

# Metodemæssige problemstillinger i forbindelse med samfundsøkonomiske vurderinger af klimatilpasningstiltag

Camilla Damgaard, Lisbeth Strandmark, Robert Heidemann & Trine Nielsen  
Miljøstyrelsen

Lennart Emborg  
Danmarks Miljøundersøgelser

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

# Indhold

<b>FORORD</b>	<b>5</b>
<b>SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER</b>	<b>7</b>
BAGGRUND	7
FORMÅL	7
KONKLUSIONER OG INDHOLD	7
<b>SUMMARY AND CONCLUSIONS</b>	<b>9</b>
BACKGROUND	9
OBJECTIVE	9
CONCLUSIONS AND CONTENTS	9
<b>1 SCENARIER, TILPASNING TIL KONSEKVENSER AF KLIMAEFFEKTER, TILPASNINGSTILTAG MV.</b>	<b>11</b>
1.1 KLIMASCENARIERNE	11
1.2 FORMÅLET MED DE SAMFUNDSØKONOMISKE VURDERINGER	13
1.3 KLIMAKONSEKVENSER OG TILPASNING	14
1.4 SEKUNDÆRE KLIMAKONSEKVENSER	15
1.5 TILRETTELÆGGELSE AF DE SAMFUNDSØKONOMISKE VURDERINGER – FASTLÆGGELSE AF REFERENCESYSTEM	16
<b>1.5.1 ad trin 1:</b>	<b>17</b>
<b>1.5.2 ad trin 2:</b>	<b>17</b>
<b>1.5.3 ad trin 3:</b>	<b>18</b>
<b>2 PROBLEMER I FORBINDELSE MED OPGØRELSE AF KLIMAKONSEKVENSER OG VURDERING AF TILPASNINGSTILTAG</b>	<b>19</b>
2.1 TRIN 1: OPSTILLING AF BASIS-REFERENCESCENARIUM	19
2.2 TRIN 2: OPSTILLING AF REFERENCESCENARIUM FOR DEN ØKONOMISKE VURDERING AF TILPASNINGSTILTAG	20
2.3 TRIN 3: ØKONOMISK VURDERING AF TILPASNINGSTILTAG.	22
<b>3 VURDERINGSMETODER</b>	<b>24</b>
3.1 VELFÆRDSØKONOMISK VURDERING	24
<b>3.1.1 Cost-benefit analyse (CBA)</b>	<b>24</b>
<b>3.1.2 Cost-effectiveness analyse (CEA)</b>	<b>24</b>
<b>3.1.3 Bottom-up versus Top-down</b>	<b>25</b>
3.2 BUDGETØKONOMISK VURDERING	26
<b>3.2.1 Fordelingsmæssige aspekter</b>	<b>26</b>
<b>3.2.2 CEA som budgetøkonomisk analyse</b>	<b>26</b>
3.3 MULTIKRITERIEANALYSE (MCA)	26
3.4 DELIBERATIVE APPROACHES	27
<b>4 PRISSÆTNING I VELFÆRDSØKONOMISKE ANALYSER</b>	<b>28</b>
4.1 MARKEDSOMSATTE GODER	28
<b>4.1.1 Menneskeskabte markedsomsatte goder</b>	<b>28</b>
<b>4.1.2 Naturskabte markedsomsatte goder</b>	<b>30</b>

4.2	IKKE- MARKEDSOMSATTE GODER	30
4.2.1	<i>Hedonisk prissætning</i>	31
4.2.2	<i>Rejseomkostningsmetoden</i>	31
4.2.3	<i>Hypotetiske metoder.</i>	31
4.2.4	<i>Prissætning fra omkostningssiden</i>	32
4.3	BENEFIT TRANSFER	32
4.4	OPSUMMERING	33
5	DISKONTERING	34
6	USIKKERHED	36
6.1	HVAD ER USIKKERHED?	36
6.2	BESLUTNINGSKRITERIER	38
6.2.1	<i>Beslutninger under usikkerhed med godt kendskab til sandsynligheder</i>	39
6.2.2	<i>Beslutninger under usikkerhed med ringe kendskab til sandsynligheder (egentlig usikkerhed)</i>	40
6.2.3	<i>Følsomhedsanalyser, Monte Carlo simulationer og intervalanalyser</i>	42
6.2.4	<i>Quasi option værdi</i>	43
6.3	ANBEFALING	44
7	REFERENCER	45
	BILAG A - BEGREBSFORKLARINGER	47
	BILAG B - DISKONTERING	49

# Forord

Dette projekt er blevet til i et samarbejde mellem DMU og Miljøstyrelsens miljøøkonomigruppe. Projektet er udarbejdet af Camilla Damgaard (Miljøstyrelsens miljøøkonomigruppe), Lennart Emborg (DMU), Lisbeth Strandmark (Miljøstyrelsens miljøøkonomigruppe), Robert Heidemann (Miljøstyrelsens miljøøkonomigruppe) samt Trine Nielsen (Miljøstyrelsens klimaenhed).

Endvidere har Flemming Møller (DMU) bidraget som sparringspartner på projektet, ligesom Povl Frich og Ditte Hølse fra Miljøstyrelsens klimaenhed har bidraget med værdifulde kommentarer til rapporten.

Rapporten er udarbejdet i forbindelse med Regeringens beslutning om at igangsætte et udredningsarbejde om Danmarks tilpasning til fremtidens klima.

Rapporten er udarbejdet i 2005 og endelig afsluttet i oktober 2006.



# Sammenfatning og konklusioner

## Baggrund

Regeringen har besluttet at igangsætte et udredningsarbejde om samfundets tilpasning til fremtidens klima. Udredningsarbejdet adresserer det faktum, at FN's klimapanel vurderer, at menneskeskabte globale klimaændringer allerede finder sted, og at konsekvenser heraf vil indtræffe uanset hvilke tiltag, der på kort sigt sættes i værk til begrænsning af drivhusgasemissioner mv. Der er derfor et stigende behov for

- at kortlægge de formodede fysiske konsekvenser af klimaændringer i Danmark,
- at analysere hvilke samfundsmæssige konsekvenser (negative såvel som positive) der herefter kan forventes som følge af forbrugeres og producenters reaktioner på klimaændringernes fysiske konsekvenser, og endelig
- at vurdere hvilke tiltag det vil være hensigtsmæssigt at gennemføre for at afbøde de negative konsekvenser hhv. for at fjerne barrierer for de positive konsekvenser.

Disse aktiviteter indgår alle i udredningsarbejdet. Vurderingerne tager udgangspunkt i tre forskellige scenarier, der hver især fremstiller et muligt udviklingsforløb for klimaændringerne og som derfor hver især afstedkommer forskellige samfundsmæssige konsekvenser. Scenarierne vil derfor også udvise forskellige behov for iværksættelse af tilpasningstiltag eller sagt på en anden måde: det samme tilpasningstiltag vil ikke nødvendigvis være lige fordelagtigt i alle de tre scenarier. For at belyse denne fordelagtighed skal tiltagene som led i udredningsarbejdet underkastes en samfundsøkonomisk vurdering.

## Formål

Formålet med nærværende projekt er at belyse de metodiske problemstillinger, der er til stede i forbindelse med en gennemførelse af samfundsøkonomiske vurderinger af klimatilpasningstiltag. Hensigten er at tydeliggøre vurderingsproblemstillingen, at sikre en ensartet og konsistent måde at vurdere tiltagene på samt at skitsere det informationsgrundlag, der skal være til stede, for at vurderingerne kan gennemføres på en meningsfuld måde.

## Konklusioner og indhold

I forbindelse med samfundsøkonomiske vurderinger af projekter med et miljømæssigt indhold samler interessen sig ofte om, hvorvidt miljøeffekter kan prissættes og i givet fald hvordan samt om hvilken diskonteringsrate man skal anvende i beregningerne. Disse problematikker er derfor naturligvis også til stede i forbindelse med klimatilpasningstiltag, men bliver først aktuelle, når det er afklaret, hvilke konkrete økonomiske vurderinger der faktisk skal gennemføres. Inden man når så langt, er der imidlertid en lang række beregningsforudsætninger, der skal gennemtænkes og fastsættes, ligesom de formodede konsekvenser af såvel klimaændringer som af tilpasningstiltag skal

analyseres og beskrives og det på en måde, der er operationel i relation til at udgøre et grundlag for en økonomisk vurdering.

Forinden konkrete økonomiske beregninger kan iværksættes, skal man således, ideelt set, inden for hvert klimascenarium:

- opstille et langsigtet samfundsøkonomisk basis-scenarium for Danmark
- beskrive de direkte fysiske konsekvenser af klimaændringerne i forhold til dette basis-scenarium
- beskrive forbrugeres og producenters automatiske eller spontane tilpasning til disse konsekvenser
- på basis af resultaterne af denne spontane tilpasning overveje, beskrive og foreslå en række planlagte tilpasningstiltag
- beskrive konsekvenserne af iværksættelsen af de foreslåede tilpasningstiltag

Disse opgaver udgør store faglige udfordringer, og er samtidig helt nødvendige som grundlag for at gennemføre fyldestgørende, ensartede, konsistente og meningsfulde økonomiske vurderinger af klimatilpasningstiltag. Beskrivelserne og analyserne har samtidig en selvstændig værdi i relation til udredningsarbejdets formål.

Ideelt set kan den egentlige samfundsøkonomiske vurdering af de foreslåede tilpasningstiltag først påbegyndes, når de ovennævnte opgaver er løst på tilfredsstillende vis. I denne rapport er det antaget at disse samfundsøkonomiske vurderinger foretages som cost-benefit analyser, der dog i en række tilfælde med fordel kan suppleres med andre metoder. I forbindelse med disse vurderinger bliver problemstillingerne omkring bl.a. prissætning af miljøgoder, diskontering, bottom-up vs. top-down tilgange til analyserne aktuelle, men den måde som disse problemstillinger skal behandles på i klimatilpasningssammenhæng vil til den tid ikke adskille sig væsentligt fra vurderinger af andre typer miljøprojekter.

Ovenstående konklusioner afspejles i rapportens indhold og struktur. I kapitel 1 beskrives de tilgrundliggende klimascenarier, sammenhængen mellem klimakonsekvenser og tilpasning diskuteres, og der opstilles et principielt referencesystem til brug for den økonomiske vurdering af klimatilpasningstiltag. Kapitel 2 gennemgår en række væsentlige problemer der skal adresseres i forbindelse med den faktiske tilrettelæggelse af de økonomiske vurderinger og med fastsættelsen af forudsætningerne herfor. I kapitel 3 gennemgås kort en række vurderingsmetoder, der kan anvendes ved vurderingen af klimatilpasningstiltagene. Hovedvægten er lagt på cost-benefit analyse, men også budgetøkonomisk metode såvel som multi-kriteriemetoder samt 'deliberate approaches' nævnes. Kapitel 4 omhandler metoder til prissætning i cost-benefit analyser, der eksemplificeres og diskuteres i relation til klimatilpasningsproblemstillingen. Diskontering i relation til klimatilpasning gennemgås meget kort i kapitel 5. Diskonteringsproblemstillingen generelt gives dog en mere indgående behandling i bilag B. Usikkerhed er naturligvis et centralt emne i forbindelse med klimaproblematikken og får en selvstændig behandling i kapitel 6. Endelig findes i bilag A en redegørelse for den måde en række begreber i relation til klimaændringer og konsekvenser bruges på i rapporten.



# Summary and conclusions

## Background

The Danish government has taken steps to initiate investigations into adaptation of society to the climate of the future. The investigations are addressing the fact that the UN's Intergovernmental Panel on Climate Change considers that anthropogenic global climate change is already taking place and the consequences of this will occur, no matter what initiatives are implemented in the short term to limit emissions of greenhouse gases etc. Therefore there is an increasing need to:

- chart the likely physical consequences of climate change in Denmark,
- analyse the social consequences (negative and positive) which can be expected as a result of reactions by consumers and producers to the physical consequences of climate change, and finally
- assess what initiatives will be appropriate to mitigate the negative consequences and remove barriers to the positive consequences respectively.

These activities all take part of the investigation work. The assessments are based on three different scenarios, each of which represents a possible course for climate change, and each of which gives rise to different consequences for society. Scenarios will therefore also exhibit different needs to implement adaptation initiatives, or in other words, the same adaptation initiative will not necessarily be equally advantageous in all three scenarios. In order to illustrate these advantages, as part of the investigation work the initiatives will be subject to socio-economic assessment.

## Objective

The objective of this project is to illustrate the methodological problems involved in completing socio-economic assessments of climate adaptation initiatives. The aim is to clarify the assessment problems, to ensure uniform and consistent assessment of initiatives, and to outline the information base necessary to make sure that the assessments can be completed meaningfully.

## Conclusions and contents

When making socio-economic assessments of projects with an environmental subject matter, interest often concentrates on whether environmental impacts can be valued, and if so how, as well as what discount rate should be applied in the calculations. Therefore, these problems are clearly also present in climate adaptation initiatives, but they only become relevant once the specific economic assessments which actually have to be completed have been identified. Before reaching this far, a large number of assumptions for calculations must be thought through and set, and the likely consequences of both climate change and adaptation initiatives must be described and analysed in a way that makes them suitable to form a basis for an economic assessment.

Before specific economic calculations can be performed, ideally the following should be carried out within each climate scenario.

- Establish a long-term socio-economic base scenario for Denmark.
- Describe the direct physical consequences of climate change in relation to this base scenario.
- Describe the automatic or spontaneous adaptation by consumers and producers to these consequences.
- On the basis of the results of this spontaneous adaptation, consider, describe and suggest a number of planned adaptation initiatives.
- Describe the consequences of implementing the suggested adaptation initiatives.

These tasks represent great professional challenges and they are also entirely necessary as the basis for implementing appropriate, uniform, consistent and meaningful economic assessments of climate adaptation initiatives. The descriptions and analyses also have an independent value in relation to the objective of the investigation work.

Ideally, actual socio-economic assessment of the suggested adaptation initiatives should not be embarked upon until after the tasks above have been completed satisfactorily. In this report it has been assumed that these socio-economic assessments are carried out as cost-benefit analyses, although in a number of cases it may be a good idea to supplement these with other methods. In connection with these assessments, the problems regarding valuation of environmental benefits, discounting, and bottom-up vs. top-down approaches to the analyses become relevant, but the way in which these problems should be tackled in the context of climate adaptation will not differ significantly from assessments of other types of environmental projects.

The conclusions above are reflected in the contents and structure of the report. Chapter 1 describes the basic climate scenarios, it discusses the relationship between climate consequences and adaptation, and it establishes a basic reference system for use in economic assessment of climate adaptation initiatives. Chapter 2 reviews a number of important problems to be addressed in connection with the actual organisation of the economic assessments and in setting the assumptions for these. Chapter 3 briefly reviews a number of assessment methods which can be used in assessing climate adaptation initiatives. Focus is on cost-benefit analyses, but budget-economic analyses and multi-criteria methods as well as deliberate approaches are also mentioned. Chapter 4 deals with methods of valuation in cost-benefit analyses, and there are examples and discussion in relation to the climate adaptation problems. Discounting in climate adaptation is very briefly reviewed in chapter 5. Discounting problems in general are examined in more depth in annex B. Uncertainty is naturally a central theme in connection with the climate problem, and this is tackled separately in chapter 6. Finally, annex A is a review of how a number of concepts in relation to climate change and consequences have been used in the report.

# 1 Scenarier, tilpasning til konsekvenser af klimaeffekter, tilpasningstiltag mv.

## 1.1 Klimascenarierne

Som baggrund for udredningsarbejdet om dansk tilpasning til fremtidens klima arbejdes med tre globale klimascenarier. To af disse baserer sig på IPCC's<sup>1</sup> arbejde med klimascenarier, mens det tredje er baseret på EU's klimamålsætning om at den globale middeltemperatur ikke må stige mere end 2 grader over det før-industrielle niveau.

IPCC's klimascenarier baserer sig på en lang række emissionsscenarioer, beskrevet i en speciel rapport om drivhusgasemissionsscenarioer<sup>2</sup>. Emissionsscenarioerne beskriver frem til år 2100 de emissionsmæssige konsekvenser af forskellige antagelser om den globale udvikling i en række centrale økonomiske, demografiske og teknologiske parametre. Scenarierne baserer sig på allerede offentliggjorte regionale og globale fremskrivninger, som er vurderet og tilpasset det aktuelle formål. Scenarierne er inddelt i fire 'familier' (A1, A2, B1 og B2), som kan karakteriseres som nedenfor:

**A1** beskriver en fremtidig globaliseret verden i hurtig økonomisk vækst med en global befolkning, som kulminerer midt i århundredet og derefter falder. Scenariet indebærer en hurtig introduktion af nye og mere effektive teknologier.

**A2** beskriver en heterogen verden med lokalt forankret udvikling, hvilket resulterer i en fortsat stigning i verdens befolkningstal. Økonomisk udvikling foregår primært på regionalt plan, og økonomisk vækst samt teknologisk forandring er mere fragmenteret og sker langsommere end i de øvrige scenarier.

**B1** beskriver en globaliseret verden med samme befolkningsudvikling som i A1-scenariet, men med hurtige ændringer i økonomiske strukturer hen mod en service- og informationsbaseret samfundsøkonomi, hvor rene og ressourceeffektive teknologier bidrager til globale løsninger, som er økonomisk, socialt og miljømæssigt bæredygtige.

**B2** beskriver en verden, hvor hovedvægten lægges på lokale løsninger, som er økonomisk, socialt og miljømæssigt bæredygtige. Det er en verden med et fortsat stigende globalt befolkningstal, men i en lavere takt end i A2, med mellemniveauer i økonomisk udvikling og med mindre hastig og mere forskelligartet teknologisk forandring end B1 og A1 scenarierne.

I nedenstående oversigt er de fire scenarie-familier beskrevet i forenklet form:

---

<sup>1</sup> Intergovernmental Panel on Climate Change

<sup>2</sup> IPCC(2000): Special Report on Emissions Scenarios (SRES).

Tabel 1-1.: Oversigt over de fire scenariers karakteristika baseret på IPCC's Special Report on Emissions Scenarios

Scenarie-familie	Scenarie-gruppe	Energi-teknologi	Økonomisk vækst	Teknologiudvikling	Befolkningsvækst	Global/lokal udvikling
A1	A1F1	fossil	meget høj	hurtig	lav	global
A1	A1T	ikke-fossil	meget høj	hurtig	lav	global
A1	A1B	balanceret	meget høj	hurtig	lav	global
A2	A2	-	medium	langsom	høj	lokalt forankret
B1	B1	-	høj	medium	lav	global
B2	B2	-	medium	medium	medium	lokalt forankret

Forskellen på en global og lokal forankret udvikling er primært, at den globale udvikling i højere grad bevæger sig mod en homogenisering lande og regioner imellem, hvad angår økonomisk udvikling og teknologiudvikling.

Som det fremgår af oversigten, er A1-familien blevet inddelt i tre grupper for at kunne vise konsekvenserne af forskellige udviklingstræk for så vidt angår udviklingen i energiteknologier. I A1F1 er hovedvægten lagt på fossile teknologier, i A1T på ikke-fossile energikilder, mens der i A1B er tale om en balanceret udvikling af såvel fossile som vedvarende energiteknologier. Der er dog ingen af scenarierne uanset gruppe eller familie, der er udtryk for eksplicitte strategier for reduktion af det globale udslip af drivhusgasser.

Blandt scenarierne i hver scenariegruppe er der udvalgt ét scenarium, der er navngivet med gruppens betegnelse. Dette scenarium er valgt, som det der karakteriserer scenariegruppens fælles kendetegn bedst. Det er ikke nødvendigvis det mest sandsynlige scenarium, idet der ikke er knyttet sandsynligheder til scenarierne.

På baggrund af disse emissionsscenarioer har IPCC beregnet konsekvenserne for det globale klima. Dette arbejde er senest afleveret i Panelets Tredje Hovedrapport fra 2001<sup>3</sup>. Resultatet er en række klimascenarier, hvor IPCC på basis af emissionsscenarioerne via en række forskellige klimamodeller har vurderet den resulterende drivhusgaskoncentration i atmosfæren og konsekvenserne heraf for de globale overfladetemperaturstigninger samt for vandstandsstigninger. Man vurderer endvidere udviklingen i sandsynligheder for mere ekstreme vejr-situationer af forskellig art.

Det er vigtigt at understrege, at emissionsscenariernes forløb ikke er påvirket af de klimaændringer, som scenarierne medfører. Der er således ingen tilbagekobling fra beregningerne af klimaændringerne til emissionsscenariernes forløb. I virkeligheden måtte man forvente at klimaændringerne eksempelvis ville påvirke omfanget, kvaliteten og den globale fordeling af produktionsfaktorerne (f.eks. landbrugsjord) og dermed scenariernes vækstforløb, hvilket igen ville have betydning for størrelsen af drivhusgasemissionerne. Emissionsscenarioerne indeholder imidlertid ingen tilpasninger til de klimaændringer og konsekvenser, som de medfører.

Af de klimascenarier som IPCC har vurderet, er to udvalgt til at indgå i den danske klimatilpasningsstrategi. Disse to klimascenarier baserer sig på emissionsscenarioerne hhv. A2 og B2. Scenarierne er ikke valgt, fordi de er de

<sup>3</sup> IPCC (2001): Third Assessment Report (TAR).

mest sandsynlige (jvf. ovenfor), men fordi de hvad angår resulterende temperaturstigninger i 2100 hverken omfatter de højeste eller de laveste temperaturstigninger blandt scenarierne set under et. A2 betegnes således som middelhøjt og fører i 2100 til en global gennemsnitlig temperaturstigning på 2,8 – 4,8° C i forhold til 1990, mens det middellave B2 scenarium medfører temperaturstigninger i 2100 på 1,9 – 3,4° C. I 2050 er der ingen væsentlig forskel på de to scenariers konsekvenser i denne henseende.

Hertil kommer, at A2 og B2 scenarierne er blandt de scenarier som IPCC selv anbefaler at man arbejder videre med nationalt, at flere andre lande – f.eks. UK, Norge, Finland og Holland – har anvendt disse scenarier som basis for tilrettelægningsstrategier og endelig at DMI har adgang til disse scenarier i en sådan detaljeringsgrad, at de kan nedskaleres til danske forhold (se nedenfor).

Det tredje scenarium, der indgår i klimatilpasningsstrategien, udgøres af et scenarium som baserer sig på EUs 2° C klimamålsætning (EU2C), hvor stigningen i den globale gennemsnitlige overfladetemperatur stabiliserer sig på et niveau på ikke over 2° C i forhold til det førindustrielle niveau (svarende til 1,5° C i forhold til 1990). Dette scenarium beskriver en udvikling, hvor det internationale samfund og de enkelte lande indgår aftaler, finder teknologiske løsninger og ændrer adfærd inden farlige menneskeskabte påvirkninger af Jordens klima fører til en global temperaturstigning, der overstiger målsætningen. Et sådant scenarium må antages at skulle indeholde en lang række eksplicitte reduktioner af drivhusgasudslippet, for at klimamålsætningen kan blive realiseret. Modelberegninger viser således, at der skal endog meget kraftige og hurtige reduktioner i den globale drivhusgasemission til, for at de globale gennemsnitlige temperaturstigninger stabiliserer sig på et niveau under 2° C.

Ved hjælp af en såkaldt dynamisk regional nedskalering vha. regionale klimamodeller kan de beregnede globale vejr- og klimamønstre oversættes til danske forhold. Nedskaleringen bringer data for ændringer i nedbør, temperatur, vindstyrke og vandstand i Danmark på kvadrater med en sidelængde på ned til 25-50 km. Det er disse data, der danner udgangspunkt for en vurdering af klimaændringernes konsekvenser i Danmark og for behovet for iværksættelsen af forskellige tilpasningstiltag.

## 1.2 Formålet med de samfundsøkonomiske vurderinger

Udredningsarbejdet er et resultat af erkendelsen af, at uanset de reduktionsstrategier der måtte blive gennemført i fremtiden, så vil en række klimaændringer under alle omstændigheder indtræffe. Disse klimaændringer vil slå igennem som en række direkte konsekvenser for natur og sundhed, der igen vil medføre en række konsekvenser i form af samfundsmæssige tilpasninger. Spørgsmålet er 'blot' hvilke konsekvenser, hvilket omfang de får, samt hvornår det vil ske. De tre klimascenarier skal således forstås som repræsenterende tre forskellige bud på disse klimakonsekvenser. Hvilket af de tre klimascenarier, der har størst sandsynlighed for at slå igennem vides ikke, og det drejer sig da heller ikke om at afgøre hvilket af scenarierne, der er mest realistisk. Problemstillingen er heller ikke at afgøre hvilket scenarium, der måtte være samfundsøkonomisk mest fordelagtigt. De samfundsøkonomiske vurderinger foretages inden for hvert af disse klimascenarier for sig og formålet hermed er at identificere den tilpasning (de tilpasningstiltag) i hvert enkelt scenarium, der vil være mest fordelagtig(e) at gennemføre ud fra en velfærdsøkonomisk synsvinkel.

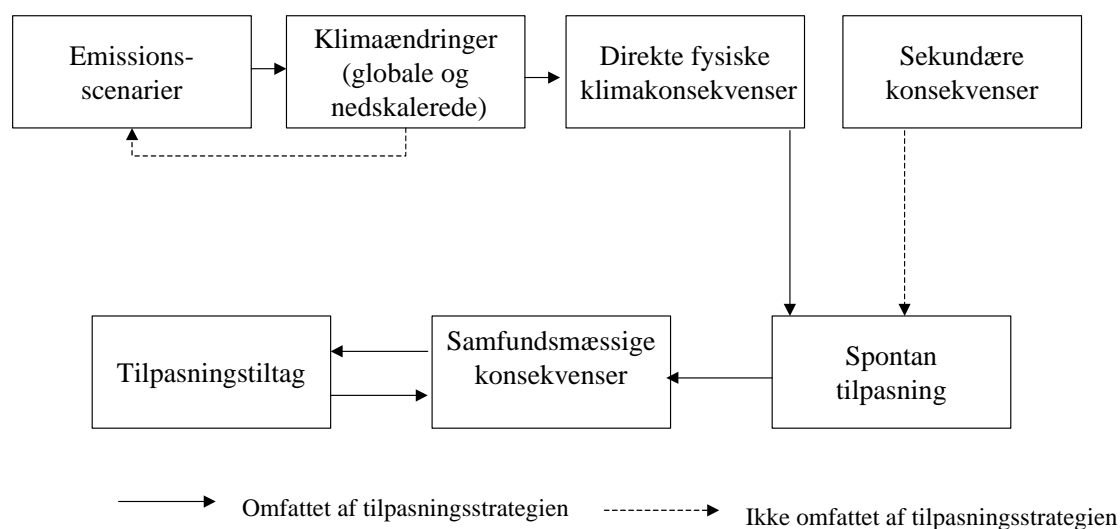
### 1.3 Klimakonsekvenser og tilpasning

Inden for hvert klimascenarium medfører de nedskalerede klimaændringer således en række direkte fysiske konsekvenser for Danmark. Disse klimakonsekvenser betragtes som uafvendelige, og består f.eks. af forskellige økosystemændringer, ændret sundhedstilstand, skader på bygninger og meget andet. Klimakonsekvenserne slår endvidere ikke igennem på en gang, men indfinder sig gradvist<sup>4</sup>. De direkte fysiske klimakonsekvenser vil af producenter og forbrugere opleves som noget udefra kommende, som man løbende vil forsøge at tilpasse sig til på samme måde som man tilpasser sig andre løbende ændringer i produktions- og markedsforhold.

Denne tilpasningsproces (her kaldet den 'spontane' tilpasning) som omfatter producenteres og forbrugeres reaktioner på de fysiske klimakonsekvenser i Danmark betragtes i nærværende sammenhæng som en integreret del af konsekvenserne af klimaændringerne. Først når denne tilpasningsproces er afsluttet har vi de fulde samfundsmæssige konsekvenser af klimaændringerne, som vil vise sig i form af et ændret udbud og en ændret efterspørgsel af en lang række goder.

De økonomiske vurderinger af tilpasningsstrategier omfatter derfor ikke, hvorvidt disse spontane tilpasninger er fordelagtige eller ej. Tværtimod er resultaterne af disse spontane tilpasninger referencen for den økonomiske vurdering af tilpasningstiltag.

Figur 1-1: Klimaændringer, konsekvenser og tilpasninger



De forskellige begreber i figur 1-1 ovenfor er uddybet i bilag A.

Ændringer i udbud og efterspørgsel efter private goder som led i den spontane tilpasning adresseres altså ikke direkte af de økonomiske vurderinger. Derimod, så koncentrerer de økonomiske vurderinger sig udelukkende om, hvorvidt tilpasningstiltag i form af ændringer i sikringen af de almene produktions- og reproduktionsbetingelser er samfundsmæssigt fordelagtige eller ej i forhold til referencen. Sagt på en anden måde, så omfatter den

<sup>4</sup> Disse gradvise ændringer kan således være af marginal karakter, mens den samlede effekt over en længere periode imidlertid kan være væsentlig større. Dette kan udgøre et problem for de økonomiske vurderinger idet de relative priser hermed ændrer sig (se nærmere herom i kapitel 4)

fornævnte 'spontane tilpasning' de enkelte forbrugeres og producenters<sup>5</sup> reaktion på de fysiske klimakonsekvenser indenfor de givne lovgivningsmæssige, økonomiske og teknologiske rammer, mens en samfundsmæssig strategi for tilpasning fokuserer på generelle, politisk vedtagne tilpasningstiltag<sup>6</sup>.

Centrale eksempler<sup>7</sup> på sådanne tilpasningstiltag er de følgende:

- Kystsikring: Vandstandsstigninger og mere ekstreme vejrforhold kan udgøre en trussel for kystnære lavtliggende områder og dermed have konsekvenser for bl.a. landbrug, rekreative aktiviteter samt biodiversitet. Etablering og/eller udbygning af diger kan modvirke disse konsekvenser.
- Kloakering: Mere ekstreme vejrforhold kan føre til øget forekomst af lejlighedsvis oversvømmelser. Kan modvirkes ved en ændring af dimensioneringen af kloaknettet.
- Vandforsyning: ændrede nedbørforhold og temperaturstigninger kan medføre problemer for vandforsyningen, hvilket (delvis) kan afhjælpes ved forskellige tekniske foranstaltninger, eller skærpede regler for markvanding.
- Sikring af infrastrukturanlæg: ændrede krav til vejbelægninger og jernbanespor
- Ændring af bygningsreglementer o lign.: tekniske forbedringer af bl.a. bygningers klimaskærm kan modvirke forøgelse af stormskader på bygninger og skader som følge af grundvandsstigninger.
- Ændrede miljømålsætninger og ændrede miljøkrav til producenter og forbrugere: Klimaeffekternes gennemslag kan sætte eksisterende miljømålsætninger under pres og det kan overvejes at ændre disse. Samtidig vil den private tilpasning formentlig føre til et ændret miljøbelastningsmønster, som kan aktualisere ændringer af miljøkrav til producenter og forbrugere.
- Fysisk planlægning generelt: Klima-risikovurdering af større anlæg. Identifikation af klimatruede zoner og restriktioner for anvendelse af disse.

#### 1.4 Sekundære klimakonsekvenser

Det er vigtigt at understrege, at tilpasningsstrategien kun tager hensyn til de samfundsmæssige konsekvenser af de direkte konsekvenser af de temperatur- og vandstandsstigninger og ændrede nedbørs- og vindforhold etc., som ligger i de tre, til danske forhold, nedskalerede klimascenarier. I tillæg til disse klimakonsekvenser er der en lang række andre internationalt formidlede sekundære konsekvenser for Danmark af klimaændringerne. Disse sekundære konsekvenser opstår som følge af de direkte konsekvenser af de klimaændringer, som slår igennem i andre lande/regioner. Direkte klimakonsekvenser i andre lande/regioner vil påvirke udbuds- og efterspørgselsforholdene for en lang række varer og vil herigennem føre til en række samfundsmæssige konsekvenser for Danmark formidlet via de internationale markeder i form af ændringer i de relative priser. Ikke alle disse

---

<sup>5</sup> En producent eller en forbruger kan godt være en offentlig institution.

<sup>6</sup> Eksempel: Inden for landbruget kunne resultatet af automatiske tilpasninger være en ændret afgrødefordeling kombineret med større vand- og pesticidforbrug. Eksempler på tilpasningstiltag kunne være ændring af afgifter på pesticider samt strammere regler for markvanding

<sup>7</sup> Hvis man betragter sektorernes tilpasningskapacitet som en almen produktionsbetingelse, så kan tiltag til forøgelse af denne indgå i en strategi for klimatilpasning. Effekten af sådanne tiltag vil imidlertid være uhyre vanskelig at kvantificere.

konsekvenser vil nødvendigvis slå igennem via markederne, men kan f.eks. også omfatte et øget migrationspres på Danmark. Disse sekundære konsekvenser vil måske have lige så stor betydning for producenternes og forbrugernes tilpasning som de direkte fysiske konsekvenser, der følger af de nedskalerede klimascenarier, men omfattes ikke af grundlaget for tilpasningsstrategien.

#### 1.5 Tilrettelæggelse af de samfundsøkonomiske vurderinger – fastlæggelse af referencesystem

Som nævnt ovenfor, så udgør de tre (nedskalerede) klimascenarier hver især referencescenarierne for den til det enkelte klimascenarium hørende klimatilpasningsstrategi. Som udgangspunkt omfatter de nedskalerede klimascenarier imidlertid kun de fysiske konsekvenser for Danmark af et ændret globalt klima. Producenters og forbrugeres reaktion herpå (den 'spontane tilpasning') er ikke inkluderet. Denne tilpasning må fastlægges i tillæg hertil for at konstruere det referenceforløb, som tilpasningstiltag som eksempelvis de i afsnit 2.2. nævnte kan vurderes i forhold til. Den spontane tilpasning må analyseres og fastlægges i forhold til et økonomisk forløb uden klimakonsekvenser.

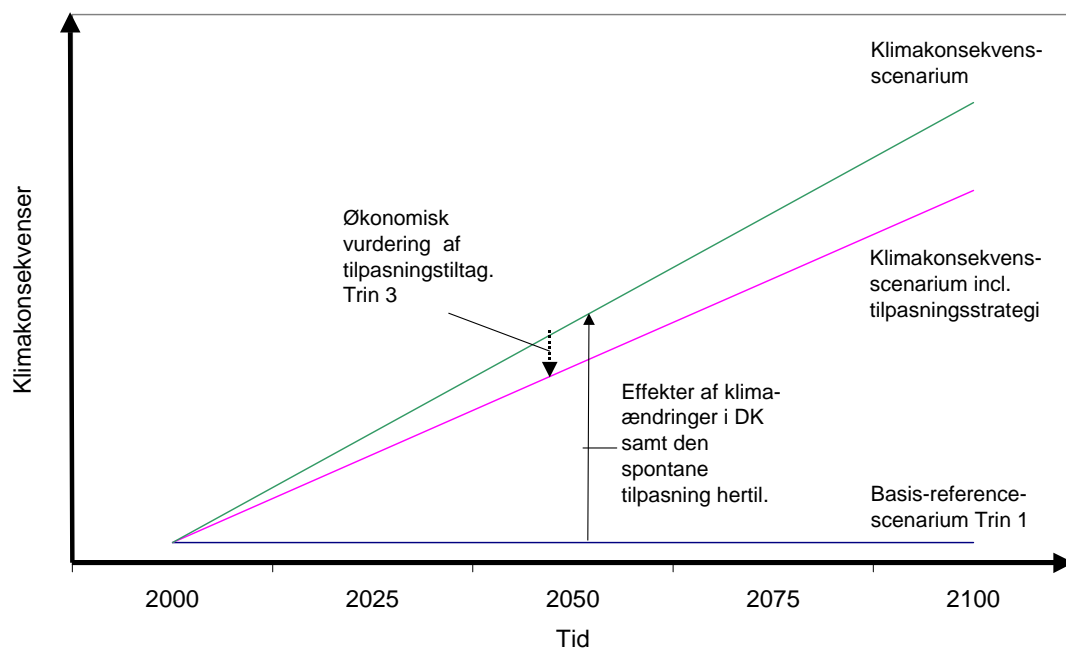
På denne baggrund kan tilrettelæggelsen af den økonomiske vurdering af tilpasningstiltag inden for hvert enkelt klimascenarium finde sted i 3 trin:

1. Fastlæggelse af et samfundsøkonomisk basis-referencescenarium, som ikke er påvirket af klimakonsekvenser, eller med andre ord hvor de klimakonsekvenser, som basis-scenariet naturligvis medfører, ikke er indregnet (se senere)
2. Fastlæggelse af et samfundsøkonomisk referencescenarium, hvori producenter og forbrugeres reaktioner på de direkte fysiske klimakonsekvenser (den spontane tilpasning) er inkluderet. Dette scenarium er grundlaget for den økonomiske vurdering af eventuelle tilpasningstiltag og konstrueres med udgangspunkt i basis-referencescenariet, fastlagt i trin 1.
3. Opstilling af klimatilpasningsstrategi/sammensætning af et sæt af tilpasningstiltag som kan medføre en velfærdsøkonomisk gevinst i forhold til referencescenariet som fastlagt i trin 2.

De tre trin er illustreret i nedenstående figur.



Figur 1-2: Principskitse af tilrettelæggelsen af den økonomiske vurdering af tilpasningstiltag



**Note:** Bemærk at de skitserede scenarie-forløb angiver udviklingen i (en indikator for) de fysiske klimaeffekter og ikke et økonomisk forløb.

### 1.5.1 ad trin 1:

I dette trin fastlægges den samfundsøkonomiske udvikling som den ville se ud uden klimakonsekvenser. I virkeligheden medfører udviklingen naturligvis en række klimakonsekvenser, men disse spiller 'beregningsteknisk' ikke tilbage på den samfundsøkonomiske udvikling, som den beskrives i basis-referencescenariet. I denne henseende ligner det samfundsøkonomiske basis-referencescenarium de globale emissionsscenarioer der ligger bag IPCC's klimascenarioer. Basis-referencescenariet afbilleder således det samfundsmæssige udviklingsforløb, som de direkte klimakonsekvenser, der ligger i det pågældende nedskalerede klimascenarium, spiller ind på.

### 1.5.2 ad trin 2:

I dette trin fastlægges konsekvenserne i økonomisk forstand af de direkte fysiske konsekvenser for Danmark af klimaændringerne. Som kombination af det økonomiske basis-referencescenarium (fra trin 1) og det nedskalerede klimascenarium fastlægges det økonomiske klimascenarium, der indeholder resultatet af de spontane tilpasninger til de direkte fysiske klimaeffekter, som det nedskalerede klimascenarium giver anledning til. Dette økonomiske 'klimakonsekvens-scenarium' udgør referencescenariet for den økonomiske vurdering af de tilpasningstiltag, som kunne overvejes gennemført i medfør af en klimatilpasningsstrategi. Fastlæggelsen af disse økonomiske klimakonsekvensscenarier vil opbyde adskillige vanskeligheder (se nærmere herom i kapitel 2).

### 1.5.3 ad trin 3:

Med henblik på at kunne opstille en klimatilpasningsstrategi, identificeres for hvert klimascenarium en række tilpasningstiltag. Konsekvenserne af en gennemførelse af disse tiltag vurderes økonomisk i forhold til det relevante økonomiske klimakonsekvens-scenarium (fra trin 2): Kan de positive effekter af de påtænkte tilpasningstiltag - i form af sparede omkostninger ved den spontane tilpasning og undgåede samfundsmæssige klimakonsekvenser - opveje tiltagens omkostninger?

Boks 1-1: Eksempel til illustration af de tre trin

De tre trin i tilrettelæggelsen af den samfundsøkonomiske vurdering af klimatilpasningstiltag kan illustreres med et forenklet eksempel (skader på bygninger som følge af klimaændringer):

Trin 1:

- Udvikling i af antallet af eksisterende bygninger i basis-scenariet

Trin 2:

- Opgørelse af skadesomfanget på de eksisterende bygninger som følge af de nedskalerede klimaændringer
- Reaktion på skaderne (den spontane tilpasning): omkostninger til reparation af bygningskader

Trin 3:

- Økonomisk vurdering af tilpasningstiltag: Omkostninger som følge af en implementering af ændring af bygningsreglement med henblik på en forbedring af bygningers klimaskærm i forhold til reparationsomkostningerne

## 2 Problemer i forbindelse med opgørelse af klimakonsekvenser og vurdering af tilpasningstiltag

Det er afgørende for mulighederne for at gennemføre meningsfulde økonomiske konsekvensberegninger af klimatilpasningstiltag, at de økonomiske referencer for disse beregninger er identificeret og tilstrækkeligt beskrevet. Jo mere detaljeret tilpasningstiltagsvurderingen ønskes, jo større krav vil der skulle stilles til beskrivelsen af referencerne for beregningerne. I dette kapitel opgøres en række væsentlige krav til beskrivelsen af konsekvenserne af klimaændringerne, som må adresseres i forbindelse med gennemførelsen af de tre trin i tilrettelæggelsen af de økonomiske vurderinger.

### 2.1 Trin 1: Opstilling af basis-referencescenarium

Basis-referencescenariet må fastlægges selvstændigt, da der ikke på nuværende tidspunkt findes danske samfundsøkonomiske scenarier, der umiddelbart kan anvendes som basis-referencescenarium i nærværende sammenhæng. Der er tale om meget langsigtede udviklinger (til år 2050 og længere) og de fremskrivningsmodeller, der typisk anvendes i dag har en rækkevidde på 10-15 år og er som udgangspunkt ikke beregnet til at kunne håndtere de kraftige ændringer i teknologiske forhold, i livsstil, i forskellige samfundsstrukturelle forhold og i de relative priser, der må forventes i scenarie-perioden

Der må således ved fastlæggelsen af basis-referencen gøres en række eksplicite forudsætninger om disse forhold, ikke mindst om udviklingen i de relative priser på centrale goder. Hvis det f.eks. forudsættes at oliereserverne udtømmes indenfor de næste 50 år må man formode at olieprisen vil være stærkt stigende ift. de øvrige priser i samfundet. Tilsvarende, hvis fødevarerpriserne relativt set vil være stigende vil tiltag, der beskytter landbrugsareal, alt andet lige være mere værdifulde, fordi der er mere at miste, hvis man ikke gør noget.

Ved fastlæggelsen af basis-referencen er det en nærliggende mulighed at søge inspiration i de globale og regionale udviklingsscenarier, som har indgået i opstillingen af IPCC's A2 og B2 emissionsscenarier og i opstillingen af EU2C, omfortolket til danske forhold. Dette giver tre forskellige basis-referencescenarier. Man kan argumentere for, at det er tilstrækkeligt med et enkelt dansk basis-referencescenarium, idet indflydelsen fra en dansk udvikling på den globale (og europæiske) vil være forsvindende. Der er imidlertid en række problemer med denne fremgangsmåde. For det første skal der fastlægges eksplicite kriterier for hvilket basis-referencescenarium, man så faktisk skal vælge. For det andet er der det forhold, at hvis alle nationale tilpasningsstrategier blev foretaget på denne måde, så ville der tilsammen ikke være overensstemmelse med klimascenarierne, idet summen af de nationale scenarier ikke ville kunne forventes at svare til det globale scenarium. Endelig er 'EU-scenariet' så forskelligt fra de øvrige, (der ligger implicit en egentlig drivhusgasemissionsstrategi bag), at det ikke vil være rimeligt at anvende den samme basis-reference for dette scenarium som for de to IPCC-scenarier.

## 2.2 Trin 2: Opstilling af referencescenarium for den økonomiske vurdering af tilpasningstiltag

Opstillingen i trin 2 af de økonomiske klimakonsekvens-scenarier, der tjener som referencer for de økonomiske vurderinger af tilpasningstiltag, indebærer principielt, at man skal forudse hvorledes producenter og forbrugere vil reagere på/tilpasse sig til de direkte fysiske konsekvenser i Danmark af klimaændringerne i en situation, hvor der ikke er iværksat tilpasningstiltag fra det offentlige side. Der er således behov for en omfattende og grundig beskrivelse af konsekvenserne af klimaændringerne, der for hvert klimascenarium vil indeholde følgende elementer:

- a) I det nedskalerede klimascenarium opregnes de typiske klimaændringer for Danmark i form af vandstandsstigninger, ændringer i nedbørsmængder og fordeling, temperaturstigninger, vindhastigheder, ændringer af antal ekstreme vejsituationer etc. Det er en opgave i sig selv at identificere den geografiske opløselighed af disse oplysninger, der er den mest hensigtsmæssige.
- b) På grundlag af pkt. a samt med udgangspunkt i basis-referencescenariet opregnes arten og omfanget af de typiske direkte fysiske effekter af klimaændringerne. Der kan eksempelvis være tale om
  - stigning i antal stormskader på bygninger og anlæg
  - stigning i skader på infrastruktur
  - stigning i antal oversvømmelsesepisoder som følge af henholdsvis vandstandsstigninger og ændret nedbørsmønster
  - ændret behov for opvarmning og køling ved uforandret komfortniveau
  - ændringer af natur/biodiversitet
  - tab af produktive og rekreative arealer
  - ændret miljøkvalitet
- c) Beskrivelse af den spontane tilpasning til de direkte fysiske klimakonsekvenser som beskrevet i pkt. b. Der kan eksempelvis være tale om
  - Afholdelse af reparationsomkostninger i forbindelse med udbedring af skader på bygninger mv.
  - Ændrede omkostninger til køling og opvarmning
  - Ændret produktionsmønster og produktivitet i de primære erhverv og ændret miljøbelastningsmønster som følge heraf
  - 'Passive' velfærdstab som følge af eksempelvis faldende miljøkvalitet eller tab af rekreative arealer.

Det ovenstående kan også beskrives i en tabel som nedenfor, hvor sammenhængen fra klimaændring (jvf. pkt. a) over de direkte fysiske klimakonsekvenser (jvf. pkt. b) til de samfundsmæssige konsekvenser (jvf. pkt. c) er beskrevet med en række eksempler. Endvidere er tilhørende eksempler på tilpasningstiltag angivet.

Tabel 2-1: Klimakonsekvens-skema

Klimaændring	Direkte klimakonsekvens	Samfundsmæssig konsekvens	Tilpasningstiltag
Stigende temperatur	Ændrede vækstbetingelser i landbruget	Ændret afgrødefordeling og produktionsmåde. Ændret jordrente	Ændrede miljøkrav
Ændrede nedbørsforhold	Øget antal lejlighedsvis oversvømmelser	Omkostninger til reparation, ødelæggelse af indbo	Ændret dimensionering af kloaknet
Højere stormfrekvens	Øget antal stormskader på bygninger	Omkostninger til reparation af stormskader	Nye krav til klimaskærm i bygningsreglement
Vandstandsstigning	Tab af rekreative arealer	Ændret brug af rekreative arealer, velfærdstab	Digeforstærkning eller etablering af andre rekreative arealer

De direkte fysiske klimakonsekvenser må beskrives som ændringer i forhold til det relevante basis-referencescenarium. Samtidig må konsekvenserne beskrives på en måde, så den spontane tilpasning hertil kan kvantificeres. Der kan blive tale om en kvalitativ beskrivelse hvortil der er knyttet en eller flere kvantitative indikatorer, som kan benyttes som udgangspunkt for beskrivelsen af de spontane tilpasninger hertil.

Først når de spontane tilpasninger til de direkte fysiske klimakonsekvenser har fundet sted, har man et udtryk for de samfundsmæssige klimakonsekvenser. Disse må beskrives i økonomiske termer af hensyn til at kunne sikre mulighederne for en økonomisk vurdering af klimatilpasningstiltagene. Forud for dette indgår naturligvis en kvalitativ beskrivelse af de mekanismer, som det antages vil afstedkomme de spontane tilpasninger.

Det må på forhånd anses som værende meget vanskeligt at opstille et sådant fuldt klima-konsekvensscenarium svarende til det tilhørende basis-scenarium. Det må derfor overvejes, om det vil være tilstrækkeligt 'blot' at etablere en reduceret reference, som kan bruges i forbindelse med en økonomisk vurdering af centrale enkelt-tilpasningstiltag. På denne måde opstilles ikke et egentligt økonomisk klimakonsekvens-scenarium, men en revision af basis-scenariet på de områder, hvor arten af konsekvenserne af klimaændringerne gør det relevant. Når samtlige relevante revisioner er fastlagt, vil det være nødvendigt at gennemføre et konsistens-check på revisionerne set under et.

Konsekvensbeskrivelserne aktualiserer derudover yderligere en række problemstillinger, der skal løses:

- Det økonomiske basis-referencescenarium vil typisk ikke være beskrevet med de samme termer eller variabler som konsekvenserne af klimaændringerne i de forskellige klimascenarier er beskrevet med. Der må derfor etableres de nødvendige 'links' mellem konsekvenserne af klimaændringerne og basis-referencescenariet, således at parametre i basis-referencescenariet kan 'oversættes' til de parametre, hvormed konsekvenserne kan beskrives og omvendt. Er en af klimakonsekvenserne eksempelvis en øget frekvens af stormskader, så vil det være nødvendigt med en angivelse af udviklingen i det potentielle antal bygninger mv. som kan stormskades. En sådan oplysning er typisk ikke et 'naturligt' output af et samfundsøkonomisk scenarium. Derfor må der tilvejebringes et link, der gør det muligt at relatere hændelsen "hyppigere stormskader" (eller måske bare "højere maximale vindhastigheder") til den samfundsøkonomiske basisudvikling.
- Der må gøres antagelser om, hvorvidt nogle af effekterne er af en karakter og et omfang, der betinger ændringer i udviklingen i visse prisrelationer i

forhold til, hvad der er antaget i basis-referencescenarierne. (Se nærmere, kapitel 4).

- Ved spektakulære konsekvenser som tab af produktive og rekreative arealer, må der gøres særlige antagelser om tilpasningen hertil. Re-lokaliseres de produktive og rekreative aktiviteter eller tabes de?
- Der må gøres antagelser om, hvorledes de primære erhverv tilpasser sig de direkte fysiske klimakonsekvenser, evt. på basis af partielle kørsler med relevante sektormodeller.
- Den tidsmæssige profil for gennemslaget af de direkte fysiske klimakonsekvenser og for de spontane tilpasninger hertil må fastlægges.
- Der kan være større eller mindre usikkerhed på opgørelsen af konsekvenserne af klimaændringerne, både de direkte fysiske konsekvenser såvel som de samfundsmæssige konsekvenser. Den lange tidshorizont, som klimapolitikken er underlagt, bidrager generelt til at forøge usikkerheden væsentligt. Ved opgørelsen af konsekvenserne må usikkerheden forbundet hermed karakteriseres og beskrives bl.a. med henblik på, hvorvidt den forventes at ændre sig over tid. For nærmere om håndtering af usikkerhed i forbindelse med vurderingen af tilpasningstiltag henvises til kapitel 6.

Med bl.a. ovenstående beskrivelser og antagelser kan en reduceret reference for den økonomiske vurdering af potentielle klimatilpasningstiltag i trin 3 fastlægges.

### 2.3 Trin 3: Økonomisk vurdering af tilpasningstiltag.

I trin 3 identificeres en række tilpasningstiltag, som vurderes økonomisk i forhold til en udvikling, hvor klimakonsekvenserne er slået fuldt igennem, illustreret ved det økonomiske klimakonsekvensscenarium, konstrueret i trin 2. Nogle af tilpasningstiltagene vil sigte mod at hindre eller afbøde klimakonsekvenserne, mens andre vil være rettet mod at ændre den spontane tilpasning til klimakonsekvenserne som følge af uheldige følger for eksempelvis miljøforhold, som denne tilpasning har givet anledning til. Ligesom for klimakonsekvensernes vedkommende skal konsekvenserne af de påtænkte tilpasningstiltag beskrives så udførligt som muligt, og der vil naturligvis være knyttet væsentlig usikkerhed til opgørelsen af konsekvenserne af tilpasningstiltagene også. Forventes det eksempelvis, at usikkerheden m.h.t. væsentlige klimakonsekvenser eller konsekvenser af tiltag bliver mindre med tiden, kan det muligvis være en fordel at udskyde afgørelsen om, hvorvidt et givet tiltag skal gennemføres eller ej.

Eksempler på tilpasningstiltag fremgår af klimakonsekvensskemaet ovenfor samt af kapitel 1.

Hovedsigtet med den økonomiske vurdering af tilpasningstiltagene er som nævnt at undersøge, hvorvidt omkostningerne forbundet hermed kan opvejes af fordelene ved samme i form af sparede omkostninger til den spontane tilpasning og undgåede klimakonsekvenser. Udtrykt mere generelt, så vil en klimatilpasningsstrategi sigte mod at minimere tabet (eller maximere gevinsten) ved klimaændringerne. Dette økonomiske effektivitetshensyn vil imidlertid givetvis ikke være det eneste hensyn, som vil indgå i vurderingen af

tiltagene. I kapitel 3 gennemgås kort, hvordan forskellige analysetyper kan tilgodese forskellige hensyn i vurderingerne.

Den her beskrevne tilgang til vurderingen af tilpasningsstrategien er en 'bottom-up' tilgang, idet strategiens enkelte tiltag vurderes hver for sig og derefter sammenkædes i strategien. Det er derfor vigtigt at identificere eventuelle gensidige afhængigheder mellem enkelt-tiltagene, idet sådanne kan gøre tiltagene mere eller mindre realiserbare og fordelagtige. Generelt er sådan en bottom-up tilgang forsvarlig så længe de samlede konsekvenser af strategien er af et så begrænset omfang, at de relative priser ikke ændrer sig som følge af dens gennemførelse. Er dette ikke tilfældet, må bottom-up tilgangen suppleres eller erstattes med andre tilgange. Nærmere herom i Kapitel 3.

Den økonomiske vurdering af tilpasningstiltagene aktualiserer også problematikkerne omkring prissætning af ikke-markedsomsatte miljøgoder samt omkring diskontering. Nærmere herom i kapitel 4 og 5.

## 3 Vurderingsmetoder

Klimatilpasningstiltagene kan vurderes på flere måder. Der er her lagt vægt på en økonomisk vurdering og fremstillingen i den resterende del af rapporten retter sig derfor primært mod økonomiske vurderingsmetoder. Ikke-økonomiske kriterier må imidlertid forventes også at spille væsentlig rolle for vurderingen af tiltagene, hvorfor også andre vurderingsmetoder, der kan inkorporere sådanne ikke-økonomiske vurderingskriterier kort omtales.

### 3.1 Velfærdsøkonomisk vurdering

#### 3.1.1 Cost-benefit analyse (CBA)

Ved en velfærdsøkonomisk vurdering vil der typisk blive foretaget en CBA af de enkelte tilpasningstiltag. I en CBA vurderes de ressourcer som tiltaget beslaglægger (omkostningerne) og det dermed forbundne tab af forbrugsmuligheder overfor de forøgede forbrugsmuligheder (benefits), der måtte være resultatet af realiseringen af det planlagte tilpasningstiltag i form af undgåede klimakonsekvenser og sparede omkostninger (netto) ved den automatiske tilpasning. Vurderingskriteriet i en CBA er, hvorvidt det pågældende tiltag skaber en velfærdsmæssig gevinst i forhold til referencesituationen, og velfærden baserer sig på udviklingen i forbrugsmulighederne ud fra givne forudsætninger om, hvordan forbrugerne vurderer disse forbrugsmuligheder. Både omkostninger og benefits måles i kroner, hvilket implicerer behovet for en prissætning af miljøgoder, der ikke handles på et marked, og som klimatilpasningstiltagene måtte påvirke udbuddet af<sup>8</sup>.

Netto-nutidsværdien af strømmen af omkostninger og benefits som følge af et tiltag beregnes<sup>9</sup>, de fordelagtige dvs. de velfærdsgevinst-skabende tiltag identificeres, og tiltagene rangordnes efter fordelagtighed. I tilfælde af afhængigheder imellem tiltagene regnes på forskellige "pakker" af tiltag.

Det er vigtigt at angive, om der er væsentlige konsekvenser, som ikke har kunnet prissættes. I så fald er den beregnede netto-nutidsværdi ufuldstændig som mål for tiltagets velfærdsøkonomiske fordelagtighed. Betydningen for analyseresultatet af sådanne ikke-værdisatte konsekvenser bør belyses ved en følsomhedsanalyse, f.eks. ved at beregne, hvilken værdi der skal tillægges de ikke-prissatte konsekvenserne for, at nutidsværdien skifter fortegn.

#### 3.1.2 Cost-effectiveness analyse (CEA)

CEA kan bruges til vurdering af, hvordan man når et vist miljømål/formål billigst muligt, - det kunne f.eks. være sikring af produktionskapaciteten, sikring af visse naturværdier, sikring af en kystlinje, eller sikring af kulturhistoriske værdier. Omvendt kan CEA tillige anvendes til at sikre den

---

<sup>8</sup> Hvilke priser, der typisk bør anvendes i en CBA af klimatilpasningstiltag er adresseret yderligere i kapitel 4.

<sup>9</sup> Denne værdi svarer til nutidsværdien af ændringen i 'equivalent variation', der med tilnærmelse kan opgøres som ændringen i Consumer surplus + Producer surplus for alle goder, jvf. Samfundsøkonomisk vurdering af miljøprojekter



højeste målopfyldelse for en given miljøparameter med en given budgetrestriktion (mest miljø for pengene).

I forlængelse heraf kan CEA bruges til rangordning af tiltag til brug for opstilling af en omkostningskurve for opfyldelse af et vist miljømål, angivet i én dimension.

Til brug for opstilling af en sådan omkostningskurve kan optimeringsmodeller som f.eks. lineær programmering overvejes anvendt i de (få) tilfælde, hvor der er eller kan opstilles omkostningsfunktioner for de forskellige tiltagstyper<sup>10</sup>.

Umiddelbart synes det at være en fordel ved CEA i forhold til CBA, at CEA ikke kræver, at ændringer i den målparameter, som tiltaget retter sig mod, gøres op i kroner. I en velfærdsøkonomisk baseret CEA bør alle andre miljøkonsekvenser, der opstår som en art sideeffekter af tiltaget, imidlertid også prissættes. CEA med ufuldstændig prissætning af miljømæssige (og andre) sideeffekter synes mere relevante i en budgetøkonomisk sammenhæng (se afs. 3.2).

### 3.1.3 Bottom-up versus Top-down

Som nævnt er den her benyttede tilgang til den økonomiske vurdering en tilgang, hvor tilpasningstiltagene vurderes ét for ét i forhold til en referencesituation (fastlagt i trin 2 i afs. 3.2). Denne tilgang er forsvarlig så længe det kan antages, at den samlede effekt af tiltagene ikke ændrer de relative priser i samfundet. Holder denne antagelse imidlertid ikke, så kan den velfærdsøkonomiske vurdering ikke foretages som en partiel CBA. I sådanne tilfælde bør en mere generel analyse foretages, og hertil kan anvendes de såkaldte AGL-modeller (Anvendte Generelle Ligevægtsmodeller)<sup>11</sup>. En AGL er en adfærdsbeskrivende model, der bygger på en empirisk undersøgelse af de økonomiske sammenhænge i samfundet og som tager højde for interaktionerne mellem markederne for de forskellige goder. Ved at udføre konsekvensberegninger med en AGL og dernæst benytte modellens velfærdsfunktion kan man beregne den samfundsøkonomiske velfærdsændring som følge af klimatilpasningstiltagene<sup>12</sup>. Med en AGL kan udviklingen i velfærden over tid beregnes således, at fordelingen over generationer kan belyses.

En AGL-analyse er udtryk for en top-down tilgang til vurderingen af tilpasningstiltagene. Den kan i nogle tilfælde give en indikation af den samlede velfærds-mæssige effekt af tiltagsstrategien, men er nok i langt de fleste tilfælde en for aggregeret analyse til at kunne vurdere de velfærds-mæssige konsekvenser af konkrete fysiske tiltag. De fleste AGL-modeller omfatter heller ikke en beskrivelse af miljøeffekter. Det er vanskeligt at arbejde de to angrebsvinkler (bottom-up og top-down) sammen. De to analysetyper må derfor supplere hinanden.

---

<sup>10</sup> Jfr. Møller, F., Andersen, S.P., Grau, P., Huusom, H., Madsen, T., Nielsen, J., Strandmark, L.(2000): ”Samfundsøkonomisk vurdering af miljøprojekter” afsnit 7.2.

<sup>11</sup> Som eksempler på AGL kan nævnes modellerne GESMEC, DREAM og AAGE.

<sup>12</sup> Med nationaløkonomiske modeller som GESMEC (og ADAM, som dog ikke er en generel ligevægtsmodel) kan man godt beregne ændringer i BNP som følge af styingsmæssige indgreb. Ændringer i BNP er imidlertid ikke et korrekt udtryk for den velfærdsøkonomiske effekt, af mange grunde. Velfærdsøkonomisk bør sigtes mod opgørelse af Equivalent Variation (EV), Compensation Variation (CV) eller Consumer's Surplus (CS). Hertil er det nødvendigt at anvende generelle ligevægtsmodeller, idet disse bygger på et neoklassisk, velfærdsøkonomisk grundlag.

## 3.2 Budgetøkonomisk vurdering

### 3.2.1 Fordelingsmæssige aspekter

Et væsentligt vurderingskriterium vedrører, hvorledes konsekvenserne af klimatilpasningstiltagene forventes fordelt på relevante samfundsgrupper. Til at belyse dette forhold kan en budgetøkonomisk vurdering foretages, hvor der fokuseres på, hvorledes konsekvenserne af en gennemførelse af tiltagene vil påvirke indtægts- og udgiftsstrømme til og fra forskellige grupper eller kasser. Eksempler på sådanne relevante samfundsgrupper eller kasser kunne være:

- ejere/lejere af jord og fast ejendom (f.eks. vil oversvømmelser give ejere et kapitaltab)
- indkomstgrupper (i praksis vanskeligt, da konsekvensernes fordeling på forskellige indkomstgrupper sjældent kendes)
- forskellige dele af erhvervslivet, eksempelvis landbrug, fiskeri og turisme
- geografisk lokalisering (udsatte/upåvirkede områder; f.eks. vil oversvømmelser ramme forskellige dele af landet i forskelligt omfang)
- forskellige offentlige kasser (stat, kommuner)

Til brug for en sådan vurdering kan konsekvenskemaet tabel 2-1 udvides med en fordelings- eller stakeholdermatrix.

### 3.2.2 CEA som budgetøkonomisk analyse

En CEA kan også udføres som en budgetøkonomisk analyse. En sådan vurdering vil ikke være relevant på et mere overordnet niveau, men kan derimod være hensigtsmæssig i forbindelse med en konkret implementering af tilpasningsstrategien, hvor de overordnede prioriteter eksempelvis er fastlagt på et velfærdsøkonomisk grundlag. Ved en lokal implementering af strategiens tiltag (eksempelvis i en kommune) kan en budgetøkonomisk CEA således anvendes til at fastlægge en omkostningseffektiv strategi for at nå et givet mål defineret i fysiske termer. Sideeffekterne (miljømæssige og andre) af strategien skal ikke prissættes som sådan, men kun medtages i det omfang de giver anledning til ændrede indkomst- og udgiftsstrømme for de grupper/kasser (eksempelvis det kommunale budget), der finansierer tiltagene.

## 3.3 Multikriterieanalyse (MCA)

Udover det økonomiske effektivitetshensyn vil en strategi for klimatilpasning typisk bygge på en række andre hensyn og politiske ønsker (beslutningskriterier). Det kan være hensyn, der knytter sig til bl.a.:

- forsigtighedsprincippet
- ønske om fleksibilitet m.h.t. de fremtidige valgmuligheder
- ønsker om at undgå irreversibilitet
- særlige politiske prioriteter
- nationale eller internationale hensyn

I en MCA kan disse forskellige hensyn eller beslutningskriterier vægtes i forhold til hinanden og til det økonomiske effektivitetshensyn, således at der kan foretages en samlet rangordning af tilpasningstiltagene, uden at disse andre hensyn nødvendigvis skal prissættes i kroner.

Vægtningen af beslutningskriterierne er naturligvis det centrale problem i en MCA, som forskellige typer MCA løser på forskellig vis. Ved tolkningen af resultaterne af en MCA er det vigtigt at være opmærksom på, at vægtningen af de forskellige beslutningskriterier ikke som i en CBA bygger på forbrugernes præferencer, men som oftest fastsættes i dialog med beslutningstagerne. Det er således vanskeligt at anlægge en generel tolkning af resultaterne af en MCA. MCA skal først og fremmest opfattes som et beslutningsstøtteværktøj for den enkelte beslutningstager.

### 3.4 Deliberative approaches

Deliberative Approaches (DA) er betegnelsen for en ret ny disciplin, hvor der udvikles forskellige metoder til, hvordan borgerne sammen kan diskutere og overveje ("deliberate") miljøproblemer og forslag til deres løsning på basis af relevant viden om forholdene. Herigennem søger man at få afklaret, udviklet og formuleret borgernes holdninger og præferencer til de pågældende miljøproblemer.

Borgernes præferencer er således ikke som i en CBA eksogent givne, men kan som resultat af drøftelserne ændre dem. En anden forskel er at præferencerne i en CBA er 'forbruger-præferencer', mens de præferencer der kan blive afdækket som led i DA vil være mere helhedsorienterede.

DA kan struktureres på forskellig måde, i form af diskussioner og vurderinger gennem f.eks. konferencer, fokusgrupper, borgerpaneler, fremtidsværksteder osv. Teknologirådet har eksempelvis i en årrække fulgt dette spor gennem sine konsensuskonferencer og har i 2004 gennemført 2 scenarieværksteder, hvor aktører og beslutningstagere i et lokalområde drøftede konsekvenser af havspejlsstigningen og forskellige måder at reagere på<sup>13</sup>. Sådanne diskussioner og vurderinger borgerne imellem af fremtidens Danmark i de forskellige scenarier og med de forskellige tilpasningstiltag kan formentlig i sig selv bidrage til at styrke det folkelige grundlag for en tilpasningsstrategi.

Et andet perspektiv ved DA er, at DA vil kunne give holdepunkter for at basere vægtningsfaktorer mv. i en MCA på befolkningens præferencer.

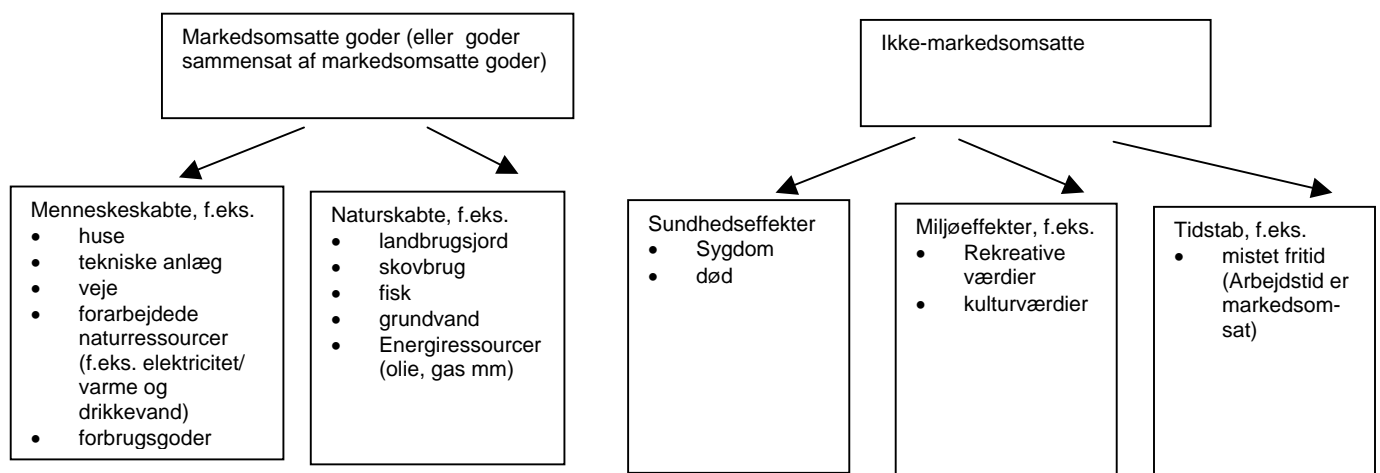
---

<sup>13</sup> Teknologirådet (2004): "Når havet stiger - nyt klima - nyt liv?"

# 4 Prissætning i velfærdsøkonomiske analyser

Som følge af de konsekvenser som klimaændringerne medfører, vil der kunne ske en ændring af udbuddet af en lang række goder. For at kunne vurdere konsekvenserne af disse ændringer er priserne på goderne afgørende<sup>14</sup>. Som det fremgår af nedenstående figur, kan goderne overordnet opdeles i markedsomsatte og ikke-markedsomsatte goder.

Figur 4-1: Godetyper



De markedsomsatte goder er som udgangspunkt typisk de nemmeste at prissætte, fordi de handles på et marked og dermed umiddelbart har en pris, der kan anvendes som indikator for den marginale nytte af godet. Prisen for de ikke-markedsomsatte goder må derimod udledes på anden vis, hvilket kan ske via forskellige prissætningsmetoder.

## 4.1 Markedsomsatte goder

### 4.1.1 Menneskeskabte markedsomsatte goder

For de markedsomsatte menneskeskabte goder, hvis udbud kan påvirkes af konsekvenser af klimaændringer og konsekvenser af tilpasningstiltag, i denne sammenhæng huse, tekniske anlæg, veje, forarbejdede naturressourcer (elektricitet/varme og drikkevand) samt øvrige forbrugsgoder og arbejdskraft, er der umiddelbart to prisfastsættelsesmåder til rådighed, nemlig markedsprisen på goderne eller omkostningerne ved at genanskaffe/genopbygge dem.

<sup>14</sup> Priserne anvendes som indikator på den marginale nytte af de forskellige goder og derfor kan priserne anvendes til at afspejle de velfærdsmæssige implikationer af ændringerne.

For langt de fleste almindelige forbrugsgoder vil markedsprisen skulle anvendes. Forarbejdede naturressourcer såsom elektricitet og drikkevand kan ligeledes prissættes med markedsprisen, hvis der sker ændringer i forbruget heraf som følge af klimaændringer. Har klimaændringerne konsekvenser for selve naturressourcen som sådan, f.eks. indtrængning af saltvand i grundvandsmagasiner som følge af vandstandsstigninger skal ressourcen imidlertid prissættes med ressourcerenten (se afsnit 4.1.2).

Hvad angår bygninger, veje og andre tekniske anlæg stiller sagen sig noget anderledes. Det må antages, at disse goder skal genopbygges (evt. repareres), hvis de bliver skadede som følge af klimaændringer. Det er derfor omkostninger til genopbygning (evt. reparation), der er det relevante.

Det kan overvejes at fraregne eventuelle positive sideeffekter ved genopbygningen, ligesom det kan overvejes at nedskrive godets værdi i forhold til dets alder<sup>15</sup>.

Ved prissættelsen skal der tages hensyn til den udviklingsplan som anlæg, veje el. lign. måtte være underlagt i den referenceudvikling, man sammenligner med (f.eks. udfasningsplaner for kulkraftværker), da der i sagens natur kan have stor indflydelse på den aktuelle værdi<sup>16</sup>.

Nedenfor illustreres problemstillingen med udgangspunkt i beboelseshuse.

Boks 4-1: Eksempel på prissætning og velfærdsøkonomisk vurdering af klimaændringers konsekvenser for huse

Et hus kan totalskades blot som følge af en øget frekvens af ekstreme vejr-situationer eller som led i en proces, hvor hele det område hvor huset er beliggende bliver stadig mere ubeboeligt.

I det første tilfælde vil reaktionen på klimakonsekvensen (den private tilpasning) være at reparere/genopføre huset på den oprindelige beliggenhed. Det tilpasningstiltag der kunne være relevant til at imødegå konsekvensen af klimaændringen kunne være en stramning af bygningsreglementet i forhold til bygningers klimaskærme. De omkostninger, som en stramning af bygningsreglementet vil medføre skal vurderes overfor de omkostninger, der ellers må forventes at skulle afholdes til reparation og genopførelse af de skadede huse. Markedsprisen på husene er ikke relevant, idet der ikke sker en ændring i efterspørgslen /forbruget af de omfattede huse.

I det andet tilfælde vil reaktionen på klimakonsekvensen være genopførelse af et tilsvarende hus på en anden lokalitet. Det tilpasningstiltag der kunne være relevant til at imødegå konsekvensen af klimaændringen vil formentlig være en afskærmning af det område (eksempelvis bygning eller forstærkning af dige), hvor den eller de pågældende huse er beliggende. Omkostninger, som en afskærmning af området vil medføre skal vurderes overfor de omkostninger der ellers må forventes at skulle afholdes til flytning og til genopførelse af tilsvarende huse på en anden beliggenhed. Ideelt set skulle velfærdstab ved ufrivilligt at skulle flytte fra et sted til et andet også medregnes. Forskelle i markedspris mellem sammenlignelige huse beliggende i hhv. det oprindelige område og det nye kan muligvis indgå i estimatet af dette velfærdstab.

<sup>15</sup> For husejere kan der endvidere være et velfærdstab ved eventuelt at skulle flytte til et andet sted, som ideelt set skal medtages.

<sup>16</sup> Et kulkraftværk er f.eks. ikke meget værd hvis man ikke fyrer med kul mere

#### 4.1.2 Naturskabte markedsomsatte goder

De naturskabte goder, - i denne sammenhæng jord til landbrug og skovbrug samt grundvands- og fiskeressourcen skal prissættes vha. ressourcerenten, som er et udtryk for "nettooverskuddet" ved en pågældende ressource, - altså værdien af de produkter ressourcen skaber (eksempelvis landbrugsproduktionen i markedspriser) minus omkostningerne til at frembringe den. I land- og skovbrug kaldes ressourcerenten for jordrenten. Oversvømmes eksempelvis et landbrugsareal som en konsekvens af klimaændringer er det samfundsøkonomiske tab således den mistede jordrente på arealet og ikke værdien af landbrugsproduktionen, fordi vi mister noget landbrugsproduktion, men sparer samtidig nogle omkostninger til at frembringe denne produktion. Der kan også være tale om at klimaændringer giver anledning til ændret (bedre) dyrkningsgrundlag, hvilket vil betyde en ændret (højere) jordrente. I princippet burde landbrugsjord og skovarealer også kunne prissættes via handels/markedsprisen, da denne burde afspejle nutidsværdien af jordrenten. Dette er dog af flere grunde ofte ikke tilfældet<sup>17</sup>. Jordrenten for landbrug og skovbrug kan udledes fra eksisterende statistikker<sup>18</sup>.

Også indenfor fiskeriet kan ressourcerenten finde anvendelse. Ved fortrængning af en fiskeart som følge af klimaændringer vil ressourcerenten for den pågældende fiskeart i princippet skulle bruges som udtryk for det samfundsøkonomiske tab. Ofte vil fiskeriet dog kunne tilpasse sig disse konsekvenser ved at fiske andre arter, som man kunne forestille sig en indvandring af i stedet for de fortrængte arter.

Sker der ændringer i grundvandsmagasinerne størrelse eller kvalitet skal disse prissættes med ressourcerenten<sup>19</sup>.

For flere af de nævnte markedsomsatte goder, både de menneskeskabte, men især de naturskabte vil de udover en markedsomsat værdi også ofte indeholde en ikke-markedsomsat værdi. Dette kunne f.eks. være en kulturhistorisk værdi for et fredet hus (som ikke afspejles i genopbygningsomkostningen) eller rekreative værdier eller biodiversitetsværdier ved en skov (som ikke afspejles i jordrenten). Vurderes dette i den konkrete situation at være tilfældet, skal disse værdier tillægges den markedsbaserede værdi. Metoder til at udlede sådanne værdier gennemgås i næste afsnit.

#### 4.2 Ikke- markedsomsatte goder

De ikke-markedsomsatte goder er sværere at prissætte, fordi de ikke handles på et marked og dermed ikke umiddelbart har en pris. Der findes forskellige metoder til prissætning af ikke-markedsomsatte goder. De forskellige metoder gennemgås kort, samtidig med at det vurderes, i hvilke konkrete problemstillinger metoderne kan være relevante.

---

<sup>17</sup> Abildtrup, J. og Schou, J.S. (2005): Jordrentetab ved arealekstensivering.

<sup>18</sup> En fastlæggelse af den fremtidige jordrente vil være en del af beskrivelsen af basisreferencescenarierne (trin 1 i kapitel 2). Denne udvikling vil være vanskelig at skønne over. Et særligt element heri er at en stor del af jordrenten i dag består af tilskud fra især EU, og det er naturligvis tvivlsomt hvorvidt sådanne tilskud vil bestå på langt sigt.

<sup>19</sup> Møller, F., Andersen, S.P., Grau, P., Huusom, H., Madsen, T., Nielsen, J., Strandmark, L.(2000): "Samfundsøkonomisk vurdering af miljøprojekter" s. 96

#### 4.2.1 Hedonisk prissætning

Denne metode tager udgangspunkt i at (typisk) huspriser kan indeholde betaling for et element af et naturgode f.eks. nærhed til en skov. Ved at sammenligne priser på huse, der ligger i varierende afstand til en skov, kan betalingsvilligheden for dette "skovelement" udledes og bruges til at estimere en (rekreativ) værdi (for de omkringboende) af skoven. Metoden har sin styrke i, at den baserer sig indirekte på et markedsomt gode og derfor har sit udgangspunkt i en reel (og ikke hypotetisk) betalingsvilje. Men metoden er kun anvendelig til prissætning af naturgoder med huse i umiddelbar nærhed. Metoden kan i klimasammenhæng supplere jordrenten af skov eller naturområder med de rekreative værdier.

#### 4.2.2 Rejseomkostningsmetoden

Ved denne metode prissættes et naturgode/område, f.eks. en nationalpark med udgangspunkt i at folk er villige til at bruge tid og penge for at besøge den. Derved kan der udledes en værdi af det pågældende naturgode. Metoden har som husprismetoden sin styrke i, at den baserer sig på faktisk adfærd. Den har dog samtidig begrænset anvendelse, idet den kun kan anvendes til at prissætte naturgoder/områder, som folk bruger tid og penge på at besøge, dvs. typisk større naturområder som f.eks. Møns Klint el. lign. Metoden kan i klimasammenhæng bruges til at sætte pris på tab af større naturområder (f.eks. vadehavet).

#### 4.2.3 Hypotetiske metoder.

Der findes flere såkaldt hypotetiske metoder, hvor folk bliver bedt om at udtrykke deres betalingsvilje for et givet naturgode. Dette kan ske ved, at man direkte spørger om deres betalingsvilje for f.eks. rent drikkevand eller et årskort til danske skove, såkaldt contingent valuation (betinget værdisætning). Man kan også bede folk om at vælge mellem (eller rangordne) forskellige "pakker" med varierende karakteristika af naturgodet og en tilhørende pris, f.eks. god beskyttelse af grundvandet, gode betingelser for dyr og planter og en given pris sammenlignet med rensset drikkevand, dårlig betingelser for dyr og planter og en anden pris. Denne metode kaldes choice experiment (valghandlingseksperimenter) eller contingent ranking (ved rangordning af flere alternativer).

Alle de hypotetiske metoder har deres styrke i, at de i princippet kan anvendes til at prissætte alle typer ikke-markedsprissatte goder, men har på den anden side den svaghed, at de baserer sig på en hypotetisk betalingsvilje, som man ikke kan være sikker på er lig den reelle betalingsvilje (det er, sagt på en anden måde, gratis at angive en hypotetisk betalingsvilje). Hypotetiske metoder kan således i klimasammenhæng bruges til at sætte pris på potentielle tab af biodiversitetsværdier, kulturhistoriske værdier, rene vandressourcer, velfærdstab ved sygdom samt evt. tab af menneskeliv. Værdien af tid (fritid) kan også opgøres ved hypotetiske metoder, men ofte anvendes en procentdel af f.eks. prisen på arbejdstid<sup>20</sup>.

Hypotetiske metoder anvendes også til at forsøge at prissætte andre værdier ved et gode end brugsværdien. Andre typer værdier ved et gode er:

---

<sup>20</sup> Se f.eks. Transport og Energiministeriet(2006): Nøgletalskatalog – til brug for samfundsøkonomiske analyser på transportområdet.

- Optionsværdi: værdi som følge af, at man selv fremover vil kunne bruge godet, f.eks. sikkerhed for at man kan bruge grundvand som drikkevand fremover.
- Testamentarisk værdi: Værdien af at ens efterkommere fremover kan bruge godet.
- Eksistensværdi: værdien af at godet er der, selv om man aldrig selv skal bruge godet. Dette kunne f.eks. være værdien af at vide at der findes blåhvaler, selv om man aldrig får én at se.

Det er vanskeligt at efterprøve om resultaterne af denne prissætning af de andre værdier ved et gode gennem forskellige værdisætningsstudier er troværdige. Derfor er størrelsen af disse værdityper også meget omdiskuterede.

#### 4.2.4 Prissætning fra omkostningssiden

Når det ikke er muligt at bruge ovenstående metoder til at prissætte ikke-markedsomsatte goder, her bruges et naturområde som eksempel, benyttes der ofte prissætning fra omkostningssiden. Prissætning fra omkostningssiden giver ikke et mål for det mistede naturområdes værdi, men derimod omkostningen ved at genoprette det. Denne omkostning bruges så som et estimat for naturområdets værdi.

I klimatilpasningssammenhæng hvor naturområdets værdi netop vil skulle vurderes i forhold til f.eks. omkostningen til at genoprette det, vil man imidlertid være lige vidt med denne metode.

I de tilfælde hvor der er andre tilpasningstiltag f.eks. bygning af dige til at forhindre at naturområdet i at blive ødelagt, kan man dog bruge metoden til at sammenligne omkostningerne ved disse tiltag med omkostningen til at genoprette naturområdet, og derved vurdere hvorvidt der skal foretages tilpasningstiltag.

Prissætning fra omkostningssiden kan også anvendes i forbindelse med sundhedsmæssige konsekvenser af klimaændringer. Øget sygelighed kan resultere i et velfærdstab. Dels direkte som følge af oplevelsen af øget sygelighed hos den enkelte, dels som følge af nedsat arbejdsproduktivitet og dels som følge af øgede omkostninger i sundhedssektoren til behandling af den øgede sygelighed. Dette velfærdstab skal vurderes overfor et eventuelt tilpasningstiltag, der måtte forebygge den øgede sygelighed.

#### 4.3 Benefit transfer

Fælles for de tre først nævnte prissætningsmetoder er, at de er relativt ressourcekrævende at foretage. Derfor er det urealistisk at forestille sig at man gennem sådanne undersøgelser kan få prissat alle de potentielle tab af ikke-markedsomsatte goder ved klimaændringer. Som en slags erstatning for at foretage egentlige prissætningsstudier i hvert enkelt tilfælde benyttes i stedet ofte overførsel af værdier fra andre studier, såkaldt benefit transfer. Et eksempel herpå kunne være brug af resultater fra et nylig udført prissætningsstudie af rent drikkevand/grundvand. Resultaterne herfra vil kunne overføres til mulige tab af drikkevandsressourcer som følge af



klimaforandringer<sup>21</sup>. Undersøgelser hvori der er foretaget egentlige tests for nøjagtighed af benefit transfer<sup>22</sup> viser imidlertid, at usikkerheden ved sådanne overførsler kan være høj, både hvad angår overførsler over rum og over tid. Resultater fra disse validitetstest viser afvigelser almindeligvis op mod 20-50% (med 100% og mere i nogle enkelte tilfælde). Benefit transfer bør derfor kun anvendes i tilfælde hvor kravene til nøjagtigheden ikke er store eller i tilfælde, hvor der også foretages følsomhedsanalyser som kan dokumentere forskellen i slutresultatet ved at anvende forskellige benefit værdier.

#### 4.4 Opsummering

Tabel 4-1. Værdisætningsmetoder

Klimaeffekt	Værdisætningsmetode (NB: alle priser skal omregnes til velfærdsøkonomiske priser)
Tab af menneskeskabte goder (huse, tekniske anlæg, veje)	Omkostninger til genanskaffelse/genopbygning (plus evt. kulturhistorisk værdi for f.eks. fredede huse opgjort via værdisætningsmetoder)
Tab af menneskeskabte goder såsom forarbejdede naturressourcer (elektricitet, drikkevand) og øvrige forbrugsgoder	Markedspriser
Ændrede produktionsbetingelser af naturskabte goder; landbrugsjord, skovbrug, samt fiske og grundvandsressourcer	Ressourcerente
Tidstab som følge af længere transporttid	Tabt produktion, betalingsvilje for fritid (pragmatisk evt. som procentdel af tabt arbejdsfortjeneste)
Tab af naturområde, landskabsform, økosystem eller art	Betalingsvilje (evt. genopretningsomkostninger).
Udbredelse af nyt naturområde, landskabsform, økosystem eller art	Betalingsvilje
Tab af kulturværdier	Betalingsvilje (evt. genopretningspris, hvis dette er muligt).
Tab af liv	Betalingsvilje (statistisk liv, BeTa databasen, kilde)
Ændrede sundhedsforhold	Sundhedsomkostninger, tabt arbejdsfortjeneste (+ evt. betalingsvilje for velfærdstab)

<sup>21</sup> Miljøministeriet er i gang med at udarbejde et nøgletalskatalog med enhedspriser for natur og miljøgoder. I det omfang dette katalog er færdiggjort kan det overvejes at anvende enhedspriser herfra.

<sup>22</sup> Navrud, S., Bergland, O.(2001): Value transfer and environmental policy.

## 5 Diskontering

Mange klimatilpasningstiltag vil være kendetegnet ved, at fordelene ved dem i form af sparede nettoomkostninger ved den automatiske tilpasning og undgåede negative klimakonsekvenser først vil blive realiseret langt ude i fremtiden, mens tilpasningstiltagenes omkostninger vil falde inden for et langt kortere tidsrum. Den økonomiske vurdering af tilpasningstiltagene implicerer derfor, at tidsmæssigt forskelligt placerede konsekvenser skal afvejes mod hinanden for at få et samlet mål for tiltagenes fordelagtighed. Denne afvejning, den såkaldte diskontering, sker ved hjælp af en diskonteringsrate (undertiden benævnt kalkulationsrente). Konsekvenser der indtræffer på et senere tidspunkt diskonteres, idet det sædvanligvis antages at samfundets vægtning af gevinster og tab er faldende over tid (diskonteringsraten er positiv). Vi foretrækker således at få 100 kr. i dag frem for om et år. Anvendes denne form for diskontering på klimatilpasningstiltagene, vil omkostningerne forbundet med disse tiltag som oftest veje væsentlig tungere end fordelene ved dem, idet mange af disse som nævnt vil falde et godt stykke ude i fremtiden.

Hovedargumenterne for at anvende en positiv diskonteringsrate er de følgende:

- Fortsat økonomisk vækst: Med fortsat økonomisk vækst vil fremtidige generationer være rigere end den nuværende og vil derfor ikke vurdere en given mængde forbrugsmuligheder lige så højt som den nuværende generation.
- Tidspræference: Forbrugerne vægter nytten af dagens forbrug højere end morgendagens. Tidspræferencen forklares ofte som et udslag af forbrugernes utålmodighed eller hvad der er lidt det samme som af at 'en fugl i hånden er bedre end ti på taget'. En anden forklaring er, at borgerne føler større empati for de medmennesker, der tidsmæssigt er tættere på dem selv end for de, som først vil blive født engang i fremtiden.
- Afkastsynspunktet: Samfundets ressourcer er knappe. Diskonteringsraten udtrykker derfor et afkastkrav, som projekter som minimum skal honorere for at blive gennemført. Dette afkastkrav kan eksempelvis baseres på private virksomheders afkast.

I en klimatilpasningssammenhæng kan de angivne argumenter for diskontering alle problematiseres:

- Konsekvenserne af klimaændringerne kan være af et sådant omfang og karakter, at antagelsen om fortsat økonomisk vækst ikke er holdbar.
- Det, at man overhovedet diskuterer og overvejer en klimatilpasningsstrategi, kan i sig selv opfattes som en tilsidesættelse af tidspræference argumentet.
- Da konsekvenserne af klimaændringerne muligvis vil være af et omfang, der ændrer og måske i nogle henseender undergraver produktionsgrundlaget kan der sættes spørgsmålstegn ved rimeligheden i

at projekter, der skal afbøde klimakonsekvenserne skal honorere privatøkonomisk baserede afkastkrav.

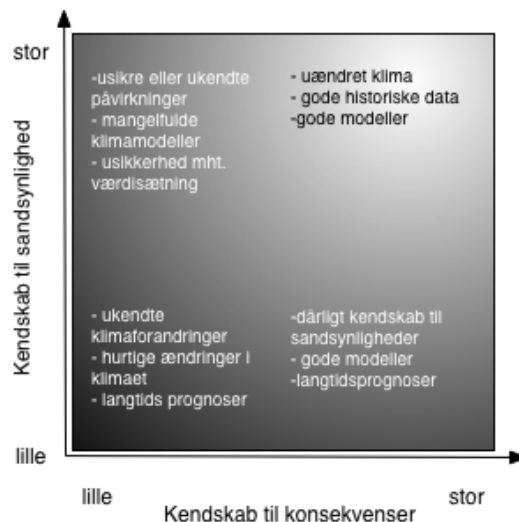
En række problematikker omkring diskontering er gennemgået mere i detaljer i bilag B til denne rapport. Her gennemgås bl.a. Miljøministeriets såvel som Finansministeriets tilgang til diskontering. Endvidere diskuteres fordele og ulemper ved aftagende diskontering i ovenstående sammenhæng.

# 6 Usikkerhed

## 6.1 Hvad er usikkerhed?

Usikkerhed i forbindelse med konsekvenser af klimaændringer opstår, når der enten ikke er kendskab til sandsynligheden for at en given konsekvens indtræffer, og/eller når der ikke er kendskab til arten eller omfanget af konsekvenserne. Figur 6-1 præsenterer begreberne usikkerhed og risiko i klimasammenhæng. De tre mørke områder illustrerer alle forskellige former for usikkerhed, mens det lyse område, som illustrerer risiko. Usikkerhedsbegrebet dækker hermed et forholdsvis stort spektrum i forhold til risiko, og der eksisterer ikke en skarp afgrænsning mellem de to begreber.

Figur 6-1: Illustration af usikkerhed og risiko (Willows & Connell, 2003).



Økonomiske analyser af tilpasningstiltag er forbundet med forskellige typer af usikkerhed. Der eksisterer ikke blot usikkerhed mht. omfanget af de kommende klimaændringer, men også omkring andre fremtidige samfundsmæssige, økonomiske og miljømæssige ændringer.

Årsagerne til usikkerhed er forsøgt kategoriseret på flere måder. En tilgang er at opdele årsagerne i hovedgrupperne:

- usikkerhed mht. den naturlige variation,
- datausikkerhed,
- informationsusikkerhed og
- modelusikkerhed.

Som det vil fremgå af nedenstående kan årsagerne ikke blot henføres til en enkelt af figur 6-1's former for usikkerhed, men dem alle.

Usikkerhed med hensyn til den naturlige variation opstår pga. at der i naturen og samfundet, på trods af stor viden, opstår udsving, der ikke kan forklares eller forudsiges. Et eksempel er usikkerhed om omfanget af kommende jordskælv og vulkanudbrud.

Datausikkerhed opstår, fordi der er begrænsninger for hvor præcise målinger der kan udføres samt begrænsninger på dataindsamlingsmulighederne. Et eksempel er usikkerhed i forbindelse med måling af bølge- og land højder.

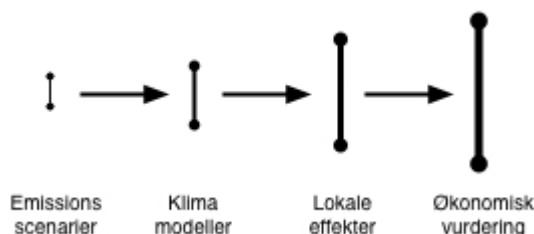
Informationsusikkerhed opstår, da det nuværende tilgængelige teoretiske og empiriske vidensniveau på et givet område ikke er tilstrækkeligt, f.eks. ufuldendt kendskab til kulstofkredsløbet og havenes varmeoptagelse.

Modelusikkerhed kan opfattes som en særlig form for informationsusikkerhed, og udspringer af, at der ikke findes tilstrækkelig med viden til at opstille perfekte modeller. Modeller bruges eksempelvis i forbindelse med bestemmelsen af drivhusgaskoncentrationen i atmosfæren (kemisk-atmosfærisk model) og drivhusgaskoncentrationens globale indvirkninger (global klimamodel).

Fælles for mange af årsagerne til usikkerhed er, at de ikke er eksogene, idet omfanget påvirkes af det nuværende samfunds handlinger samt at omfanget kan reduceres (eller øges) over tid efterhånden som der opnås større forståelse for problemstillingerne. Dette fører til en afledt form for usikkerhed, nemlig om hvilken form for viden, der vil blive tilgængelig i fremtiden.

Der kan således identificeres et hav af usikkerhedsårsager i forbindelse med en økonomisk analyse af klimatilpasningstiltag. Hvilke årsager til usikkerhed, som er relevante i en given analyse, afhænger dog af det specifikke tilpasningstiltag, samt af det betragtede tidsperspektiv. Nogle former for usikkerhed opstår i forbindelse med bestemmelsen af den fremtidige drivhusgasudledning, andre i forbindelse med bestemmelsen af klimaændringerne, mens andre først i forbindelse med bestemmelsen af de lokale konsekvenser af klimaændringerne og tilpasningerne hertil og endelig andre i forbindelse med selve gennemførelsen af den økonomiske vurderinger. Usikkerheden vil eskalere hele vejen gennem denne proces. Dette fænomen er også omtalt som en kaskade af usikkerhed eller en usikkerhedsekspllosion, og er illustreret i figur 6-2.

Figur 6-2: Kaskade af usikkerhed (efter Moss & Schneider 2000).



Det er i dag ikke muligt at sætte objektive sandsynligheder for de forskellige følger af den globale opvarmning bl.a. pga. manglede testmuligheder. Der arbejdes derfor med subjektive sandsynligheder. De subjektive sandsynligheder afspejler den tro på at en given klimapåvirkning vil ske, der er blandt klimaekspertter, forudsat den tilgængelige viden, modelresultater mv.

En følge heraf er, at sandsynligheden for et udfald kan ændres, efterhånden som ny data eller teori vinder frem.

En diskussion, som bl.a. er opstået som følge af at det kun er muligt at vurdere klimakonsekvenserne subjektivt, er om der bør sættes sandsynligheder for de forskellige klimapåvirkninger. IPCC anbefaler i deres retningslinjer, at der ikke sættes sandsynligheder for de forskellige scenarier, men derimod at der sættes sandsynligheder på forskellige klimaændringer inden for hvert scenarium. Baggrunden er, at det herved undgås at beslutningstagere eller interesseorganisationer forsøger på det. I modsat fald ville der være en risiko for at der kunne opstå fejlagtige konklusioner om klimaændringernes betydning. Omvendt kan dette betyde, at katastrofer, som indebærer en meget lav sandsynlighed, negligeres.

## 6.2 Beslutningskriterier

Beslutninger kan træffes under to betingelser<sup>23</sup>:

- Beslutning med godt kendskab til sandsynligheder for indtrædelse af tilstande
- Beslutning med ringe kendskab til sandsynligheder for indtrædelse af tilstande

Først ses på beslutningskriterier til at vælge tilpasningsstrategi for en given klimaeffekt indenfor et klimascenarium (afsnit 6.2.1). Dernæst ses på beslutningskriterier til at vælge tilpasningsstrategi mellem klimascenarierne (afsnit 6.2.2).

Indenfor et givet klimascenarium indtræder en effekt (f.eks. stiger vandstanden i et vandløb). Eksperterne er ikke i stand til præcis at angive omfanget af effekten, dvs. hvor meget vandet stiger. Men de kan knytte sandsynligheder på vandstandsstigningerne. F.eks. sige, at sandsynligheden for, at vandstanden stiger 1 cm er 0,1, 10 cm 0,3 etc. I denne situation kan man benytte beslutningskriterier under usikkerhed med godt kendskab til sandsynligheder. Disse kriterier er en hjælp til at vælge tilpasningsstrategi for en enkelt effekt indenfor et enkelt klimascenarium.

En anden problemstilling er, når man har sammensat forskellige tilpasningsstrategier. De består typisk af en række tiltag eller projekter møntet på tilpasning til flere effekter. De enkelte tiltag eller projekter kan være udvalgt ved ovennævnte metode, eller ved at man direkte har kunnet opgøre projektet/tiltaget. Disse tilpasningsstrategier går på tværs af klimascenarierne, forstået på den måde at deres omfang og dermed deres omkostninger og nettoresultat varierer med klimascenarierne. Der er f.eks. fremkommet tre strategier med hver deres kombination af projekter/tiltag. I denne situation skal man vælge mellem tilpasningsstrategierne hen over klimascenarierne. Her benyttes beslutningskriterier under usikkerhed med ringe kendskab til sandsynligheder.

---

<sup>23</sup> Afsnittet bygger i stor udstrækning på UK vejledninger med baggrundsrapporter: Metroeconomica (2004): Costing the impacts of climate change in the UK, Metroeconomica(2004): Overview report, Metroeconomica(2004): Implementation report og baggrundsrapporten Willows and Connell (2003): Climate adaptation: Risk, uncertainty and decision-making, samt på Møller, F., Andersen, S.P., Grau, P., Huusom, H., Madsen, T., Nielsen, J., Strandmark, L.(2000): ”Samfundsøkonomisk vurdering af miljøprojekter”

## 6.2.1 Beslutninger under usikkerhed med godt kendskab til sandsynligheder

Her bruges kriteriet forventet nutidsværdi (expected net present value; ENPV).

Indenfor et givet klimascenarium er der f.eks. tre forskellige niveauer for indtræden af en begivenhed/effekt. Det kan f.eks. være, at vandstanden i et vandløb stiger. Tilsvarende er der tre forskellige tilpasningsstrategier A, B og C. Metoden for forventet nutidsværdi kan anvendes, hvis man er i stand til at knytte sandsynligheder for de forskellige begivenheder (f.eks. vandstandsstigninger) indenfor klimascenariet. Det pointeres, at sandsynlighederne gælder indenfor et givet klimascenarium. Metoden kan altså bruges til at vælge tilpasningsstrategi indenfor et klimascenarium, når der er kendskab til sandsynligheder indenfor dette klimascenarium. Der er altså ikke tale om at sætte sandsynligheder på de enkelte klimascenarier i forhold til hinanden og efterfølgende vælge mellem disse.

Et eksempel er illustreret i tabel 6-1.  $p_1$ ,  $p_2$  og  $p_3$  angiver sandsynligheden for begivenheden og  $N$  det respektive nettoresultat (som kan være fremkommet ved hjælp af en cost-benefit analyse, jf. afsnit 6.2.2).

Tabel 6-1: Matrice til brug for beregning af forventet nutidsværdi (ENPV) indenfor et givet klimascenarium

	Given hændelse: vandstandsstigning i vandløb			ENPV
	Stigning 1 cm	Stigning 20 cm	Stigning 50 cm	
Sandsynlighed	$P_1 = 0,3$	$p_2 = 0,2$	$p_3 = 0,5$	
Tilpasning A	$N_{11} = 2$	$N_{12} = 6$	$N_{13} = 10$	6,8
Tilpasning B	$N_{21} = 9$	$N_{22} = 9,5$	$N_{23} = 10$	9,6
Tilpasning C	$N_{31} = 10$	$N_{23} = 12,5$	$N_{33} = 14$	12,5

ENPV for en given tilpasningsstrategi er da summen af produktet af sandsynlighederne for de enkelte begivenheder og strategiens nettoresultat.

ENPV for tilpasningsstrategi A =  $0,3 \cdot 2 + 0,2 \cdot 6 + 0,5 \cdot 10 = 6,8$  etc.

Bemærk, at sandsynlighederne for de enkelte begivenheder er konstante for de forskellige tilpasningsstrategier A, B etc.

Man vælger den tilpasningsstrategi, der har den største ENPV. I eksemplet vælges 12,5, dvs. tilpasningsstrategi C.

Kritikken af denne metode går på, at rangordning efter ENPV ignorerer spredningen ved de enkelte tilpasningsstrategier. For eksempel kan to tilpasningsstrategier have samme ENPV, men forskellig spredning for omkostningerne. Hensynet til spredningen af ENPV kan indarbejdes i beslutningskriteriet gennem en sammenvejning af ENPV og spredningen.

Der er to alternative metoder til ENPV-kriteriet:

- expected utility kriterie
- risiko benefits plotting (= expected value risk analyse).

Der henvises til afsnit 5.7.3 i Macroeconomica (2004): Implementation Report.

## 6.2.2 Beslutninger under usikkerhed med ringe kendskab til sandsynligheder (egentlig usikkerhed)

Redskabet er pay-off matricer. Der er tre forskellige scenarier for klimaforandringer (voldsom, medium og lille klimaændring) og tre forskellige tilpasningsstrategier.

For hver af disse 9 kombinationer kan vi beregne pay-offs (dvs. nettoresultatet, nutidsværdien NPV). NPV kan f.eks. være fremkommet ved brug af cost benefit analyse (CBA) eller ved en anden metode. Opgørelse af pay offs kræver, at alt er opgjort i samme enheder (både omkostninger og miljøkonsekvenser). Således skal miljøkonsekvenserne være prissat enten i kroner og ører eller vha. et pointsystem. Payoffs er nettoresultatet eller overskuddet, dvs. gevinster minus omkostninger.

Bemærk, at et stigende niveau for tilpasning antages at kræve et stigende niveau for handling og dermed investeringer. Derfor varierer omkostningerne for hver tilpasningsstrategi henover scenarierne. Der er altså ikke tale om, at strategien koster det samme uanset klimascenarium.

Det skal understreges, at beslutningskriterierne er redskaber til at vælge tilpasningsstrategi, uanset hvad man tror på af klimascenarierne, dvs. på tværs af scenarierne. Det går altså ikke ud på at vælge mellem klimascenarierne. Derfor er det heller ikke nødvendigt at tage stilling til, hvilket af scenarierne, der er det mest sandsynlige og så vælge strategi. Beslutningskriterierne er et redskab til at vælge tilpasningsstrategi givet den usikkerhed, der er forbundet med klimascenarierne. De gør det muligt at vælge mellem strategierne og at vælge ambitionsniveau for den valgte strategi.

I tabel 6-2 er vist et eksempel på en payoff matrice. Der er tale om et simpelt hypotetisk eksempel.

Tabel 6-2.: Eksempel på Payoff matrice (også kaldet performance matrice). Mill.kr. i nutidsværdi

Tilpasningsstrategi	Scenarie		
	1. Voldsom klimaændring	2. Medium klimaændring	3. Lille klimaændring
Tilpasning A	N11 = 200 Minimax valg	N12 = 175	N13 = 150 Maximin valg
Tilpasning B	N21 = 100 Minimax fortrydelse valg	N22 = 300	N23 = 600 Maximax valg
Tilpasning C	N31 = 10	N23 = 150	N33 = 450

Note: N står for nettoresultat, dvs. værdi af miljøeffekter minus omkostninger

Matricen stiller det synligt og systematisk op. Der er ingen faste regler for valg, det afhænger af præferencerne. Men der kan anvendes en række forskellige kriterier som hjælperedskab.

Der findes seks forskellige kriterier for valg, heraf én optimistisk, tre mere eller mindre pessimistiske og to former for sammenevejninger:

- Maximax kriteriet
- Minimax omkostningskriteriet
- Maximin kriteriet
- Minimax fortrydelseskriteriet
- Hurwicz kriteriet
- Laplace kriteriet



Valget afhænger af beslutningtagernes holdning til risikoen. Hvert kriterie kan give en forskellig beslutning. Beslutningstageren må bruge det kriterie, som bedst passer på vedkommendes holdning. Det er op til beslutningstagerens grad af optimisme eller pessimisme. En optimistisk beslutningstager vil gå for den strategi, der giver maksimale resultat (payoff), uanset det faktum at alternative klimatilstande kan give meget lave resultater for den samme strategi. En meget pessimistisk beslutningstager vælger en mere forsigtig strategi etc.

Derfor er det meget vigtigt, at beslutningstageren er bevidst og åben om, hvilket kriterium der lægger til grund for beslutningen.

I det følgende beskrives de enkelte kriterier nærmere:

#### **6.2.2.1 Maximax**

Maximax står for **maximizing the maximum** outcome. Dette er en høj-risiko strategi. Man vælger den løsning, der giver mulighed for det bedste resultat af alle løsninger, altså største payoffs (største NPV) i matricen vælges. Man identificerer den maksimale NPV for hver tilpasningsstrategi og vælger den maksimale blandt disse.

I eksemplet i tabel 6-2 vælges ganske enkelt den strategi, der giver det højeste nettoresultat, dvs. strategi B under scenario 3 med nettoresultatet 600. Der iværksættes altså investeringer svarende til strategi B's niveau under scenario 3.

Dette kriterium bruges af den optimistiske beslutningstager - eller af én som får fordel af beslutningen eller ikke kommer til at lide under, hvis beslutningen viser sig uheldig. Maximax kritiseres for at være for optimistisk og kunne udsætte for signifikante tab.

#### **6.2.2.2 Minimax**

Minimax står for **minimize the maximum** "loss". Strategi til at undgå under-tilpasning, altså for lidt tilpasning. En risikoavers og forsigtig tilgang under hensyntagen til klimakonsekvenserne. For beslutningstageren, der har fokus på klimakonsekvenserne snarere end omkostningerne. Man vælger den laveste værdi blandt de højeste pay-offs for hver af de tre tilpasningsstrategier.

I eksemplet identificeres først de højeste nettoresultater for hver strategi, som er 200, 600 og 450. Derefter vælges den laveste blandt disse, nemlig 200 for strategi A under scenario 1. Der foretages investeringer svarende til strategi A's niveau under scenario 1.

#### **6.2.2.3 Maximin**

Strategi til at undgå over-tilpasning, altså at tilpasse sig for meget og dermed bruge for mange penge. For beslutningstageren, der ønsker at være forsigtig med hensyn til omkostningerne. En risikoavers og forsigtig tilgang, hvor der fokuseres på de værste mulige udfald for hver tilpasningsstrategi. For hver tilpasningsmulighed identificerer man den laveste NPV, som kan blive resultatet heraf. Man vælger herefter den tilpasning, som har den største NPV blandt de lavest mulige. Man vælger altså den mindst dårlige blandt gruppen af de dårligste resultater.

I eksemplet udvælges først de laveste nettoresultater for de tre tilpasningsstrategier, dvs. 150, 100 og 10. Herefter vælges den største blandt disse, altså 150 svarende til strategi A's investeringer under scenario 3.

#### 6.2.2.4 *Minimax fortrydelse kriterium*

Fortrydelsesbaseret strategi: minimax fortrydelseskriterie. Fortrydelse opstår, hvis vi opdager, at en tidligere beslutning giver mindre gevinster end forventet, eller hvis vi har mistet en gevinst.

Der konstrueres et nyt redskab ud fra pay off matricen, nemlig en såkaldt fortrydelsesmatrice. I hver celle angives fortrydelse, som beregnes ved det maksimale pay off under det pågældende klimascenarium minus cellens payoffs. For klimascenarium 1 er den maksimale pay off lig med 200, for scenarium 2 300 og for scenarium 3 600. Værdi af fortrydelse kan i bedste fald være 0.

Tabel 6-3. :Eksempel på fortrydelsesmatrice, Mill.kr. i nutidsværdi

Tilpasningsstrategi	Scenarie		
	1. Voldsom klimaændring	2. Medium klimaændring	3. Lille klimaændring
Tilpasning A	$200 - 200 = 0$	$300 - 175 = 125$	$600 - 150 = 450$
tilpasning B	$200 - 100 = 100$	$300 - 300 = 0$	$600 - 600 = 0$
Tilpasning C	$200 - 10 = 190$	$300 - 150 = 150$	$600 - 450 = 150$

Man finder den option, der har den laveste maksimale fortrydelse. Dette gøres ved at anvende minimax tilgangen på fortrydelsesmatricen. Altså vælge den tilpasning, hvis højest mulige fortrydelse er den laveste. Eller med andre ord minimisere den maksimale fortrydelse. Der udvælges for hver strategi den højeste payoffs, dvs. 450, 100 og 190, derefter vælges den laveste heraf, dvs. 100, som er strategi B's omkostningsniveau under klimascenarium 1. Minimax kritiseres for at være meget pessimistisk og bør anvendes med stor forsigtighed.

#### 6.2.2.5 *Hurwicz-kriterie*

Hurwicz-kriterie er et forsøg på at slå bro mellem de to mest ekstreme af ovennævnte kriterier, nemlig maximax og maximin. Man beregner et  $\alpha$ -indeks, som er et vejet gennemsnit af den minimale og maksimale NPV for hver tilpasningsstrategi (omkostningsniveau). Yderpunkterne bliver  $\alpha$  lig 1, som svarer til maximin og  $\alpha$  lig nul, der svarer til maximax.

Beslutningstagerne vælger den løsning, der har den største værdi af  $\alpha$ -indekset.

Hurwicz-kriteriet er kritiseret for kun at fokusere på maksimale og minimale udfald og ignorere de mellemliggende gode muligheder.

#### 6.2.2.6 *La Place-kriteriet*

La Place-kriteriet tillægger alle klimascenarier den samme sandsynlighed. Herved kan ENPV-kriteriet (se ovenfor) anvendes. La Place kriteriet anses for risikabelt at anvende, fordi det kan være urealistisk og uden sammenhæng med virkeligheden at anvende ens sandsynligheder for alle klimascenarier.

### 6.2.3 Følsomhedsanalyser, Monte Carlo simulationer og intervalanalyser

Der er tre metoder til at sætte fokus på risikoen og usikkerheden ved den beregnede NPV:

- Følsomhedsanalyser
- Monte Carlo simulationer
- Intervalanalyser

**Følsomhedsanalyser** beregner NPV med forskellige værdier af nøgleparametre, dvs. forudsætninger. Disse kan f.eks. være kalkulationsrenten, tidshorisont, priser på miljøeffekter, investeringsbeløb m.m. Her vil det også være en god ide at beregne et "worst case" og et "best case", dvs. de kombinationer af parametre som giver hhv. det bedste og det dårligste udfald. Det kan også være nyttigt at beregne størrelsen af eventuelle ikke-prissatte konsekvenser, der er nødvendig for at "tippe" NPV, dvs. få til at skifte fortegn. Ligeledes at beregne hvilken størrelse af gevinsterne i alt eller hvilken størrelse af en enkelt parameter, der skal til for at tippe NPV.

**Monte Carlo simulation** er den mest anvendte metode til belysning af risiko, hvis man har et modelværktøj til rådighed. Metoden går ud på, at man genererer et stort antal resultater ud fra sandsynlighedsfunktioner for variable. Herved finder man fordelingen af mulige resultater. Dette kan så anvendes til at finde spredning og forventede værdier. Metoden giver en robust indikation af det overordnede niveau for risiko for det endelige resultat. Monte Carlo simulation kræver kendskab til sandsynligheder, modelværktøj, store datamængder og kan være tidskrævende at udføre.

**Interval analyser** går ud på at finde øvre og nedre grænse for udfald af resultatet (NPV). Man tager alle de mindste værdier for variable i en beregning og alle de maksimale i en anden beregning. Herved identificerer man den ekstreme nedre og øvre værdi af resultatet (NPV). Det "sande" resultat ligger med stor sandsynlighed indenfor disse grænser. Metoden har stor lighed med "worst case" og "best case". Interval analyser er oftest mindre tids- og datakrævende end Monte Carlo simulationer.

#### 6.2.4 Quasi option værdi

Hvis der er usikkerhed og samtidig irreversibilitet, så bliver begrebet quasi option værdi (QOV) relevant. Det at vente med en beslutning kan forværre eller forbedre skaderne ved klimaændring. QOV udtrykker stigningen i den forventede værdi af NPV ved at vente. "At vide hvad vi ikke ved". QOP udtrykker værdien af at bevare muligheden for at gøre beslutningerne om.

QOV handler om, at kvaliteten af beslutningsgrundlaget kan forbedres ved at beslutningen udsættes. Dette kan opstå, hvis der er usikkerhed, som kan mindskes ved at lære. Pointen er, at det at udsætte (vente med sin beslutning) genererer information.

For eksempel kan ny fremtidig information vise, at klimaforandringerne er mindre end forventet, og at der derfor er behov for mindre udgifter end vi troede. Her er optionsværdien positiv. Omvendt hvis den nye information viser, at klimakonsekvenserne bliver værre, fordi vi har udsat tiltagene (investeringerne). I dette tilfælde bliver QOV negativ. Størrelsen af QOV afhænger af graden af irreversibilitet af klimaforandringernes virkning og hvor fleksibel over tid tilpasningen er.

Der gås ikke mere i dybden med QOV, men det er vigtigt at være opmærksom på, at der kan være fordele ved at udsætte nogle beslutninger, mens andre ikke kan tåle at blive udsat.

### 6.3 anbefaling

I situationen med godt kendskab til sandsynligheder anbefales at anvende forventet nutidsværdi, ENPV.

Hvis der er ringe kendskab til sandsynligheder anbefales at anvende maximin metoden, fordi det repræsenterer den mest risikoaverse metode. Maximin går ud på, at for hvert tilpasningsstrategi identificeres det dårligste nettoresultat. Derefter vælges blandt disse den strategi, der har det bedste nettoresultat. Dette svarer til anbefalingen i UKs Green book. Kun hvis omkostningerne ved at vælge forkert vurderes at være beskedne, kan et mere optimistisk kriterium anvendes, såsom maximax.

Der bør altid udføres følsomhedsanalyser og Monte Carlo simulationer giver en robust indikation af det overordnede niveau for risikoen og er isæt nyttig, hvis man har et modelværktøj til rådighed.

Det er vigtigt at være opmærksom på, at der kan være fordele forbundet ved at udsætte nogle beslutninger, mens andre ikke kan tåle at blive udsat, da de vil medføre tab.

## 7 Referencer

**Abildtrup, J., Schou, J. S. (2005):** Jordrentetab ved arealekstensivering i landbruget. Faglig rapport fra DMU, nr. 542

**DREAM:** DREAM-modellens hjemmeside: <http://www.dreammodel.dk>

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

**Great Britain H.M. Treasury (2003):** The green book. Appraisal and evaluation in central government. Stationery Office.  
<http://greenbook.treasury.gov.uk/>

**IPCC (2000):** Special report on Emissionscenarios (SRES), available at:  
<http://www.grida.no/climate/ipcc/emission/>

**IPCC (2001):** Third Assessment report (TAR). Cambridge University Press

**Metroeconomica (2004):** UK Climate Impacts Programme: Costing the impacts of climate change in the UK.

**Metroeconomica (2004):** Climate Impacts Programme: Overview report

**Metroeconomica (2004):** Climate Impacts Programme: Implementation report.

**Miljøstyrelsen (2004):** Samfundsøkonomisk analyse - Forskellige drifts- og forvaltningsformer for Lindenberg Å og Gerå samt de vandløbsnære arealer, Miljøprojekt nr. 967, Miljøstyrelsen

**Miljøstyrelsen (2003):** Skal husholdningernes madaffald brændes eller genanvendes? Miljøprojekt nr. 814, Miljøstyrelsen

**Moss, R. H., Schneider, H., S. (2000):** UNCERTAINTIES IN THE IPCC TAR: Recommendations To Lead Authors For More Consistent Assessment and Reporting, World Meteorological Organization, Geneva

**Møller, F., Andersen, S. P., Grau, P., Huusom, H., Madsen, T., Nielsen, J., Strandmark, L. (2000):** Samfundsøkonomiske vurdering af miljøprojekter. DMU, Miljøstyrelsen og Skov- og naturstyrelsen.

**Navrud, S., Bergland, O. (2001):** Value transfer and environmental policy. Cambridge Research for the Environment.

**Teknologi-rådet (2004):** Når havet stiger Nyt klima - nyt liv? Teknologirådet, København.

**Transport og Energiministeriet (2006):** Nøgletalskatalog – til brug for samfundsøkonomiske analyser på transportområdet. Transport og Energiministeriet

**Vatn, A. (2004):** Valuing forest ecosystems - an institutional perspective.  
Unpublished discussion paper, available at  
<http://www.nlh.no/ios/Publikasjoner/d2003/d2003-11.pdf>

**Willows, R. & Connell, R. (2003):** Climate Adaptation: Risk, uncertainty and decision-making (2003) UKCIP Technical Report. UKCIP, Oxford

# Bilag A - Begrebsforklaringer

Begreb	Omfatter:
Klimaændringer	Ændringer i temperatur, vindforhold, nedbørsforhold, vandstand, ændret vejrlig i øvrigt
Direkte fysiske konsekvenser af klimaændringerne	Direkte fysiske konsekvenser af klimaændringerne for menneskers, dyrs og planters levevilkår, herunder: <ul style="list-style-type: none"><li>• skader på bygninger mv.</li><li>• sygdomme dødsfald,</li><li>• økosystemændringer</li><li>• udbyttetab</li><li>• etc.</li></ul>
Samfundsmæssige konsekvenser af klimaændringer	Resultatet af forbrugeres og producenters reaktioner på (tilpasning til) de direkte fysiske konsekvenser af klimaændringerne. Det er den situation, som eksisterer når denne 'spontane tilpasning' er forløbet, der er udgangspunktet for den økonomiske vurdering af tilpasningstiltag
Sekundære klimakonsekvenser	Konsekvenser for Danmark, som er resultatet af direkte fysiske konsekvenser af klimaændringer i andre lande/regioner. Disse konsekvenser er principielt ikke omfattet af udredningsarbejdet om klimatilpasning.





# Bilag B - Diskontering

Velfærdsøkonomiske analyser indebærer, at tidsmæssigt forskelligt placerede konsekvenser skal opvejes mod hinanden for at få et samlet mål for konsekvensernes værdi. Denne afvejning, den såkaldte diskontering, sker ved hjælp af en diskonteringsrate (undertiden benævnt kalkulationsrente). Konsekvenserne diskonteres, idet samfundets vægtning af gevinster og tab er faldende over tid. Vi foretrækker således at få 100 kr. i dag frem for om et år. Dette skyldes bl.a. mulighederne for at investere og opnå et afkast, forventninger til fremtidig fortsat vækst og individers utålmodighed.

Traditionelt anvendes en konstant diskonteringsrate, hvilket bevirker at diskonteringsfaktoren aftager eksponentielt over tid<sup>24</sup>. Mange klimatilpasningstiltag er kendetegnet ved at fordelene først ses langt ude i fremtiden, mens omkostningerne falder i dag. Traditionel diskontering bevirker, at disse fordele kun vægter meget lidt i forhold til omkostningerne. Denne ulige vægtning har bl.a. medført at brugen af aftagende diskonteringsrater er vundet frem i bl.a. England, som er et af de lande, som arbejder mest målrettet med klimatilpasning.

Som nævnt kan der gives flere grunde til at diskontere. I det følgende vil henholdsvis Miljøministeriets og Finansministeriets tilgang for valg af diskonteringsrate blive gennemgået. De to tilgange giver anledning til, at der kan argumenteres for to forskellige diskonteringsrater. I en optimal økonomi uden tilstedeværelse af forvridende skatter, eksternaliteter m.v., vil der teoretisk set ikke være denne uenighed om diskonteringsratens størrelse. Efter en beskrivelse af de to tilgange, vil aftagende diskontering blive forklaret. Herefter gives en kort gennemgang af hvilke diskonteringsmetoder, der anbefales i udlandet, og endelig vil tidsfastsættelsesproblemstillingen blive berørt.

## Miljøministeriets tilgang

Miljøministeriet anbefaler at bruge en forbrugsdiskonteringsrate på 3 %<sup>25</sup>. Denne rate skal afspejle befolkningens tidspræferencer. Den er sammensat af summen af en nyttediskonteringsrate (den såkaldte rene tidspræferencerente) og en rate der afspejler den faldende nyttemæssige værdi af fremtidige forbrugsændringer som følge af en forventet vækst i forbruget (i det følgende benævnt godediskonteringsraten). Disse to begreber vil blive beskrevet nærmere nedenfor.

I det øjeblik der investeres i et projekt mistes alternative forbrugsafkastmuligheder. Miljøministeriet anbefaler, at dette tab afspejles i beregningen. Dette sker ved at opskrive projektets investeringsbeløb med en forrentningsfaktor, der angiver nutidsværdien af én krone investeret til den

---

<sup>24</sup> Formlen  $DF = \frac{1}{(1+i)^t}$  beskriver sammenhængen mellem diskonteringsfaktoren (DF),

kalkulationsrenten (i) og tiden (t).

<sup>25</sup> Møller, F., Andersen, S.P., Grau, P., Huusom, H., Madsen, T., Nielsen, J., Strandmark, L.(2000): "Samfundsøkonomisk vurdering af miljøprojekter"

forventede alternative marginale velfærdsøkonomiske afkastrate. For at imødekomme Finansministeriet - jf. nedenfor - anbefaler Miljøministeriet, at den alternative afkastrate sættes til 6 %. Nutidsværdien af det alternative forbrugsafkast beregnes ved brug af forbrugsdiskonteringsraten på 3 %.

Den rene tidspræferencerente, også kaldet nyttediskonteringsraten, er udtryk for at forbrugerne vægter nytten af dagens forbrug højere end morgendagens. Dette kan også tolkes som et udslag af forbrugernes utålmodighed. En anden forklaring er, at borgerne føler større empati for de medmennesker, der tidsmæssigt er tættere på end dem som først vil blive født engang i fremtiden. Et meget debatteret emne er størrelsen af den rene tidspræference. I særdeleshed om den skal være nul eller positiv. Et etisk argument mod en positiv rate er, at blot fordi et individ endnu ikke er født, betyder det ikke at vedkommendes nytte skal vægtes lavere. Tiden anses hermed ikke for en etisk relevant faktor, idet det må anses for lige værdifuldt om en nulevende eller en fremtidig person opnår en nyttegevinst.

Denne lighedsbetragtning kan imidlertid komme i konflikt med efficienshensynet. Efficiensbegrebet hentyder til, at samfundets ressourcer skal anvendes således, at summen af nytte maksimeres (det såkaldte total princip). Dette kan imidlertid med det ovenstående etiske princip om at tillægge nulevende og fremtidige personers nytte samme værdi medføre, at de nulevende personer skal præstere en urimelig høj opsparring. Det er tilfældet, hvis der er mulighed for et forholdsvist stort positivt afkast på kapital. Hverken diskontering af nytte eller totalprincippet fører til en rimelig fordeling af nytte over tid, og der er derfor behov for et egentligt fordelingsprincip for fordeling af nytte mellem nulevende og fremtidige personer.

Godediskonteringsraten er sammensat af produktet af væksten i forbruget pr. capita og elasticiteten for den marginale nytte af forbrug<sup>26</sup>. Godediskonteringsraten afspejler således, at fremtidige personer antages at være bedre stillet end de nulevende. Et umiddelbart spørgsmål, der opstår i forbindelse med godediskonteringsraten er hvilken vækstrate, der bør vælges. I og med at diskonteringen er et led i en velfærdsøkonomisk analyse, der også omfatter varer som ikke handles på et marked, kan den forventede vækst i nationaløkonomisk forstand ikke anvendes, idet denne eksempelvis ikke tager højde for en forringelse i den fremtidige miljøkvalitet.

Det er svært at estimere størrelsen af diskonteringsraten ud fra godediskonterings- og den rene tidspræferencerate. Derfor bruges undertiden den effektive reale obligationsrente efter skat eller bankernes gennemsnitlige reale udlånsrente efter skat som indikatorer herfor. Det er på denne baggrund at Miljøministeriet anbefaler 3 %.

Den alternative marginale velfærdsøkonomiske forbrugsafkastrate, der skal anvendes ved beregningen af forrentningsfaktoren er også vanskelig at estimere. Den kan eventuelt fastsættes på baggrund af virksomhedernes reale afkastgrad på kapital, men denne rate er hverken en marginale afkastrate eller en velfærdsøkonomisk afkastrate, som omfatter de økonomiske aktiviteter eksterne effekter. Afkastraten er som nævnt for at imødekomme Finansministeriet sat til 6 %.

---

<sup>26</sup> Elasticiteten af den marginale nytte angiver hvor mange pct. den marginale nytte per forbrugsenhed falder, når forbruget stiger med én procent .

## Finansministeriets tilgang

Finansministeriet har en anden indgangsvinkel til diskonteringsproblemstillingen, idet de anbefaler, at diskonteringsraten baseres på investeringens alternative afkastrate<sup>27</sup>. Den bagvedliggende tankegang er, at samfundets samlede ressourcer er knappe, hvorfor der kun skal investeres i projekter, som kan give de højeste afkast. På baggrund af bl.a. oplysninger om danske børsnoterede virksomheders totale aktieafkast fastsættes diskonteringsraten til 6 %. I afkastet tages der ikke højde for at investeringerne kan medføre produktion af eksternaliteter som eksempelvis drivhusgasser. Det vil med andre ord sige, at afkastet ikke repræsenterer investeringens samlede omkostninger. Finansministeriet har overvejet også at basere diskonteringsraten på forbrugernes tidspræference. Tilgangen forkastes imidlertid pga. problemerne med at afsløre denne.

En underliggende antagelse i denne tilgang er, at menneskeskabte goder kan substitueres med miljøgoder<sup>28</sup>, samt at nulevende generationer kan kompensere fremtidige generationer for en forringelse i miljøkvaliteten. Den bagvedliggende tankegang er, at samfundet kan vælge mellem at investere i miljøprojekter, der giver et afkast på mindre end det alternative afkast eller investere et tilsvarende beløb i projekter, der giver et afkast svarende til det alternative afkast. Samfundet vil blive bedst stillet ved at gennemføre de alternative projekter. Disse projekters afkast kan nemlig bruges til at kompensere fremtidige generationer for den miljøforringelse, de får, ved at der ikke er investeret i miljøprojekter.

Der er imidlertid en række problemer forbundet hermed. Ét er at sikre, at den forudsatte compensation faktisk finder sted - ellers er der risiko for en urimelig skæv fordeling af forbrug mellem nulevende og fremtidige personer. Et andet er, at befolkningens præferencer kan ændres over tid; men dette er selvsagt altid et problem, når nulevende og fremtidige personers forbrug ønskes sammenlignet. Det er derfor muligt, at fremtidige generationer vil værdisætte goder langt lavere end nødvendigt for at kunne kompensere dem for f.eks. følgerne af den globale opvarmning.

Et oplagt spørgsmål efter præsentationen af henholdsvis Miljøministeriet og Finansministeriets anbefalinger er, hvor stor en forskel de to metoder reelt giver anledning til. Svaret afhænger af typen af miljøtiltag, som bliver betragtet. I tabel B-1 er givet et eksempel med to forskellige typer af projekter. I de projekter, hvor fordele og omkostninger falder på omtrent samme tidspunkt, er forskellen ubetydelig. Analysen af organisk affald er et eksempel herpå. Falder fordelene derimod senere end omkostningerne, som oftest er tilfældet ved naturgenopretningsprojekter, bliver forskellen betydelig. Analysen af Lindenberg Å er et eksempel herpå. Fælles for mange tilpasningstiltag er, at fordelene først vil kunne registreres om 50 –100 år, mens omkostningerne vil falde i dag. Hermed kommer valget af diskonteringsmetode til at have en stor indflydelse på resultatet.

---

<sup>27</sup> Finansministeriet(1999):Vejledning i udarbejdelse af samfundsøkonomiske konsekvensvurderinger.

<sup>28</sup> Substitution antages også mulig, når der tages udgangspunkt i forbrugsdiskonteringsraten igennem den positive vækstrate.

Tabel b-1: Resultater ved henholdsvis Miljøministeriets og Finansministeriets anbefalinger til diskonteringsrater.

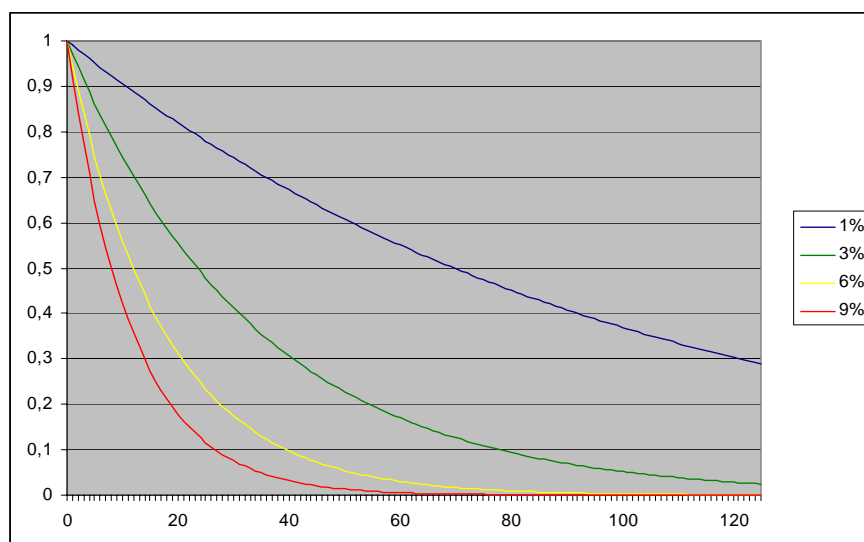
Analyse	Miljøministeriet 3% samt forrentningsfaktor på 6 %.	Finansministeriet (6 %)	Procentvis forskel
Organisk affald	Nettoomkostning ved bioforgasning i forhold til forbrænding: 581 kr./ton organisk affald	Nettoomkostning ved bioforgasning i forhold til forbrænding: 576 kr./ton organisk affald	1 %
Lindborg Å	Nettogeinst ved ekstensivering: 36.316 kr./ha/år	Nettogeinst ved ekstensivering: 26.086 kr./ha/år	40 %

Kilde: Miljøstyrelsen (2004): Samfundsøkonomisk analyse - Forskellige drifts- og forvaltningsformer for Lindborg Å og Gerå samt de vandløbsnære arealer; Miljøstyrelsen (2003): Skal husholdningernes madaffald brændes eller genanvendes?

### Aftagende diskontering

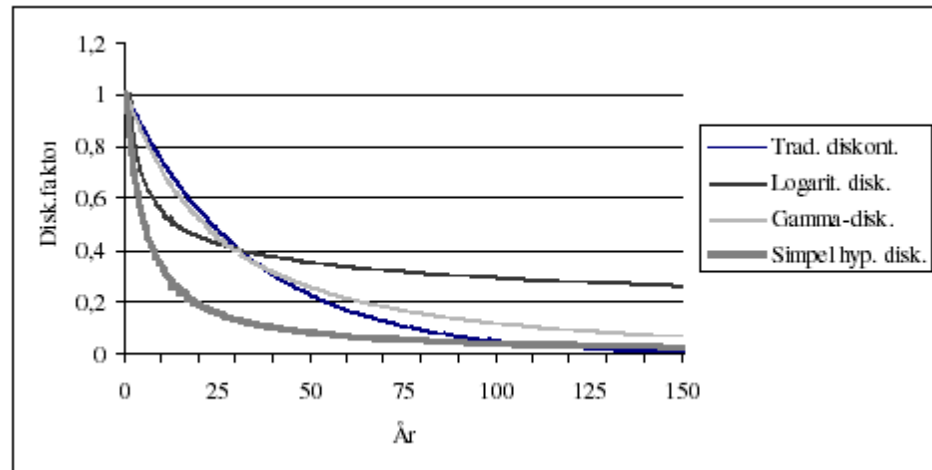
Traditionel diskontering med en konstant rate er ofte blevet opfattet som værende problematisk, idet vægningen af de fremtidige omkostninger og fordele er meget afhængig af diskonteringsratens størrelse. Problemet er synliggjort i figur B-1. Det ses, at jo højere en diskonteringsrate des mindre vægter fremtidige konsekvenser. Dette afspejles i at diskonteringsfaktoren falder over tid.

Figur b-1: Diskonteringsfaktoren ved forskellige diskonteringsrater.



Problemerne med traditionel diskontering har medført, at der er opstået forslag om at benytte en diskonteringsrate, som falder over tid. Hermed tillægges fremtidige konsekvenser større vægt end ved traditionel diskontering jf. figur B-2. Der kan argumenteres for at anvende aftagende diskontering, hvis der er kendskab til at vækstraten eller det alternative afkast vil mindskes i fremtiden. Andre grunde er behovet for at vise større hensyn til fremtidige generationer, observeret adfærd og usikkerhed mht. den fremtidige vækstrate eller diskonteringsratens størrelse. Disse grunde vil blive uddybet nedenfor.

Figur b-2: Traditionel og aftagende diskontering. Logaritmisk, gamma og simpel hyperbolsk diskontering er alle eksempler på aftagende diskontering.



Traditionel diskontering med en konstant positiv rate medfører i det lange løb at fremtidige generationers velfærd ikke tillægges en betydning. Dette er gældende uanset hvor lille diskonteringsraten er. Denne diskriminering omtales også som *"dictatorship of the present"*. En diskonteringsrate på nul løser ikke problemet, idet den nulevende generation herved risikerer at blive undertrykt. Ved en diskonteringsrate på nul vil værdien af en kommende miljøskaade eller gevinst ikke blive justeret over tid. Det vil derfor være muligt at finde eksempler på fremtidige skader, hvor den nuværende generation skal ofre mange knappe ressourcer og således leve på et eksistensminimum for at forhindre at fremtidige generationer ikke udsættes for en skade.

Dette paradoks har medført, at økonomer har arbejdet med at opstille et bæredygtigt kriterium for fordeling af nytte mellem nulevende og fremtidige personer. Et krav til et sådant kriterium bør være, at hverken nulevende eller fremtidige generationers nytte undertrykkes. Indtil videre er det imidlertid ikke lykkedes at opstille et fuldt tilfredsstillende fordelingskriterium på tværs af tid.

Hyperbolsk diskontering kan derfor opfattes som et pragmatisk forsøg på at løse fordelingsproblemstillingen. Fremtidige personers forbrug eller nytte bliver herved på længere sigt tillagt lidt større værdi end ved traditionel diskontering; men værdien vil under alle omstændigheder gå mod nul.

Som argument for hyperbolsk diskontering er det blevet fremført, at der efterhånden eksisterer omfattende dokumentation for at individer såvel i praksis som i laboratorieforsøg udviser faldende diskonteringsrater. Dette skyldes, at individet er meget optaget af tidsperspektivet på kort sigt og mindre på lang sigt. Forsøgene er oftest opbygget således, at forsøgspersonerne skal vælge mellem "præmier", såsom f.eks. penge eller en lettelse i støjniveauet, ved forskellige tidspunkter. Resultaterne viser, at forsøgspersonerne er mere følsomme overfor en tidsforskydning, der tidsmæssigt er tættere på end længere ude i fremtiden. Dette er ensbetydende med en aftagende diskonteringsrate. Det er imidlertid tvivlsomt, om personers tidsp præferencer over for egne forbrugsmuligheder er et relevant grundlag for fastsættelsen af forbrugsdiskonteringsraten i velfærdsøkonomiske analyser på samfundsniveau.

Usikkerhed mht. størrelsen af den fremtidige alternative afkastrate kan medføre, at der på langt sigt bør lægges en lav alternativ afkastrate til grund for diskonteringen. Argumentet herfor er illustreret i tabel B-2. I eksemplet

antages det for at være lige sandsynligt at afkastraten i fremtiden bliver 2 eller 6 %. Den forventede afkastsrate findes vha. den gennemsnitlige diskonteringsfaktor fremfor blot at være et gennemsnit af de mulige afkastsrater. Herved vil høje afkastsrater vægte relativt mindre end lave afkastsrater, hvilket medfører at den forventede afkastsrate over tid går mod den lavest sandsynlige.

Tabel b-2: Udviklingen i den forventede diskonteringsrate over tid i tilfælde af usikkerhed om diskonteringsratens størrelse.

Rate	Diskonteringsfaktor i periode t					
	1	10	50	100	200	500
2 %	0,98	0,82	0,37	0,14	0,02	0,00
6 %	0,94	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00
Gennemsnitlige diskonteringsfaktor	0,96	0,69	0,21	0,07	0,01	0,00
Forventet diskonteringsrate	4,0	3,8	3,2	2,7	2,3	2,1

### Problemer med aftagende diskontering

Et problem som ofte nævnes i samme åndedrag som aftagende diskontering er problemet med tidsinkonsistens. Tidsinkonsistens hentyder til at en plan, der laves på et tidspunkt, ikke vil blive fulgt på et senere tidspunkt. Det vil med andre ord sige, at projektets nutidsværdi afhænger af det valgte starttidspunkt. Et projekt udviser tidskonsistens, når den relative vægtning af et beløb er ens i forskellige perioder, mens det er tidinkonsistent, når den relative vægtning falder over tid. Et eksempel er vist i tabel B-3. Her fremskrives et beløb med henholdsvis en konstant diskonteringsrate på 10 % og en faldende diskonteringsrate over 5 år. Den relative forskel mellem år 0 og 1 og mellem år 4 og 5 er i begge tilfælde 10% når en konstant diskonteringsrate anvendes. Ved aftagende diskontering falder den relative vægtning over tid.

Tabel b-3: Eksempel med tidskonsistens.

År	0	1	2	3	4	5
Fremskrevet beløb (tidskonsistent)	100	110	121	133	146	161
Relativforskel		10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
Fremskrevet beløb (tidsinkonsistent)	100	110	120	130	135	137
Relativ forskel		10 %	9 %	8 %	4 %	1 %

Traditionelt har tidskonsistens været en ønsket egenskab i forbindelse med velfærdsøkonomiske analyser, men der har på det seneste været stillet spørgsmål hertil. Dette skyldes ikke mindst, at det ikke er svært at finde eksempler på at såvel individer som samfundet udviser tidsinkonsistent adfærd. Tilstedeværelsen af interesseorganisationer og regeringsskift medfører, at der også på et højere niveau kan gives eksempler på denne type adfærd. Det konkluderes derfor ofte, at tidsinkonsistens ikke er mere problematisk end en usammenhængende politik eller ændringer i politikken, der skyldes regeringsskift og eksterne choks.

Der kan dog argumenteres for at på trods af at befolkningen udviser aftagende diskontering betyder dette ikke at regeringen bør handle herefter. Faldende diskonteringsrater kan bruges til at forklare ellers irrationel adfærd som alkoholisme, narkotika afhængighed m.v. Det kan begrundes, at regeringen ikke blot skal korrigere for eksternaliteter, men også skal korrigere adfærd, som er skadelig for den enkelte agent.

Tidsinkonsistens er imidlertid ikke det eneste problem med aftagende diskontering. Et ofte overset problem er, at brugen af aftagende diskonteringsrater ikke løser problemet med en retfærdig fordeling af nytte mellem generationer. Dette problem kan kun, som ved konstant diskontering, løses ved at der opstilles et retfærdighedsprincip.

Et sidste problem er hvilket mønster diskonteringsraten skal falde med over tid. Denne vanskelighed er at sammenligne med spørgsmålet om den rette konstante diskonteringsrate. Problemet er dog af mindre betydning end ved traditionel diskontering, idet nutidsværdien er mindre følsom overfor diskonteringsraten i første periode.

#### Udenlandske anbefalinger

Modsætningen mellem Finansministeriet og Miljøministeriet om diskonteringsmetode og om diskonteringsratens rette værdi er ikke enestående. På verdensplan findes ej heller konsensus om diskonteringsratens størrelse. Tabel B-4 oplister en række landes anbefalinger til brug af diskonteringsrate. Det ses, at Finansministeriets anbefaling ligger i den høje ende i forhold til den diskonteringsrate som anvendes i udladet. Miljøministeriets tilgang er derimod i den lave ende, hvis der ses bort fra forrentningsfaktoren. England anbefaler som det eneste land at bruge en faldende diskonteringsrate over tid ved langvarige projekter. Mange klimatilpasningstiltag vil være af langvarig karakter.

Tabel b-4: Kalkulationsrenter i udvalgte lande.

Land	Kalkulationsrente
USA	3 pct. og 7 pct. sidestillet (Følsomhed med 1% ved projektet med lang tidshorisont)
UK	3½ pct., dog ved langsigtede projekter (over 30 år), gradvist faldende ned til 1 pct.
Sverige	4 pct.
Norge	3 – 6 pct. (afhængig af risiko)
EU	4 pct.