

Transportministeriets klimatilpasningsstrategi



Foto: Finn John Carlsson

Transportministeriets klimatilpasningsstrategi

Udgivet af: Transportministeriet
Frederiksholms Kanal 27
1220 København K

Udarbejdet af: Transportministeriet
ISBN, trykt version: 978-87-91511-02-8
ISBN, netdokument: 978-87-91511-16-5
Tryk: Glumsø Bogtrykkeri A/S
Oplag: 300



Forord

Det globale klima er under forandring. Udledning af drivhusgasser fra menneskelige aktiviteter har og vil fremover fortsat have betydning for udviklingen i klimaet. Der skal derfor både i de kommende år og længere ud i fremtiden arbejdes på at reducere CO₂-udledningen – også i transportsektoren.

Med ”Aftaler om En grøn transportpolitik” fra 2009 har regeringen taget udfordringen op. Med aftalerne er der i alt disponeret ca. 98 mia. kr. fra Infrastruktur-fonden i 2009, der skal anvendes til investeringer i infrastrukturen frem til 2020. To tredjedele af investeringerne skal bruges på at forbedre den kollektive trafik, cyklismen får et historisk løft, og vi fremmer forskning i alternative brændsels-teknologier til biler.

Vi skal samtidig overveje, hvordan Transportministeriets område kan tilpasse sig de klimaændringer, der forventes at komme i fremtiden. Vi skal vide, hvilke ændringer, der vil kunne få betydning for hvilke anlæg i hvilke områder. Og vi skal sætte ind med klimatilpasning på en måde, som sikrer en god samfundsøkonomi.

Usikkerheden om fremtidens klima gør det svært at ramme det rigtige tilpasningsniveau. Især på lang sigt er scenarierne for klimaændringerne upræcise. Derfor er kernen i Transportministeriets klimatilpasningsstrategi, at tilpasning skal afpasses hvert enkelt anlægs levetid. Eksempelvis kan man med relativ kort varsel bygge kystbeskyttelses anlæg, hvilket betyder, at man løbende kan tilpasse kysten til klimaændringerne. For andre anlæg vil levetiden være så lang, at man ikke kan tilpasse det løbende, f.eks. Metroen og den faste forbindelse over Femern Bælt. I de tilfælde må man tilpasse til de mere upræcise langsigtede scenarier, selvom det gør det sværere at tilpasse til rette niveau.

Jeg håber, at Transportministeriets tilgang til klimatilpasning vil kunne inspirere til at tænke strategisk og fleksibelt, når der anlægges og vedligeholdes transportanlæg.

God læselyst!



Foto: Henrik Sørensen


 Hans Chr. Schmidt
 Transportminister

Indhold

1. Indledning og formål.....	9
2. Klimaændringer	15
3. Transportministeriets klimatilpasningsstrategi.....	19
4. Transportministeriets klimatilpasningsindsats	27
4.1. Veje	27
4.2. Jernbaner	29
4.3. Faste forbindelser	30
4.4. Kyster.....	32
4.5. Lufthavne.....	33
4.6. Metro	34

1. Indledning og formål

Transportministeriets infrastrukturanlæg giver mulighed for mobilitet for personer og gods, der skaber værdi for det danske samfund. Sådan skal det også være i fremtiden.

Fremtidens klimaændringer kan medføre, at transportanlæg taber funktionalitet. Det vil få betydning for mobiliteten i samfundet og dermed for den økonomiske udvikling. Udover de samfundsøkonomiske konsekvenser vil det også have betydning for den enkelte borgers udfoldelsesmuligheder. Det er vigtigt for Transportministeriet at kunne fastholde den samfundsmæssige værdi, som mobilitet skaber. Også selvom der kommer ændringer i klimaet.

Tilpasninger til fremtidens klimaændringer skal derfor indtænkes, når man anlægger veje, broer, metroer, jernbaner, når man udvikler kystnære områder, og når eksisterende infrastruktur vedligeholdes. Men det er ikke ligegyldigt, hvordan vi gennemfører klimatilpasningen. Det er vigtigt, at vi tænker os om, så vi hverken over- eller undertilpasser. Tilpasningsindsatsen skal være samfundsøkonomisk rentabel.

Formålet med denne publikation er:

1. At pege på en strategi for klimatilpasning af de meget omfattende anlæg på Transportministeriets område.
2. At illustrere de udfordringer transportsektoren står over for, når klimaet ændrer sig, og vise, hvordan Transportministeriet allerede håndterer en stor del af udfordringerne.

Transportministeriets område har nogle særlige karakteristika, der nødvendiggør en selvstændig strategi med fokus på transportsektorens klimatilpasning. To forhold kan fremhæves.

For det første repræsenterer Transportministeriets eksisterende anlæg en betydelig værdi. De mange kilometer statveje, jernbaner med tilhørende broer, dæmninger og øvrige bygværker, de faste forbindelser over Øresund og Storebælt indeholder en meget stor kapital. Disse anlæg skal også kunne fungere langt ind i fremtiden; en fremtid som omfatter klimaændringer. Hvis ikke man sørger for at

vedligeholde og klimatilpasse vores infrastruktur på et passende tidspunkt, kan vi risikere at miste værdifuld kapital og mobilitet i samfundet.

Det andet karakteristiske forhold er, at Transportministeriet har ansvaret for en vidtforgrenet sektor, der blandt andet omfatter ca. 3800 km. statsveje, godt 3.600 km statslige jernbaner, de faste forbindelser over Storebælt og Øresund, de danske kyststrækninger og mange andre omfattende infrastrukturanlæg. Med så omfattende og forskelligartede anlæg er det særligt nødvendigt at inddrage en levetidsbetragtning og udvise rettidig omhu og økonomisk bevidsthed, når det handler om klimatilpasning. Når man planlægger klimatilpasning, herunder ikke mindst hvad man skal tilpasse sig til, bør man både tage højde for et givent anlægs levetid og dets mulighed for at blive tilpasset til klimaændringerne løbende.

Infrastrukturanlæg består desuden ofte af komponenter med meget forskellig levetid. Her tænkes ikke kun på det samlede anlægs levetid, men også delkomponenternes levetid, som kan være meget forskellig fra hinanden. Den store variation i Transportministeriets anlæg må derfor nødvendigvis afspejle sig i klimatilpasningsindsatsen.

Der er f.eks. stor forskel på muligheden for løbende tilpasning på den kommende faste forbindelse over Femern Bælt og en kyststrækning. Den faste forbindelse over Femern Bælt har en lang levetid og en omfattende, kompliceret konstruktion, der ikke umiddelbart står til at ændre, når forbindelsen er færdigbygget. Ved anlæg med lang levetid, hvor det ikke er muligt at indbygge fleksibilitet, må man derfor i anlægsfasen basere sin tilpasning på de langsigtede scenarier for klimaændringer, selvom deres mindre præcision gør det sværere at ramme det rette tilpasningsniveau. Her vil der således være tale om forebyggende tilpasning.

For anlæg eller komponenter med en lang levetid, kan der også være god mening i at undersøge, om man kan forberede anlægget til fremtidig klimatilpasning, så den kan gennemføres, når det måtte blive nødvendigt. Eksempelvis kan det være rationelt i et nyanlæg at afsætte arealer til regnvandsbassiner, der har en kapacitet, som klimaændringer på lang sigt nødvendiggør. I første omgang anlægger man kun et bassin svarende til det nuværende behov for derefter at udvide det i takt med at behovet måtte opstå.

De danske kyststrækninger er omvendt et godt eksempel på, at man løbende og med relativ kort varsel kan tilpasse til fremtidige klimaændringer. Her er det for-

holdsvist nemt at bygge diger eller styrke kysten med sandfodring, i takt med at klimaet ændrer sig.

På kyststrækningerne kan man tilpasse anlæggene til de klimaændringer, der ventes på kort sigt, f.eks. inden for 10-15 år. Scenarierne for de kortsigtede klimaændringer adskiller sig fra scenarierne for de langsigtede ved, at de er meget mere præcise. Det er ganske enkelt lettere at forudsige klimaændringerne på kort sigt frem for på længere sigt. Det betyder, at det er væsentligt nemmere at ramme det rette tilpasningsniveau, når man har mere præcise scenarier for klimaændringer, som det er tilfældet med scenarierne på kort sigt.

Man skal så vidt muligt forsøge at begrænse sin klimatilpasning til de langsigtede scenarier til de situationer, hvor der ikke er mulighed for en løbende tilpasning. Det betyder, at man kun tilpasser efter de langsigtede scenarier, hvis analyserne har vist, at der ikke er mulighed for have en løbende tilpasning eller etablere mulighed for at tilpasse et anlæg løbende.

Denne tilgang baseret på et anlægs levetid og anlæggets karakteristika betyder, at man nemmere kan finde både det rette tilpasningsniveau og det rette tilpasningstidspunkt. Dermed vil man have et bedre udgangspunkt til at lave klimatilpasning, der er samfundsøkonomisk rentabel. Det er således nødvendigt at være opmærksom på omkostningerne til klimatilpasning sammenholdt med gevinsten af at beskytte et givent anlæg.

Transportministeriets strategi indebærer, at den bedste fremgangsmåde vil kunne være, at man ikke skal tilpasse anlægget til forventede klimaændringer på nuværende tidspunkt. Hvis man løbende kan tilpasse et anlæg til klimaændringer, kan det være fornuftigt at vente med tilpasningen, indtil behovet opstår. På den måde vil man kunne investere i klimatilpasning ud fra mere præcise informationer om fremtidige klimaændringer. Derved reducerer man risikoen for at over- eller underinvestere i klimatilpasning.

Inden for Transportministeriets område er det også vigtigt at skelne imellem nye anlæg og de anlæg, der allerede eksisterer. I klimatilpasningssammenhæng er en af de helt store fordele ved nyanlæg sammenlignet med eksisterende anlæg, at man alt efter anlæggets levetid og karakteristika kan overveje, hvornår det bedst kan svare sig at klimatilpasse. I nogle tilfælde vil der være mulighed for at forberede anlægget til en løbende tilpasning, mens der i andre tilfælde kun er mulig-

hed for at lave en forebyggende tilpasning. Ved den forebyggende tilpasning må man tilpasse anlægget til de klimaændringer, der forventes at komme i anlæggets levetid. Overordnet betyder muligheden for at planlægge klimatilpasningen fra levetidens start, at udgifterne til klimatilpasning kun vil udgøre en mindre del af de samlede omkostninger til anlægsarbejdet.

Vejdirektoratets udfordringer ved planlægning af fremtidige veje

Ved nyanlæg er det muligt i planlægningsfasen at se på de enkelte delkomponenters karakteristika og levetid



og levetid samt de fremtidige påvirkninger på vejene, som de forventede klimaændringer kan medføre. Den samfundsøkonomiske analyse vil kunne vise, hvornår det bedst vil kunne svare sig at lægge udgifterne til klimatilpasning

Gennem at planlægge en række tilpasningsindsatser allerede i anlægsfasen kan det give en større sikkerhed for vejens robusthed over for fremtidige klimaændringer.

Det kan eksempelvis betyde ændringer i vejens linjeføring, så vejen forløber gennem områder, der kan absorbere det regnvand, der afledes fra det omgivende område, eller at vejen etableres i en højde, hvor stigende grundvand og risiko for oversvømmelse reduceres.

Det kan også dreje sig om at tage stilling til størrelsen og dermed kapaciteten af de afvandingssystemer, der skal ligge langs den færdige vej. Når afvandingssystemerne først er anlagt, vil det være meget omkostningsfyldt at udskifte dem, hvis de viser sig at have for lille kapacitet.

For eksisterende anlæg forholder det sig anderledes. Her kan klimatilpasningsindsatsen blive mere bekostelig, fordi det typisk er relativt dyrere at bygge et eksisterende anlæg om. Derfor kan der, hvis det er muligt, være behov for at finde andre mindre løsninger, end at ændre det eksisterende anlæg markant. For yderligere at minimere både de økonomiske og trafikale omkostninger vil det ofte være hensigtsmæssigt at gennemføre klimatilpasning af eksisterende anlæg, når man alligevel er i gang med at vedligeholde et givent anlæg. På den måde undgår man at skulle lave arbejder på infrastrukturanlægget flere gange end højest nød-

vendigt. Dette vil ikke blot kunne være en økonomisk gevinst, men også en gevinst for mobiliteten i samfundet.

Levetidsbetragtningen må suppleres med yderligere to faktorer for at undgå over- eller undertilpasning til klimaændringerne ud fra en samfundsøkonomisk tilgang.

For det første skal man sammenholde omkostningerne til klimatilpasning med behovet for at undgå midlertidige afbrydelser af et anlæg. Der skal både foretages en vurdering af sandsynligheden for og de økonomiske konsekvenser ved klimaændringer sammenholdt med en vurdering af, hvor vigtigt det er at bevare adgangen til det enkelte infrastrukturanlæg.

For det andet skal det vurderes, om klimaændringerne kan medføre varige skader på anlægget, såfremt de ikke imødegås.

Konsekvenserne ved at fravælge tilpasning kan være, at man i perioder må lukke veje og broer, indstille togdriften og flytrafikken – ting som allerede accepteres f.eks. på de store broforbindelser, hvor broerne lukkes ved stærk storm. Det samme gælder for færgetrafik og luftfart. Men konsekvenserne af manglende tilpasning kan også være deciderede skader på infrastrukturanlæggene, som eksempelvis underminering af veje eller jernbaner ved kraftige regnskyl.

Som det fremgår, er mange af udfordringerne håndteret i det nuværende arbejde med klimatilpasning. Klimatilpasning er ikke et nyt fænomen for Transportministeriet.

Den strategi, der præsenteres hér, bygger således på erfaringer fra det nuværende arbejde med klimatilpasning på hele ministeriets område – både for jernbaner, metro, luftfarten, veje samt kyster og havne.

Det næste afsnit handler om, hvilke forhold ved klimaændringerne og vores viden om dem der har betydning for Transportministeriets klimatil-

Foto: Kystdirektoratet



pasningsstrategi. I publikationens tredje afsnit præsenteres Transportministeriets klimatilpasningsstrategi. Endelig vil det fjerde afsnit give et indblik i konkrete nuværende og planlagte tilpasningstiltag på ministeriets område.

Klimaændringerne ventes at fortsætte i lang tid fremover. Derfor slutter Transportministeriets arbejde med klimatilpasning heller ikke med denne publikation. Den strategi, der beskrives her, har nemlig også til formål at sætte rammen for det fremtidige arbejde med klimatilpasning på transport- og kystområdet, så vi også i fremtiden kan give mulighed for mobilitet, der skaber værdi.

2. Klimaændringer

Vores viden om klimaændringerne udvikler sig løbende. Transportministeriets klimatilpasningsstrategi handler derfor ikke om at implementere konsekvenserne af ét bestemt scenarie, men om at udvikle en strategi for klimatilpasning, der kan anvendes uanset, hvordan det konkrete scenarie for klimaændringerne måtte være.

Regeringen har i sin klimatilpasningsstrategi henvist til rapporten fra FNs klimapanel (IPCC) fra 2007. På baggrund af IPCCs rapport har Danmarks Meteorologiske Institut (DMI) beregnet scenarier på både kort og langt sigt for klimaudviklingen i Danmark. Det korte sigt strækker sig fra 2006-2035, mens det lange sigt strækker sig over en periode fra 2071-2100¹. For begge perioder har DMI beregnet scenarier på baggrund af et middellavt (B2) og et middelhøjt (A2) scenarie fra IPCCs rapport.

DMI forventer, at danskerne vil opleve et generelt varmere klima, mere regn om vinteren og mindre regn om sommeren og kraftigere vind. Variationen henover året forventes derved at blive større, end det er tilfældet i dag. Ved kysterne forventer DMI, at havvandstanden vil stige i forhold til normalvandstanden i dag. Også ekstreme stormfloder ventes i fremtiden at være højere, end det er tilfældet i dag.²

Ud fra et klimatilpasningsperspektiv er det især forskellen i præcisionen mellem de kort- og de langsigtede scenarier, som er interessant.

Det kortsigtede scenarie vedrører perioden fra 2006 til 2035. Ændringerne er på kort sigt mindre end på længere sigt. Samtidig er der i scenariet et mindre spænd mellem maksimum og minimum, end ved de langsigtede scenarier. Det betyder, at man kan være mere præcis i sin tilpasning, fordi man mere nøjagtigt kan forudse, hvor og hvornår det er nødvendigt at klimatilpasse.

¹ Perioden 2036-2070 fremgår ikke, da der ikke er beregnet scenarier for Danmark for perioden.

² For at læse mere om DMIs beregninger se http://www.kemin.dk/da-DK/KlimaogEnergipolitik/DanskKlimaogEnergipolitik/Klimatilpasningsstrategien/Documents/klimatilpasningsstrategi_03032008.pdf

Tabel 1 | Forskel i præcisionen af kort- og langsigtede scenarier

	2006 – 2035	2071 – 2100
Årsmiddeltemperatur	+ 0,6–0,7 C	+ 2,2–3,1 C
Vinternedbør	+ 6-8 pct.	+ 18–43 pct.
Sommernedbør	- 2-3 pct.	- 7-15 pct.
Middelvind	+ 1 pct.	+ 2-4 pct.
Max. Stormstyrke	+ 1-2 pct.	+ 1-10 pct.

Kilde: "Strategi for tilpasning til klimaændringer i Danmark", marts 2008

Vender man derimod blikket mod den langsigtede scenarier for perioden 2071 til 2100, stiger usikkerheden om klimaændringernes konsekvenser. DMI forudser, at konsekvenserne af klimaændringerne er større på længere sigt end på kort sigt. Samtidig er der et meget større spænd mellem minimum og maksimumværdierne i de langsigtede scenarier. Kombinationen af større ændringer og større usikkerhed betyder, at det alt andet lige bliver vanskeligere at ramme det rette tilpasningsniveau på lang sigt end på kort sigt.

Klimaændringerne påvirker transportsektoren, men det er ikke alle ændringer, der ventes at få lige stor betydning på tværs af sektoren. Det er i høj grad øget nedbør, havvandsstandsstigninger og stærkere storme, der har indflydelse på infrastrukturen og dermed transportsektoren. Både veje, broer, jernbaner, metro, luftfarten og kysterne ventes at blive påvirket af øget nedbør, mens det kun er veje og jernbaner, der vil blive nævneværdigt påvirket af stigende temperaturer. Havvandstandsstigninger og stærkere storme vil kunne få betydning for hele infrastrukturen i Danmark, luftfarten og kysterne. Ved en stigning i grundvandspejlet vil både veje, jernbaner og metro kunne blive påvirket.

Udover de generelle tendenser for klimaet i Danmark i fremtiden vil Danmark sandsynligvis også opleve hyppigere hændelser med ekstremt vejr, f.eks. kraftigere nedbørshændelser, øget vindstyrke for de kraftigste storme og længere tørkeperioder.



Foto: Kystdirektoratet

Det kan i værste tilfælde betyde, at de vejrhændelser, der i dag kun forekommer hvert 100. år, forventes at forekomme hyppigere i fremtiden, end det er tilfældet i dag. Men ligesom det gør sig gældende med de generelle tendenser for klimaet i Danmark, er der naturligvis også usikkerhed forbundet med at beregne fremtidens ekstreme vejr.

I afsnit 4 vil det nærmere blive vurderet, hvilke konkrete klimaændringer der vil kunne få betydning for Transportministeriets anlæg. Det vil i den forbindelse også blive gennemgået, hvordan Transportministeriet i dag og i fremtiden kan imødegå disse ændringer.

Foto: Finn John Carlsson



3. Transportministeriets klimatilpasningsstrategi

Når de forskellige aktører skal planlægge nye større infrastrukturanlæg, som kan have en levetid, der strækker sig ud over 100 år, står de over for en særlig udfordring. Usikkerheden i IPCCs vurderinger af konsekvenserne af klimaændringer er betydeligt større på langt sigt end på kort sigt.

Som det fremgår af kapitel 1 håndteres usikkerheden om konsekvenserne af klimaændringerne i denne strategi ved at lægge anlæggets levetid og karakteristika samt en skelnen imellem nye og eksisterende anlæg til grund for beslutninger om klimatilpasning. Dette gøres for at sikre mest og bedst mulig klimatilpasning for pengene.

Men det er også vigtigt at analysere, om omkostningerne ved en klimatilpasningsindsats står mål med fordelene. Der er brug for at vurdere mulige konsekvenser af klimaændringerne og sandsynligheden for, at disse konsekvenser finder sted, for at kunne afveje, om fordele står mål med udgifter og ulemper. Med andre ord er der behov for en risikoanalyse. Meget forenklet kan tilgangen beskrives som følger:

Ny viden om klimaændringer og identificering af relevante klimaændringer

Når der kommer nye data og scenarier for klimaændringer, er det første skridt at screene, hvilke konsekvenser ændringen kan have for infrastrukturanlæg og

kystområdet. Screeningen skal tage højde for, hvor stor sandsynligheden er for, at klimaændringerne får indflydelse på et givet infrastrukturanlæg eller et kystområde, og de potentielle skader klimaændringerne vil kunne medføre dér.

Foto: Finn John Carlsson



Jernbaneprojektet København-Ringsted



I forbindelse med VVM-undersøgelsen af projektet om en udvidelse af jernbanekapaciteten på strækningen København-Ringsted har Trafikstyrelsen inddraget en række klimamæssige betragtninger. Der er foretaget en klimavurdering, der viser, at det for strækningen alene er nedbør og afstrømning af vand fra naturlige oplande, der

er nødvendige at tage særlige forholdsregler over for.

Trafikstyrelsen har foreslået, at man laver en klimakonsekvensvurdering, der sker i tre trin: 1) Screening af potentielle klimapåvirkninger, 2) vurdering af omfanget af den potentielle klimapåvirkning og 3) overvejelser og økonomisk vurdering af klimatilpasning.

Nybygningsløsningen er vurderet ud fra havvandsstigninger på 0,5 meter i år 2100 i forhold til den nuværende vandstand. Derudover er der taget højde for, at terrænet i området ligger mere end fem meter over havoverfladen, hvilket betyder, at der ikke foreligger en risiko for oversvømmelse i forbindelse med stormfloder.

Der er også taget højde for klimaændringernes mulige konsekvenser i overvejelserne om rør og grøfter mv. Trafikstyrelsen har undersøgt, om de nuværende beregnings- og dimensioneringsmetoder, der anvendes i de normer, der er gældende for jernbanen – også kaldet banenormerne – er hensigtsmæssige i forhold til klimatilpasning på lang sigt. Trafikstyrelsen anbefaler i forhold til København-Ringsted projektet, at der lægges et klimatillæg på 30 procent ved dimensioneringen for afvanding i forhold til den gældende banenorm, så man tager højde for større nedbørsmængder. I projektet er der således indarbejdet større diameter på rørene og dybere grøfter, så det er muligt at lede vandet hurtigt væk fra banen. Derudover er der taget hensyn til øget vandføring i vandløb ved dimensioneringen af vandløbskrydsninger.

Vurdering af sandsynlighed og økonomiske konsekvenser

I de tilfælde, hvor screeningen har peget på, at klimaændringer kan få betydning, vurderes sandsynligheden for og konsekvenserne af en klimarelateret hændelse for et givet anlæg.

Vurderingen vil indeholde fire hovedelementer: 1) Sandsynligheden for midlertidige afbrydelser/permanente skader på et infrastrukturanlæg, 2) de økonomiske konsekvenser, hvis der opstår en midlertidig afbrydelse eller permanent skade, 3) behovet for at undgå midlertidige afbrydelser af infrastrukturanlægget/ omkostningen ved at reparere permanente skader 4) prisen for at sikre infrastrukturanlægget mod klimaændringerne.

En vigtig del af de økonomiske vurderinger – herunder de samfundsøkonomiske – er fastlæggelsen af realistiske skøn for de omkostninger, som klimatilpasningstiltag vil medføre. Fastlæggelsen af sådanne skøn vil forudsætte en betydelig kortlægning af det sandsynlige omfang af disse tiltag.

Det er klart, at de økonomiske konsekvenser ved klimatilpasningstiltag for henholdsvis nye og eksisterende anlæg vil være forskellige. For nye anlæg er det både nemmere og en relativ lille udgift i forhold til de samlede omkostninger ved etableringen af et nyt anlæg at klimatilpasse. Modsat kan det være noget dyrere at skulle klimatilpasse eksisterende anlæg. For at imødegå dette vil det være en fordel at klimatilpasse et givent anlæg, når man alligevel er i gang med vedligeholdelsesarbejde.

For bedre at kunne vurdere konsekvenserne ved og sandsynligheden for klimaændringerne kan man udarbejde et værktøj, der kan give en indikation af, hvordan man kan prioritere de risici, der skal sættes ind overfor. Figur 1 er en skematisk fremstilling af tilgangen.

På baggrund af skemaet vurderes, hvilke klimaændringer det er nødvendigt at sætte ind over for, og hvilke der ikke giver behov for tilpasning. For alle røde felter bør der laves en plan for, hvordan man får håndteret klimaændringer, mens de gule felter viser, hvad man kan analysere nærmere for at finde frem til, hvorvidt man bør lave en forebyggelsesplan eller plan for reduktion af konsekvenserne ved klimaændringer. De grønne felter viser, hvor der er lav risiko for, at klimaændringer kan skabe problemer, og derfor behøves der ingen umiddelbar reaktion.

Figur 1 | Vurdering af risikofaktor med tilhørende reaktionsmulighed

	Lille konsekvens (Værdi 1)	Medium konsekvens (Værdi 3)	Stor konsekvens (Værdi 5)
Høj sandsynlighed (Værdi 5)	5 (Moderat risiko) Overvej reaktion	15 (Høj risiko) Reaktion og risikostyring	25 (Meget høj risiko) Reaktion og risikostyring
Medium sandsynlighed (Værdi 3)	3 (Lav risiko) Ingen umiddelbar reaktion	9 (Moderat risiko) Overvej reaktion	15 (Høj risiko) Reaktion og risikostyring
Lav sandsynlighed (Værdi 1)	1 (Meget lav risiko) Ingen reaktion	3 (Lav risiko) Ingen umiddelbar reaktion	5 (Moderat risiko) Overvej reaktion

Klimatilpasset design af og VVM-redegørelse for Femern Bælt forbindelse



Den faste forbindelse over Femern Bælt med tilhørende landanlæg konstrueres til at have en levetid på mere end 100 år. Derfor er det vigtigt at inddrage vurderinger af fremtidige klimaændringer.

Femern Bælt A/S, der har ansvaret for projekteringsarbejdet for den faste forbindelse over Femern Bælt, vil inddrage overvejelser om fremtidige klimaændringer. Det gælder både for VVM-processen og i forbindelse med designet af den tekniske løsning (bro eller tunnel).

I VVM-processen vil man forsøge at tage højde for klimaændringernes effekt på blandt andet luft- og vandtemperatur, bølger og nedbør. I designet vil man søge at tage højde for blandt andet vindhastigheder og havvandsstigninger.

I maj 2009 blev der i samarbejde med konsulenter fra DMI og Risø DTU afholdt en workshop med eksperter fra IPCC, og i den forbindelse blev der udarbejdet nogle klimascenarier. Det er disse scenarier, der vil blive inddraget i VVM-processen og i designarbejdet.

Vurdere behovet for adgangen til anlægget

Derudover er det også nødvendigt at sammenholde omkostningerne til klimatilpasning med nødvendigheden af at undgå midlertidige afbrydelser af det anlæg, man ønsker at beskytte. Jo større krav, der skal imødekommes, desto større krav

Foto: Søren Madsen/Sund & Bælt



skal der stilles til tilpasningsindsatsen. For eksempel har man allerede accepteret, at Storbæltbroen og Øresundsbron må lukkes ved kraftigere storme, og at togdriften må indstilles ved f.eks. kraftigt snevejr af sikkerhedsmæssige årsager. Herudover skal man vurdere, om der kan opstå varige skader, hvis man ikke tilpasser anlægget til klimaændringerne.

Fravalg af tilpasning eller beslutning om at klimatilpasse

Ud fra de ovenstående analyser gøres det op, hvorvidt der er behov for at tilpasse et anlæg til klimaændringerne, eller om det bedst kan svare sig at fravælge tilpasningen.

Identificere og vurdere tilpasningsmulighed

Herefter er det nødvendigt at overveje, hvilke tilpasningsmuligheder der foreligger på området. Tilpasningsmulighederne vil naturligvis variere alt efter, om der er tale om nye eller eksisterende anlæg, og om det er anlæg med kort eller lang levetid. De samfundsøkonomiske analyser kan bidrage til at belyse, hvorvidt indsatserne primært bør ligge på anlægssiden med henblik på at minimere den efterfølgende driftsindsats, eller om man vælger at minimere anlægsudgifterne og dermed efterfølgende må forvente en større driftsindsats.

Valg af bedste tilpasningsmulighed

Når de forskellige tilpasningsmuligheder er overvejet, vælges den løsning, der passer bedst til det givne infrastrukturanlægs levetid og værdi.

Tabel 2 nedenfor giver et eksempel på, hvilke tilpasningsmuligheder man kan have til rådighed ved klimaændringer og de risici, der er forbundet hermed.

Tabel 2 | Typer af indsatser i forhold til risici

Indsatsområde	Formål
Forebyggelse	Formålet er at fjerne risikoen for problemer med klimaændringer. Det kan for eksempel ske ved at gøre tingene på en anden måde, placere infrastrukturen i et geografisk område, hvor risikoen for eksempelvis reduceres eller helt fjernes.
Afbødning/reduktion	Formålet er, at man enten nedbringer sandsynligheden for, at problemer med klimaændringer udvikler sig, eller man begrænser indvirkningen på infrastrukturen
Accept	Ved accept tolereres risikoen for, at klimaændringerne får betydning og kan skabe problemer. Enten fordi man på baggrund af sine analyser vurderer, at sandsynligheden for problemer med klimaændringer er små, eller at omkostningerne til tilpasning er så store, at det ikke er samfundsmæssigt rentabelt. Hertil kommer, at man kan være villig til at acceptere klimaændringernes påvirkning på infrastrukturanlæggene og/eller disses tilgængelighed.
Nødplaner	Når der er tale om høj risiko, kan der etableres ”nødplaner”, som beskriver handlinger, der planlægges og organiseres, så de kan igangsættes, hvis risikoen indtræffer.

Udførelse af klimatilpasning og løbende opfølgning

Herefter udføres arbejdet med klimatilpasningen, og det er derefter vigtigt, at der løbende følges op ved at holde øje med de seneste klimaændringer og i givet fald at tilpasse konstruktionerne til de fremtidige ændringer i klimaet. Her er altså tale om en løbende proces, hvor man sørger for at være klar til at sætte ind, når behovet for klimatilpasning opstår.



Foto: Finn John Carlsson

Kystdirektoratets arbejde med risikobegrebet: Digebyggeri ved Dalby Bugt

I de senere år er Kystdirektoratet i stigende grad begyndt at arbejde med et risikobegreb, hvorved man ud fra en økonomisk og sikkerhedsmæssig synsvinkel vurderer, hvorvidt et givet område bør beskyttes. Herefter afgør man, hvilket sikkerhedsniveau der vil være mest hensigtsmæssig at anvende. Ydermere kan risikoen differentieres geografisk, hvilket åbner op for muligheden for differentierede kystbeskyttelsesmæssige tiltag.

Beregning af risiko³

Da man ikke kan vide, hvornår en oversvømmelse vil indtræffe, arbejder man med sandsynligheden for, at en oversvømmelse vil forekomme. I den forbindelse indføres risikobegrebet, hvor størrelsen af risikoen gøres op. Risikoen kombinerer konsekvenserne af en oversvømmelse og sandsynligheden for højvande⁴.

Sandsynligheden for, at en oversvømmelse indtræffer, bestemmes ved hjælp af en højvandsstatistik, som er repræsentativ for det aktuelle område. Hvis et pågældende højvande ikke medfører oversvømmelse af et bagvedliggende område, sættes sandsynligheden til nul.

Konsekvenserne af en oversvømmelse er både de skader, der kan værdisættes i kroner og de skader, som ikke umiddelbart står til at måle. Her tænkes på f.eks. landskabsværdier og kulturarv/kulturskatte.

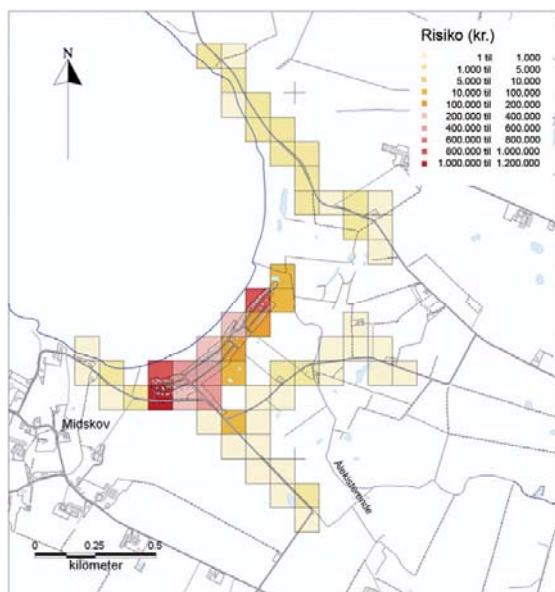
Metoden har blandt andet været anvendt på Dalby Bugt på Nordfyn, der er et naturligt strandengsområde, med sommerhusbebyggelse. Området har været plaget af adskillige oversvømmelser i årenes løb. Grundejerforeningen lod derfor i 2008 bygge et dige omkring bebyggelsen.

³ For at læse mere om risiko og metode for udarbejdelse af samfundsøkonomiske undersøgelser langs de danske kyststrækninger se: http://www.kyst.dk/graphics/Medie_KDI/08_publicationer/tekniske_publicationer/Samfunds%F8konomiske%20analyser/manual.pdf

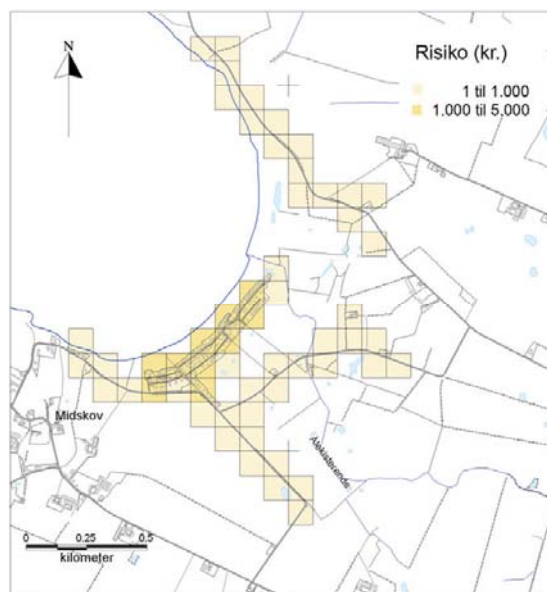
⁴ Risikoen (R) er defineret som summen af en række bidrag, der hver især er produktet af konsekvens og tilhørende sandsynlighed. Konsekvenserne (E_i) er de oversvømmelsesskader, et givet højvande kan beregnes at ville medføre. Sandsynligheden af højvandet P(h_i) bestemmes ved hjælp af en højvandsstatistik for området. Formlen for udregningen er: $R = \sum E_i \cdot P(h_i)$

Ved at kombinere skadesopgørelsen for forskellige middeltidshændelser og vægte dem med sandsynligheden for at de givne højvande indtræffer, kan risici beregnes i forud definerede felter. Dette giver et differentieret geografisk billede af risici og vil kunne danne grundlag for udarbejdelse af risikostyringsplaner. På figurene nedenfor er vist risikokort for situationen før digebyggeriet og efter. Som det ses er der sket en væsentlig reduktion af risici.

Figur 2 | Risikokort.
Ingen digebeskyttelse



Figur 3 | Risikokort.
Med digebeskyttelse



Med forventet havspejlsstigning grundet klimaændringer vil sikkerheden med tiden reduceres. De samme kort, som vist ovenfor, vil kunne udfærdiges for et givet årstal ud i fremtiden. Dette vil kunne illustrere behovet for eventuel senere forstærkning af højvandsbeskyttelsen⁵.

⁵ For en mere udførlig beskrivelse henvises til Kystdirektoratets ”Manual for udarbejdelse af bestemmelser knyttet til den samfundsøkonomiske analyse samt oversvømmelsesdirektivet” med eksemplificering på to udvalgte pilotstrækninger (<http://www.kyst.dk/sw25511.asp>). Her er der foruden Dalby Bugt gennemregnet et eksempel for Løgstør By.

4. Transportministeriets klimatilpasningsindsats

Selvom klimaændringer er kommet højt på den politiske dagsorden inden for de seneste år, har Transportministeriet allerede en del år arbejdet aktivt med at tilpasse sig klimaændringer. Der findes altså allerede eksempler på gode overvejelser og tilpasning til klimaændringerne. I det følgende vil der blive givet eksempler på de udfordringer, der er på Transportministeriets område samt de eksisterende og fremtidige tiltag til klimatilpasning på området.

4.1. Veje

Udfordringer

Øget nedbør kan medføre, at større mængder af regnvand ophober sig på vejbanen og vil kunne øge risikoen for akvaplaning.

Der vil ved stigende grundvandsstand og voldsommere regnskyl kunne forekomme situationer, hvor udsatte steder på vejnettet bliver oversvømmet med lukning af veje til følge. Dette gør sig særligt gældende i kystnære områder.

Øget nedbør, grundvandsstigninger og stigende middelterperaturer kan medføre skader på vejen, hvilket øger risikoen for ulykker og giver vejen en kortere levetid. Ved stærkere storme kan træer og master blokere vejene, som derfor må lukkes midlertidigt.

Nuværende tiltag

En af de største udfordringer er at tilpasse de ca. 3800 kilometer eksisterende statsveje, herunder broer og tunneller på vejnettet til ændringerne i klimaet for at opretholde funktionaliteten. Særligt en forøget udnyttelse af den eksisterende afvandingskapacitet i forbindelse med vejnettet er et centralt og omkostningskrævende område. Dette vil kræve en stor indsats inden for den løbende drift og vedligeholdelse af vejnettet. For at minimere både de økonomiske omkostninger og trafikale gener i forbindelse med klimatilpasningsarbejdet kan man med fordel indtænke tilpasningsindsatsen i det løbende vedligeholdelsesarbejde.

Herudover er der i 2009 gennemført en revision af standarder for dimensionering af vejenes afløbssystemer. Dette betyder, at der allerede nu er forberedt ændringer af forudsætningerne for projektering og udformning af nye veje, således at disse planlægges, så der skabes en større robusthed over for øgede regnmængder.

Fremtidige tiltag

Da veje og vejbroer er anlægstyper, der indeholder komponenter med en relativt lang levetid, er det vigtigt på et tidligt tidspunkt i planlægningen af nye vejanlæg at tage højde for de forventede klimaændringer og de påvirkninger, det kan medføre på anlæggene.

Forud for etableringen af nye vejanlæg og vedligeholdelsen af gamle anlæg kan man overveje, hvilke krav der skal være til fremkommeligheden på en bestemt strækning. Der kan være veje og stier, hvor man lejlighedsvis kan acceptere, at de bliver oversvømmet og lukket, mens centrale strækninger, der fører frem til f.eks. sygehuse, brandstationer og lignende, ikke kan accepteres lukket.

Ved at planlægge tilpasningsindsatser allerede i anlægsfasen kan der skabes en større sikkerhed for vejenes robusthed over for fremtidige klimapåvirkninger. Som nævnt kan det eksempelvis betyde ændringer i vejenes linjeføringer, der sikrer, at vejene løber gennem områder, der kan absorbere regnvandet, der afledes fra det omgivende land. Herudover kan vejene etableres i en højde, hvor stigende grundvand og risiko for oversvømmelse reduceres.

Endelig skal der løbende tages stilling til størrelsen og dermed kapaciteten af de afvandingsystemer, der skal ligge langs den færdige vej.

Forskning og udvikling skal endvidere bidrage til at skabe en større viden om håndtering af klimaændringerne. Gennem udvikling af metoder og materialer tilvejebringes ny viden, der kan udmøntes i konkrete initiativer og indsatser inden for planlægning, projektering, anlæg og drift af veje og broer.



Foto: Finn John Carlsson

4.2. Jernbaner

Udfordringer

Øget nedbør og stigninger i grundvandsstanden kan give problemer med afvandning af jernbanen. Det kan dels føre til jordskred i banestrækningerne, dels opblødning af sporets underbund, som kan resultere i et ustabil spor.

På elektrificerede jernbanestrækninger vil kraftigere storme kunne påvirke køreledninger, og kraftigere vindstød og storme kan føre til, at træer vælter og blokerer jernbanen.

Nuværende tiltag

Omtrent halvdelen af Danmarks jernbanestrækninger løber på jernbanedæmninger. Ved ekstreme nedbørshændelser, der kan forårsage skred i jernbanedæmningerne, er der indført rutiner for øget kontrol af de dæmninger, der vurderes at have risiko for underminering. Ligeledes er der indført en ny varslingsproces, så togdriften stoppes, hvis der er udsigt til problemer.

Ved pludselige vandstandsstigninger har Banedanmark en fast procedure for nedsættelser af hastigheden samt udsendelse af en sporsvagt, der tilser de berørte strækninger. Overordnet er Banedanmark ved at sikre passende afvandingsforhold ved grøfter og dræningsforhold langs Banedanmarks del af jernbanenettet.

Såfremt der er meldt forhøjede vindstyrker, der kan skabe driftsforstyrrelser på køreledningsanlæggene, har Banedanmark en procedure for hastighedsnedsættelser på specifikke steder. Ved langsom kørsel begrænses risikoen for ulykker. Her-

udover fælder og beskærer Banedanmark i øjeblikket træer for at mindske risikoen for stormfald, der kan skade jernbaneanlægget.

Sikringsanlæggene er følsomme over for høje temperaturer, og Banedanmark har derfor sikret anlæggene mod varme ved hjælp af køleanlæg.

Foto: Finn John Carlsson



Fremtidige tiltag

Banedanmarks Signalprojekt, der indgår Transportaftalen fra januar 2009, indebærer blandt andet en udskiftning af samtlige af Banedanmarks sikringsanlæg inden 2021. Med Signalprojektet erstattes de fysiske signaler langs sporet af signaler, der kun vises elektronisk til lokomotivføreren i togets førerrum. Dermed er disse komponenter ikke længere sårbare over for varmepåvirkning.

Ved nyanlæg og opgraderinger af jernbaner er der fokus på linjeføringen og den geografiske placering af et jernbaneanlæg. Som nævnt har Trafikstyrelsen f.eks. foretaget en vurdering af klimaændringernes konsekvenser i forbindelse med opgraderingen af banekapaciteten mellem København og Ringsted. Vurderingen er, at der forventes en stigning i nedbørsintensiteten i de kraftige regnskyl. Det får betydning for dimensioneringen af de dræn og grøfter, der etableres langs banen til opsamling af vand.

På steder, hvor vandløb krydser banen – under en bro eller i en tunnel – kan der være risiko for, at vandet ikke kan løbe hurtigt nok igennem. Derfor bliver det sikret, at der ved realisering af København-Ringsted projektet vil være 30 procent større kapacitet i anlæg til gennemløb og afvanding, end krævet med den norm, der gælder i dag.

4.3. Faste forbindelser

Udfordringer

For de faste forbindelser over Storebælt og Øresund vil en stigning i nedbør kunne betyde, at mængden af regnvand, der skal pumpes op fra dræn i tunneller og vejbaner, vil kunne overbelaste pumpernes kapacitet. Herudover vil det også kunne betyde midlertidig lukning af vejanlæg.

Stigende vandstand kombineret med kraftigere storme vil kunne øge risikoen for oversvømmelse af tunnelanlæg med længerevarende afbrydelse til følge. Kraftigere storme vil kunne betyde, at der oftere må foretages en midlertidig lukning af broerne.

Nuværende tiltag

De faste forbindelse over Øresund og Storebælt er begge af nyere dato og på flere punkter designet med viden om kommende klimaændringer. Det vil sige, at der er indbygget designmarginer, som vil sikre anlæggene i en betydelig årrække fremover. For alle anlæggene gælder desuden, at der hvert 5.-10. år gennemføres en opdatering af risikoanalyser herunder blandt andet analyser af konsekvenser af klimaændringer.



Foto: Gade CO/Sund & Bælt

I forbindelse med øget nedbør og kraftigere storme kan det ske, at broerne må lukkes for køretøjer, eller at der indføres hastighedsnedsættelser, indtil det igen er forsvarligt at åbne for trafikken og sætte hastigheden op. Dette gør sig allerede gældende, og det accepteres, fordi omkostningerne til at sikre broerne mod storm og nedbør (ved f.eks. overdækning af broerne) er for store i forhold til udbyttet af investeringerne.

Fremtidige tiltag

Gældende for begge broer er, at den designmæssige betydning af kraftigere storme vurderes i takt med, at normer og standarder justeres. Det kan betyde, at der kan blive behov for ændringer i anlæggenes konstruktion.

Ved etableringen af Femern Bæltforbindelsen, vil Femern

Bælt A/S ved fastlæggelsen af den endelige tekniske udformning af forbindelsen inddrage overvejelser om fremtidige klimaændringer. For at kvalificere selskabets beslutningsgrundlag har selskabet i samarbejde med konsulenter, DMI og

Risø afholdt en workshop med eksperter, som arbejder for IPCC. Formålet hermed var, at Femern Bælt A/S kunne få de senest opdaterede scenarier for klimaets udvikling i Østersøområdet og Femern Bælt over de næste 100-150 år.

4.4. Kyster

Udfordringer

Stigninger i havvandsstanden kombineret med kraftigere storme vil kunne føre til forøget risiko for oversvømmelse af kystområderne og øget erosion og aflejring i eksempelvis havneindsejlinger.

Øget nedbør vil kunne føre til, at kystskrænter bliver mindre stabile. Herudover vil vandløbenes afstrømning kunne blive forøget, hvilket vil øge risikoen for oversvømmelse i de kystnære områder, hvor vandløbenes udløb er.

Kraftigere storme kan føre til en øget belastning på kajkonstruktioner og besværliggøre laste- og losseoperationer.

Nuværende tiltag

I Danmark har grundejere igennem tiderne udført omfattende kystbeskyttelse i form af diger, høfder, bølgebrydere, skråningsbeskyttelse og sandfodring. Sikkerheden, som denne kystbeskyttelse yder, forventes reduceret i takt med, at vandstanden stiger, og der kommer hyppigere og kraftigere storme. Kystbeskyttelse er meget fleksibel og hurtigt at klimatilpasse. Derfor er der ikke behov for samme langsigtede tilpasningshorisont, som gælder for andre anlæg.

Når der planlægges nyanlæg, eller eksisterende anlæg renoveres på lavtliggende områder eller tæt på en erosionskyst,

Sandfodring ved kysten. Skibet pumper sand ind mod kysten fra en dyse i stævnen



Foto: Kystdirektoratet

anbefaler Kystdirektoratet, at klimaændringerne tænkes ind i lokalplanlægningen.

På kyststrækninger er det den enkelte grundejer, der betaler for kystbeskyttelsen af et område. Dog finansierer staten sammen med kommunerne kystbeskyttelse på udvalgte strækninger langs den jyske vestkyst. De særlige forhold langs den jyske vestkyst har afstedkommet helt ekstraordinære situationer efter indtrufne katastrofer, der har haft voldsomme konsekvenser for lokalbefolkningen og i øvrigt medført store materielle tab i omfattende områder. Ved beslutningerne om at yde tilskud er der også taget hensyn til omkostningerne til kystbeskyttelse set i forhold til befolkningsunderlaget samt til konsekvenserne af at undlade kystbeskyttelse.

Fremtidige tiltag

Klimatilpasning af kystbeskyttelse og havneanlæg bør først foretages efter en samfundsmæssig analyse eller ved anvendelse af lignende beslutningsværktøjer. Kystdirektoratet vil fortsætte udviklingen af sådanne værktøjer til brug på de danske kyster.

Kystdirektoratet vil endvidere fortsætte med rådgivningen af kystgrundejere, kommuner og andre aktører på kystområdet om klimaforhold og indvirkningen på den nødvendige kystbeskyttelse.

4.5. Lufthavne

Udfordringer

De danske lufthavne vil kunne blive påvirket af en forøgelse af havvandstanden, da en del af lufthavnene ligger i en kote omkring eller lidt over havoverfladen. Dette vil kunne føre til oversvømmelse af flyvepladserne i forbindelse med stormfloder.

Kraftigere storme vil kunne påvirke flyvesikkerheden, og det vil betyde lukning af start- og landingsbaner i perioder. Der er dog allerede procedurer for sådanne situationer. Øget nedbør vil kunne betyde en overbelastning for afvandingssystemerne på flyvepladserne, hvilken vil kunne medføre oversvømmelser.

Nuværende tiltag

Ved kraftige storme og oversvømmelse af en lufthavn lukker man start- og landingsbaner i perioder af sikkerhedsmæssige hensyn. Dette er et vilkår for luftfartstrafikken, da der f.eks. ved kraftig sidevind kan være en sikkerhedsmæssig risiko ved starter og landinger. Starter og landinger foretages så vidt muligt imod vindretningen også i tilfælde med kraftig blæst. Der er i sådanne situationer helt klare retningslinjer for, om og hvordan en flyvning skal gennemføres.

Fremtidige tiltag

Statens Luftfartsvæsen vil i forbindelse med de rutinemæssige inspektioner på de danske flyvepladser have fokus på de forventede klimaændringers betydning for de enkelte flyvepladser. Det vil i den forbindelse blive undersøgt, hvilke tiltag flyvepladserne har overvejet, herunder om der er foretaget eller planlægges foretaget risikovurderinger heraf.



Foto: Thomas Bertelsen/Statens Luftfartsvæsen

4.6. Metro

Udfordringer

Et byggeri som en metro vil på åbne strækninger, hvor træer, master mv. kan vælte ned over skinnerne, kunne blive påvirket af kraftigere storme.

Stationerne vil kunne blive påvirket af stigning i grundvandet, der i værste fald vil kunne få stationsboksen til at løsriver sig. Stærkere storme og øget havvandsstigning vil kunne medføre stormfloder, der potentielt kunne oversvømme stationerne.

Alt dette er der dog taget højde for i anlægningen af metroen i København.

Nuværende tiltag

Ved anlæggelsen af den eksisterende Metro og den kommende Cityring er der taget hensyn til forventningerne til det fremtidige klima. Herudover er der alene medregnet de eksisterende klimatilpasningstiltag, der allerede er foretaget i København, og ikke hvad der måtte komme af tiltag i fremtiden. Derfor er tilpasningsniveauet højt sat, og fremtidige eksterne tiltag, som f.eks. etablering af diger og sluser til beskyttelse af København, vil blot forhøje sikkerheden i Metroen yderligere.

De klimatilpasninger, der allerede er lavet, består blandt andet i, at alle åbninger til Cityringen ligger mindst 2,5 meter over havoverfladen. For den eksisterende metro ligger åbningerne mindst 2,25 meter over havoverfladen. Gadeoverfladerne omkring alle åbninger er også udformet således, at afstrømningen under ekstreme regnskyl ikke kan løbe ned i stationer og skakte. Alle underjordiske metrostationer har pumpekapacitet til et såkaldt 1000-års regnskyl. Herudover er der etableret stormflodspor på Nørreport Station og Kongens Nytorv Station. Portene sikrer, at en oversvømmelse af henholdsvis DSBs station og i Magasin ikke berører Metroen.

Foto: Søren Hytting/Metroselskabet



Stationsboksens forankring i undergrunden tager højde for eventuelle stigninger i grundvandet, således at opdriften ikke får stationsboksen til at løsriver sig. Endelig har man fjernet træer og master på Metroens åbne strækninger, så de ikke vælter udover banen i stormvejr, eller også er de under løbende overvågning, så man i faresituationer kan nå at stoppe togdriften.

Fremtidige tiltag

Med de nuværende gennemførte klimatilpasninger vil det være usandsynligt, at klimaændringerne de næste 100 år – med de nuværende scenarier – vil skade infrastrukturen eller driften af Metroen i nævneværdig grad. Det vil dog være muligt at foretage tilpasninger af anlægget ved f.eks. at hæve åbningerne til Metroen, hvis der bliver behov for dette i fremtiden.

ISBN 978-87-91511-02-8

Transportministeriet
Frederiksholms Kanal 27
1220 København K

Telefon 33 92 33 55
Telefax 33 12 38 93
trm@trm.dk
www.trm.dk