

# Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen

Nr. 10 1994

## Miljøanalysemodel for anlægsprojekter

# Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen Nr. 10 1994

## Miljøanalysemodel for anlægsprojekter

Renere teknologi i projekter til bygge- og anlægsarbejder

Praktiserende Arkitekters Råd,  
Dansk Teknologisk Institut,  
Statens Byggeforskningsinstitut,  
Danske Statsbaner,  
Vejdirektoratet,  
Foreningen af Rådgivende Ingeniører

MILJØSTYRELSEN  
BIBLIOTEKET  
STRANDGADE 29  
1401 KØBENHAVN K

Miljøministeriet **Miljøstyrelsen**

Rapporten er udarbejdet med tilskud fra Rådet vedr. genanvendelse og mindre forurenende teknologi.

Det skal bemærkes, at de fremsatte synspunkter ikke nødvendigvis dækkes af Rådet eller Miljøstyrelsen.

# Indhold

## Forord

### 1. Indledning

- 1.1 Miljøministeriets handlingsplan
- 1.2 Miljørigtig projektering
- 1.3 Definitioner

### 2. Miljøstyring

- 2.1 Generelt
- 2.2 Rådgivningsfaser
- 2.3 Miljøprogram
- 2.4 Miljøplan
- 2.5 Miljøstatus

### 3. Anlægsprojekters bestanddele og arbejdsprocesser

- 3.1 Generelt
- 3.2 Anlægstyper
- 3.3 Tekniske bestanddele
- 3.4 Arbejdsprocesser

### 4. Virkemidler over for miljøet

- 4.1 Generelt
- 4.2 Beskrivelser

### 5. Miljøeffekter og -relationer

- 5.1 Centrale begreber
- 5.2 Miljøeffekter
- 5.3 Miljørelationer

### 6. Miljøvurderingsmetoder

- 6.1 Definitioner
- 6.2 Generel metodebeskrivelse
- 6.3 Beskrivelse af opgørelses- og vurderingsmetoder

- 7. Tilgængelig viden
  - 7.1 Lovgivning
  - 7.2 Anvisninger, vejledninger, datakilder og lign.
  - 7.3 Litteratur
  - 7.4 Eksempler og referencer

## **Bilag**

Eksempler på gennemført miljøindsats i anlægsprojekter:

- 1. **Trafikanlæg**
  - 1.1 Generelt
  - 1.2 Motorvej, Herning-Århus
  - 1.3 Landingsbane i Københavns Lufthavn
  - 1.4 Jernbane, Vamdrup-Padborg
- 2. **Forsynings- og afløbsanlæg**
  - 2.1 Generelt
  - 2.2 Ledningskoordinering
  - 2.3 Svær fjernvarmekrydsning med gangbar tunnel
  - 2.4 Udvikling af præisolerede fjernvarmerør
  - 2.5 Overjordisk ledning
  - 2.6 Hensyn til vejtræer

# Forord

Arbejdsrapporten "Miljøanalysemodel for anlægsprojekter" indgår i forprojektet "Renere teknologi i projekter til bygge- og anlægsarbejder", der er et led i Miljøstyrelsens "Delhandlingsplan for renere teknologi- og genanvendelsesindsatsen i bygge- og anlægssektoren 1993-97", oktober 1992.

Formålet med forprojektet er at skabe basis for en reduktion af den miljøbelastning, der følger af bygge- og anlægsvirksomhed.

Forprojektet, der har fået arbejdstitlen "Miljørigtig projektering", er gennemført i 1993 som et samarbejde mellem organisationerne Praktiserende Arkitekters Råd (PAR), Dansk Teknologisk Institut (DTI), Statens Byggeforskningsinstitut (SBI), De Danske Statsbaner (DSB), Vejdirektoratet (VD) og Foreningen af Rådgivende Ingeniører (F.R.I.).

I forprojektet indgår følgende publikationer:

- o "Miljøanalysemodel for anlægsprojekter", Arbejdsrapport, december 1993.
- o "Miljøanalysemodel for byggeri", Arbejdsrapport, december 1993.
- o "Miljøinformation om byggevarer", Arbejdsrapport, december 1993.
- o "Miljørigtig projektering", udkommer februar 1994.

De tre arbejdsrapporter, der er udarbejdet af selvstændige arbejdsgrupper, har dannet grundlag for "Miljørigtig projektering", der er udarbejdet som en håndbog. Den beskriver en struktureret indsats i et projekteringsforløb, hvor miljøhensyn vurderes i forhold til de øvrige krav, der stilles til bygge- og anlægsprojekter. Systematikken baserer sig på det eksisterende, gennemprøvede faseforløb for rådgivning. Det er hensigten i årene 1994-96 at afprøve metodikken og derpå revidere håndbogen.

Nærværende arbejdsrapport "Miljøanalysemodel for anlægsprojekter" er udarbejdet af en arbejdsgruppe bestående af:

Claus Pilvang N&R Consult A/S (Formand)	Ledningsanlæg Miljøvurdering
Johannes Vindum Møller & Grønberg AS	Landskabsarkitektur
Kurt Bech Cowiconsult AS	Vejanlæg Broer
Ole Kirk Vejdirektoratet	Vejanlæg
Peter V. Kristensen DSB	Broer
Svend Tantholdt Rambøll, Hannemann & Højlund A/S	Ledningsanlæg
Jørn Jensen Hostrup-Schultz & Sørensen A/S	Havne- og kystanlæg
Ulrik Winge DSB	Miljøvurdering
Kirsten P. Jørgensen Carl Bro as	Miljøvurdering

Desuden har følgende personer ydet væsentlige bidrag til opgaveløsningen:

Anders Dyrelund Rambøll, Hannemann & Højlund A/S	Ledningsanlæg
Jørgen Vineke Carl Bro as	Miljøvurdering

Arbejdsgruppen har fremlagt sine resultater for en følgegruppe bestående af:

Jette Skaarup (formand)	Miljøstyrelsen
Jesper Raad Petersen	Miljøstyrelsen
Lars Søborg	Miljøstyrelsen
Ib Steen Olsen	Bygge- og Boligstyrelsen
Pia Søberg	Bygge- og Boligstyrelsen
Ninna Borre	Undervisningsministeriets Byggedirektorat
Erik Christophersen	Statens Byggeforskningsinstitut
Jens Martin Eiberg	BPS-centret
H.E. Hansen	Danmarks Ingeniørakademi
Jørgen Honoré	Dansk Teknologisk Institut
Lars Jensen	Direktoratet for Arbejdstilsynet
Niels-Arne Jensen	Danmarks Tekniske Højskole
Ole Kirk,	Vejdirektoratet
Ulla Kristensen	Kommunernes Landsforening
Flemming Larsen	Elinstallatørernes Landsforbund
Ole Højer Mathiesen	Dansk VVS-installatør Forening
Vagn Nielbo,	Energistyrelsen
Kjeld Almer Nielsen	Entreprenørforeningen
Jens Nørgaard	Dansk Industri
Susanne Prahm	Byggeteknisk Højskole
Erik Reitzel	Det Kgl. danske Kunstakademis Arkitektskole
Merete Schmidt	Novo Nordisk Engineering
Niels Strange	Byggeriets Arbejdsgivere
Christoffer Svendsen	Erhvervsfremmestyrelsen
Frank Thaulow	Specialarbejderforbundet
Niels Tobiassen	BAT-kartellet
Søren Tang Ørnebjerg	Københavns Almindelige Bolig- selskab

Forprojektet "Miljørigtig projektering" er ledet af en projektgruppe bestående af:

Allan Christensen (formand)	O.H. Brødsgaard A/S
Bjarne Chr. Jensen (projektleder)	Carl Bro as
Mette Lis Andersen	DSB
Klaus Hansen	Statens Byggeforskningsinstitut
Bjørn Kleist	Kieler Architects ApS
Henrik Kærgaard	COWIconsult AS
Ove Neumann	KHR A/S Arkitektfirma
Claus Pilvang	N&R Consult A/S



Flemming Tram  
Jørn Tredal

Bent Hald  
(faglig sekretær)

Dansk Teknologisk Institut  
Rambøll, Hannemann &  
Højlund A/S  
A.J. Moe A/S

Forprojektet har fået støtte på i alt 3,23 mio. kr. fra Rådet vedrørende genanvendelse og mindre forurenende teknologi. Endvidere har Bygge- og Boligstyrelsen ydet et tilskud på 85.000 kr. til forprojektet.

Heraf er 1 mio. kr. anvendt til finansiering af DTI's indsats og 340.000 kr. er anvendt til finansiering af SBI's indsats. Det resterende beløb på 1,89 mio. kr. er anvendt til delvis finansiering af de deltagende arkitekt- og rådgivende ingeniørfirmaers indsats - firmaerne har som minimum leveret en egenfinansiering på 33%. DSB og Vejdirektoratet har finansieret egen indsats fuldt ud.

# 1. Indledning

For at fremme forståelsen for projektets formål samt skabe bedre grundlag for disponering af arbejdet og dets resultat er der i det følgende citeret formåls-beskrivelser fra de væsentligste dokumenter, der ligger til grund for projektet.

## 1.1 Miljøministeriets handlingsplan

Af Miljøministeriets "Handlingsplan for renere teknologi 1993-97" af juni 1992 fremgår:

"Der skal anlægges en samlet miljømæssig vurdering af alle forhold i forbindelse med fremstilling af en vare, forbrug af varen og ved den endelige bortskaffelse af denne som affald."

"Styrkelse af miljøindsatsen sker bl.a. ved, at renere teknologi indføres som et bærende element i miljøbeskyttelsen."

"Ved renere teknologi forstås, at forurening og affald som følge af fremstilling, anvendelse og bortskaffelse af produkter søges elimineret eller begrænset mest muligt så tæt ved kilden som muligt. Dette medfører, at man ændrer produktet eller fremstillingsprocessen således, at den samlede belastning af miljøet fra samfundets stof- og materialekredsløb reduceres mest muligt."

"Den fremtidige miljøindsats må rettes mod forbruget og bortskaffelse af produkter dels for at begrænse den direkte miljøbelastning fra forbrug og affaldsbehandling og dels for at begrænse forbruget af ressourcer."

"Livscyklusanalyser anvendes til at foretage vurderinger af stoffers, materialers og produkters samlede miljøbelastning og ressourceforbrug. Analyserne viser, hvor der mest effektivt kan sættes ind med forebyggelse. Det er nødvendigt at videreudvikle metoderne for livscyklusanalyser samt metoder til sammenligning og vurdering af livscyklusanalyser i forbindelse med valg, regulering m.v. af stoffer og produkter (såkaldt livscyklus-management)."

"Der vil altid i forbindelse med fastlæggelse af funktionskrav for produkter, og også i forbindelse med konstruktion og design, blive afgjort en lang række forhold af miljømæssig betydning både i produktionsfasen og forbrugsfasen."

I en delhandlingsplan skitseres et udviklingsprogram, hvis langsigtede mål er dels at påvirke bygge- og anlægsbranchen til at tænke i renere teknologi-baner, og dels at udvikle redskaber, der kan anvendes af sektoren til at formindske ressourceforbrug og miljøbelastning.

## 1.2 Miljørigtig projektering

Af F.R.I's projektansøgning af 1. december 1992 fremgår:

"Formålet er at skabe de bedst mulige forudsætninger for reduktion af miljøbelastningen fra bygge- og anlægsbranchen."

"Der satses ikke på bestemte, kvantitative forbedringer af forholdene, men på at skabe forudsætningerne for en fortsat udviklingsproces henimod en stadigt mere miljørigtig praksis og stadigt flere renere teknologiløsninger på området, herunder at øge genanvendelsen."

"Målet er på længere sigt at udvikle et helhedssyn på bygge- og anlægsprojekter, der blandt andet skaber en efterspørgsel efter miljøvenlige byggevarer og -produkter og gør renere teknologi-tankegangen til en naturlig del af alle faser i byggeriets livsforløb."

"Resultatet af forprojektet vil være, at der er udarbejdet en miljøanalysemodel, som kan danne baggrund for en miljømæssig vurdering af bygge- og anlægsprojekter gennem hele deres levetid."

"I det efterfølgende hovedprojekt vil analyseredskabet, efter gennemførelse af efterfølgende demonstrationsprojekter og indbygning af erfaringer fra disse, blive udgivet som et projekteringsredskab, en art "Miljø Ståbi".

Miljøvurdering for følgende indledende faser i et anlægsprojekts livscyklus forudsættes at kunne inddrages fra miljødeklarationer for de enkelte anlægsvarer:

- Råstofudvinding og forarbejdning til råmateriale
- Fremstilling af anlægsvarer

Vurderingerne i nærværende miljøanalysemodel omfatter således følgende faser i et anlægsprojekts livscyklus:

- Udførelse og ændringer
- Drift og vedligehold
- Nedrivning og bortskaffelse

### 1.3 Definitioner

Der anvendes følgende definitioner, som er i god overensstemmelse med DS/INF 75 (= BS 7750) om miljøstyring i virksomheder og DS/ISO 9000-serien om kvalitetsstyring:

- **Miljørelationer**  
Praktisk opdeling af de miljøpåvirkninger et projekt kan medføre i én eller flere faser i sin livscyklus.
- **Miljøeffekter**  
Teoretisk, systematisk enkelt-opdeling af effekterne af de miljørelationer, der kan forekomme.
- **Miljøprogram**  
Resultatet af en systematisk overordnet kortlægning af et projekts miljørelationer og -effekter, prioritering af miljøeffekterne og angivelse af projektets miljømålsætning.
- **Miljøplan**  
Plan for de vurderinger af virkemidler og miljørelationer, der skal gennemføres i de enkelte rådgivningsfaser.
- **Miljøstatus**  
Evaluering af hidtidige miljøvurderinger ved afslutning af hver rådgivningsfase og revision af miljøprogram og miljøplan i overensstemmelse hermed.
- **Miljøvurderings-metoder**  
De analyseredskaber, databaser, opslagsværker m.v., der anvendes for at vurdere miljøbelastningen fra de enkelte miljørelationer samt forbedringerne heraf v.h.a. virkemidlerne.
- **Virkemidler**  
De tiltag, der kan gennemføres for at formindske miljøbelastninger.



## 2. Miljøstyring

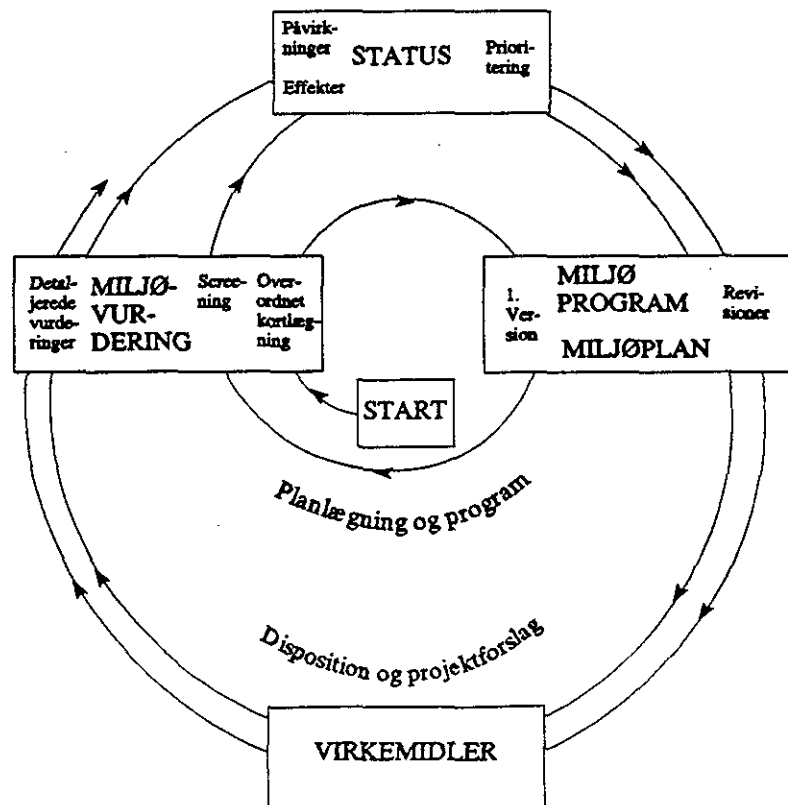
### 2.1 Generelt

Generelt skal projekter gennemføres indenfor de aftalte økonomiske og tidsmæssige rammer og svare til de for projektet opstillede specifikationer. Sidstnævnte omfatter foruden brugerkrav og myndighedskrav også god rådgivningsskik i forbindelse med valg af miljørigtige løsninger.

Nærværende rapport er primært udarbejdet med henblik på den faglige varetagelse af rådgivning omkring miljørigtig projektering.

Ligesom der i et projekt skal være god økonomi- og tidsstyring omfatter miljørigtig projektering også styring af miljøindsatsen. Med miljøstyring forstås en projekteringspraksis, der for det konkrete projekt opstiller miljømæssige målsætninger, beskriver hvilket arbejde, der skal gøres for at efterleve disse, og sikrer, at miljøindsatsen efterfølgende kan dokumenteres.

I figur 1 er anført en skitse af miljøstyringens cirkel-forløb.



Figur 1  
MILJØSTYRING

Miljøstyring af et projekt gennemføres efter samme principper som miljøstyring af virksomheder (jf. bl.a. DS/INF 75) og kvalitetsstyring generelt (jf. bl.a. DS/ISO 9000-serien).

Miljøstyringen af et projekt skal fungere i samspil med normal projekteringspraksis. Det vil sige at miljøstyringen skal integreres i de rådgivningsfaser et projekt gennemløber fra idé til udførelse.

I de følgende afsnit defineres rådgivningsfaserne og det anføres, hvilken type miljøindsats, det er relevant at gennemføre i de enkelte rådgivningsfaser.

Endvidere anføres de centrale dele af miljøstyringen, som omfatter opstilling af miljøprogram og miljøplan i projektets planlægnings- eller programfase samt udarbejdelse af miljøstatus i forbindelse med de senere rådgivningsfaser.

## **2.2 Rådgivningsfaser**

Rådgivningsfaser har ikke samme definition i forskellige regi'er.

DSB og Vejdirektoratet har defineret rådgivnings-/projektfaser med en større detaljeringsgrad og delvis anden terminologi end F.R.I anvender i sine ydelsesbeskrivelser.

F.R.I's ydelsesbeskrivelser for henholdsvis byggeri og anlæg anvender imidlertid heller ikke identiske faseopdelinger.

Det er vedtaget i det følgende - dvs. ved miljøanalysemodellen for anlægsprojekter - at tage udgangspunkt i F.R.I's "Ydelsesbeskrivelse. Anlæg" af februar 1990 og anvende følgende faseopdeling:

### **2.2.1 Planlægning og program**

Under planlægningen vurderes projektideen og overordnede alternativer.

Programmet er en sammenfatning og koordinering af bygherrens krav til anlægsarbejdet, herunder krav til udvidelses- og ændringsmuligheder.

*I disse faser udarbejdes miljøprogrammet og miljøplanen, herunder den overordnede kortlægning og prioritering af miljørelationer og -effekter.*

### **2.2.2 Dispositions- og projektforslag**

Dispositionsforslaget er et - bl.a. ud fra en teknisk, økonomisk, æstetisk og miljømæssig vurdering - motiveret forslag til opgavens løsning ud fra det foreliggende program. I motiveringen for forslaget skal indgå vurderingen af relevante alternative muligheder.

Dispositionsforslag anskueliggøres ved principbeskrivelse med teknisk vurdering.

Projektforslaget er en videre bearbejdelse af det godkendte dispositionsforslag i en sådan grad, at alle for projektet afgørende beslutninger er truffet og indgår i forslaget.

Den endelige indpasning af anlægget i en eventuel større helhed skal være fuldført.

Projektet fremlægges således, at alle væsentlige punkter er belyst kvalitativt og kvantitativt.

*I disse faser udføres miljøundersøgelser og miljøvurderinger af de væsentligste miljørelationer og virkemidler samt udvalgte, prioriterede anlægsdele og materialer.*

### **2.2.3 Hovedprojekt**

Hovedprojektet fastlægger alle opgavens elementer entydigt og med en sådan detaljeringsgrad, at det kan danne grundlag for indhentning af tilbud, for kontrakt og for udførelse.

Hovedprojektet udarbejdes på grundlag af det godkendte projektforslag og kommer til udtryk i oversigtstegninger, detailtegninger m.v. samt beskrivelser, der redegør for krav til materialer og udførelse.

*I denne fase udarbejdes specifikation for entreprenørens og tilsynets miljøindsats under projektets udførelse samt for bygherrens miljøindsats under projektets drift.*

## **2.3 Miljøprogram**

Det er meget væsentligt at miljøindsatsen påbegyndes tidligt, dvs allerede fra de første funktionsbeskrivelser af det pågældende anlæg. Dette gøres ved allerede i planlægnings- eller programfasen at opstille projektets miljøprogram. Et miljøprogram omfatter:

- Resultatet af kortlægningen
- Prioritering
- Målsætninger

### **2.3.1 Kortlægning**

Kortlægningen omfatter alle projektets tænkelige miljørelationer i hele anlæggets livsforløb samt de effekter på miljøet dette kan føre til.

I kapitel 5 er anført nøjere definitioner og beskrivelser af miljørelationer og -effekter.



Retningslinier for udarbejdelse af kortlægningen er beskrevet i kapitel 6.

### **2.3.2 Prioritering**

Kortlægningen er grundlag for en prioritering af miljøeffekterne. En sådan prioritering kan baseres på erfarne miljøfagfolks vurderinger eller på mere eller mindre systematiske scoringssystemer. Det anbefales kun at anvende scoringssystemer med forsigtighed, da disse ofte giver vurderingerne et mere objektivi t præg, end rimeligt er. Derimod bør der argumenteres verbalt for den valgte prioritering, evt med angivelse af de nødvendige forbehold og forudsætninger.

Resultatet af prioriteringsdelen af miljøprogrammet er en oversigt over de miljøeffekter, der skal imødegås i projektet - og dermed af hvilke miljørelationer, der skal arbejdes med.

### **2.3.3 Målsætning**

For hver prioriteret miljøeffekt skal der opstilles en målsætning, som projektet skal leve op til. Målsætningen skal naturligvis som minimum holde sig indenfor lovgivningens rammer, men bør også omfatte:

- byherrens miljøpolitik
- fremtidsikring
- god miljøetik

## **2.4 Miljøplan**

Det andet vigtige udgangspunkt for rådgiverens miljøindsats er opstilling af en miljøplan, der også udarbejdes i projektets planlægnings- eller programfase.

Miljøplanen er baseret på miljøprogrammet og beskriver:

- miljøorganisation
- virkemidler
- i hvilke(n) rådgivningsfase der arbejdes med de enkelte miljørelationer
- vurderingsmetoder
- myndighedsamarbejde
- dokumentation

### **2.4.1 Miljøorganisation**

Der er naturligvis stor forskel på hvordan miljøarbejdet skal organiseres i forskellige anlægsprojekter. Det afhænger bl.a. meget af projektets størrelse og type.

Det er under alle omstændigheder vigtigt, at miljø er synligt i projektorganisationen og at organiseringen sikrer, at der kan ske

en vekselvirkning mellem miljøarbejdet og det egentlige projekteringsarbejde. Miljøarbejdet berører alle fagområder.

#### **2.4.2 Virkemidler**

Miljøplanen skal også fastlægge hvilke overordnede virkemidler, der skal tages i anvendelse for at nå miljømålsætningerne, mens detaljeret behandling af virkemidler indgår i den tekniske projektering.

Virkemidler er nærmere behandlet i kapitel 4.

#### **2.4.3 Miljørelationer i de enkelte rådgivningsfaser**

At opstille en miljøplan kræver ikke blot overblik over miljøområdet, men også ret nøje kendskab til, hvor i projekteringsforløbet forskellige typer af beslutninger træffes, og hvornår miljørelationen har betydning for disse beslutninger.

Ligesom anlæggets bestanddele og rådgivningsfaser kun sjældent følges ad er det også urealistisk at fremkomme med en præcis anvisning på i hvilke rådgivningsfaser en bestemt miljørelation skal behandles.

Der er dog en række generelle retningslinier som er nærmere beskrevet i kapitel 5.

#### **2.4.4 Vurderingsmetoder**

Allerede i miljøplanen kan det være hensigtsmæssigt på et overordnet niveau at overveje hvilke metoder man vil anvende til miljøvurderinger. Vurderingsmetoder er nærmere behandlet i kapitel 6.

#### **2.4.5 Myndighedssamarbejde**

Et godt og tillidsfuldt myndighedssamarbejde er centralt for et projekts gennemførelse. Det er endvidere af stor betydning, at den nødvendige myndighedskontakt identificeres og igangsættes så tidligt som muligt. De miljølove, der har betydning for anlægsarbejder, er beskrevet i kapitel 7. Man skal regne med en vis behandlingstid for ansøgninger til myndighederne.

#### **2.4.6 Dokumentation**

En vigtig del af miljøstyringen er dokumentation af om de opstillede mål er opfyldt. Miljøplanen skal indeholde en beskrivelse af - evt ved integration i kvalitetsikringen - hvordan det sikres at denne dokumentation etableres gennem projektet, evt ved brug af referenceobjekter, checklister m.v.

## 2.5 Miljøstatus

Miljøprogram og miljøplan er ikke statiske, men kan hele tiden ændres efterhånden som projektet tager form og nye problemstillinger erkendes eller forudsætninger ændres. Derfor bør såvel miljøprogram som miljøplan revideres i slutningen af hver projekteringsfase.

Dette kaldes en miljøstatus, som omfatter:

- beskrivelse af det miljøarbejde, der er udført i fasen fordelt på vurderinger og virkemidler
- status for myndighedssamarbejde
- evt. reviderede prioriteringer og målsætninger i miljøprogram
- evt ændringer i miljøplan

# 3. Anlægsprojekters bestanddele og arbejdsprocesser

## 3.1 Generelt

Vurdering af et projekts miljørelationer omfatter både de enkelte tekniske bestanddele og de arbejdsprocesser, der knytter sig til udførelsen, driften og nedrivningen.

I afsnit 3.2 er anført de anlægstyper, som omfattes af nærværende rapport.

I afsnit 3.3, er anført en nedbrydning af de valgte anlægstyper tekniske bestanddele i detaljeringsniveauer.

I afsnit 3.4 er anført de væsentligste arbejdsprocesser i anlæggets tre sidste livscyklusfaser.

De anførte oversigter er at betragte som "tekniske" huskelister, der skal hjælpe til at sikre, at væsentlige miljørelationer ikke overses.

Der kan således ikke anføres faste retningslinier for hvilke bestanddele og arbejdsprocesser, der skal miljøvurderes samt med hvilken detaljeringsgrad.

## 3.2 Anlægstyper

Ved udarbejdelsen af miljøanalysemodellen er det på den ene side relevant at inddrage et relativt bredt udsnit af anlægstyper - på den anden side er det nødvendigt at begrænse sig, således at modeludviklingen ikke bliver opslugt af de mange anlægsdele.

Det er besluttet på forhånd at fravælge følgende anlægstyper:

- Varmeværker, kraftværker, vandværker, renseanlæg, lossepladser og lign.
- Industri-/procesanlæg

Af F.R.I's "Ydelsesbeskrivelse. Anlæg" af februar 1990 fremgår følgende anlægstyper:

- Trafikanlæg
- Forsyningsanlæg
- Afløbsanlæg

- Kulturtekniske anlæg
- Idrætsanlæg

Det er besluttet at tage udgangspunkt i ovennævnte hovedopdeling, og i nærværende miljøanalysemodel at beskæftige sig med følgende anlægstyper:

- *Trafikanlæg*
  - *Veje excl. broer*
  - *Broer over land*
- *Forsynings- og afløbsanlæg*
  - *Fjernvarme*

### 3.3 Tekniske bestanddele

I figur 2, 3 og 4 er anført nedbrydning i tekniske bestanddele med stigende detaljeringsgrad af følgende anlægstyper:

- Trafikanlæg - veje excl. broer
- Trafikanlæg - broer over land
- Forsynings- og afløbsanlæg - fjernvarme

Vejanlæggene omfatter de typer, som i dag eksisterer. Det kan være lige fra motorveje til grusbelagte kommuneveje med meget lidt trafik.

Broer omfatter i første omgang kun anlæg, der er bygget på land.

Forsynings- og afløbsanlæg defineres i denne forbindelse som de anlægskonstruktioner, der forbinder en eller flere afsendere (producenter) med en eller flere modtagere. Ledningsanlægget består generelt af strækningsanlæg (kanal, rør eller ledning) og punktanlæg (pumpestation, ventilkamre, brønde m.v.), der er fordelt langs strækningsanlægget.

Der forekommer følgende typer ledningsanlæg:

- Afløb
- Vandforsyning
- Elforsyning
- Varmeforsyning
- Gas- og olieforsyning
- Kommunikation
- Fællesledninger

De fleste ledninger befinder sig i vej- eller fortovsarealer i byerne.

I nogle af de mest trafikerede veje er endog de fleste af de nævnte ledningsanlæg repræsenteret.

Alle de nævnte ledningstyper vil, med mindre der er særlige fællesanlæg, blive nedgravet på traditionel vis i vej- eller fortovsareal. Der er altså fælles problemer, som kan betragtes generelt med henblik på en miljømæssig vurdering.

Hver ledningstype kan nedbrydes i tekniske elementer, der kan rangordnes i niveauer. Da de fleste ledninger har det til fælles, at de graves ned i vejarealer, vil det være hensigtsmæssigt at operere med følgende hovedopdeling:

- Ledningsanlægget
- Jord/fyld
- Belægning

Ledningsanlægget kan endvidere som nævnt tidligere opdeles i:

- Strækningsanlæg
- Punktanlæg

Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
Vejanlæg	Strækingsanlæg	Vejkasse	Afmærkning Stiv belægning Semistiv belægning Fleksibel belægning Ubunden belægning
		Underbygning	Funderingsmaterialer
		Afvanding	Dæksel Brønd Rør
		Bygværker	Dæksel Væg Bund Fundament
		Autoværn	Scepter Afvisningsdel
		Signalanlæg	Lanterne Stander Styreskab Elforsyning Kabelrør Fundament
		Vejskilte	Armaturl Skilt/Tavle Bjælke Søjle Fundament
		Støjskærm	Skærm Søjle Fundament
		Beplantning	Græs Blomst Busk Træ
		Belysning	Armaturl Søjle Fundament Kabelrør
	Nødtelefon		
	Punktanlæg	Rasteplads Rundkørsel Benzinstation Vejkryds	Niveau-opdeling som for strækingsanlæg
	Tilgrænsende anlæg	Broer og underføringer Dæmningsanlæg Ledningsanlæg i vejkassen Krydsende ledninger	

**Figur 2**  
**Trafikanlæg - veje excl. broer**  
**TEKNISKE BESTANDDELE**

Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
Bygværk	Underbygning	Fundament og understøt	Pæl Endefundament Mellemfundament Trykstang Bundplade Spunsvæg Endeunderstøtning Mellemanderstøtning Væg Søjle Søjleæg Fløje, udbygning Beklædning Korrosionsbeskyt.
		Lejekonstruktion	Leje Lejeplint
		Nabokonstruktioner	Skråning Trappe Vandløb Faskine Spuns Støttevæg
		Afløb og udstyr	Afløb, ubygning Belysning Signaler
	Overbygning	Bærende overbygning	Broplade/dækplade Hovedbjælke Længdebjælke (sekun) Tværbjælke/gitter Endetværbjælke Kantbjælke/kantplade Kassekrop Kassebund Voute Knudeplade Overflange Krop/kropplade Underflange Vertikaler Diagonaler Hoved Horisontalgitter Vertikalgitter Afstivninger Fod Lejeafstivninger Sætningsplade Fløje Korrosionsbeskyt.
			Vejbane/jernbanekonstruk.
		Autoværn og rækværk	Autoværn Rækværk Hegn
		Afløb og udstyr	Afløb Dryprør Belysning Signaler
		Fugtisolerings	
		Tilgrænsende anlæg	Dæmninger Overførte ledninger

**Figur 3**  
**Trafikanlæg - broer over land**  
**TEKNISKE BESTANDDELE**



Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
Ledningsanlæg	Strækingsanlæg	Præror, stål/plast	Præfab. rør Fastspænding Samlinger Fittings Dræn Fyld Belægning
		Præror, plast/plast	
		Stål/stål system	
		Betonekanal	Kanalkonstruktion Dræn Fyld Belægning
		Overjordisk ledn.	
		Betontunnel	
	Punktanlæg	Pumpestation	Betonkonstrukt. Pumper Ventiler Elforsyning SRO-anlæg El-anlæg Isolering Dræn Fyld Belægning
		Ventilkammer	Betonkonstrukt. Ventiler Stålrør Isolering Dræn Fyld Belægning
	Tilgrænsende anlæg	Veje Andre ledninger	

**Figur 4**  
**Forsynings- og afløbsanlæg - fjernvarme**  
**TEKNISKE BESTANDDELE**

### 3.4 Arbejdsprocesser

I figur 5 er anført typiske hoved-arbejdsprocesser ved de 3 sidste af et anlægs livscyklus-faser:

- udførelse og ændringer
- drift og vedligehold
- nedrivning og bortskaffelse

Livscyklusfaser	Arbejdsprocesser
Udførelse og ændringer	<ul style="list-style-type: none"><li>• Trafik- og afmærkningsforanstaltninger</li><li>• Byggeplads</li><li>• Opbrydning, bortkørsel, deponering</li><li>• Forberedende el-, vand- og afløbsarbejder</li><li>• Beton- og stålarbejder</li><li>• Transport</li><li>• Affaldshåndtering</li><li>• Belægnings- og retableringsarbejder</li></ul>
Drift og vedligehold	<ul style="list-style-type: none"><li>• Forsynings- og driftsmidler<ul style="list-style-type: none"><li>- vand, energi, råstoffer, etc.</li><li>- materiel</li></ul></li><li>• Vedligehold<ul style="list-style-type: none"><li>- generel vedligehold</li><li>- reparationer omfattende "Udførelse og ændringer"</li></ul></li><li>• Renholdelse</li><li>• Affaldshåndtering</li></ul>
Nedrivning og bortskaffelse	<ul style="list-style-type: none"><li>• Trafik- og afmærkningsforanstaltninger</li><li>• Byggeplads</li><li>• Opbrydning, sortering, bortkørsel, deponering</li><li>• Jord- og ledningsarbejder</li><li>• Transport</li><li>• Affaldshåndtering</li><li>• Retableringsarbejder</li></ul>

**Figur 5**  
**ARBEJDSPROCESSER**



## 4. Virkemidler over for miljøet

### 4.1 Generelt

Virkemidler er projektmæssige foranstaltninger, der direkte påvirker anlægsprojektets egenskaber i miljømæssig henseende. Virkemidler kan være knyttet til systemer af anlæggets bestanddele og processer.

Reguleringsmidler, i form af særlige lånevilkår og tilskudsordninger til fremme af miljøvenlige og -forbedrende tiltag, kan også betegnes virkemidler. Der er dog her i højere grad tale om en økonomisk påvirkning af projektets mulighed for gennemførelse, end noget der konkret indvirker på den aktuelle projekteringsituation.

Midler til reduktion af miljøbelastningen kan bestå i renere teknologiløsninger (substitution af materialer, designændringer, ressourcebesparelser) eller i traditionel begrænsning af forureningen (afværgeforanstaltning, rensning). Miljøbelastningen kan også reduceres ved særlig valg af lokalitet og udformning.

Det er væsentligt, at de virkemidler, der tages i anvendelse for at formindske miljøbelastninger, vurderes og vælges ud fra størst mulig anvendelse af renere teknologi.

Udvalget og antallet af virkemidler afhænger af projekttype og de forudsætninger, der er givne på forhånd. Eksempelvis vil omfanget af virkemidler, der kan bringes i anvendelse på et renoveringsprojekt naturligt være mindre end på et nyanlæg.

Følgende generelle virkemidler vil kunne anvendes for alle anlægstyper:

- Ændring af anlægsudformning
- Alternative valg af anlægsdele
- Begrænsning af materialeforbrug og spild
- Brug af materialer med lille fremstillingsenergiforbrug
- Brug af genanvendte materialer
- Brug af genanvendelige materialer
- Brug af materialer med lang levetid
- Substitution af miljøbelastende eller farlige stoffer/materialer
- Afskærmning/rensning
- Optimering af udførelsesprocesser
- Vedligeholdelse og renovering
- Begrænsning af ressourceforbrug under drift
- Begrænsning af miljøpåvirkninger under drift

De generelle virkemidler uddybes nedenfor i afsnit 4.2.

I bilaget beskrives eksempler på virkemidler, som er specifikke for udvalgte anlægstyper.

Nogle virkemidler vil indebære anvendelse af alternative løsninger, som er resultat af udviklingsprojekter, og som derfor måske ikke nødvendigvis er særlig veldokumenteret. Ved anvendelse af sådanne løsninger er det vigtigt at afklare forholdet til bygherren, hans ønsker og vurderinger. Det er ikke mindst vigtigt at få klarlagt de ansvarsmæssige forhold.

Endvidere kan anlægsudformningen få indflydelse på ressourceforbrug, miljøpåvirkninger og vedligehold i anlæggets driftsfase.

Det er vigtigt, at der foretages en indbyrdes afvejning og vurdering af de mulige virkemidler.

## **4.2 Beskrivelser**

### **4.2.1 Ændring af anlægsudformning**

Anlægsudformningen kan have stor betydning for et projekts miljøpåvirkninger. Gennem en ændring eller valg af anlægsudformning kan eksempelvis projektets ressourceforbrug og landskabspåvirkning reguleres. Udover ressourcebesparelsen reduceres miljøpåvirkningerne ved bortskaffelse af spildet.

Det er også anlægsudformningen, der bestemmer mulighederne for alternative materialevalg, alternative udførelsesmetoder m.v.

Ved at koordinere projektet med tilgrænsende anlægsprojekter, der påtænkes gennemført inden for den nærmeste tidshorizont, kan opnås samlede ressourcebesparelser.

Dele af anlægget vil ofte være dimensioneret på grundlag af usikre planforudsætninger. Ved at udforme anlægget så det på en flexibel måde kan udvides/ændres, hvis forudsætningerne ændres, kan anvendeligheden og levetiden øges.

### **4.2.2 Alternative valg af anlægsdele**

Gennem anlægsdesign og velovervejet valg af anlægsdele kan miljøpåvirkningerne reduceres. De relevante alternativer sammenstilles og vurderes.

### **4.2.3 Begrænsning af materialeforbrug og spild**

Det gælder om at vælge materialer, der under fremstillingsprocessen og under udførelsen af anlægget giver anledning til mindst mulig spild.

Det bør endvidere være en målsætning, at anvendelse af materialer, som er baseret på meget knappe ressourcer, undgås.

**4.2.4 Brug af materialer med lille fremstillingsenergiforbrug**  
Ved projekteringen skal der så vidt muligt vælges materialer, hvor energiforbruget til fremstillingen er mindst muligt. Den projekterende må her støtte sig materialedeklarationer med miljødata. Deklarationerne forudsættes at være tilgængelig fra producenterne.

Vurderingen baseres på oplyste brutto-energiforbrug f.eks. GJ brændsel/kg eller tilsvarende. Det vil dog sjældent være muligt at skelne mellem de brændsler, der ligger til grund for energiproduktionen.

**4.2.5 Brug af genanvendte materialer**  
Ved anvendelse af genbrugsmaterialer opnås dels en ressourcebesparelse og dels en reduktion i de generelle affaldsmængder til deponering.

Det skal vurderes, hvorledes en beslutning om anvendelse af genbrugsmaterialer vil påvirke anlæggets forventede levetid og miljøpåvirkningerne fra vedligehold i anlæggets driftsfase.

**4.2.6 Brug af genanvendelige materialer**  
Der bør foreskrives materialer, som senere vil kunne genanvendes.

Ved brug af genanvendelige materialer bør der ved projekteringen tages hensyn til mulighederne for adskillelse og sortering af materialerne.

**4.2.7 Brug af materialer med lang levetid**  
Det bør være en målsætning, at der så vidt muligt anvendes materialer med lang levetid. Herved opnås ressourcebesparelser på længere sigt.

**4.2.8 Substitution af miljøbelastende eller farlige stoffer/-materialer**  
For stoffer og materialer, der er erkendt eller under mistanke for at være farlige eller specielt miljøbelastende, skal der gennemføres substitutionsovervejelse.

Den projekterende kan for vurdering af farlighed eller miljøbelastning støtte sig til materialedeklarationer samt til miljømyndighedernes lister over farlige stoffer og materialer.

I substitutionsovervejelserne skal også indgå vurdering af den nødvendige fremtidige vedligeholdelse og den miljøbelastning, der vil opstå herved. Dette gælder også en vurdering af den arbejdsmiljømæssige belastning. Der findes eksempler på anlægsarbejder,

hvor anvendelse af et mere farligt stof kan forsvares ved, at der ellers ville være behov for en hyppig vedligeholdelse med et andet miljø-belastende omend mindre farligt stof.

#### **4.2.9 Afskærmning/rensning**

Nedbringelse af miljøbelastninger skal så vidt muligt ske i form af renere teknologi. Såfremt dette ikke er muligt, må der etableres afskærmning eller rensning, herunder anvendelse af nødvendige personlige værnemidler.

Eksempelvis bør støj fra et vejanlæg søges begrænset ved valg af mindre støjgivende belægning, fremfor opstilling af støjskærme.

Renseforanstaltninger bør udformes således, at restprodukterne så vidt muligt kan finde anden anvendelse.

#### **4.2.10 Optiméring af udførelsesprocesser**

Udførelsen tilrettelægges således, at der opstår mindst mulig gene og miljøbelastning af omgivelserne. Der tænkes her f.eks. på støj- og støvgener.

Anvendelse af vibrationsfrie udførelsesmetoder eller maskiner med lav vibrationspåvirkning er eksempler på en sådan optimering.

Den projekterende opstiller miljøkrav til entreprenøren. Kravene kan omfatte udførelsesmetoder og dokumentation af miljøbelastninger (f.eks. støjmålinger). Ved særlige arbejder kan det kræves, at entreprenøren udarbejder en beredskabsplan, som skal godkendes af bygherren eller relevante myndigheder.

#### **4.2.11 Plan for vedligeholdelse og reovering**

Anlæggets delkomponenter har normalt meget forskellig levetid. Ved at tage højde for en hensigtsmæssig vedligeholdelse og udskiftning af delkomponenter kan anlæggets samlede levetid forlænges.

#### **4.2.12 Begrænsning af ressourceforbrug under drift**

Ressourceforbruget til driftmidler og vedligeholdelse i anlæggets driftsfase skal vurderes og søges minimeret.

Ved vurdering af energiforbrug er det nødvendigt at omregne til aktuelt brutto-brændselsenergiforbrug.

Også når driftfasens energiforbrug sammenholdes med anlægsfasens, er det nødvendigt at henføre til et sammenligneligt brutto-brændselsforbrug.

Hvis ikke andet er oplyst, kan følgende vejledende forbrug anvendes:

- El: 2,5 - 3,0 GJ brændsel/GJ el
- Kedel: 1,2 GJ brændsel/nyttiggjort GJ energi
- Kraft/varme: 0,5 GJ brændsel/GJ varme





# 5. Miljøeffekter og -relationer

## 5.1 Centrale begreber

Miljørigtig projektering drejer sig om at styre et projekt, så de effekter, som anlægget har på miljøet gennem hele sit livsforløb, minimeres. Det er i den forbindelse vigtigt at skelne mellem de centrale begreber:

- miljørelationer og
- miljøeffekter

Ved et projekts miljørelationer forstås enhver direkte eller indirekte miljøpåvirkning som følge af projektets udførelse, drift og nedrivning, hvad enten denne er positiv eller negativ.

Et projekts miljørelationer kan føre til forskellige effekter på miljøet. Sammenhæng mellem miljørelationer og effekter er ofte svær at fastlægge entydigt, idet årsagskæden kan være lang og kompliceret.

En miljørelation kan godt have flere effekter. F.eks. emission af SO<sub>2</sub>, der både kan påvirke menneskers sundhed i nærmiljøet og kan bidrage til miljøbelastning i form af forurening i lokal eller regional skala.

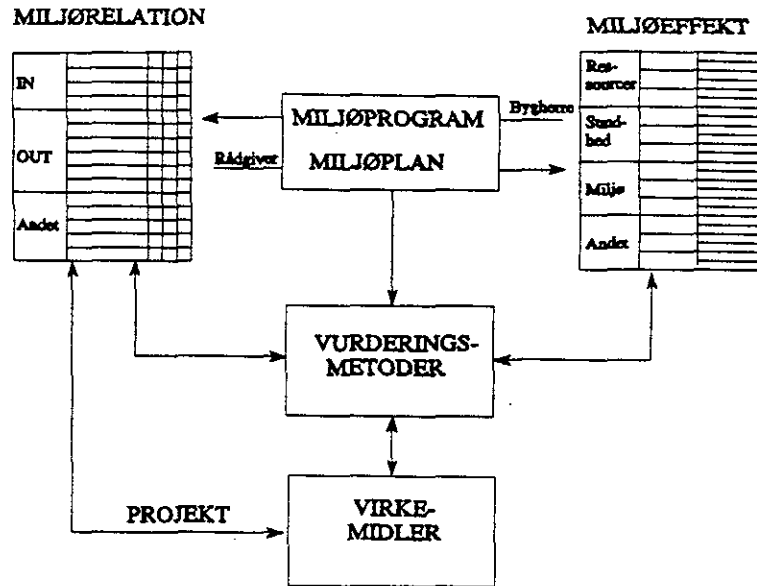
Når det er vigtigt at skelne mellem miljørelationer og -effekter skyldes det, at miljøindsatsen i et anlægsprojekt sættes ind i forhold til relationerne, mens det er begrænsning af bidrag til miljøeffekter, som egentlig er målet, og som indsatsen altid skal vurderes i forhold til. Det er således ikke et mål at begrænse påvirkningerne i sig selv, kun de af dem, der har eller bidrager væsentligt til negativ effekt på miljøet.

Samspil mellem miljørelationer og miljøeffekter er afbildet på figur 6.

Af figuren fremgår det, at miljørelationerne er knyttet til projektet og dets livsforløb, og det er dem rådgiveren arbejder med. Men man skal hele tiden have påvirkningernes potentielle effekter på miljøet i baghovedet, og det er effekterne bygherren opstiller sin miljøpolitik i forhold til.

Når rådgiveren og bygherren opstiller et anlægsprojekts miljøprogram, tages der således udgangspunkt i en oversigt over alle projektets miljørelationer. På et overordnet niveau kortlægges potentielle effekter og herudfra opstilles prioriteringer og - i samarbejde

med bygherren - målsætninger for de udvalgte effekter og dermed for de tilhørende relationer.



**Figur 6**  
**SAMSPIL MELLEML MILJØEFFEKTER OG -RELATIONER**

Miljøplanen, der beskriver miljøindsatsens forløb, tager udgangspunkt i de i miljøprogrammet udpegede miljørelationer. De miljøvurderinger, der gennemføres gennem projektet, håndterer naturligvis hele kæden fra påvirkning til effekt.

Resultatet af miljøvurderingerne kan være anvendelse af forskellige former for virkemidler. Ved valg af virkemidler skal det tilstræbes at begrænse påvirkningerne ud fra en renere teknologitankegang.

## 5.2 Miljøeffekter

Menneskelig aktivitet kan påvirke miljø og sundhed på utallige måder og disse påvirkninger kan være svære at kvantificere og sammenligne. Med udgangspunkt i tankegangen inden for livscyklusvurderinger af produkter er "miljøeffektmetoden" ofte anvendt. Denne metode går ud på, at man opgør det pågældende produkts eller aktivitets bidrag til en række bredt anerkendte miljøproblemer, kaldet miljøeffekter.

Miljøeffekter afgrænses ofte indenfor hovedtemaerne ressourceforbrug, sundhedsbelastning og miljøpåvirkning, som vist i figur 7.

Hovedniveau	Delniveau	Enkeltniveau
Ressourceforbrug	Geologiske råstoffer	Knappe fossile brændsler
		Knappe mineralske råstoffer
		Knappe typer af ler, grus m.m.
	Biologiske råstoffer	Knappe biologiske råstoffer
	Vand	
	Landskaber	
Sundhedsbelastninger	Kemiske/biologiske belastninger	Akut toksiske effekter
		Irritation
		Indeklimasyndrom
		Kræft (carcinogenicitet)
		Reproduktions- og fødselsskader (reprotoxicitet og teratogenicitet)
		Allergi- og overfølsomhed (sensibilisering)
		Nervesystemskader (neurotoxicitet)
		Organskader (organotoxicitet)
	Fysiske belastninger	Skader på bevægeapparat incl. dødsfald
		Støjskader
Gene pga. for høj/lav temperatur		
Skader som følge af ioniserende stråling		
	Psykkiske belastninger	Træthed
Miljøbelastninger	Globale belastninger	Drivhuseffekt
		Nedbrydning af stratosfærisk ozon
	Regionale belastninger	Fotokemiske oxidanter
		Forsuring
		Eutroficerings
		Forringelse af levesteder/ tab af arter
	Lokale belastninger	Akut akvatisk toxicitet
		Akut terrestrisk toxicitet
		Kronisk akvatisk toxicitet
		Kronisk terrestrisk toxicitet
Mutagenicitet/genotoxicitet		

**Figur 7**  
**MILJØEFFEKTER**

Udformningen af en sådan liste over miljøeffekter kan altid diskuteres. Visse steder angives der fire hovedniveauer, idet "Social welfare" supplerer den anerkendte tredeling: Ressourcer, sundhed og miljø.

Et sådan "velfærds"-hovedtema er meget svært at håndtere i en livscyklusvurdering, og er derfor foreløbig ikke medtaget videre i udviklingen.

Del- og enkelt-niveauer for ressourceforbrug, sundhedsbelastning og miljøbelastning er nøjere beskrevet i rapporten for byggeri.

Anlægsprojekter er imidlertid karakteriseret ved et stort arealforbrug, og mange af de væsentligste miljøeffekter for anlægsprojekter knytter sig til problemstillinger omkring arealmæssige, landskabelige og visuelle aspekter. Effekter som ændring af bymiljøer, beskadigelse af fortidsminder, påvirkning af enkeltbygninger og anlæg, ødelæggelse af rekreative områder, barrierevirkninger, ødelæggelse af levesteder for flora og fauna og ødelæggelse af uforstyrrede landskaber er sammen med visuelle forhold ofte konsekvenser af især større anlægsprojekter. Det er derfor forhold, som tydeligt skal indgå i miljøindsatsen for anlægsprojekter.

Det er opstillet som mål, at udarbejde en metodik for, hvorledes der i rådgivningsfaserne på en systematisk måde kan inddrages hensyntagen til renere teknologi. Denne formulering må opfattes således, at der også er tale om løsninger, der tager hensyn til det kulturelle og visuelle miljø.

Ofte ligger beslutninger om etablering af store tekniske anlæg før en egentlig programmerings- og projekteringsfase. Denne forudgående planlægning er (ofte den mest) afgørende for projekternes miljøvenlighed.

Nærværende projekt om miljørigtig projektering må acceptere dette som forudsætning og tage udgangspunkt deri.

Disse forhold træder ikke tydeligt frem i den viste liste over miljøeffekter, men er "skjult" under benævnelsen "landskaber".

For at opnå en synliggørelse af disse aspekter er det besluttet at fremhæve disse forhold under kategorien "andet" i miljørelationerne, som beskrevet i det efterfølgende afsnit 5.3.

## 5.3 Miljørelationer

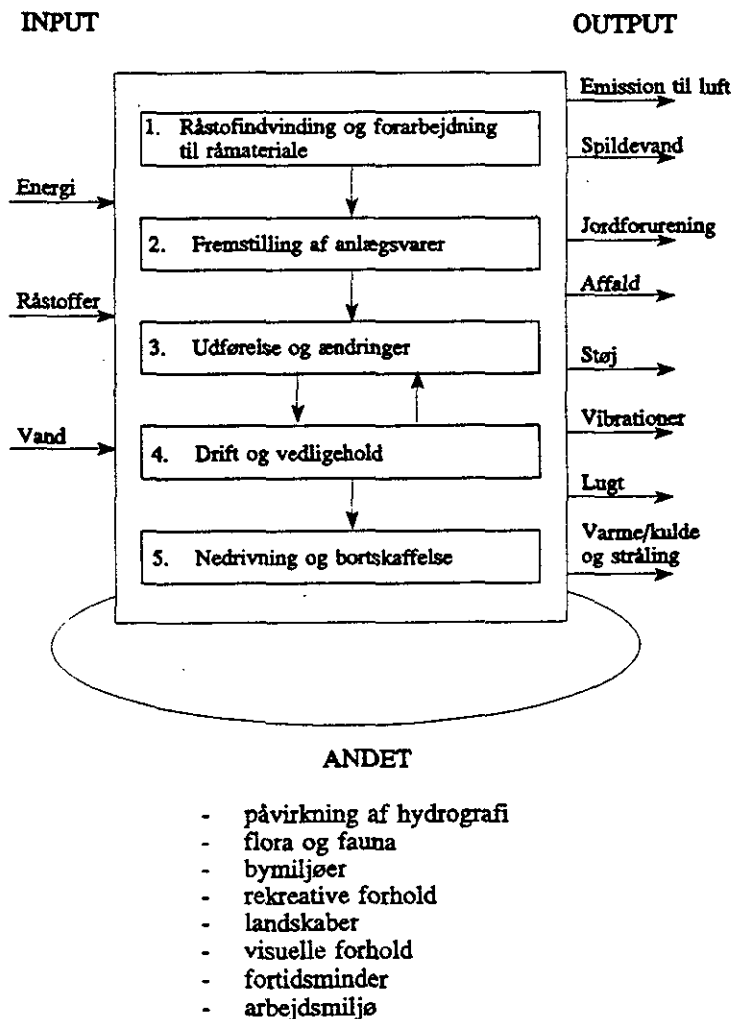
### 5.3.1 Generelt

Med miljørelationer forstås alle de forhold i et anlægsprojekts livsforløb, som påvirker miljøet.

Miljørelationer er i væsentlig grad knyttet til input og output i bygge- eller anlægsarbejdets faser og processer. Input af energi, vand samt materialer i form af råstoffer eller anlægsvarer og output i form af emissioner, affald og fysiske påvirkninger, f.eks. støj og vibrationer.

Miljørelationer kan imidlertid også være knyttet til kvalitative ændringer af bestående forhold, typisk der hvor projektet gennemføres. Den sidste type af miljørelationer har ofte stor betydning i anlægsprojekter, pga. disses ofte arealmæssigt store udstrækning.

På figur 8 er der givet en oversigt over forskellige typer af miljørelationer, som et anlægsprojekt kan have igennem sit livsforløb. De er opdelt i typerne Input, Output og Andet.



Figur 8  
OVERSICHT OVER MILJØRELATIONER

I figur 9 er miljørelationerne opstillet på listeform. Listen er en bruttoliste, og kan anvendes som check-liste ved den indledende miljøgennemgang af et projekt.

Langt fra alle miljørelationer har væsentlig betydning i de mange forskellige typer anlægsprojekter, der findes. Heller ikke faserne i anlægsprojektets livsforløb (anlæg, drift og fjernelse) vil have lige stor betydning. Opgaven for den projekterende bliver at udvælge de relevante miljørelationer i det konkrete projekt og beskrive, hvornår og hvordan de skal vurderes.

I det efterfølgende afsnit 5.3.2 er der foretaget en detaljeret gennemgang af de nævnte miljørelationer med en beskrivelse af, hvilke konsekvenser miljøpåvirkningerne kan have, og dermed hvilke miljøeffekter de bidrager til.

I bilaget er anført eksempler på miljørelationer for udvalgte anlægsprojekter.

Hovedrelation	Delrelation	Udførelse og ændringer	Drift og vedligehold	Nedrivning og bortskaffelse
INPUT	A1 Energiforbrug			
	A2 Råstofforbrug			
	A3 Forbrug af grundvand			
OUTPUT	B1 Emmissioner til luft			
	B2 Spildevand			
	B3 Jordforurening			
	B4 Affald			
	B5 Støj			
	B6 Vibrationer			
	B7 Lugt			
	B8 Varme/kulde og stråling			
ANDET	C1 Påvirkning af hydrografi			
	C2 Flora og fauna			
	C3 Bymiljøer			
	C4 Rekreative forhold			
	C5 Landskaber			
	C6 Visuelle forhold			
	C7 Fortidsminder			
	C8 Arbejds miljø			

**Figur 9**  
**MILJØRELATIONER VED ANLÆGSPROJEKTER**

## 5.3.2 Beskrivelser

### INPUT

Forbrug af ressourcer er en vigtig miljøeffekt i det omfang, det beskærer mulighederne for fremtidigt forbrug af den pågældende ressourcestype. Ressourceforbrug har således interesse i relation til bæredygtighedsvurderinger. Ressourceforbruget er alvorligst, når det gælder de ikke-fornyelige ressourcer - de geologiske råstoffer, men kan også være det for en række fornyelige råstoffer - de biologiske råstoffer og grundvand, især hvis fornyeligheden beskæres i afgørende grad af miljøbelastning i øvrigt.

#### A1 Energiforbrug

Et input af energi vil alt afhængig af den aktuelle forsyning resultere i et forbrug af energiråstoffer, der kan opdeles i geologiske råstoffer (fossile brændsler) og biologiske råstoffer (biomasse). Ressourceforbrugets størrelse, ressourcernes oprindelse og fornyelighed beskrives. Energiproduktion giver normalt også samtidig anledning til miljøpåvirkninger med sundheds- og miljøeffekter.

#### A2 Råstofforbrug

Forbruget af knappe geologiske/biologiske råstoffer opgøres. Råstoffressourcerne kan beskyttes ved høj grad af genanvendelse samt anvendelse af genanvendelige materialer.

#### A3 Forbrug af grundvand

Reduktion i forbruget af rent grundvand har høj prioritet. Såfremt det er muligt, bør der anvendes vandressourcer af lavere kvalitet (overfladevand o.lign.) eller recirkuleret vand.

### OUTPUT

Miljørelationer, der belaster miljø og sundhed, betegnes Output.

Miljøbelastninger knytter sig bl.a. til emissioner fra afbrænding af fossile brændsler og til anvendelse af særlige stoffer. Det kan også være belastninger, som er en direkte følge af anlæggets tilstedeværelse eller udformning og af anlæggets drift.

Ved opgørelse af miljøbelastning skelnes der mellem globale, regionale og lokale (nærmiljøet) belastninger afhængig af effektens udbredelse.

Sundhedsbelastninger på mennesker opstår ved akut eller kronisk påvirkning og kan være forårsaget af kemiske/biologiske påvirkninger, fysiske påvirkninger eller psykiske påvirkninger eller en kombination heraf.



## **B1 Emissioner til luft**

Emissioner til luft kan påvirke det globale, regionale og lokale miljø. Der kan skelnes mellem emissioner, som har betydning for drivhuseffekt, for dannelse af fotokemiske oxidanter og for forsurening. Desuden er der emissioner, som primært påvirker nærmiljøet. Ozonlagsnedbrydende stoffer er i dag i væsentligt omfang reguleret af gældende lovgivning, hvorfor de ikke behøver særlig vurdering i forbindelse med et anlægsprojekt.

Drivhuseffekten opstår ved, at såkaldte drivhusgasser absorberer og tilbagekaster en del af jordens infrarøde stråling, og derved medvirker til en højere temperatur på jordoverfladen. Drivhusgasserne er kuldioxid ( $\text{CO}_2$ ), metan ( $\text{CH}_4$ ), halocarboneer, lattergas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) og ozon ( $\text{O}_3$ ). Gasser som kulmonoxid ( $\text{CO}$ ), nitrogenoxid ( $\text{NO}_x$ ) og hydrocarboner influere via kemiske reaktioner på koncentrationen af drivhusgasserne. Emissionerne, direkte eller indirekte (energiforbrug), skal vurderes i relation til anlægsprojektet.

Udsendelse af hydrocarboner (VOC) og nitrogenoxider ( $\text{NO}_x$ ) kan medføre dannelse af oxidanter, hvor ozon er et af slutprodukterne. Oxidanterne hæmmer plantevækst, angriber materialer og kan virke slimhindeirriterende på mennesker. I en miljøvurdering må indgå en opgørelse af emissionen af flygtige opløsningsmidler (VOC) og energiforbrugets bidrag til emissionen af nitrogenoxid ( $\text{NO}_x$ ).

Forsuring skyldes udsendelse af gasser, som efter oxidation og reaktion med vand eller vanddampe giver syre. Syren vil udvaske alkaliske næringsstoffer, give surt grundvand og lavt pH i vandige recipienter. Sur regn opløser kalk i bygningsmaterialer og påvirker plantevækst. Gasser som svovloxid ( $\text{SO}_x$ ), nitrogenoxid ( $\text{NO}_x$ ) og klorbrinte ( $\text{HCl}$ ) medvirker til forsurening. Svovloxid og nitrogenoxid dannes ved energi- og varmeproduktion. Klorbrinte dannes ved affaldsforbrænding.

I nærmiljøet kan emissioner til luften give lugtgener, og såfremt der er tale om toksiske stoffer vil emissionen være sundhedsskadelig.

## **B2 Spildevand**

Emissioner til vand bevirker dels regionale belastninger og dels lokale belastninger. Eutrofiering forårsaget af udledning af næringsalte er en regional eller lokal belastning. Anvendelse af urea til afisning er et eksempel på et eutrofieringsbidrag, der stammer fra et anlægsprojekt (lufthavn el.lign.). Emission af kemiske stoffer vil give en lokal belastning omkring udledningsstedet (forringelse af levevilkår for dyr og planter).

### **B3 Jordforurening**

Emissioner til jord omfatter kemiske stoffer, som kan medføre længerevarende eller permanent forurening af jordoverflade eller undergrund. Stofferne omfatter bl.a. olie- og tjæreprodukter, tungmetaller o.lign. Afhængig af de lokale forhold vil en jordforurening kunne resultere i forurening af grundvandsressourcer eller recipienter.

Ved anlægsprojekter vil en vurdering af jordforurening være knyttet til risiko for udslip ved uheld m.v. Risiko for uheld skal medtages ved miljøvurdering af anlægsprojekt. Der vil normalt ikke optræde nogen blivende emission af miljøfarlige stoffer til jorden.

Utætte kloakledninger, som følge af dårlig udførelse, nedslidning eller aggressive stoffer, kan bidrage til jordforurening.

Forurenede jord kan have sundhedsmæssige risici/effekter for de personer, som skal forestå håndteringen. Der vil være tale om kemiske/biologiske belastninger, der kan give anledning til både akut og kronisk toksiske effekter. Risici skal vurderes i de anlægsprojekter, der kommer i berøring med forurenede grunde, og der skal tages stilling til nødvendigt beskyttelsesudstyr.

Bortskaffelsen af den forurenede jord kan beslaglægge ressourcer på lossepladser eller give anledning til miljøbelastninger i form af f.eks. støj- og luftforurening ved rensningen. Også bortkørsel af jorden påvirker miljøet.

### **B4 Affald**

Affaldsproduktion skal ses som et spild af ressourcer. Affald giver anledning til miljøpåvirkning ved bortskaffelse i form af deponering, forbrænding eller anden behandling. Der er også miljøbelastning ved transport af affald.

### **B5 Støj**

Støjbelastning kan give anledning til såvel varige som forbigående hørenedsættelser og kan også udgøre en psykisk belastning (træthed, stress m.m.).

### **B6 Vibrationer**

Vibrationsskader (eksempelvis fænomenet "hvide fingre") kan opstå, hvis en person er i direkte kontakt vibrationsgivende genstande gennem længere tid. Ofte vil vibrationerne give anledning til psykisk belastning, ubehag m.v.

### **B7 Lugt**

Lugt vil optræde som en lokal gene for omkringboende og de udførende, når der anvendes stoffer eller materialer, som afgiver lugt under udførelsen eller senere i driftsfasen. Lugtgener

fra anlægsarbejder vil normalt være koncentreret til korte perioder under udførelsen, men kan også have blivende karakter eksempelvis ved et anlæg af kloaksystem med udluftning. Et andet eksempel kan være recipientpåvirkning ved anlæg af en dæmning, således at der i varme perioder kan optræde lugtgener. Miljøvurdering skal omfatte risiko for lugtgener i alle projektets livsfaser.

### **B8 Varme/kulde og stråling**

En varme-/kuldepåvirkning kan være knyttet til arbejdsprocesserne (risiko for skoldning eller forbrænding) eller forholdene på arbejdsstedet (høje/lave temperaturer, fugtighed, trækgener). Fugtighed og trækgener er medtaget, da de vil have betydning for opfattelsen af påvirkningerne.

Ioniserende stråling kan give fysiske skader på mennesker.

## **ANDET**

### **C1 Påvirkning af hydrografi**

Anlægsprojekter kan under udførelsen eller senere ved deres tilstedeværelse påvirke hydrografien lokalt og regionalt. Eksempler kan være brobygning over et mindre vandløb, hvor strømningsforholdene påvirkes, eller en fast forbindelse over Øresund, som kan påvirke vandudskiftningen i hele Østersøen. Der kan også være tale om, at et anlægsprojekt lokalt påvirker grundvandsstrømninger.

### **C2 Flora og fauna**

Anlægsprojekter vil ofte påvirke levevilkår for dyr og planter. Store anlæg kan ændre passage- og spredningsmuligheder for faunaen. Arealer med vådområder, skov og hede er særligt følsomme.

### **C3 Bymiljøer**

De bymæssige kvaliteter vil blive påvirket af et anlægsarbejde. Påvirkningen kan have æstetisk eller rekreativ betydning. Miljø- og sundhedsmæssige belastninger kan også påvirke bymiljøet.

### **C4 Rekreative forhold**

Anlægsprojekter vil gennem deres beliggenhed få betydning for rekreativ anvendelse af arealer og aktivitetsmuligheder.

En stor del af de øvrige miljørelationer/-påvirkninger vil direkte eller indirekte påvirke de rekreative muligheder.

### **C5 Landskaber**

Anlægsprojekter med stort arealbehov vil forbruge landskabsressourcer - jord med god bonitet, naturområder m.v. Anlægs-

projektet vil såvel i udførelsesfasen som i blivende tilstand kunne forstyrre landskabet.

#### **C6 Visuelle forhold**

Anlægsprojekter påvirker kvaliteten af det visuelle miljø. Den arkitektoniske eller designmæssige udformning er derfor vigtig.

Visuelle forhold er beskrevet i forbindelse med gennemgangen af et vejprojekt i del C.

#### **C7 Fortidsminder**

Fortidsminder kan blive beskadiget eller måske fjernet i forbindelse med udførelse af anlægsarbejder. Fortidsminder, som ikke direkte berøres, kan kvalitetsmæssigt forringes alene ved anlægsprojektets nærhed.

#### **C8 Arbejds miljø**

En vurdering af et farligt stof baseres på den eksponering, som de udførende eller eventuelt omboende udsættes for. Eksponeringen sammenholdes med stoffets persistens, toxicitet og bioakkumulerbarhed. For de udførende skal det vurderes, hvorvidt der eksisterer reelle, acceptable beskyttelsesmuligheder. Stoffer, der varigt belaster de omboende eller brugerne sundhedsmæssigt, bør undgås.

Der skal altid ved anvendelse af erkendt miljøfarlige stoffer foretages en vurdering af mulighed for substitution med mindre farlige stoffer. Opmærksomheden henledes på, at valg af stoffer og materialer også kan have indflydelse på miljøbelastninger og derfor tillige skal medtages i vurderingen heraf.



# 6. Miljøvurderingsmetoder

## 6.1 Definitioner

Miljøvurderingsmetoder er de analyseredskaber, databaser, opslagsværker m.v., der kan anvendes til at opgøre miljøpåvirkningerne og til at vurdere effekterne af disse samt effekterne af eventuelle begrænsende tiltag (virkemidler).

Livscyklusvurderingen anvendes til at foretage vurderinger af stoffers, materialers og produkters samlede miljøbelastning og ressourceforbrug. Analysens resultater vil vise de kritiske faser i en livscyklus og pege på behov for substitution og/eller ændrede produktionsmetoder. Det må forventes, at der i løbet af nogle år vil foreligge livscyklusvurderinger for en lang række af miljøbelastende stoffer, materialer og produkter. De projekterende vil kunne trække på resultaterne heraf, således at det kun i særlige tilfælde bliver nødvendigt at igangsætte detaljerede livscyklusvurderinger i det enkelte projektforsøg.

Når der foreligger en række livscyklusvurderinger på enkeltprodukter, vil der være en behov for en systematik til sammenligning og analyse af de enkelte vurderinger med henblik på valg, regulering m.v. af stoffer og produkter. En sådan systematik er ikke særlig udviklet på nuværende tidspunkt.

## 6.2 Generel metodebeskrivelse

### *Succeskriterier*

Der skal indledningsvis anføres nogle vejledende udsagn som er væsentlige for at sikre en kvalificeret miljøanalyse og et hensigtsmæssigt projekteringsforløb. Betydningen af udsagnene vil fremgå af den generelle metodebeskrivelse.

- Begynd tidligt
- Anvend resultater af livscyklus-vurderinger på overordnet niveau
- Udfør miljøvurderinger på detaljeret niveau
- Anvend miljøspecialister
- Tænk renere teknologi
- Lav totalbetragtninger

### *Begynd tidligt*

Skal miljøhensyn tilgodeses, vil det være nødvendigt, at vurderinger udføres tidligt i projekteringsforløbet (planlægnings- eller programfasen). Det kan være vanskeligt eller umuligt at ændre et anlægsprojekts fysiske forudsætninger i overensstemmelse med miljøforhold, som erkendes for sent.

## *Overordnet niveau*

I *planlægnings- og programfasen* opstilles en liste over mulige miljørelationer for et anlæg af den pågældende type. Det er væsentligt at "tænke bredt" i denne fase, således at man undgår at blive overrasket over, at nye miljørelationer dukker op i senere faser. Udarbejdelse af listen over relevante miljørelationer i de enkelte livscyklus-faser (udførelse, drift og bortskaffelse) kan tage udgangspunkt i et skema som vist figur 9. Miljørelationerne præsenteres efterfølgende for bygherren.

De mest betydningsfulde miljørelationer identificeres og prioriteres, og der tages stilling til, i hvilke projekteringsfaser miljøvurderingen skal indgå. Denne stillingtagen baseres på den nedbrydning af projekteringsforløbet, der fastlægges i projektet. Bygherrens miljømålsætning for projektet afklares og præciseres. Den efterfølgende prioritering udføres i samarbejde med bygherren. Det vil som regel være nødvendigt at prioritere indsatsen, d.v.s. at sortere mindre betydningsfulde relationer fra, og eventuelt stille dem i bero til en senere fase, hvor deres betydning tages op til ny vurdering.

Ovennævnte tidlige prioritering bør gennemføres på basis af vurderinger på et overordnet niveau af miljøforhold i anlæggets livs-cyklus-faser. Resultatet kan være, at der udpeges de 5-10 miljørelationer, som vurderes at indebære de største miljøeffekter.

Lovgivningsmæssige forhold afklares. Forhold, der kan få indflydelse på valg af placering, linieføring og fysisk udstrækning, vurderes til bunds, og nødvendige beslutninger eller korrektioner foretages. F.eks. skal der tages stilling til, om der er risiko for, at anlægget placeres i områder med forurenede jord, og hvilke undersøgelser der i givet fald skal gennemføres.

Det skal endvidere klarlægges, om anlægget er omfattet af VVM-bekendtgørelsen, om det er i overensstemmelse med områdets planlægningsmæssige forhold, o.s.v.

På basis af den prioritering, som er udført i samarbejde med bygherren, opstilles en samlet plan for miljøvurderinger under projekteringen (miljøplanen).

## *Detaljeret niveau*

På grundlag af ovennævnte tidlige vurdering og prioritering kan der udpeges særlige miljørelationer og virkemidler, som skal undergå detaljerede miljøvurderinger i de senere rådgivningsfaser.

Der kan forekomme miljørelationer på udvalgte anlægsdele, hvis miljøbelastning er lille i den store sammenhæng, og som derfor ikke er prioriteret til vurdering i de første projekteringsfaser, men hvor det kan være relevant at gennemføre miljøvur-

deringer - f.eks. for at vælge mellem alternative detailløsninger. Det er netop vigtigt, at der også ved valget af detailløsninger udføres en kvalificeret miljøvurdering.

### *Miljøviden*

Ligesom ved f.eks. geotekniske undersøgelser og statiske beregninger er det nødvendigt, at miljøvurderingerne gennemføres af kvalificerede fagfolk. De tidlige rådgivningsfaser kræver primært miljø-generalister med bred erfaring og overblik. I senere rådgivningsfaser kan specialister fra de enkelte miljødiscipliner inddrages.

Der kan til støtte for arbejdet udarbejdes et katalog over tilgængelige metoder og tilgængelig viden til brug for miljøvurderinger, d.v.s. over:

- Databanker med resultater af livscyklus-vurderinger (fremtid).
- Beregningsmetoder for emissioner
- Beregning af bruttoenergiforbrug
- Grænseværdier for emissioner
- Toksikologiske data for stoffer
- Arbejdsmiljø- og indeklimavurderinger
- Miljøinformation om anlægsvarer
- Litteratur/opslagsværker med miljøinformationer

Videngrundlag er overordnet beskrevet i afsnit 6.

### *Renere teknologi*

Det er væsentligt, at de virkemidler, der tages i anvendelse for at formindske miljøbelastninger, vurderes og vælges ud fra størst mulig anvendelse af renere teknologi.

Der kan ofte være behov for "at gå et skridt tilbage" og foretage fornyet vurdering af forskellige virkemidler. Dette vil ske, når afdækkede miljøeffekter ikke er acceptable i forhold til myndighedskrav og bygherrens målsætninger.

### *Totalbetragtninger*

Totalbetragtninger for alle projektets livscyklus-faser er afgørende ved vurdering af miljørelationer og virkemidler. Der kan drages paralleller til totaløkonomi-betragtninger, som både indeholder udførelsesudgifter og udgifter til drift og bortskaffelse samt udgifter til tilknyttede projekter. Tilsvarende bør miljøvurderinger omfatte miljøpåvirkning i udførelses-, drifts- og nedrivningsfase, og desuden indpasses i vurderinger af anlæggets tekniske- og økonomiske forudsætninger.



## 6.3 Beskrivelse af opgørelses- og vurderingsmetoder

### 6.3.1 Generel beskrivelse

I det efterfølgende skema 10a-c er der opstillet et udvalg af de effekter, der skal vurderes samt som stikord, de mest anvendte metoder til brug for miljøvurdering. Oversigten er ikke nødvendigvis fyldestgørende, men indeholder de hyppigst anvendte metoder. Der kan være behov for supplering i projekter med særligt komplicerede problemstillinger.

#### *Vurdering af miljøeffekter*

Metoder til vurdering af miljøeffekter vil indeholde en del velkendte metoder som emissionsmålinger, spredningsberegninger, toksikologivurderinger m.v. De anførte metoder vil kunne indgå som del af overordnede vurderinger af miljøbelastninger, livscyklusvurderinger m.v. og også til vurderinger på detaljeret niveau.

Vurderingerne må i stor udstrækning baseres på erfaringsdata, da der i sagens natur ikke foreligger målte data for de aktuelle projekter.

Den projekterende vil i sit arbejde med miljøvurdering hurtigt stå med en lang række enkeltudsagn eller -vurderinger, der hver især ikke er af ny eller ukendt karakter. Det vigtige og vanskelige er den sammenstilling, prioritering og kvalitative vurdering, som skal udføres på grundlag heraf i et samspil med bygherren.

#### *Afgrænsning*

Det ligger uden for dette projekts rammer at anvise metoder til opgørelse af de miljøbelastninger, som hidrører fra råstofindvinding og/eller fra fremstilling af de materialer, der anvendes til udførelse af anlægsprojekterne.

De miljøbelastninger, der hidrører fra råstofindvinding og fremstillingsprocesser, kan udgøre en så væsentlig del af det samlede anlægs livscyklusbelastning, at de bør indgå i miljøvurderingerne. Det forudsættes derfor, at opgørelserne over disse belastninger kan fremskaffes ad anden vej, f.eks. fra miljøinformationer om anlægsvarer, internationale miljødatabanker, miljømærkede produkter, livscyklus-vurderinger el.lign.

Miljørelation A - INPUT	Miljøeffekter Vurderingsmetoder
A1 Energiforbrug	Nyttiggjort energiydelse (f.eks. el, varme eller transport) konverteres til aktuelt bruttoenergiforbrug i GJ brændsel. Der skelnes eventuelt mellem fornyelige/ikke fornyelige, rigelige/sjældne ressourcer.  Relevante alternativer sammenstilles.
A2 Råstofforbrug (råmaterialer)	Forbrug af råmaterialer i de forskellige projektfaser opgøres.  Relevante alternativer sammenstilles.
A3 Forbrug af grundvand	Vandforbruget ved fremstilling af anlægsvare og i anlæggets livscyklusfaser opgøres.  Relevante alternativer sammenstilles.

**Figur 10 a**  
**OVERSICHT OVER VURDERINGSMETODER**

Miljørelation B - OUTPUT	Miljøeffekter Vurderingsmetoder
B1 Emissioner til luft	Forsuring. Drivhuseffekt. Lokal-toksikologisk effekt. Gener.  Emissionsmålinger for forurenende stoffer. Spredningsmeteorologiske beregninger. Vejledninger.
B2 Spildevand	Eutrofiering. Levevilkår for dyr og planter i vandmiljø.  Vandanalyser. Fortyndingsberegninger. Recipientvurderinger. Vejledende grænseværdier. Liste over farlige stoffer.
B3 Jordforurening	Ødelæggelse af grundvandsressourcer. Afgivelse af stoffer fra anlægget. Påvirkning under udførelse af arbejdet. Risiko ved slutdisponering  Hydrogeologiske vurderinger. Spredningsvurderinger. Vurdering af sundheds- og nedslivningsrisiko. Industribranchevejledninger.
B4 Affald	Spild af ressourcer. Ressourcer til behandling/bortskaffelse.  Muligheder for genanvendelse. Muligheder for bortskaffelse. Gældende regler for affaldshåndtering - og bortskaffelse.
B5 Støj	Støjbelastning i udførelses- og drifts-fase. Støjgener for de udførende.  Støjdata, støjmålinger, støjberegninger. Vejledninger og beregningsmodeller.
B6 Vibrationer	Vibrationer i omgivelserne. Vibrationsgener for de udførende.  Vejledninger og normer.
B7 Lugt	Gener for udførende, brugere og om-givelser.  Vejledninger og beregningsmodeller.
B8 Varme/kulde og stråling	Gener for udførende og brugere.  Vurdering af gener p.g.a. for høj/lav temperatur. Vurdering af strålingsrisici (ioniserende stråling m.v.)

Figur 10 b  
**ØVERSIGT OVER VURDERINGSMETODER**

Miljørelation C - ANDET	Miljøeffekter Vurderingsmetoder
C1 Påvirkninger af hydrografi	Ændring af vandstrømme  Hydrologiske vurderinger. Sårbarhedskortlægninger.
C2 Flora og fauna	Ændring af levevilkår  Vurdering af <u>egenart</u> og udbredelse Vurdering af overlevelsesmulighed og genskabelighed Påvirkelighed over for miljøbelastninger
C3 Bymiljøet	Ændring af bykvalitet  Vurdering af <u>bevaringsværdi</u> Vurdering af arkitektur og æstetik Rekreative interesser og oplevelsesværdi
C4 Rekreative forhold	Ændring af de rekreative værdier  Vurdering af <u>friarealer</u> og beliggenhed Vurdering af aktivitetsmuligheder
C5 Landskaber	Påvirkning af landskab og værdier  Vurdering af <u>oplevelses-</u> og informationsværdi Vurdering af sjældenhed
C6 Visuelle forhold	Påvirkning af aktiviteter og æstetik  Vurdering af <u>anlæggets skala</u> i forhold til landskab, bymiljø og eventuelle kulturminder Vurdering af arkitektur og design
C7 Fortidsminder	Fjernelse eller værdiforringelse  Vurdering af <u>bevaringsværdi</u> samt oplevelses- og informationsværdi Mulighed for fortsat funktionel overlevelse
C8 Arbejds miljø	Kemiske/biologiske belastninger af mennesker.  <u>Toksikologivurdering.</u> Behov for personlige værnemidler Substitutionsmuligheder. Sammenligning med miljømyndighedernes lister over farlige stoffer.

**Figur 10 c**  
**OVERSIGT OVER VURDERINGSMETODER**

Det er ikke fundet muligt at opstille en specifik metode for den samlede miljøvurdering, da den i meget høj grad vil være projektafhængig. Det forventes, at der i løbet af nogle år vil udvikles traditioner for en systematik hos de projekterende firmaer og måske hos nogle af de store bygherrer. Der vil sandsynligvis i denne udvikling blive foretaget afprøvning af forskellige prioriteringsværktøjer baseret på score-systemer. Et eksempel herpå er beskrevet i rapporten fra Bygge-gruppen. Modellen for miljøvurdering af anlægsprojekter er ikke baseret på scoresystemer men på individuelt udførte afvejninger.

På grundlag af sammenstillingen og bygherrens valg/målsætninger udformer den projekterende en dokumentation for projektets miljøbelastning.

### 6.3.2 Detailbeskrivelser

#### A - INPUT

Vurderingen gennemføres ved opgørelse af forbrug af væsentlige ressourcer (energi og råstoffer) i hele anlæggets livscyklus. Ressourcerne specificeres i knappe/rigelige og ikke-fornyelige/fornyelige ressourcer. Mulighederne for at erstatte knappe, ikke-fornyelige ressourcer med rigelige og/eller fornyelige ressourcer vurderes. Effekten på levetid, vedligehold og drift af "erstatningen" vurderes. Vurderingen baseres primært på data fra livscyklus-vurderinger og deklARATIONER.

Der findes ikke generelle standarder eller retningslinier for, hvorledes opgørelse og sammenstilling skal finde sted, men det er vigtigt, at hele anlæggets livsforløb behandles. I rapportens Del C er vist eksempler på vurdering af et forskellige anlægsprojekter.

#### B - OUTPUT

##### B1 - Emissioner til luft

Anlæggets livscyklus-faser gennemgås og alle potentielle luftemissioner beskrives kvalitativt og så vidt muligt kvantitativt. Emissionerne beskrives eller opgøres som massestrøm (kg/h) og emissionskoncentration (mg/m<sup>3</sup> luft). Påvirkning af omgivelserne i form af immissionsværdier beregnes. Opgørelserne kan baseres på viden om indhold af stoffer, reaktioner m.v. Herved fås maksimalværdier, som kan anvendes til probleminidentifikation.

Der skelnes mellem globale, regionale og lokale påvirkninger.

Emissionernes størrelse sammenholdes med gældende grænseværdier, og muligheder for begrænsning vurderes.

Luftvejledningen fra miljøstyrelsen kan anvendes som støtte, men er principielt ikke gældende for diffuse og/eller ikke stationære emissionskilder.

Referencer: Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 6/1990. Begrænsning af luftforurening fra virksomheder.  
OML - Operationel Meteorologisk Luftkvalitetsmodel.  
Nomogram-metoder.

### **B2 - Spildevand**

Risiko for såvel større, direkte udledninger som langsomt sivede påvirkninger beskrives.

Opgørelse og vurdering af emissioner i udførelses- og driftsfase baseres på kendskab til opløselige/udvaskelige stoffer i materialer og driftsmidler. Mulige emissioner som følge af uheld opgøres tilsvarende.

Resulterende koncentrationer i vandmiljøet beregnes ved brug af fortyndingsmodeller, og akut eller kronisk effekt vurderes. Det vil her være nødvendigt at inddrage specialister.

### **B3 - Jordforurening**

Forureningsrisiko vurderes ud fra kendskab til arealets tidligere anvendelse og eventuelle forureningsundersøgelser. Der fremskaffes viden om mulige eller aktuelle forureningstyper.

Vurdering af de risici (sundhed/miljø), som forureningen bevirker, sker på basis af gældende grænseværdier for forekomsten af de pågældende forurenende stoffer i jord, vand og luft.

Afhængig af forventningerne til problemets omfang beslutes det at igangsætte yderligere undersøgelser i indledende projekteringsfaser, eller det beslutes at udarbejde nærmere retningslinier for håndteringen i hovedprojektet samt overvågning under udførelse.

Risiko for jordforurening i både udførelses- og driftsfase beskrives. Det vil være aktuelt at tage udgangspunkt i eventuelt konstaterede forureninger fra eksisterende anlæg af samme art.

Risikoen vurderes i relation til den konkrete lokalitets sårbarhed.

Grundlag og metoder svarer til metoder for vurdering af emissioner til vand. Specialister bør inddrages tidligt i projekteringsforløbet.

Flere amtskommuner har udarbejdet håndbøger i håndtering af forurenede jord. Håndbøgerne, som kan være en udmærket støtte i en projekteringsituation, har generelle afsnit og specifikke retningslinier for håndtering inden for amtet.

Referencer: Håndbøger for håndtering (amtskommuner).  
Industribranchevejledninger.  
AT-meddelelse nr. 4.04.16. Arbejde i jord, forurenede med sundhedsskadelige kemikalier, maj 1990.

#### **B4 - Affald**

Projektets affaldstyper/-mængder opgøres og vurderes i relation til spild af ressourcer og miljøbelastning ved affaldsbortskaffelse. For særligt problematiske affaldstyper vurderes først, om substitution er mulig, og hvis ikke derefter hvordan bortskaffelse kan ske med mindst mulig miljøpåvirkning.

Generelt må projektet gennemgås med henblik på spildminimering i såvel udførelses- som driftsfase. Affaldsvurderingen bør også omfatte nedrivningsfasen.

Vurderingerne udføres enten ud fra betragtningen miljøbelastende bortskaffelse ja/nej eller ved kvantificering af bortskaffelsens miljøvirkning herunder beslaglæggelse af deponeringsareal, emissioner ved forbrænding og mulighed for genanvendelse. Vurderingsmetoden består af en systematisk opstilling af alternativer og individuel vurdering af disse alternativer ved brug af en eller flere af de tidligere nævnte metoder. Det afgørende for detaljeringsgraden er problemernes omfang og karakter.

#### **B5 - Støj**

Anlæggets støjbelastning vurderes og/eller beregnes på basis af viden om støjniveauer fra enkeltkilder i udførelses- og driftsfase. Beregningsmodeller for ekstern støj tages i anvendelse. På basis af vurderinger og beregningsresultater opstilles der relevante dæmpningsforslag herunder forslag til anvendelse af andre metoder/materialer, og der foretages en konsekvensvurdering.

Ved planlægning af udførelsesmetoder overvejes alternativer, som kan reducere støjpåvirkning af de udførende.

Referencer: Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 5/1984. Ekstern støj fra virksomheder.  
Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 6/1984. Måling af ekstern støj fra virksomheder.  
Nordisk Beregningsmodel for Vejtrafikstøj. Vejdatalaboratoriet.

## **B6 - Vibrationer**

Vibrationskilderne (piloteringsarbejde, nedbrydning, vej- og jernbanetraffic) og vibrationernes karakter beskrives. Vibrationer kan objektivt beskrives ved parametrene acceleration, hastighed eller forskydning.

Ved planlægning af udførelsesmetoder overvejes alternativer, der formindsker vibrationspåvirkning på de udførende.

Vurderinger gennemføres ud fra tilgængeligt erfaringsgrundlag, da der ikke foreligger konkrete målinger i projekteringssituationen. Eventuelt kan det i særlige tilfælde besluttes at igangsætte f.eks. prøveramning med samtidig vibrationsmåling.

Reference: Nyt fra Miljøstyrelsen, nr. 2/1983. Retningslinier for måling og vurdering af vibrationer i det eksterne miljø. (Der henvises i dette skrift til relevante ISO/DIN/VDI-standarder/normer).  
Diverse AT-regler (Arbejdstilsynet) for anvendelse af materiel m.v.

## **B7 - Lugt**

Der findes ikke velegnede objektive fysisk-kemiske målemetoder til bestemmelse af lugt. Vurdering må derfor ske på basis af en subjektiv lugtopfattelse hos et antal personer, et lugtpanel, og en lugttærskelværdi. Tærskelværdien defineres som den lugtstofkoncentration, ved hvilken 50% af et lugtpanel kan erkende lugt i en prøve og de øvrige 50% ikke.

I projekteringssituationen afgøres det, hvorvidt der i forbindelse med anlægsprojektet vil kunne forekomme lugt i nogle af livscyklus-faserne. Vurderingen baseres på kendskab til lugtproblemer med de stoffer og materialer, der indgår i anlægget eller anvendes under dets drift. I de tilfælde, hvor der indgår lugtende stoffer eller materialer, beskrives belastningen ud fra kendte lugtværdier fra litteratur m.v. eller fra andre projekter. På basis af de aktuelle stofmængder kan belastningen i omgivelserne opgøres ved hjælp af spredningsbetragtninger. Spredningsforholdene vil ofte være vanskelige at beskrive, hvorfor betragtningerne vil være usikre. Belastningen sammenlignes med grænseværdier, og der foretages vurdering af muligheder for eventuel substitution eller rensning, såfremt belastningen er uacceptabel.

Reference: Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 4/1985. Begrænsning af lugtgener fra virksomheder.  
Beregningsmetoder (OML - Operationel Meteorologisk Luftkvalitetsmodel eller nomogrammetoder).



### **B8 - Varme/kulde og stråling**

Udførelsesmetoder vurderes i relation til risiko for skoldning/-forbrænding og sundhedsbelastende gener i form af varme-/kuldepåvirkning. Relevante alternativer inddrages. Det er primært hensyn til de udførende, der skal varetages.

Strålingsrisici (ioniserende stråling m.v.) vurderes i relation til eksponeringstiden (er normalt kort for anlægsprojekter).

### **C - ANDET**

#### **C1 - Påvirkning af hydrografi**

Projektets indvirkning på det hydrologiske kredsløb beskrives. Der kan anvendes overordnede vurderinger eller detaljerede modelberegninger (hydrauliske modeller for recipient- eller grundvandsstrømninger). Relevante følgevirkninger af biologisk og økologisk karakter medtages.

#### **C2 - Flora og fauna**

Specielt større anlægsarbejder med en stor udstrækning påvirker flora og fauna. Livsbetingelserne kan ødelægges eller ændres og spredningskorridorer brydes. Ofte er anlæggets lokalisering afgørende, hvorfor forholdene bør vurderes tidligt.

I vurderingen hører bl.a. forholdets

- egenart
- udbredelse
- overlevelsesmulighed og genskabelighed
- påvirkelighed overfor miljørelationerne i det aktuelle anlæg

#### **C3 - Bymiljø**

Ud over de traditionelle miljøbelastninger som støj, luftforurening osv, belastes det kulturhistoriske og arkitektoniske miljø, hvis ikke anlægget kan tilpasses i skala, design, materialer og farver. Særlig opmærksomhed herom kan være nødvendig, idet traditionelle planlægningsmæssige forudsætninger som f.eks. lokalplaner ikke nødvendigvis ligger til grund for projektet. VVM-redegørelser omfatter kun de største anlægsarbejder.

#### **C4 - Rekreative forhold**

Rekreative interesser findes i byområder, bynære områder, kyst- og skovområder mv. som arealer, friluftsanlæg og faciliteter med mangeartede anvendelser.

Disse forhold må vurderes med hensyn til beliggenhed, aktivitet, kapacitet og sårbarhed.

### **C5 - Landskaber**

Interesserne i landskabet omfatter de forskellige landskabstyper, deres fremtrædelsesform, tilstand og alder. Sjældenheden, oplevelses- og informationsværdien samt tilstanden må vurderes.

Landskabet er udsat for gradvist forøgede påvirkninger fra større tekniske anlæg. Det bør vurderes, hvorledes disse anlæg påvirker det konkrete landskab og de særlige værdier, som her findes. Det er samtidig en udbredt opfattelse, at større uforstyrrede landskaber (i forhold til større tekniske anlæg), alene i kraft af uforstyrreligheden, udgør en værdi og en vigtig, men begrænset ressource.

### **C6 - Visuelle forhold**

Kvaliteten i det visuelle miljø er under vedholdende pres i takt med at flere og flere tekniske anlæg etableres, og skal indpasses i både de landskabelige og bymæssige miljøer.

Et vigtigt aspekt er en vurdering af et anlægs skala i forhold til det omgivende miljø - landskab eller bymiljø samt eventuelle kulturminde.

Også vurderingen af anlæggenes arkitektoniske eller designmæssige udformning er vigtig. Der er dels tale om anlæggets udformning set fra omgivelserne og dels oplevelsen set fra brugernes synspunkt, f.eks. bilisternes.

### **C7 - Fortidsminder**

Fortidsminderne er oftest registrerede og beskyttelsesafstande skal som hovedregel iagttages. Større anlæg kan dog ikke altid tilgodese disse krav. Sådanne forhold afklares med det stedlige fredningssyn.

### **C8 - Arbejdsmiljø**

Der gennemføres indledningsvis en screening af de stof- og materialegrupper, som erfaringsmæssigt kan forekomme i et anlægsarbejde af den aktuelle type. Problematiske stofgrupper, eksempelvis epoxy- eller isocyanatforbindelser, identificeres. Eventuelt tages der allerede på dette tidlige tidspunkt beslutning om substitution. Der skal altid foretages nøje vurdering, såfremt nye stoffer og materialer tages i anvendelse, herunder også vurdering af risiko for, at problemer opstår senere i anlæggets livscyklus.

I senere faser med større detaljeringsgrad i projekteringen identificeres enkeltstoffer, der skal miljøvurderes. Støtte kan hentes i leverandørers produktdeklarationer samt i myndighedernes lister over farlige stoffer og materialer. Såfremt der anvendes kodemærkede anlægsvarer skal miljøvurdering og substitutionsovervejelse altid finde sted.

Såfremt farlige stoffer og materialer anvendes, skal der tages stilling til effekten af mulige personlige værnemidler under udførelsen og til eventuelle risici for påvirkninger i senere faser.

Der foretages vurdering af kemiske/biologiske belastninger:

- Akut toksiske effekter
- Irritation
- Kræft (carcinogenitet)
- Reproduktions- og fødselsskader (reprotoxicitet og teratogenicitet)
- Allergi- og overfølsomhed (sensibilisering)
- Nervesystemskader (neurotoxicitet)

Der vil i stor udstrækning være behov for at inddrage ekstern ekspertise i disse vurderinger. Ekspertisen kan hentes hos såvel offentlige som private instanser.

Referencer: Bekendtgørelse af liste over farlige stoffer. Miljøministeriets bekg. nr. 589 af 5. august 1991.  
Bekendtgørelse om arbejde med kodenummererede produkter. Arbejdstilsynets bekg. nr. 302 af 13. maj 1993.

## 7. Tilgængelig viden

Når det gælder anlægsarbejder er mængden af tilgængelig viden om miljøanalysemodeller for anlægsprojekter begrænset. Den viden, som foreligger koncentrerer sig typisk om enkeltdele, hvorimod samlede systematiske erfaringer i forbindelse med anlægsarbejder næppe foreligger. Derfor er eksemplerne på projekter ligeledes få.

De udarbejdede oversigter over myndighedskrav og vejledninger udgør ikke totallister. De miljømæssige forhold, der skal iagttages i de enkelte projekter må afklares konkret i hvert tilfælde, også fordi der løbende sker ajourføringer og tilføjelser.

Afsnittet om tilgængelig viden er opdelt i følgende 4 grupper

- Lovgivning
- Anvisninger, vejledninger, datakilder m.v.
- Litteratur
- Eksempler og referencer

### 7.1 Lovgivning

#### 7.1.1 Love

En stor del af miljøområdet er allerede reguleret igennem eksisterende lovgivning. Følgende lovgivning fra Miljøministeriet kan have betydning for anlægsprojektering. Der anføres kun lovbetegnelser, idet der for relevante bekendtgørelser og cirkulærer, knyttet til de enkelte love, må henvises til Miljøministeriets gældende lovregister. Vigtigste lovkomplekser er Lov om Planlægning, Lov om Miljøbeskyttelse, Lov om Naturbeskyttelse og Lov om Vandløb.

#### **Lov om planlægning nr. 383 af 1993.06.14**

Formål:

- hensigtsmæssig udvikling (planlægningsmæssig og samfundsmæssig)
- skabe og bevare værdifulde bymiljøer og landskaber
- forebygge forurening (luft, vand, jord, støj)
- offentlighed

Landsplanlægning

- bygge- og anlægslove
- offentlighed (VVM mm)

Opmærksomheden henledes særligt på reglerne om VVM-vurderinger - bekendtgørelse nr. 584 af 1992.06.24 om miljøgod-

kendelse mv af de anlæg, der er omfattet af miljøvurderinger i henhold til lov om planlægning.

#### Regionplan

- beliggenhed af større trafik anlæg og andre større tekniske anlæg

#### Kommuneplan

- infrastruktur

#### Lokalplaner

- vej og stiforhold

**Lov om miljøbeskyttelse**, samt en række bekendtgørelser udstedt i medfør af loven nr. 358 af 1991.06.06

#### Formål

- forebygge og bekæmpe forurening af luft, vand, jord og undergrund samt vibrations- og støjulemper.

Miljøbeskyttelsesloven har som sit vigtigste princip, at forureningen skal reduceres ved kilden. Loven sigter på at fremme renere teknologi og genanvendelse.

**Lov om naturbeskyttelse**, nr. 9 af 1992.02.03

#### Formål

- beskytte, forbedre, genoprette (vand, strande, moser, fortidsminder, skove osv)
- offentlighedens adgang

Om offentlige anlæg i det åbne land er særligt anført, at de "skal placeres og udformes således, at der i videst muligt omfang tages hensyn til landskabelige værdier og de øvrige interesser nævnt i §1" (formålsparagraffen).

**Lov om vandløb**, nr. 404 af 1992.05.19

Gennem loven reguleres forholdene vedrørende både åbne og rør-lagte vandløb.

Med hjemmel i loven kan der gives tilladelser om tilledning af f.eks. spildevand, overfladevand og drænvand til vandløb.

Derudover skal følgende love fremhæves:

**Lov om arbejdsmiljø**, nr. 646 af 1985.12.18

Det er lovens formål at sikre et sikkert og sundt arbejdsmiljø. Derudover tilvejebringes et grundlag for at indfri beskrevne formål.

**Lov om offentlige veje, nr. 624 af 1993.06.21**

Loven indeholder konkrete bestemmelser om udførelse (vejmyndigheder, klager, normer, administration, byggelinier, ekspropriation mm.

**Lov om varmforsyning, nr. 382 af 13. juni 1990**

Formålet er at fremme den mest samfundsøkonomiske og miljø-mæssige anvendelse af energi til bygningens opvarmning og forsyning med varmt vand samt at formindske energiforsynings afhængighed af olie.

Bekendtgørelse nr. 139 af 5. marts 1991 om varmeplanlægning og godkendelse af projekter for kollektive varmforsyningsanlæg.

**Lov om affaldsdepoter, nr. 420 af 1990.06.13**

**Lov om beskyttelse af havmiljøet, nr. 130 af 1980.04.09**

**Lov om ændring af lov om beskyttelse af havmiljøet, nr. 181 af 1985.05.08**

**Bekendtgørelse af lov om vandforsyning m.v., Nr. 337 af 1985.07.04**

### **7.1.2 Bekendtgørelser**

#### **Arbejdstilsynet**

- Nr. 660 Asbest
- Nr. 993 Asbest, registrering m.m.
- Nr. 562 Bly, metallisk
- Nr. 661 Chromat i cement
- Nr. 199 Epoxyharpikser og isocyanater
- Nr. 164 Jordarbejde
- Nr. 473 Kloakarbejde
- Nr. 9 Ændring af bekg. om kloakarbejde
- Nr. 67 Klæbemidler, forbud mod anvendelse af visse
- Nr. 463 Malearbejde, erhvervmæssigt
- Nr. 464 Malearbejde, kodenummer
- Nr. 52 Organiske opløsningsmidler
- Nr. 501 Projekterendes og rådgivendes pligter
- Nr. 540 Stoffer og materialer
- Nr. 770 Forbud mod visse stoffer og materialer
- Nr. 6 Støjemissionen fra hydrauliske gravemaskiner m.v.
- Nr. 360/3 Foranstaltninger mod sundhedsfare ved malearbejde på store konstruktioner
- Nr. 302 Arbejde med kodenummererede produkter

### 7.1.3 Andre reguleringsmidler

En hensigtsmæssig udnyttelse af ressourcer og omfanget af miljøbelastende aktiviteter reguleres bl a gennem skatter og afgifter. Endvidere findes virkemidler, i form af særlige lånevilkår, tilskudsordninger og andre understøttende foranstaltninger, til fremme af miljøvenlige og miljøforbedrende tiltag.

Afgifter - vand  
- brændstoffer  
- affald

Særlige aftaler og tilskudsordninger  
- genbrug  
- beskæftigelsesfremme

## 7.2 Anvisninger, vejledninger, datakilder og lign.

I dette afsnit er udarbejdet en oversigt over relevant materiale i form af anvisninger, vejledninger, meddelelser o.l. fra styrelser og andre institutioner samt opslagsværker i relation til de udvalgte anlægstyper.

Der er ikke indhentet oplysninger vedrørende råstofudvinding og materialefremstilling.

### 7.2.1 Generelt

#### Miljøstyrelsen

Relevante vejledninger fra Miljøstyrelsen. Eksempler:

- Nr. 6/1974 Spildevand
- Nr. 5/1984 Ekstern støj fra virksomheder
- Nr. 6/1984 Måling af ekstern støj fra virksomheder
- Nr. 2/1990 Bortskaffelse af affald
- Nr. 6/1990 Begrænsning af luftforurening fra virksomheder
- Nr. 7/1990 Vejledende liste over farlige stoffer
- Nr. 3/1992 Generel branchevejledning for forurenede grunde
- Nr. 12/1992 Håndhævelse af miljøbeskyttelsesloven
- Nr. 3/1993 Godkendelse af listevirksomheder

#### Arbejdstilsynet

Liste over nogle relevante cirkulærer, anvisninger og meddelelser udarbejdet af Arbejdstilsynet:

- Cirkulæreskrivelser:
  - Nr. 4/1987 Registrering af asbest
  - Nr. 6/1987 Listen over farlige stoffer
  - Nr. 11/1987 Substitution af tørmørtel
  - Nr. 2/1988 Organiske opløsningsmidler og andre sundheds skadelige luftarter
  - Nr. 3/1988 Methanol i mørtel

Nr. 24/1988 Bekendtgørelse om materialer med indhold af flygtige stoffer, herunder organiske opløsningsmidler

Nr. 16/1990 Kvartsstøv på byggepladser

- Anvisninger:

Nr. 3.1.0.1 Leverandørbrugsanvisning og teknisk datablad for stoffer og materialer

Nr. 3.1.0.2 Grænseværdier for stoffer og materialer

Nr. 4.2.1.1 Sandblæsning

- Meddelelser:

Nr. 3.01.1 Chromat i cement

Nr. 3.01.3 Epoxyharpikser og isocyanater

Nr. 3.01.6 Nedrivning, reparation og vedligeholdelse af asbestholdige byggematerialer

Nr. 3.02.1 Stoffer og materialer

Nr. 3.02.5 Arbejde med stoffer og materialer

Nr. 4.04.3 Arbejde med fjernvarmerør, der er præisoleret med polyurethan

Nr. 4.04.16 Arbejde i jord, forurenede med sundhedsskadelige kemikalier

### **DIFs normkompleks**

#### **Dansk Standardiseringsråd**

Diverse standarder. Specielt skal fremhæves:

- Miljøledelsessystemer  
DS/INF 75
- Kvalitetsstyring DS/ISO 9000-serien

### **SBI-anvisninger og - rapporter**

#### **Byggedata**

Samling af byggerrelevante lovttekster, bestemmelser og reglementer.

### **DTI-publikationer og rapporter**

#### **Datakilder**

Justitsministeriets Retsinformation - samlet database (33-32 52 22)

### **7.2.2 Trafikanlæg - veje excl. broer**

#### **Vejdirektoratet, Vejregler**

- Saltning af veje, 1979  
(Anvisning på en mere begrænset og skånsom vintersaltning)
- Slåning af grøftekanter, 1984  
(Begrænsning af slåning af grøftekanter til fordel for flora og fauna)



- Støjskærme og -volde. 1983
- Støjensyn ved nye vejanlæg. 1989
- Sideanlæg ved veje i åbent land. 1991
- Beplantning. 1980
- Byernes trafikarealer. 1991-92
- Vejen og dens omgivelser. Miljøforhold i vejregelarbejdet. 1977
- Vejnomenklatur, INFO. 1980

#### **Vejledninger fra styrelser**

- Håndbog om miljø og planlægning  
Miljøministeriet, Planstyrelsen 1991
- Miljø og trafik i kommuneplanlægningen  
Miljøministeriet, Planstyrelsen 1992

#### **7.2.3 Trafikanlæg - broer over land**

Der findes meget lidt materiale om projektering af broer med en miljømæssig synsvinkel.

De generelle regler for bortledning af overfladevand, forurening fra vejbane osv er naturligvis gældende. Også normer for belysning, beton, belægninger osv er gældende.

#### **7.2.4 Forsynings- og afløbsanlæg - fjernvarmeanlæg**

Som for broer over land findes der for fjernvarmeprojektering kun lidt materiale om miljørigtig projektering. En række generelle regler for projektering og udførelse af anlægsarbejder er gældende.

Derudover findes der en række normer og standarder tilknyttet fjernvarmeprojektering, som ikke skal opremses her.

### **7.3 Litteratur**

Litteraturlisten opdeles i afsnit indeholdende litteratur med reference direkte til anlægstyperne i dette projekt, og et afsnit med generel relevant litteratur. Der er ikke medtaget litteratur der alene relaterer sig til byggeri- og byggevaregruppens rapport.

#### **7.3.1 Generelt**

##### **Miljøministeriet/Miljøstyrelsen:**

Relevante miljøprojekter, eksempelvis:

- Nr. 129 Genanvendelse af bygge- og anlægsaffald - del 1
- Nr. 131 Miljøvurdering af PVC og udvalgte alternative materialer
- Nr. 140 Vandige malematerialer til korrosionsbeskyttelse
- Nr. 145 Genanvendelse af nedknust tegl
- Nr. 150 Prognose for bygge- og anlægsaffald - hovedrapport
- Nr. 151 Prognose for bygge- og anlægsaffald - bilagsdel

- Nr. 157 Anvendelse af nedknust beton i ny beton
- Nr. 160 Genanvendelse af bygge- og anlægsaffald - del 2
- Nr. 180 Renere teknologi - bygge- og anlægsaffald
- Nr. 181 Beton med nedknust tegl som tilslag
- Nr. 204 Miljø- og arbejdsmiljøvurdering af materialer
- Nr. 209 Jernudvaskning ved dræning af arealer med jern i grundvand
- Nr. 216 Korrosionsbeskyttelse af stålkonstruktioner
- Nr. 221 Byggeriets materialeforbrug

Eksempler på visuelle vurderinger i forbindelse med cirkulære om planlægning og administration af kystområderne.  
Landsplanafdelingen 1993

#### **Øvrig litteratur:**

Andersen, Jan Holten m.fl.: Rapport vedr. nye sigtelinier i miljøpolitikken. Miljøstyrelsen, august 1990

Axel Nielsen A/S: Anvendelse af nedknust beton i ny beton. Miljøprojekt nr. 157. Miljøstyrelsen 1990

Axel Nielsen A/S, DEMEX A/S: Beton med nedknust tegl som tilslag, Miljøprojekt nr. 181. Miljøstyrelsen 1991

Basse, Ellen Margretha: Genanvendelse af bygge- og anlægsaffald - del 1, Miljøprojekt nr. 129. Miljøstyrelsen 1990

Basse, Ellen Margrethe: Genanvendelse af bygge- og anlægsaffald - del 2, Miljøprojekt nr. 160. Miljøstyrelsen 1991

Brundtlandkommissionen: Vor fælles fremtid. FN-Forbundet og Mellempøkeligt Samvirke 1987

Dansk Cyklisk Forbund. Bymiljø - en debatbog 1987

DSB: Fart i miljøet, DSB miljøplan 1992

Christiansen, Kim m.fl.: Renere Teknologi - bygge- og anlægsaffald. Miljøprojekt 180. Miljøstyrelsen 1991

Miljøministeriet: Bkg. om vurdering af større anlægsvirkning på miljøet (VVM) af 23. juni 1989

Miljøministeriet: Handlingsplan for øget genanvendelse, 01.12.1991

Miljøministeriet: Handlingsplan for renere teknologi, 9.2.1989

Miljøministeriet: Miljøindikatorer 1992. Hvordan står det til med miljøet?

Miljøministeriet: Miljøindsatsen i 90'erne. Redegørelse, januar 1992

Miljøministeriet: Miljø og økonomi, 1990

Miljøministeriet: Nogle mål og midler i det int. miljø samarbejde.  
En selektiv dansk strategiplan, 1989

Miljøministeriet: Miljøtilstanden i Danmark, 1991

Miljøministeriet, Planstyrelsen og Miljøstyrelsen: Håndbog om miljø og planlægning, dec. 1991

Miljøstyrelsen: Genanvendelsesrådets årsberetning 1990, Orientering fra Miljøstyrelsen, nr. 3, 1991

Miljøstyrelsen: Teknisk og økonomisk analyse af processer i forbindelse med behandling af bygge- og anlægsaffald Arbejdsrapport, 1992

Miljøstyrelsen: Notat af 24. januar 1989 vedr. Handlingsplan for bygge- og anlægsaffald, 1990-1992

Miljøstyrelsen: Miljøstyring - en håndbog i praktisk miljøarbejde, Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 6, 1992

Miljøstyrelsen: Redegørelse om Renere Teknologi 1990-1992, dec. 1989

Miljøstyrelsen: Sigtelinier for det fremtidige arbejde i Miljøstyrelsen 1990

Miljøstyrelsen: Renere byggeri - fra Miljøpraktik til handlingsplan. Analyse af optimering af parametre af betydning for miljøledelse i bygge- og anlægssektoren, juni 1993

Nordisk Ministerråd: Nordiske temaer i miljøkonsekvensvurderinger, Nord 1993:18

Miljøministeriet - Skov- og Naturstyrelsen 1992: Større uforstyrrede landskaber - Et pilotprojekt om tekniske anlægs indflydelse på landskabet

Stads- og havneingeniøren, Tidsskrift for kommunalteknik  
Kommunalteknisk chefforening

### **7.3.2 Trafikanlæg - veje excl. broer**

Danmarks Naturfredningsforening, Fredningsstyrelsen og Vejdirektoratet: Naturfredning og vejbygning, 1983

Hubendick, Poul Eric: Vægformgivning, SRS forlæg 1976

Miljøministeriet: Faunapassager i forbindelse med større vejanlæg.  
DMU nr. 28, 1991

Miljøministeriet: Vejen og Miljøet - om vejes miljøkonsekvenser,  
1985

Miljøministeriet, Planstyrelsen: Gør trafikken miljøvenlig. Sådan  
bliver gode byer til, 1992

Miljøministeriet: Ubundne bærelag af knust tegl, 1993

Miljøministeriet: Ubundne bærelag af knust asfalt, 1992

Nordisk vejteknisk forbund, Rapport nr. 9, 1980: Visuelle forhold -  
Konflikter mellem trafik og miljø

Nordisk Vejteknisk Forbund, rapport nr. 12, 1984: Bedre gader -  
en eksempelsamling fra nordiske byer

Persson, Bengt, 1993: Vägen i Staden - en programansats

Planverket, 1987: Hela Gatan - En ideskript

Vägverket, 1987: Vägars miljöpåverkan

Varming, Michael, SBI, 1977: Motorveje i landskabet

Vejdirektoratet, Vejdatalaboratoriet 1989: Støjafskærmning  
- et idekatalog, Rapport 81

Vejdirektoratet, Vejdatalaboratoriet, Vejregelsesekretariatet, 1993:  
Bedre trafikmiljø - Et idekatalog, Rapport nr. 106

Dansk Vejtidskrift, Medlemsblad for Dansk Amtsvejingeniørforening,  
Meddelelsesblad for Amtskommunernes vejvæsener, Vejdirektoratet,  
Trafikministeriet, Dansk Vejhistorisk Selskab

Dengate, R.S.: Investigation into cracking and seating

Highways and Transportation v 38 n 10 Oct 1991 5p, 1991

Herzer, W., Johnstone, W.M.; Mac Donald, R.L.; Goodbrand, C.:  
Application of GIS to the planning and preliminary design of the  
Vancouver Island Highway. 1991

Jacob, T.H.,; Moore, B.P.: M40 Oxford to Birmingham landscape  
and environment, 1993

Nathanson, Craig: Total quality in HR 'How to shift old way thinking',  
1992

Robertson, S.B.: Environmental and permitting considerations for causeways along the Beaufort Sea, Alaska. 1991

Youdale, G.P.: Facing the challenges road rehabilitation and recycling.

Lauritzen, Erik K. og Søborg, Lars: Rapport vedr. genanvendelse af bygge- og anlægsaffald i de nordiske lande. Nordisk Ministerråd - RTGA-Gruppe, DEMEX Rådgivende Ingeniører, december 1992

Lauritzen, Erik K. og Søborg, Lars: Nedrivning af bygninger og anlægskonstruktioner, SBI-anvisning 171, SBI 1991.

Kommissionen for De europæiske Fællesskaber: Grønbog 1991

### **7.3.3 Trafikanlæg - broer på land**

Vägverket: Broestetik, Väg- och Brokonstruktion  
Sektion för Broinvestering, 1991-03, Publ. 1991:14

### **7.3.4 Forsynings- og afløbsanlæg - Fjernvarme**

Denning, James: Small-government GIS. 1993

Yamamoto, Koshi; Wada, Kaoru: Resource constrained time-space scheduling model. 1993

Kaj, Christensen, B. Howald Petersen: Fjernvarme

Frederiksen, Svend; Svend Werner: Fjärrvärme. Teori, teknik och funktion.

Thøgersen, Leif Kirk (Faglig redaktør): Varme ståbi.

Desuden kan nævnes følgende litteratur af orienterende karakter:

EFP-rapporter.

Rapporter fra IEA District Heating Project.

Div. leverandørkataloger.

## **7.4 Eksempler og referencer**

Eksempelsamlingen omfatter projekter, afsluttede eller under udarbejdelse, hvori miljøvurderinger - metoder og systematikker indgår. Eksemplerne er få og flere af eksemplerne er endnu i planlægningsfasen.

**Motorvej Herning - Århus**  
Vejdirektoratet

Der er udført omfattende undersøgelser i forbindelse med de jyske tværveje. For strækningen Herning - Århus er udført miljømæssige undersøgelser foruden beskrivelser af vejens udformning, trafik, økonomi og konsekvenser for bymiljø og erhvervsliv i det midtjyske område.

Vejen og miljøet: Motorvej Herning - Århus, Vejdirektoratet 1992  
+ en række særskilte rapporter og publikationer

**Helsingørmotorvejen og Motorringvejen, København**  
Vejdirektoratet

Motorvejsudbygning til 6 spor, M3 + M14

- støjafskærmning
- design
- beplantning

**Bärbyleden II, Uppsala, Sverige**  
Vägverket, Region Mälardalen

Etablering af ringvej i nordlige del af Uppsala

- støjafskærmning
- design
- beplantning
- afvanding / belægningsunderlag

**E18 Handeland - Feda Vest**  
Konsekvensutredning etter plan- og bygningsloven §33-5  
Statens vegvesen, Vest-Agder  
Norsk

**Øresundsforbindelsen**

Kyst - kyst

Der er / udføres omfattende arbejde med vurdering af de miljømæssige forhold, der knytter sig til en fast forbindelse over Øresund.

Miljø Øresundsforbindelsen, Kyst-kyst anlægget 1993  
Den faste forbindelse København-Malmø

Øresundsforbindelsen  
Landanlæg Danmark,  
Diverse rapporter

**Øresundsforbindelsen**

Svenske Landanlæg

De svenske landanlæg omfatter etablering af en ny ydre ringvej, vej- og jernbanetilslutning til broanlægget.

Vägverket, Region Skåne m fl: Malmö, Ydre Ringvej - Jernbanen -  
Brottilslutningen, Arkitektur og landskab, 1993  
+ div arbejder/rapporter fra Vägverket og Svedab

**Helsingør Færgeterminal**  
**Miljøundersøgelser**  
DSB december 1989  
+ bilagsrapport

**Udbygning af jernbanestrækningen mellem Vamdrup og Pad-  
borg, DSB**  
Projektet omfatter udbygning af jernbanestrækningen fra 1 til 2 spor  
og forbedringer, som muliggør hastigheder på 200 km/t.

Der er udarbejdet miljøundersøgelser i henhold til VVM-direktivet  
og et videre arbejde pågår.

DSB: Miljøkonsekvenser af udbygningen af jernbanestrækningen  
mellem Vamdrup og Padborg, December 1992  
+ bilagsrapporter

**Riksbaneård Syd (RBG Syd), Sverige**  
**Banverket m.fl.**  
Projektet omfatter etablering af en rangergodsbanegård i Skåne  
Der er udarbejdet/arbejdes med trafikplan, lokaliseringsudredninger,  
landskabstilpasning mv.

**Naturgaslager ved Stenlille**  
Dansk Naturgas AS

Projektet omfatter etablering af et naturgaslager ved Stenlille som en  
del af det danske naturgasprojekt. Som led i forberedelserne er  
foretaget en vurdering i henhold til VVM-direktivet.

**Naturgaslager ved Stenlille**  
**Miljøteknisk redegørelse Juli 1990**  
Dansk Naturgas AS

**Varmeplan Århus**  
Århus kommune

Tracering af delvis overjordisk fjernvarmetransmissionsledning fra  
Studstrupværket til Århus.

---

**Bilag**  
**Eksempler på gennemført**  
**miljøindsats i anlægsprojekter**

---





# 1. Trafikanlæg

## 1.1 Generelt

### 1.1.1 Landskab og æstetik

I det følgende beskrives kort nogle foranstaltninger, der kan træffes for at forbedre landskabstilpasningen og miljøet.

#### Linieføring og geometri

Det vil normalt være hensigtsmæssigt at lade vejene følge landskabets topografiske skel, for derved at undgå at landskabet "skæres itu". Vejene kan eksempelvis følge skel i terrænet eller i bevoksningstyper.

Områder i landskabet, der er uforstyrret af tekniske anlæg (de såkaldte "hvide pletter") bør iagttages og som udgangspunkt bevares uforstyrrede.

Ved nye vejanlæg indgår overvejelser over, om eksisterende vejtracé kan genbruges ved et nyt anlæg for herved at minimere arealforbruget.

"Noget for noget"-tanken, dvs. at et nyt anlæg medfører nedlæggelse af et gammelt, eller at der på anden vis kompenseres, kan reducere arealforbruget eller hindre, at miljøet totalt set forringes.

Hensyntagen til jordens bonitet bør indgå. Undgå at inddrage god landbrugsjord, hvis man lige så godt kan bruge en mindre god.

Den barriereeffekt, som følger med anlæggelse af en ny vej, bør minimeres dels gennem valg af linieføring og gennem anlæggelse af tværgående passager.

En linieføring kan vælges, så den beskytter beboede områder mest muligt for trafikstøj og luftforurening.

Generelt er det ønskeligt, at kørebanen ligger højt, dvs. 1-3 m over terræn. Det giver god overskuelighed for trafikanterne. Til gengæld vil støjen udbredes over større afstande.

Lav beliggenhed kan af hensyn til landskabet og af hensyn til konsekvenserne for omkringboende være at foretrække.

### **Landskabstilpasningen**

Ved tilpasningen til landskabet er det - ud over tracéringen - vigtigt, at større dæmningsanlæg og "skår" i landskabet undgås. Virkningen af større jordarbejder kan minimeres ved bevidst terrænmodellering f.eks. med bløde afgrænsninger, flade skråningsflader og beplantning. Den landskabelige tilpasning bør tage udgangspunkt i, hvordan anlægget tilpasser sig "set udefra" samt i det indre vejbillerede set fra trafikanternes synspunkt.

Flora og fauna bør tilgodeses bl.a. gennem faunapassager og valg af beplantning.

### **Beplantning**

Beplantningen bør - udover at opfylde sikkerhedsmæssige og tekniske krav - medvirke til at skabe æstetisk tiltalende vejrum på skråninger og restarealer samt fungere som optisk vejledning for bilisterne og indgå positivt i økologisk sammenhæng.

Beplantningen formidler vejens tilpasning til landskabet, og må i artsvalg og type være i overensstemmelse med, hvad der forekommer i området. Vigtigt er også, at beplantningen fungerer miljøforbedrende og som spredningskorridor for flora og fauna. Restarealer mellem trafik anlæg kan være specielt værdifulde som naturområde, fordi der her kun færdes få mennesker.

### **Design af vejudstyr**

Med de store tekniske anlæg følger også i stort omfang udstyr som autoværn, vejvisning, belysning, rækværker.

Meget ofte fremstår dette "isenkram" uskønt og med forskelligt design og forringer det visuelle miljø. Problemet består typisk i, at udstyr kommer til over en længere årrække, og at forskellige instanser har forskellige krav. Man designer og opstiller udstyret ukoordineret. Der kan opnås meget ved design-koordinering.

Omfanget af udstyr bør minimeres mest muligt.

#### **1.1.2 Veje excl. broer**

Den valgte vejbelægning har betydning for støjbelastningen. Forsøg viser, at drænasfalt på kort sigt (ca. 5 år) dæmper støjen i forhold til traditionelle asfaltbetoner. Støjgener fra trafikken på vejen kan reduceres ved opsætning af støjskærme. Støjskærmene kan udføres af mange forskellige materialer, hvis miljøbelastning skal vurderes.

Støj under udførelsen kan f.eks. begrænses ved anvendelse af støjsvagt materiel eller ved hensigtsmæssig tilrettelæggelse af arbejdet, således at de mest støjende funktioner alene udføres i dagtimerne.

Saltforbruget om vinteren kan minimeres ved at anvende selvsaltende belægninger og ved eventuelt at udelade anvendelse af drænasfalt. Drænasfalt kræver mere saltning end traditionelle asfaltbetoner.

For at minimere ressourceforbruget og påvirkningerne af omgivelserne under udførelsen og gøre anlægget billigere benyttes i dag genbrug, hvor de dimensiongivende belastninger tillader dette. Det kan være genbrug af betonbelægning, asfaltbelægning og tegl ved nedknusning og indbygning som ubunden bærelag. Knust asfalt genbruges også med op til 30-60% i nye asfaltbelægninger.

Skadelige påvirkninger ved udlægning af belægninger kan minimeres ved beskyttelse med handsker og maske med filter afhængig af den aktuelle situation.

Friktionsbelægninger med stor holdbarhed indeholder stenkulstjære. Belægningen skal derfor ved fjernelse deponeres på kontrolleret losseplads. Substitution af stenkulstjære vil derfor være aktuelt.

Kabelblokke indeholdende plastmaterialer skal ved fjernelse deponeres på kontrolleret losseplads. Affaldsmængden til deponering kan minimeres ved at udelade plastmaterialer i betonen og/eller ved at foretage en sortering i opbrydningsfasen.

Den stive belægning har en relativ høj anlægsressource og en relativ lille driftsressource. Den fleksible belægning har forholdsmæssigt en lille anlægsressource og en relativ høj driftsressource. Byggherren har således mulighed for at prioritere ressourcebesparelse nu eller i fremtiden.

Der kan forekomme emissioner til vand i form af saltning om vinteren på belægningen, som løber ud gennem afvandingssystemet.

Ved en grundvandssænkning i forbindelse med et vejanlæg kan vandforsyningen generes.

Uanset valg af belægningstype er produktion af belægninger meget råstofforbrugende. Det er primært ressourcerne sand, sten og grus.

Ved anvendelse af stiv belægning i form af beton kan der være en kemisk påvirkning ved ætsning under berøring af nyudstøbt beton.

Ved anvendelse af stiv belægning i form af kunstofbelægning kan der være en kemisk påvirkning ved epoxy og harpiks dampe i hærdeforløbet.

Ved anvendelse af fleksibel belægning i form af asfalt kan der være en kemisk påvirkning ved dampe fra asfalten under udlægning. Dampene er specielt fremherskende ved tilsætning af modificeringsmidler.

I udførelsesfasen kan følgende foreskrives:

- Jordtransporter kan mindske sikkerheden på lokale veje
- Nabobygninger udsættes for vibrationer
- Støjbelastningen er forøget til naboer
- Støvbelastningen er forøget til naboer

### **1.1.3 Broer over land**

Funktionen er oftest at etablere en niveaufri skæring mellem to trafik anlæg, men kan også skabe forbindelse over lavtliggende arealer eller bryde en trafikbarriere.

Udformningen afhænger af de hensyn, der skal tilgodeses. En niveau skæring, der etableres ved nedgravning i stedet for ved etablering af dæmninger, sikrer nærliggende bebyggelse mod støjgener og fremstår ikke så synligt i landskabet.

Broens spændvidde og udformning har betydning for dens tilpasning til landskabet, men også for ressourceforbruget i etableringen og driften.

Nedenfor følger i stikordsform i uprioriteret orden, miljømæssigt interessante beslutninger i planlægnings-/programfasen for broer over land:

- Overføring/underføring
- Byggetid (5 uger/7 mdr) præfabrikation/insitu
- Trafikspæringsperioder (helt eller delvist)
- Krav vedr. begrænsning af støj
- Grundvandssænkingsforhold f.eks. byggegrube i drift i forhold til nærliggende private brønde
- Arbejds miljøforhold
- Afskærmning af byggepladsen (sikkerhed, lysforhold, støjforhold, støjgener m.v.)
- Brotype (totalt brug af materialer, f.eks. valg af spændvidde)
- Valg af materialer generelt (beton, stål, jord osv.)
- Bitumenpladeisolering/tynd kunststofisolering

Valget står mellem beton eller stål. Erfaringerne for driftsfasen af stål- og betonbroer viser, at begge i praksis har samme levetid (75-100 år) såfremt der afholdes samme vedligeholdelsesudgift (1% af anlægsudgiften pr. år). Stålbroer vedligeholdes med ny overfladebehandling ca. hvert 20.-25. år. Betonbroer hovedstand- sættes ca. hvert 35. år.

Lette stålbroer er ressourcemæssigt mindre krævende at montere end tungere betonbroer.

Belægnings på broers befærdede vejarealer kan etableres som traditionelt bitumenpladeisolerede belægnings med asfalt eller som kunststofbelægnings. Ved valg herimellem bør udover økonomiske vurderinger også indgå levetider samt generel miljøbelastning i forbindelse med udførelse, vedligehold og fjernelse. Endvidere bør arbejdsmiljømæssige forhold inddrages.

Overfladebelægnings på betonbroer bør kun bruges, hvis de er testet og fundet miljømæssigt ikke farlige (dvs. at de indeholder under 1% miljøfarlige stoffer).

Overfladebehandling (maling) af stålbroer bør i muligt omfang udføres med malinger indeholdende intet eller så lidt bly som muligt. Der gennemføres livscyklusvurdering af overfladebehandlingen. Der arbejdes med udvikling af malinger, der ikke indeholder bly, primært til brug for broer over miljømæssigt sårbare marineområder.

Etablering af betonbroer støbt på brostedet betyder ofte vej/spor- gener for trafikken over/under broen og øget miljøbelastning i 1/2 år eller mere. Ved etablering af broerne som præfabrikerede elementer reduceres de trafikale gener, herunder miljøbelastningen.

Genbrugsmaterialer (nedknust beton eller tegl) anvendes så vidt muligt ved opbygning af dæmnings m.v.

## **1.2 Motorvej, Herning-Århus**

Rute 15 indgår i udbygningen af det overordnede vejnet herunder de jyske tværveje. Anlægget omfatter ca. 75 km 4-sporet motorvej fra Herning til Den Jyske Motorvej vest for Århus.

Det planlægningsmæssige arbejde har været igang i flere år, og projekteringsloven er blevet vedtaget i 1990. Der er gennemført omfattende undersøgelser, og intentionerne i VVM-direktivet er opfyldt. Alternative løsninger undersøges stadig på dele af linien. Forprojekteringen er påbegyndt (november 1993).

De udførte undersøgelser er nogle af de mest omfattende, der er udført i forbindelse med anlæg af motorveje i Danmark. Dele af

strækningen passerer meget værdifulde naturmiljøer, hvorom også opmærksomheden er stor. De udførte arbejder retter sig derfor primært mod forudsætningerne og konsekvenserne af tracéringen.

Vedrørende projektet foreligger der flere rapporter, hvoraf skal nævnes:

- Motorvej Herning - Århus  
Vejen og miljøet 1992
- Motorvej Herning - Århus  
Æstetisk vurdering 1992

Førstnævnte omhandler især de miljømæssige forhold, sidstnævnte de landskabelige og æstetiske.

Følgende emner er behandlet:

#### Trafik og Miljø

- Trafikudviklingen, hidtil og forventede
- Tidsbesparelser ved motorveje
- Uhedsreducering ved motorveje
- Energi og luftforurening
- Støjforhold
- Barrierevirkning og utrykthed

#### Arkitektur og landskab

- Natur og landskabsforhold
- Konsekvenser

Forskellige alternativer er detaljeret behandlet ud fra landskabelige og æstetiske synspunkter, set såvel fra landskabet som fra trafik-anlægget.

I det følgende beskrives miljøindsatsen i de forskellige projekteringsfaser.

### 1.2.1 Miljøindsats i planlægnings- og programfaserne

Efter vedtagelsen af projekteringsloven i 1990 er udarbejdet en linievalgsrapport. Denne fastlægger linieføringen i hovedtræk og anviser enkelte alternativer.

På baggrund heraf er foretaget kortlægning og vurdering af:

- naturforhold
  - flora og fauna
  - spredningskorridorer

- vandløb / vandskel
- geologiske forhold
- kulturforhold
  - fortidsminder
- landskab og visuelle forhold
  - tracéringmuligheder
  - dæmningsopbygninger/ afgravninger
  - synlighed i landskabet
  - broer

Undersøgelserne og vurderingerne blev opdelt i 5 faser for at kunne udskille stadig færre realistiske linieføringsforslag, og i takt hermed, at iværksætte mere detaljerede undersøgelser.

De 5 faser var:

1. Områdebeskrivelse
  - herunder konfliktanalyse
2. Identifikation af særligt værdifulde naturområder
  - herunder detailundersøgelser af disse
3. Valg af linieføringer
  - herunder detailundersøgelser af linieføringer
4. Valg af endeligt linieføringsforslag
  - herunder konsekvensvurdering og afværgeforanstaltninger
5. Detailvurdering af to endelige krydsningsforslag af Funder Ådal

Andre miljømæssige forhold er belyst gennem forskellige effektvurderinger vedr:

- trafiksikkerhed
- trafikarbejde
- ressourceforbrug
- naboeffekter
  - støj
  - luftforurening
  - effekter af vejvand
  - grundvandssænkning og dræning
  - barrierevirkning
  - energiforbrug
  - mikroklimatiske effekter

Linieføringsforslaget er på denne måde undersøgt yderligere, og flere alternativer er fremkommet med sigte på at minimere kon-



flikterne med natur- og kulturværdierne. Det har ikke været muligt at undgå at berøre alle værdifulde forhold. De særligt følsomme områder, der er udpeget og detaljeret vurderet, er eksempelvis:

#### **Funder Ådal**

Funder Ådal er en ca 10 km lang sidedal til Gudenådal som munder ud i en tørlagt sø, der i istiden har været en gletcherport. Idag fremstår området med en flad dalbund, mosearealer og markante dalsider. Med hensyn til flora og fauna findes særligt værdifulde forhold. Forhistoriske værdier er detaljeret kortlagt.

Ved det anbefalede linieføringsforslag har man undgået fortidsminderne og områderne med de særligt værdifulde plantevækster, og egeskovsområder er undgået. Det er tilstræbt, at dæmningsopbygninger bliver så lave som muligt.

I et alternativ er tracéet lagt i nåleskovsområde. Dette alternativ er mere skånsomt overfor ådalen. Dæmningsopbygning er kortest mulig, men alternativet indebærer, at vejen bliver længere.

Et andet alternativ genanvender en del af det nuværende tracé. Herved øges behovet for etablering af nye lokalveje.

#### **Passage over Gudenåen**

Passagen over Gudenåen frembyder særlige problemer, idet områder omkring Gudenåen er fredet. Natur-, kultur- og landskabsforhold er kortlagt og vurderet. Der er foretaget meget detaljerede studier af mulighederne for at finde passagemuligheder, som gør mindst mulig skade. Udbredelse af støj er vurderet, og forskellige udformninger af bro- og dæmningsanlæg er undersøgt.

#### **Linieføring ved Silkeborg**

Ved passage forbi Silkeborg er udarbejdet et forslag som går nord om byen og herved undgår at berøre bymæssige områder.

Alternativt hertil er der et forslag, der i hovedtræk får samme tracé som den nuværende rute 15 gennem Silkeborg. Herved reduceres arealforbruget, men løsningen får store konsekvenser for Silkeborg by, hvor barriereeffekten bliver betydelig og støj og luftforureningsgenerne bliver større. Anlægsomkostningerne vurderes også at øges, hvorimod trafik- og driftsøkonomien er interessant.

For strækningerne Herning-Bording og Låsby-Århus er der vedtaget anlægslov, hvorimod projekteringsloven for strækningen Bording-Låsby er opretholdt, og der pågår yderligere detaljerede undersøgelser for linieføring.

**1.2.2 Miljøindsats i dispositions- og projektforslagsfaserne**  
Emnerne for indsatsen er her til dels de samme, men flere konkrete forhold kommer til. Emnerne kan være fasebestemte i henhold til Vejdirektoratets projekteringsmanual. Overskrifterne er bl a:

- broudformning og antal
- støj
- vandafledning
- faunapassager
- udformning af lokalvejnet
- jordbalance
- transportforhold og intern trafik
- midlertidige sedimentationsbassiner

### **1.2.3 Miljøindsats i hovedprojektfasen**

Hovedprojekteringen er endnu ikke påbegyndt (november 1993).

Foreløbige stikord er:

- belægningstyper
- råstofforbrug
- forsinkelsesbassiner
- fundering/blød bund
- særlige foranstaltninger mod uheld ved sårbare områder

## **1.3 Landingsbane i Københavns Lufthavn**

En af verdens største genbrugsopgaver indenfor anlægsarbejder blev udført i 1983 i Københavns Lufthavn på en start- og landingsbane, og efterfølgende er samme metode anvendt i 1988 i Københavns Lufthavn på en rullevej.

Dise to anlægsarbejder har tilsammen genbrugt 30.000 m<sup>3</sup> asfalt og 75.000 m<sup>3</sup> beton.

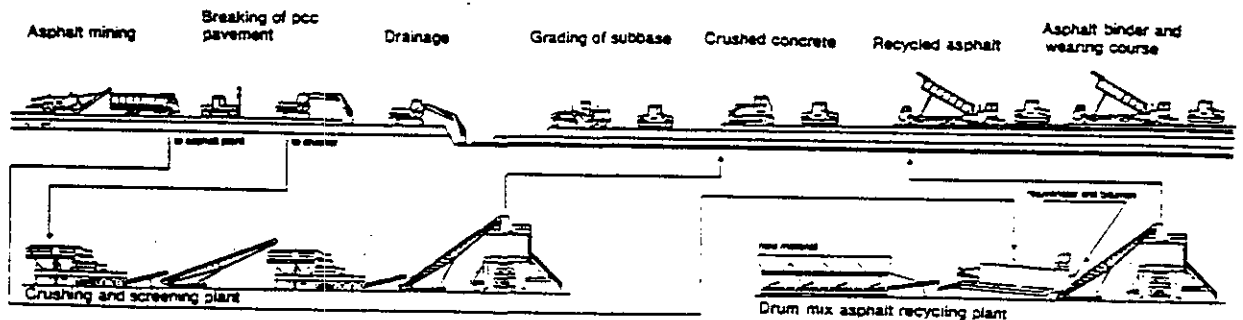
Den eksisterende asfalt blev fræset af og transporteret til et asfaltgenbrugsanlæg og den eksisterende beton blev brækket i stykker og transporteret til et knuseanlæg.

Genbrugsanlæggene var placeret indenfor lufthavnens område for bl.a. at minimere miljøpåvirkningerne. Lastvognstrafik gennem omkringliggende bebyggelser var minimeret og deponering af eksisterende belægninger blev helt undgået.

Den affræste asfalt blev tilsat op til 40-50% nye materialer og betonen blev nedkrust til ubundne bærelag. Begge materialer blev indbygget med traditionelle metoder.

Anlægssummerne blev med ovenstående genbrug 20-40% billigere i forhold til traditionelle løsninger.

En grafisk illustration af de enkelte processer i ovenstående arbejder er vist i figur A.



**FIGUR A**  
**ARBEJDSPROCES**

Genbrug i projekterne blev vurderet ud fra en økonomisk og tidsmæssig optimering, som resulterede i en optimering af miljøressourcerne.

## 1.4 Jernbane, Vamdrup-Padborg

### 1.4.1 Projektet

Den 71 km lange sønderjydske jernbanestrækning mellem Vamdrup og Padborg er i dag enkeltsporet, bortset fra stationsarealer og enkelte overhalingsspor. Ved åbningen af den faste forbindelse over og under Storebælt bliver det muligt at køre fra Sjælland til Tyskland uden af sejle, hvilket giver mulighed for såvel økonomiske som tidsmæssige besparelser ikke mindst for godstrafikken. Kapaciteten på den enkeltsporede strækning er midlertid for lille, og der er derfor igangsat projektering af et 2. spor samtidig med at banen forbedres til kørsel med højere hastigheder og desuden elektrificeres. Langt hovedparten af det nye spor skal gå langs med det eksisterende, så der har derfor kun været ringe valgmuligheder med hensyn til linieføring.

Eksemplet viser, at et seriøst miljøarbejde på et tidligt stade af et projekt er en forudsætning for valg af så miljørigtige løsninger, som det er teknisk og økonomiske muligt.

#### 1.4.2 Miljøindsats i planlægsning- og programfaserne

I projektets programfase blev der opstillet en liste over projektets tænkelige miljørelationer/-påvirkninger såvel under anlægsarbejderne som under driften.

Overskrifter for miljørelationer/-påvirkningerne var:

Anlægsarbejdet:	Støj og vibrationer Påvirkning af naturområder Forurenet jord Påvirkning af kulturlevn Deponering af uanvendeligt materiale Råstofforbrug
Drift:	Støj og vibrationer Planforhold Visuelt miljø

Hver af disse miljørelationer/-påvirkninger blev beskrevet relativt detaljeret, og der blev redegjort for hvilken indsats, der forventedes iværksat, dvs. hvilke vurderinger, der skulle gennemføres i de kommende faser, hvilke virkemidler (afværgeforanstaltninger), der forventedes gennemført og i hvilke faser. Desuden blev der redegjort for hvilke myndigheder, der forventedes involveret i arbejdet med de forskellige miljørelationer/-påvirkninger. Der blev ikke prioriteret indbyrdes mellem miljørelationerne/-påvirkningerne og opstillet egentlige målsætninger for de udvalgte miljørelationer/-påvirkninger.

#### 1.4.3 Miljøindsats i dispositions- og projektforslagsfaserne

Som en del af disse projekteringsfaser blev der gennemført en omfattende miljøvurdering, som er afrapporteret i en hovedrapport og 8 delrapporter med fællestitlen "Miljøkonsekvenser af udbygningen af jernbanestrækningen mellem Vamdrup og Padborg. DSB, Projekt tjenesten, Anlægssektoren 1992". Miljøvurderingen omfattede følgende miljørelationer/-påvirkninger:

- Støj fra jernbanen
- Vibrationer fra jernbanen
- Nedlæggelse af overkørsler
- Arealbehov
- Flora og fauna
- Forekomster af forurenet jord
- Deponering af mosejord
- Råstofforbrug
- Materialer og stoffer i de tekniske anlæg
- Kulturminder

### **Støj fra jernbanen**

Efter udbygningen og åbningen af den faste Storebæltsforbindelse forventes togtrafikken fordoblet og hastighederne øget, hvilket vil medføre væsentlig forøgelse af støj fra jernbanen.

De forventede støjforhold før og efter anlæggets ibrugtagning blev beregnet ved hjælp af de gældende metoder og for hele strækningen blev beliggenheden af 65 dB(A)-linierne før og efter beregnet. Herudfra blev det vurderet, hvor mange boliger, der skal støjbeskyttes.

Støjbeskyttelsen kan ske på to måder: Ved opsætning af støjskærme langs med banen samt ved facadeisolering. Støjskærme beskytter såvel boliger som udearealer, mens facadeisoleringer kun beskytter mod støj inde i boligerne.

I områder som Sønderjylland, der er relativt tyndt befolket, er støjskærme ofte dyrere end facadeisolering. Hvilken af de to løsninger, der vælges, afhænger derfor af en afvejning mellem virkning og økonomi.

I undersøgelserne blev anvendt de hidtil gældende regler for støjbeskyttelse langs eksisterende strækninger og det blev herudfra beregnet, at der skulle opsættes ca. 2800 m støjskærme og lydisoleres ca. 670 boliger. I forbindelse med folketingets behandling blev kriterierne imidlertid ændret, så der etableres ca. 9200 m støjskærme og facadeisoleres ca. 370 boliger.

### **Vibrationer fra jernbanen**

Trafik med tungt materiel specielt godstog bevirker vibrationer, men der findes i dag ingen metoder til at forudsige disse. Generelt er vibrationer ikke noget problem i afstande større end 25-30 meter. Ved projekteringen blev det vurderet, at vibrationsgener næppe vil blive forøget som følge af udbygningen, men dette vil blive vurderet nærmere efter etableringen.

### **Nedlæggelse af overkørsler**

Jernbaneoverkørsler på strækningen bliver nedlagt af sikkerhedsgrunde, og de fleste steder bygges der bro eller tunnel til afløsning. Disse kan sjældent placeres samme sted som den eksisterende overkørsel.

Konsekvenserne heraf er typisk af planmæssig karakter og følgende emner er af særlig interesse:

- trafikforhold og hensyn til bløde trafikanter
- hensyn til bymiljøer
- ændrede erhvervsvilkår
- hensyn til andre arealanvendelser eller planlagte arealanvendelser, herunder kulturhistorisk værdifulde anlæg

Afløsningsanlæggene blev desuden miljøvurderet med hensyn til:

- vejstøj
- fredede fortidsminder og arkæologiske fund
- det visuelle miljø
- grundvandsforhold

Talrige forslag blev udarbejdet og vurderet ud fra de ovennævnte interesser samt de økonomiske konsekvenser. Der blev undervejs ført dybtgående drøftelser med amter og kommuner, og der blev afholdt borgermøder, hvor projekterne blev beskrevet og befolkningens synspunkter hørt. Ved Folketingets behandling var der betydelig uenighed mellem DSB og de lokale myndigheder om elementer i projektets udformning. Der var imidlertid generel enighed om de fremlagte analyser/vurderinger af de miljømæssige og funktionelle forhold og Folketinget havde derfor et grundlag for afgørelse af anlæggets udformning. De endelige forslag baseredes således i høj grad på de gennemførte miljøvurderinger.

### **Arealbehov**

Det udvidede arealbehov som udbygningen medfører skyldes både anlæggelsen af et ekstra spor og kurveudretning med henblik på højere hastigheder. Arealforbruget er dog ret begrænset. Desuden vil der i anlægsperioden være behov for arbejdspladsarealer. Arealbehovene blev vurderet i forhold til

- landbrugsinteresser
- skove
- råstofindvinding
- flora og fauna (se nedenfor)

### **Flora og fauna**

Da arealforbruget til det nye anlæg er ret begrænset, er konsekvenserne over for naturområder små. Der blev gennemført vurderinger i forhold til særligt værdifulde områder, såsom fredede områder, fuglebeskyttelsesområder samt andre områder, der er beskyttet af lov om naturbeskyttelse.

Projektforslagene ændredes flere gange som følge af miljøvurderingerne, f.eks. ved forlægninger m.v.

Miljørapporten gør opmærksom på, at grundvandsænkninger som følge af blødbundsudskiftninger i moseområder kan have uønskede konsekvenser i form af afvanding. Dette undersøges specifikt for de enkelte lokaliteter inden arbejdet sættes i gang.

Støjpåvirkning af dyr blev vurderet som ubetydelig, mens det blev vurderet, at antallet af påkørsler vil stige, men stadig uden betydning sammenlignet med vejtrafikken.

Der blev gennemført en vurdering af jernbanens øgede barrierevirkning og det anbefales at etablere en række faunapassager for at afbøde denne.

Endelig blev det vurderet, hvornår fuglene yngler i særligt følsomme lokaliteter, der berøres af anlægsarbejderne, og dette har ført til, at arbejdet tilrettelægges, så der ikke arbejdes i yngleperioderne.

#### **Forurenede jord**

Der blev gennemført en historisk kortlægning af, hvilke potentielt forurenende lokaliteter, der findes i de områder, hvor der skal gennemføres jordarbejder. Disse er blevet prioriteret efter deres placering i forhold til anlægget. Egentlige feltundersøgelser gennemføres først i en senere fase, hvor der også vil blive taget stilling til, hvordan eventuelle forureninger håndteres.

#### **Deponering af mosejord, råstofforbrug og materialer**

Ved blødbundsudskiftninger blev det vurderet, at der bliver ca. 100.000-250.000 m<sup>3</sup> mosejord i overskud, som skal deponeres, og miljøarbejdet har belyst mulighederne for anvendelse som jordforbedring så nær anlægsarbejdet som muligt.

Udskiftningen betyder et stort råstofforbrug i form af nyt grus. For at spare ressourcer er der lagt op til, at der kan bruges f.eks. nedknust bygningsaffald eller andre restprodukter, f.eks. flyveaske eller bagharpning (restprodukt, der opstår ved rensning af skærver) som erstatning.

#### **Kulturminde**

Undersøgelserne af kulturminde omfattede fredede fortidsminde, arkæologiske fund og fredede bygningsværker, og der er blevet gennemført såvel arkivstudier som arkæologiske feltundersøgelser på en række lokaliteter. Disse har bestået af arkæologisk besigtigelse af hele strækningen. På grundlag heraf blev der på udvalgte steder udført prøvegravninger, hvor der med en relativ beskedent indsats undersøges, om der faktisk er fortidsminde. Prøvegravningerne har på to steder ført til egentlige udgravninger.

#### **1.4.4 Miljøindsats i hovedprojektfasen**

Den her beskrevne miljøvurdering lægger op til et stort arbejde med myndighedsbehandling. Dette arbejde pågår netop nu (november 1993).

## 2. Forsynings- og afløbsanlæg

### 2.1 Generelt

#### 2.1.1 Miljøindsats i planlægnings- og programfaserne

Normalt vil der forud for projektering af et ledningsanlæg, i hvert fald ved nyanlæg, være udført en overordnet planlægning, hvor relevante miljøhensyn på overordnet niveau forudsættes at være inddraget. For fjernvarmeprojekter vil denne planlægning være reguleret af "Lov om varmeforsyning".

Ledningsanlæg i jord er i sig selv ikke synlige, men vil alligevel have konsekvenser af landskabelig, æstetisk og miljømæssig karakter.

Der vil forekomme synlige installationer i form af pumpestationer og ventilanlæg, og natur- og miljømæssige forhold påvirkes.

Desuden vil visse delstrækninger af ressourcehensyn af og til blive etableret overjordisk. Her skal ressourcehensyn og æstetiske hensyn således afvejes over for hinanden.

Detailtraceringen bør optimeres så de samlede ressourcer, herunder belægningsarbejder, trafikgener m.v., minimeres.

Anlægget optimeres, således at eksempelvis energiforbrug til varmetab og el til pumper er optimalt ud fra langtidsprognoser for driftsforhold og energikilder.

Resultatet af planlægningsprocessen vil principielt være en beslutning om, at ledningsanlægget skal præstere en transportydelse fra pkt. A til pkt. B inden for en foreløbig teknisk og miljømæssig acceptabel transportkorridor.

Beslutningsgrundlaget vil normalt være baseret på både økonomiske og miljømæssige kriterier. Herunder kan de miljømæssige konsekvenser af de typiske ledningsanlæg, der vil være nødvendig for projektets gennemførelse, også have haft en vis vægt. Disse konsekvenser vil normalt være uvæsentlige set i forhold til de miljømæssige fordele ved selve projektet.

I særlige tilfælde kan man i programfasen af ledningsprojektet eller evt. i dispositionsforslaget løbe ind i helt uventede miljømæssige problemer, som vælter planlægningsforudsætningerne radikalt (f.eks. at ledningen må uden om en forurennet grund og derfor bliver for dyr eller, at den må etableres underjordisk i stedet for overjordisk).



Det er også vigtigt at gøre sig klart, at ledningerne som et resultat af den fysiske planlægning og de projekter, der knytter sig hertil har visse "miljømæssige egenskaber", som spiller en rolle for de miljømæssige dispositioner man træffer i de individuelle ledningsprojekter og bygningsprojekter. I byerne er alle spørgsmål vedr. afløbsvand og varmforsyning således knyttet til forhold i de kollektive systemer.

Et eksempel: De miljømæssige konsekvenser af at aflede drænvand, regnvand og spildevand til offentlig kloak er bestemt af det aktuelle afløbssystem og renseanlæg.

Et andet eksempel: Den miljømæssige konsekvens af elforbrug til pumper og af en varmebesparelse, der f.eks. opnås ved at øge isoleringen på et rør eller isoleringen i en bygningsdel er også bestemt af forholdene i forsyningssystemet. Miljøbelastningen af en "el-varmejoule" er således 6-8 gange højere end miljøbelastningen af en typisk "fjernvarmejoule".

I ledningsprojektets programdel videreføres den planlægning af ledningstracé og anlægsudformning, der har været forudsat i den forudgående planlægning, men på et meget mere detaljeret grundlag.

Følgende miljømæssige aspekter kan komme ind i overvejelserne:

- Æstetiske konsekvenser af overjordisk hhv. underjordisk ledningsføring.
- Trafikgener og andre miljømæssige gener ved anlægsarbejderne ved alternativ ledningsføring (direkte gennem tæt befærdet gade eller en omvej med god plads).
- Risiko for at beskadige træer ved valgt linieføring.
- Æstetiske og trafikale overvejelser ved at etablere krydsning overjordisk, som opgravning eller som gennempresset tunnel.
- Ressourcemæssige overvejelser vedr. etablering af plads for andre ledningsarter, specielt i forbindelse med krydsninger eller forløb i befærdede veje, f.eks. gangbar tunnel, ekstra plads i betonkanal og trækrør.

### **2.1.2 Miljøindsats i dispositions- og projektforslagsfaserne**

I dispositionsforslaget foreslås, hvordan det planlagte tracé kan gennemføres på en hensigtsmæssig måde.

Følgende miljømæssige aspekter kan være aktuelle:

- Overvejelser fra programfasen følges op og bekræftes.

- Påvirkningen af grundvand og recipient ved midlertidig eller evt. permanent grundvandssænkning. Skal bygværk graves helt ned, må grundvandet sænkes midlertidigt eller permanent. Kan man leve med, at bygværket (f.eks. en station eller et kammer, der udgør en del af ledningsanlægget) udføres delvis overjordisk? Skal bygværket være vandtæt eller skal der drænes permanent?
- Der gennemføres omhyggelig kortlægning af andre ledninger, så vidt muligt med digital ledningsregistrering.
- Miljøressourcer ved opgravning i vejareal søges minimeret ved at koordinere projektets tids- og aktivitetsplan med andre ledningsarbejder, belægningsarbejder og ledningsomlægninger. Norm for etablering af ledningsanlæg i de respektive anlægskonstruktioner og ledninger følges principielt. Man skal imidlertid være opmærksom på, om visse krav kan/bør fraviges af miljømæssige hensyn (f.eks. om der kan spares på sandfyldet omkring ledningerne).
- Genanvendelse af fyld (samme sted) eller evt. anvendelse af ressourcebesparende fyld (f.eks. knust bygningsaffald) overvejes.
- Overvejelser vedr. forhold i driftsfasen, f.eks. vurdering af langsigtede transportomkostninger. Ekstra anlægsinvesteringer i ledningsanlæg kan f.eks. reducere pumpeudgifter på længere sigt. Antal af pumpestationer og lignende bygværker undervejs skal fastlægges.
- Overvejelser vedr. senere udskiftning eller totalrenovering af anlægskomponenter uden opgravning eller vedr. evt. fjernelse af anlægget. En ekstra investering eller hensigtsmæssig disponering i projektet kan spare ressourcer og deraf afholdte miljøbelastninger på længere sigt.

I projektforslaget foreslås, hvordan projektet kan gennemføres med et hensigtsmæssigt valg af anlægskomponenter.

Overvejelser fra dispositionsforslaget følges op og bekræftes.

Følgende miljømæssige aspekter kan være aktuelle:

- Valg af ledningstype ud fra bl.a. miljøhensyn
- Valg af anlægskomponenter ud fra bl.a. miljøhensyn.

### 2.1.3 Miljøindsats i hovedprojekt-fasen

Overvejelser fra projektforslaget følges op og bekræftes.

- Valg af ledningstype og materialer bør ud over rene økonomiske betragtninger også ske under hensyn til levetid, mulighed for genanvendelse og gener ved udførelse og vedligeholdelse m.v.
- Genanvendelse af materiale, der ellers skulle have været kørt til destruktion, f.eks. asfalt, overvejes.
- Miljøbelastningen på omgivelserne under anlægsfasen vurderes og begrænses til et acceptabelt niveau. Eksempelvis trafikgener, støj fra maskiner, rystelser fra ramning, støv, lugt m.v.
- Udførelsen af projektet tilrettelægges under hensyn til arbejdsmiljøet i projektet. F.eks. berøring med giftige materialer og farlige arbejdsprocesser i forbindelse med projektets komponenter.
- Ligeledes tilrettelægges udførelsen under hensyntagen til omgivelsernes påvirkninger. F.eks. asbest i eksisterende tilstødende anlæg og forurenede grund.
- Overvejelser fra programfasen vedr. koordineringen med andre ledningsarbejder og belægningsarbejder indarbejdes.
- Projektet dokumenteres "som udført" i digital ledningsregistrering, hvorved risiko for senere graveskader med deraf følgende miljøskader reduceres.

Ovennævnte nye punkter bør behandles i hovedprojektet og udmøntes i bl.a. krav til tilsynets omfang i udførelsesfasen.

Opgravet materiale tilbagefyldes eller der tilfyldes med genbrugsmaterialer.

Under udførelsen medfører arbejdet øget trafik, afspærring af vognbaner og eventuelt rydning af tracé med passage gennem beplantninger, vandløb m.v. Disse arbejder og forandringer har miljømæssige konsekvenser, der bør begrænses eller undgås.

Koordinering af arbejdet med øvrige aktuelle ledningsarbejder og vejarbejder kan reducere det samlede ressourceforbrug.

Præfabrikerede systemer vil give mindre gener i udførelsesfasen, da arbejdet kan gennemføres på kortere tid.

Arbejdsmiljøet i udførelsesfasen bør tilgodeses ved valg af materialer, materiel og processer.

De fleste ledningsanlæg har en teknisk levetid, der må forventes at være kortere end varigheden af transportbehovet. Der må altså tages hensyn til en eventuel fremtidig renovering af ledningsanlægget.

Det er hyppigt sådan, at en totalrenovering umiddelbart har samme omfang som det oprindelige projekt - med mindre der er ud tænkt en smart renovering, f.eks. gangbar tunnel til flere ledninger eller trækør til små kabler.

I projektfaserne bør man også have overvejet, hvordan ledningsanlægget fjernes eller efterlades "plomberet" på forsvarlig måde.

Man kan sige, at driftsfasen er forholdsvis problemfri med underjordiske ledningsanlæg lige indtil ledningen er så nedbrudt, at den skal renoveres. Så har man et ressourcekrævende projekt, med mindre man i projektet har taget højde for denne situation.

I driftsfasen skal man være opmærksom på, at der vil være andre ledningsarbejder med opgravning til krydsende ledninger eller parallelle ledninger, eller der vil blive "skudt" ledninger på tværs.

Hvis der i ledningsprojektet ikke er taget tilbørlig hensyn til fremtidige projekter med andre ledninger, kan det føre til utilsigtede miljøpåvirkninger.

I udførelsesfasen skal tilsynet specielt koncentrere sig om de miljømæssige konsekvenser for omgivelserne og for arbejdsmiljøet.

## **2.2 Ledningskoordinering**

I Roskilde Kommune er ved flere lejligheder med succes gennemført en omfattende koordinering af lednings- og vejarbejder.

Det har givetvis sparet samfundet for væsentlige omkostninger, ressourcer og trafikgener på længere sigt. Ofte er det fjernvarmen, der starter overvejelserne, da fjernvarme er forholdsvis investeringstung og fylder meget i vejen.

I det følgende beskrives ét af flere projekter:

Udgangspunktet var i dette tilfælde, at ledningsnettet skulle forstærkes p.g.a. tilslutning af mange nye forbrugere, og at en ældre fjernvarmeledning trængte til udskiftning inden for de nærmeste år. Det viste sig fordelagtigt at udskifte den ældre ledning med en ny ledning med større kapacitet og med et mere hensigtsmæssigt forløb.

Flere øvrige forsyningsledninger i vejen trængte til udskiftning, og der var behov for at få omlagt vejen, herunder etablering af cykelsti.

Følgende anlæg blev udført koordineret:

- Nyt fortov
- Nyt telefonkabel i yderkant fortov
- Omlægning af el lavsp. i fortov
- Omlægning af el højsp. i fortov
- Ny vandledning (ø200 i PEH) under fortovskant
- Ny cykelsti
- Ny fjernvarmeledning (2 rør ø350) i cykelsti
- Ny regnvandskloak
- Ny vejbelægning

Under alle tunge overkørsler i fortov blev telefon og el ført under i trækrør.

Ovennævnte vejprofil blev gennemført over en ca. 500 m lang strækning.

På de sidste 350 m (en amtsvej) dog uden cykelsti, da amtet ikke havde bevilling til cykelsti.

Projektet blev koordineret af De kommunale Værker i samarbejde med kommunens vejafdeling.

Set i relation til systematikken i de foregående afsnit har man her fokuseret på følgende miljøpåvirkninger:

- Bymiljø
- Råstofforbrug

De anvendte virkemidler har været:

- Overordnet koordinering af projektet med tilgrænsende projekter
- Plan for vedligeholdelse/renovering

### **2.3 Svær fjernvarmekrydsning med gangbar tunnel**

I slutningen af 70'erne var et af de centrale spørgsmål i energiplanlægningen i hovedstadsregionen, hvordan man skulle få den overskydende kraftvarme på Amager overført til Sjælland.

Det lå hurtigt klart, at varmen skulle overføres af hensyn til de store energi- og miljømæssige fordele.

Det største problem - det organisatoriske - blev løst i planlægningsprocessen under stor bevågenhed fra pressen.

For den projekterende var udgangspunktet således klart: ca. 500 MW skulle overføres fra Amager til Østerbro området på en eller anden måde. Længe inden den organisatoriske knude var løst, var de projekterende i "en tidlig programfase" i al stilhed i gang med at overveje forskellige muligheder. Elkraft og Københavns Belysningsvæsen stod foreløbig som bygherre.

Der blev overvejet to hovedalternativer:

- 1) Dybtliggende gangbar betontunnel fra Refshalevej til Østerport Station og evt. videre til Forum.
- 2) Traditionel betonkanal på land suppleret med neddykkede vandtætte ledninger ved krydsning af voldgrave og havneløb.

Følgende fordel og ulemper ved de to alternativer blev vurderet

#### **Gangbar tunnel:**

Ulemper:

- Dyrest i anlæg
- Ny teknologi (at bore i kalkundergrunden)

Fordele:

- Meget lang levetid
- Nem at inspicere og reparere
- Rørpar kan udskiftes og opdimensioneres
- Plads til visse andre ledninger

#### **Dykket ledning**

Ulemper:

- Usikker holdbarhed
- Kan ikke inspiceres og repareres
- Ved havari skal hele den dykkede ledning udskiftes. Det vil resultere i store drifttab og dermed øget forurening (oliefyrt må i drift på Sjælland, medens kraftvarme er til overs på Amager).
- Trafikgener på Sjællandssiden
- Mange andre ledninger må omlægges p.g.a. trange pladsforhold på visse strækninger med mange andre ledningsanlæg.

Fordele:

- Billigst i anlæg

Som det kan ses er mange af argumenterne for og imod af miljømæssig art.

De projekterende og bygherren har således arbejdet med miljørigtig projektering i den tidlige programfase.

Resultatet af overvejelserne blev, at man valgte den gangbare tunnel frem til Østerport Station.

Set i relation til systematikken i de foregående afsnit har man fokuseret på følgende miljøpåvirkninger:

- Bymiljø
- Råstofforbrug

De anvendte virkemidler har været:

- Lang levetid
- Plan for vedligeholdelse og renovering

## **2.4 Udvikling af præisolerede fjernvarmerør**

Præisolerede fjernvarmerør består af et stålrør inderst (medierøret), et PEH plastikrør yderst (kapperøret) og et mellemliggende lag af opskummet polyurethaneskum.

Selve rørstykkerne og visse komponenter fremstilles på fabrik, medens samlingerne (svejsning, tætning af kapperør og opskumning) udføres ved montagen.

Prærørene er i de seneste år blevet mere miljøvenlige, f.eks.:

- Drivgassen freon er nu blevet afløst af gasser, der stort set ikke har indflydelse på ozonlaget.
- Opskumning af samlinger kan nu udføres med hjælpemidler, der reducerer risiko for arbejdsskader til et minimum.
- Anlægsmetoder er udviklet (f.eks. samling af lange sektioner på terræn), så arbejdsforholdene er forbedret.

De fleste af ovennævnte forbedringer er ikke et resultat af konkret miljørigtig projektering, men derimod resultat af en proces, hvori har indgået flere faktorer. Den projekterende har haft en vis rolle i dette spil, men mest afgørende har været de krav, der er stillet fra myndighederne i samspil med produktudviklingen hos producenterne.

## 2.5 Overjordisk ledning

Når fjernvarmeledningen skal krydse større trafik anlæg, eller områder, hvor en traditionel nedgravet ledning er meget beko-stelig, er det en nærliggende mulighed, at overveje en over-jordisk ledningsføring.

Prisen på en overjordisk ledning vil være væsentlig lavere end prisen på en underjordisk ledning og den overjordiske vil dermed være mindre ressourceforbrugende og miljømæssigt be-lastende.

Til gengæld kan den overjordiske ledning give æstetiske pro-blemer eller være til gene.

Hvis der i projekteringen tages hensyn til den æstetiske ud-formning i en sådan grad, at ledningen kan *accepteres* som overjordisk eller måske enddog spille sammen med og "*berige*" de tilhørende anlæg er der således reelt tale om en miljømæs-sig gevinst.

Der kan nævnes flere eksempler på overjordiske fjernvarme-ledningsanlæg, hvor der i programfasen eller enddog i plan-lægningsfasen har været taget sådanne miljømæssige hensyn:

- Transmissionsledning og servicevej fra Studstrup til Århus ved passage af blødbundsområder, kombineret med cykel- og gangsti.
- Krydsning af motorvejen ud for Avedøreværket.
- Fjernvarmeledning i midterrabbatten i Roskildevej ved kryds-ning af godsbaneringen.
- Fjernvarmeledning ved H.C. Ørstedsværket.

Set i relation til systematikken i de foregående afsnit har man fokuseret på følgende miljøpåvirkninger:

- Bymiljøer
- Visuelle forhold

og virkemidlet har været en hensigtsmæssig anlægsudformning.

## 2.6 Hensyn til vejtræer

Ved anlæg af fjernvarmeledninger er der risiko for, at vejtræer beskadiges, dels pga. skader under anlæg (overskæring af rødder, jordpåfyldning omkring træet), dels på grund af skader under driften (udtørring og varme).



Der er mange eksempler på, at der i fjernvarmeprojekteringen tages vidtgående hensyn, således at træerne ikke lider skade, eksempelvis

- Rødder overskæres i træets dvaleperiode enten ved at rykke anlægstidspunktet eller ved at foretage en selvstændig opgravning med dette formål.
- Rør isoleres ekstra for at mindske opvarmning.
- Der etableres vandingsanlæg (f.eks. ved Julius Thomsens Plads).
- De underjordiske konstruktioner "presses sammen", så der bliver en passende afstand til træerne.
- Opgravet jord køres bort, så det ikke lejres omkring træerne (så de kvæles).

Som i ovenstående eksempel har der også her været en afhjælpning af bymiljøet ved en hensigtsmæssig anlægsudformning.

Pris kr. 50,- (inkl. 25% moms)

ISSN 0908-9195  
ISBN 87-7810-132-8

Miljøministeriet **Miljøstyrelsen**  
Strandgade 29 · 1401 København K · Tlf 32 66 01 00