader på byggeri afhænge af udformningen af bygningsreglementet, og om byggeriet lever op til disse standarder.
- Kloakker: Dimensioneringen af og vedligeholdelsesstandarder på kloakkerne er afgørende for omfanget og antallet af skader.
- Beredskab: Forsikringsbranchen har udviklet en webbaseret ”forsikringsvejrsmode”, der på et detaljeret geografisk niveau kan afgøre, om betingelserne for forsikringsdækning ved voldsomt skybrud og storme er opfyldt. Modellen rummer også mulighed for SMS-varsling om voldsomme vejrbegebenheder inklusive lyn. Det må forventes, at bedre og mere præcis varsling vil tilskynde borgere og virksomheder til i større

udstrækning at forebygge skader. Tjenesten blev lanceret på [www.forsikringsvejret.dk](http://www.forsikringsvejret.dk) primo maj 2010.

---

20. **LITTERATURLISTE**

Association of British Insurers (2009): *The Financial Risks of Climate Change*, ABI research paper No. 19, cf.  
[http://www.abi.org.uk/Publications/ABI\\_Publications\\_The\\_Financial\\_Risks\\_of\\_Climate\\_Change\\_59e.aspx](http://www.abi.org.uk/Publications/ABI_Publications_The_Financial_Risks_of_Climate_Change_59e.aspx)

Astma & Allergiforbundet (2010): *Længere pollensæson*. <http://hoefeber.astma-allergi.dk/hoefeber/pollen/klimaændringerogpollen/laengerepollensaeson>

Erhvervs- og Byggestyrelsen (2010): Bygningsreglement 2008.  
<http://www.ebst.dk/br08.dk/br07/0/54>

Børgesen, C.D., Heckrath, G, Lægdsmand, M, Olesen, J.E., Andersen, H. E. (2009): *Landbrugets næringsstoftab under klimaændringer*. Vand og Jord. Vol. 16 (4).

Center for Folkesundhed (2009): *Husstøvmide- og pollenallergi forringer livskvaliteten og produktiviteten*.  
<http://www.centerforfolkesundhed.dk/aktuelt/visnyhed?visNyhed=74894>

Ciscar, J. (ed.) (2009): *Climate change impacts in Europe*. Final report of the PESETA research project.

Damgaard C., E. Erichsen & H. Huusom (2001): *Samfundsøkonomisk projektvurdering af skovrejsning ved Vollerup*. Skov- og Naturstyrelsen.

Danmarks Naturfredningsforening (2004): *Fremtidens natur i Danmark*. Danmarks naturfredningsforening.

Danmarks Statistik - statistikbanken.dk (2010a): *Indkomst, forbrug og priser*.  
<http://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1280>

Danmarks Statistik (2010b): *ARE1: Arealdække efter arealdække og enhed*.  
<http://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1280>

---

DANVA (2009): *Vand i tal. DANVAs benchmarking og vandstatistik 2009.* Dansk Vand- og Spildevandsforening.

DS (2010): *Indledende undersøgelser om snelast.* Dansk Standard.

Dubgaard A.(1998): Economic Valuation of Recreational Benefits from Danish Forests, i Dalbert et al.(ed.): *The Economics of landscape and Wildlife Conservation*, CAB international, Wallington.

Economics of Climate Adaptation Working Group (2009): *Shaping climate-resilient development.* Economics of Climate Adaptation.

EDC (2009): *Danmarks fritidshuset, 2009-prisguide for fritidshuse.*  
<http://www.edc.dk/danmarksfritidshuset>

EDC (2010): *Danmarkshuset 2010.*  
<http://www.edc.dk/en/Nyheder/Danmarkshuset/>

European Environment Agency (2007): *Climate change: the cost of inaction and the cost of adaption.* European Environment Agency

Energistyrelsen (2009): *FNs klimascenarier.*  
<http://www.klimatilpasning.dk/DA-DK/SERVICE/KLIMA/KLIMASCENARIER/Sider/Forside.aspx>

Energistyrelsen (2010a): *Statsvejene forberedes på klimaændringerne.*  
<http://www.klimatilpasning.dk/da-dk/service/nyheder/februar2010/sider/statsvejeneforberedestilklimaændringerne.aspx>

Energistyrelsen (2010b): *Padder bliver hårdt ramt.*  
<http://klimatilpasning.dk/DA-DK/NATUR/PADDEROGKRYBDYR/Sider/Forside.aspx>

EU Kommissionen (2009): *Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/EC).* EU Kommissionen.

Finansministeriet (1999): *Vejledning i udarbejdelse af samfund økonomiske konsekvensvurderinger.* Finansministeriet

Forsikring & Pension (2010): *Statistik.*  
<http://www.forsikringopension.dk/statistik/alle/Sider/Start.aspx>

- 
- FRI (2008): *State of the Nation 2008*. Foreningen af Rådgivende Ingeniører.
- Freeman (1993): *The Measurement of Environmental and Resource Values: theory and methods*. Resources for the Future.
- Fødevarøkonomisk Institut (2008): *Landbrugets Økonomi*. 2008.
- Fødevarøkonomisk Institut (2009): *Fiskeriets økonomi 2009*. Fødevarøkonomisk Institut.
- GEUS (2001): *De nationale geologiske undersøgelser for Danmark og Grønland*. De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland.
- Hansen, J.V. (2010): Personlig meddelelse. Underdirektør, Forsikring og Pension.
- Hansen, J. & J. Martini (2009): *Stigende vandmasser giver milliardregning*. Børsen, d. 18. december 2009, pp. 18-19.
- Hübler, M., G. Klepper & S. Petersen (2007): *The Effects of Rising Temperatures on Health and Productivity in Germany*. Kiel Working Paper No. 1321. Kiel Institute for the World Economy.
- Høegh, H. (2010): *Svar på spørgsmål 574 til Folketingets Miljø- og Planlægningsudvalg*. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.
- Institut for Miljøvurdering (2003): *BAM-forurening af drikkevandet. Skal vi rense?* Institut for Miljøvurdering.
- Institut for Miljøvurdering (2004): *Pesticidstop på offentlige arealer. En økonomisk vurdering af udvalgte områder*. Institut for Miljøvurdering.
- Jacobsen, B.H., B. Hasler & L.B. Hansen (2009): *Økonomisk Midtvejsevaluering af Vandmiljøplan III*. Fødevarøkonomisk Institut & Danmarks Miljøundersøgelser.
- KE (2009): *Erfaringer fra BNBO projekter 2007-2008 – Anbefalinger til Københavns Energi*. Københavns Energi.
- KL & Rambøll (2009): *Kommunernes investeringsbehov i forbindelse med klimatilpasning og veje*. Kommunernes Landsforening.
- Københavns Kommune (2010): *LAR-metodehåndbogen*. Københavns Kommune.

---

<http://www.kk.dk/Borger/BoligOgByggeri/Byggetilladelse/VandOgAfloeb/LokaIAfledningAfRegnvand/LAR-Metodehaandbogen.aspx>

Kystdirektoratet (2008): *Klimaændringernes effekt på kysten*. Kystdirektoratet.

Lundsgaard, R. (2004): *Fremtidens natur i Danmark*. Danmarks Naturfredningsforening.

Miljödepartementet (2007): *Sverige inför klimatförändringarna – hot och möjligheter*. Miljödepartementet.

Miljøministeriet (2005): *Handlingsplan for naturnær skovdrift i statskovene*. Miljøministeriet.

Miljøministeriet (2008): *Skov og Natur i tal 2008*. Miljøministeriet.

Miljøstyrelsen (2004): *Rensning af vand, notat til MPU, Miljø og Planlægningsudvalget, bilag 157*. Miljøstyrelsen.

Miljøstyrelsen (2006a): *Metodemæssige problemstillinger i forbindelse med samfundsøkonomiske vurderinger af klimatilpasningstiltag*. Miljøprojekt 1122. Miljøstyrelsen.

Miljøstyrelsen (2006b): *Samfundsøkonomiske analyser i forbindelse med klimatilpasninger*. Udarbejdet af NIRAS

Miljøstyrelsen (2007): *Klimatilpasning af afløbssystemer og metodeafprøvning. Workshop som arbejdsmetode*. Miljøprojekt 1188. Miljøstyrelsen.

Mossing, R. & G.D. Nielsen (2003): *De samfundsøkonomiske omkostninger ved astma i Danmark i 2000*. Ugeskrift for Læger 165/26.

Møller, D.K. (2008): *Derfor skal vi af med vandet*. Dansk vejtidsskrift, april 2008.

Nakićenović et al. (2000): *Special Report on Emissions Scenarios*. Intergovernmental Panel on Climate Change.

Nationalbanken (2009): *Finansiell stabilitet 2009, 1. halvår*. Nationalbanken.

Nielsen, A.B., S.B. Olsen, T.H. Lundhede (2007): *An economic valuation of the recreational benefits associated with nature-based forest management practices*. Landscape and Urban Planning. Vol. 80(1-2), pp. 63-71.

---

OECD (2008): *Assessing Climate Change Impacts, Sea Level Rise and Storm Surge Risk in Port Cities: A Case Study on Copenhagen*, OECD Environment Working Papers No. 3, OECD publishing.

Olesen, Jørgen E. (2010): Personlig meddelelse. Forskningsprofessor. Institut for Jordbrugsproduktion og Miljø. Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet. Aarhus Universitet.

Petersen, K. D. (2003): *An Economic Analysis of Different Treatments*. Århus Universitet.

Poulsen, P.B., K.M. Pedersen, J. Christensen & U. Vestenbæk (2008): *Økonomisk evaluering af tabletbaseret vaccine mod høfeber i Danmark*. Ugeskrift for læger. Vol. 170/3.

Perrels, A., R. Rajala, R. & Honkatukia, J. (2005): *Appraising the socio-economic impacts of climate change for Finland*.

Realkreditrådet (2010): *Ejendomsprisstatistik*.  
<http://www.realkreditraadet.dk/Statistikker/Ejendomsprisstatistik.aspx>

Regeringen (2008): *Strategi for tilpasning til klimaændringer i Danmark*. Energistyrelsen.

Regeringen (2009): Grøn vækst. Miljøministeriet.

Schou, J. S. & Abildtrup, J. (2005): *Jordrentetab ved arealekstensivering i landbruget. Principper og resultater*. Faglig rapport nr. 542. Danmarks Miljøundersøgelser.

SBI (2000): *Stormskader på bygninger*. By og Byg resultater 001. Undersøgelser af skader ved stormen 3. december 1999. Statens Byggeforskningsinstitut.

SBI (2008): *Bygninger, energi, klima – mod et nyt paradigme*. Statens Byggeforskningsinstitut.

SBI (2009): *SBI-anvisning 224: Fugt i bygninger*. Statens Byggeforskningsinstitut.

SKAT (2008): Ejendomsvurdering på [www.skat.dk](http://www.skat.dk)

Skov- og Naturstyrelsen (2010): [Skovene](http://www.skovognatur.dk/Skov/Fakta/Tal/) i tal.  
<http://www.skovognatur.dk/Skov/Fakta/Tal/>



Socialministeriet (2007): *Socialpolitisk redegørelse og handlingsplan, Mål og indsatser 06/07*. Socialministeriet.

Swiss Re (2006): *The effects of climate change: Storm damages in Europe on the rise*. Focus report, cf.  
[http://www.swissre.com/resources/0e9e8a80455c7a86b1e4bb80a45d76a0publ06\\_Klimaveraenderung\\_en.pdf](http://www.swissre.com/resources/0e9e8a80455c7a86b1e4bb80a45d76a0publ06_Klimaveraenderung_en.pdf)

Søndergaard, B., S. Thorleifsson & H. Herborg (2000): *Kvalitetssikring af astmapatienters lægemiddelbehandling*. Ugeskrift for læger. Vol. 162, pp. 480 – 486.

Sørensen, L., S. Weng & S.L. Weng (1997): *The cost of asthma in Denmark*. Journal of Medical Economics, vol. 11, pp. 103-111.

Thorsen (2003): Skovbrug: Erhverv, investering eller filantropi? Del I.

Toivonen et al. (2004): *The economic value of recreational fisheries in Nordic countries*. Fisheries management and Ecology. Vol. 11, pp. 1-14.

Transportministeriet (2009): Nøgletal til tidsværdier. [www.trm.dk](http://www.trm.dk)

Økonomi- og Erhvervsministeriet (2009): *Rapport om revision af stormflodsordningen*.  
<http://www.oem.dk/graphics/oem/nyheder/Pressemeddelelser%202009/Rapport%20fra%20Udvalget%20om%20Revision%20af%20Stormflodsordningen.pdf>

Ørum, J.E. (2004): *Driftsøkonomisk analyse af en reduceret pesticidanvendelse i dansk landbrug - en opdatering af Bicheludvalgets analyser*. Rapport nr. 163, Fødevarerøkonomisk Institut.

21. **BILAG 1**

Nedenfor ses enhedspriser på forskellige former for kystbeskyttelse

**Tabel b1: Enhedspriser for nyanlæg af kystbeskyttelsesforanstaltninger (driftsøkonomiske priser)**

Anlægsudgifter for nyanlæg af kystbeskyttelse og diger			
Diger (kr. pr. lbm konstruktion)	Eksporeret kyst	10 000 – 12 000	Anlægsudgift: 1 km dige udgør ca. 12 mio. kr.
	Moderat eksporeret kyst	6 000 – 8 000	Anlægsudgift: 1 km dige udgør ca. 7 mio. kr.
	Beskyttet kyst	2 000 – 3 000	Anlægsudgift: 1 km dige udgør ca. 3 mio. kr.
Kystværn (kr. pr. lbm konstruktion)	Eksporeret kyst	6 000 – 10 000	Udgift for beskyttelse af en enkelt kystparcel (ca. 20 m): 100.000 - 250.000 kr.
	Moderat eksporeret kyst	4 000 – 6 000	
	Beskyttet kyst	2 000 – 4 000	
Sandfodring (kr. pr. lbm kyst)	Eksporeret kyst	1 200 – 1 800	20-30 m <sup>3</sup> /lbm @ 60.-
	Moderat eksporeret kyst	400 - 800	5-10 m <sup>3</sup> /lbm @ 80.-

Kilde: NIRAS

Tabel b2 viser enhedspriser på omkostningen til at forstærke kystbeskyttelse

**Tabel b2: Enhedspriser for forstærkning og tilpasning af kystbeskyttelsesforanstaltninger (driftsøkonomiske priser)**

Anlægsudgift for tilpasning af eksisterende kystbeskyttelse			
Kystværn (kr. pr. lbm)	Krone	500 – 1 000	Indre kyster omfatter 674 km kystværn.
	Fod	1 000 1 500	
Høfder (kr. pr. stk.)	Forlængelse	15 000 – 20 000	
	Forstærkning	4 000 – 6 000	
Bølgebrydere (kr. pr. lbm)	Dæklag	2 000 3 000	
	Fodsikring	1 500 – 2 500	
Diger (kr. pr m dige)	Forhøjelse af krone	300 - 500	
	Fodsikring	1 500 – 2 500	

Kilde: NIRAS

## 22. BILAG 2

### 22.1 Landbrugsjord

Landbrugsjordens værdi kan opgøres enten i form af jordrenten eller i form af salgspriserne på landbrugsjorden. Beregningerne er foretaget både med udgangspunkt i jordrenten og i salgsprisen på jord.

Jordrenten udtrykker afkastet til landmanden ved dyrkning af jorden. Dvs. overskuddet efter de samlede omkostninger til dyrkning af afgrøderne herunder afskrivninger er fratrukket. Jordrenten afhænger af boniteten og husdyrtætheden.

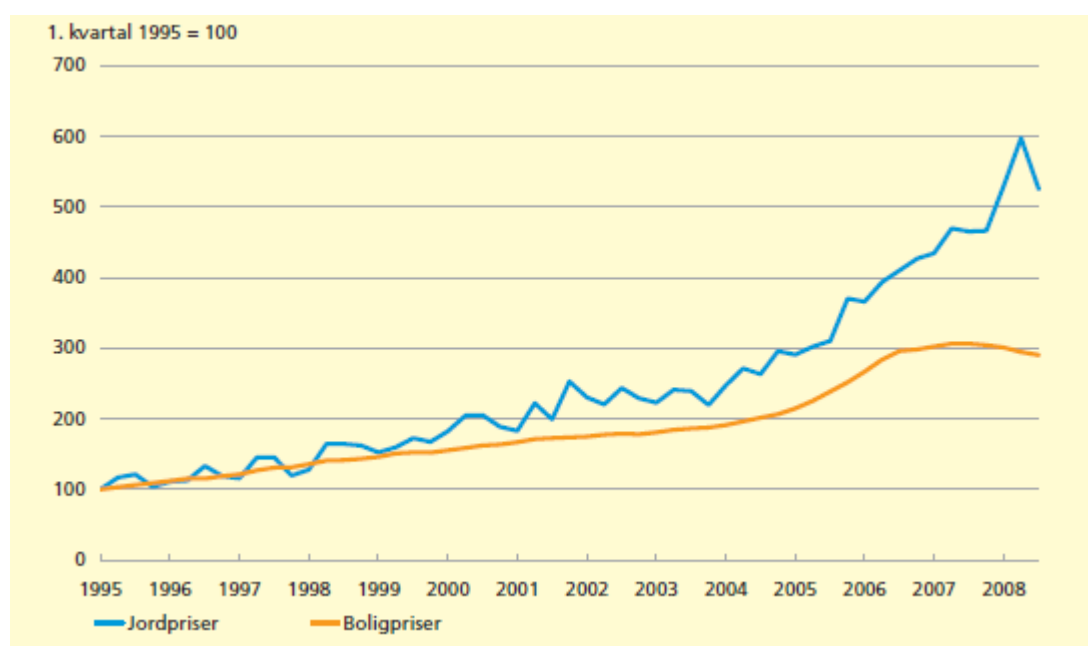
I beregningerne tages udgangspunkt i Schou & Abildtrups velfærdsøkonomiske jordrenteestimer fra 2005. Jordrenterne er fremskrevet til 2010 niveau og er vist i tabellen nedenfor

**Tabel b3: Velfærdsøkonomiske jordrenter, kr./ha, afrundet 2010-niveau (Schou & Abildtrup 2005).**

Planteavl	2010-kr./ha
- hele DK	5.500
- øst, alle jordtyper	5.400
- vest, alle jordtyper	5.500
- hele DK, lerjord	5.600
- hele DK, ikke lerjord	5.100
Planteavl + husdyr	
- hele DK	6.900
- øst, alle jordtyper	6.600
- vest, alle jordtyper	7.200
- hele DK, lerjord	7.100
- hele DK, ikke lerjord	6.600

Jordrenten tager ikke højde for andre værdier end den værdi jorden har som produktionsfaktor, fx herlighedsværdier. Denne værdi afspejles i jordpriserne og det er derfor relevant også at se på økonomien med udgangspunkt i jordpriserne, når det analyserede tiltag vedrører afståelse af jord eller ekspropriation.

Hektarprisen på landbrugsjord har været kraftigt stigende især siden 2003. Således blev jordpriserne 6-doblet fra 1995 til 2008 jf. nedenstående figur. Til sammenligning blev boligpriserne kun tredoblet i samme periode. Det er ikke muligt at forklare de store jordprisstigninger med ændringer i landbrugets fundamentale økonomiske forhold dvs. ved en stigning i landbrugets produktionsværdi. Der er derfor en risiko for, at jordpriserne vil falde markant i de kommende år. Dette er en usikkerhedsfaktor ved beregningerne.



**Figur b1: Udvikling i jordpriser og boligpriser siden 1995 (Nationalbanken 2009)**

Danmarks Statistik har opgjort salgspriser på landbrugsjord på regionsniveau siden 2006. Prisen afhænger af den pågældende region og det ses, at priserne falder i to grupper. Priserne i Region Syddanmark, Nordjylland og Midtjylland falder i samme prisleje, mens priserne for Region Hovedstaden og Region Sjælland er markant over. Ses på antallet af handler og det handlede areal ses, at handlerne ofte vedrører små arealer i Region Hovedstaden. En årsag kan være, at landbrugshandlerne i Region Hovedstaden er handler med liebhaverboliger, hvor den rekreative værdi er langt vigtigere end jordens værdi som produktionsfaktor. I analyserne er der taget udgangspunkt i 2008-salgspriserne fremskrevet til 2010 prisniveau.

**Tabel b4: Jordpriser, kr./ha.**

Kr./ha	2006	2007	2008
Hele landet	197.312	228.823	263.205
Region Hovedstaden	338.332	384.201	316.008
Region Sjælland	269.796	282.459	297.592
Region Syddanmark	184.905	221.669	268.282
Region Midtjylland	179.897	211.832	246.577
Region Nordjylland	183.522	210.459	250.722

## 22.2

**Ejendomspriser**

Boligpriserne har i lighed med prisen på landbrugsjord været stigende. Den gennemsnitlige pris for et hus (et parcel eller rækkehus) findes dels ud fra historiske m<sup>2</sup> priser fra Realkreditrådet, dels Socialministeriets oplysninger om boligstørrelser. Den gennemsnitlige boligstørrelse for en helårsbolig er 113 m<sup>2</sup>. Der er dog store forskelle mellem de forskellige boligtyper. Gennemsnitstørrelsen er 137 m<sup>2</sup> for ejerboliger, 81 m<sup>2</sup> for andelsboliger, 87 m<sup>2</sup> for privat udlejede boliger og 77 m<sup>2</sup> for almene boliger (Socialministeriet 2007).

Nedenstående tabel viser huspriserne for et gennemsnitligt hus i de forskellige regioner.

**Tabel b5: Gennemsnitlig huspris (parcel- og rækkehus) (Realkreditrådet 2010, Socialministeriet 2007).**

	1995	2000	2005	2009
Hele landet	523.755	815.860	1.125.932	1.407.076
Region Hovedstaden	737.777	1.220.513	1.857.833	2.055.244
Region Sjælland	504.206	796.085	1.153.956	1.386.510
Region Syddanmark	458.667	690.882	855.410	1.185.596
Region Midtjylland	489.968	739.359	968.184	1.297.692
Region Nordjylland	405.670	606.245	768.400	1.074.630

Realkreditrådet offentliggør også salgspriser på fritidshuse. Som estimat for den gennemsnitlige størrelse tages udgangspunkt i EDC mæglerens Danmarks Fritidshus. Fritidshuset har en gennemsnitlig størrelse på 80 m<sup>2</sup> og grunden er 1.200 m<sup>2</sup>. Tabellen nedenfor viser priserne for gennemsnitlige fritidshuse i hele Danmark samt i de enkelte regioner. I analyserne er anvendt en gennemsnitspris gældende for hele landet.

**Tabel b6: Gennemsnitlig pris for fritidshuse (Realkreditrådet 2010).**

	1995	2000	2005	2009
Hele landet	411.360	458.240	531.840	570.880
Region Hovedstaden	403.920	460.880	527.920	581.120
Region Sjælland	345.520	389.680	441.200	470.480
Region Syddanmark	531.440	581.200	696.720	751.360
Region Midtjylland	440.480	481.520	568.400	590.480
Region Nordjylland	395.600	435.840	500.320	542.400

23. **BILAG 3: BESKYTTELSESZONER**

Omkostninger ved omlægning af landbrugsproduktion til hhv. braklægning og skovrejsning er vist nedenfor.

**Tabel b7: Samfundsøkonomiske omkostninger ved braklægning (dvs. opskrevet med nettoafgiftsfaktoren)**

Braklægning	Kr./ha
Mistet jordrente ved landbrugsproduktion	-6850 kr.
EU-støtte	3006 kr.
Slåning	-385 kr.
N-reduktion <sup>6</sup>	3135 kr.
<b>Omkostning i alt pr. ha</b>	<b>1094 kr.</b>

<sup>6</sup> Reduktion på 57 kg/ha jf. VMPIII midtvejsevaluering (Jacobsen, 2009)

**Tabel b8: Samfundsøkonomiske omkostninger ved skovrejsning (dvs. opskrevet med nettoafgiftsfaktoren)**

Skovrejsning	Kr./ha
Mistet jordrente ved landbrugsproduktion	-6850 kr.
Jordrente ved skovbrugsproduktion <sup>7</sup>	169 kr.
CO <sub>2</sub> -binding	2189 kr.
N-reduktion <sup>8</sup>	2415 kr.
<b>I alt</b>	<b>1094 kr.</b>

<sup>7</sup> Damgaard & Erichsen (2000)

<sup>8</sup> Reduktion på 37 kg./ha jf. VMPIII midtvejsevaluering



24. **BILAG 4: REDUKTION AF KVÆLSTOF****Tabel b9: Beregning af omkostninger ved N-reduktion**

Samfundsøkonomisk reduktionsomkostning, kr./kg N	55
Årlig reduktion, tons	267
Samlet reduktion, tons	24.000
Ikke diskonteret reduktionsomkostning	61.785.360.000
Diskonteret reduktionsomkostning	6.099.618.931

Det er antaget, at den øgede udvaskning – og dermed behov for reduktion – sker løbende i perioden 2010-2100. Dvs. reduktionen, og dermed omkostningen akkumuleres over tid