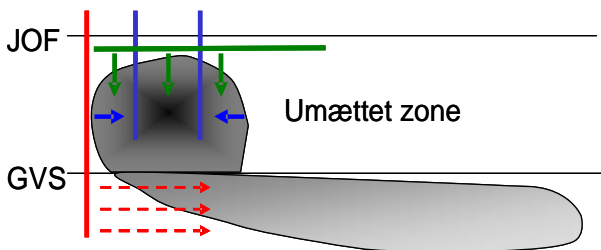


Forceret biologisk nedbrydning af forureningskomponenter er en afværgeteknik, hvor bakterierne evne til at få energi ud af at nedbryde organisk stof anvendes til at nedbryde miljøskadelige forureningskomponenter til uskadelige produkter, gerne i sidste ende kuldioxid og vand.

Dansk Miljørådgivning A/S (DMR) har været rådgiver på en række projekter, hvor biologisk nedbrydning er anvendt til oprensning af forurening. Samtidig har DMR gennemført flere forsknings- og udviklingsprojekter, bl.a. for Miljøstyrelsen, med biologisk nedbrydning af olie-, benzin- og MTBE-forurening i jord og grundvand. DMR har herved opbygget en solid teoretisk og praktisk erfaring med teknikken, som er afgørende for at kunne udarbejde individuelle løsninger tilpasset specifikke problemstillinger og forhold.



Forceret biologisk nedbrydning ved tilsætning/infiltration af hjælpestoffer til udmættet zone og grundvand.

### Princippet for forceret biologisk nedbrydning

Princippet for metoden er, at der foretages en tilsætning af hjælpestoffer og/eller mikroorganismer for at opnå en effektiv biologisk nedbrydning af forureningskomponenterne i forurenede jord og/eller grundvand. Metoden adskiller sig således fra monitoreret naturlig nedbrydning ved, at der foretages en aktiv tilsætning af nedbrydningsfremmende stoffer til behandlingszonen, hvorimod det ved monitoreret naturlig nedbrydning er naturen selv der står for nedbrydningen, under de forhold, der findes på den aktuelle lokalitet.

### Overordnede forudsætninger

For at forceret biologisk nedbrydning skal kunne anvendes til in-situ oprensning er der en række grundlæggende forhold, der skal være til stede, herunder at:

- Forureningen skal være biologisk nedbrydelig.
- De grundvandskemiske og hydrauliske forhold skal være egnede til at anvende metoden.

- Forureningen ikke udgør en akut risiko, da der typisk må påregnes en årrække inden den naturlige nedbrydning har fjernet eller væsentligt nedbragt forureningen.
- Det afklares om der bør ske en fjernelse af forureningens hotspot og eventuel forekommende fri fase, da høje forureningskoncentrationer kan være hæmmende eller giftige for mikroorganismene samt være forbundet med et uforholdsmæssigt stort forbrug af hjælpestoffer.

Som udgangspunkt bør der derfor foretages en god beskrivelse af forureningsudbredelsen og koncentrationsniveauer samt af de hydrauliske og geologiske forhold på lokaliteten.

### Fastlæggelse af strategi

Da der kan være afgørende forskelle på de nedbrydningsmæssige forudsætninger på forskellige lokaliteter, bør der altid foretages en lokalitetsspecifik vurdering af om biologisk oprensning kan betragtes som en realistisk og attraktiv afværgeomulighed; bl.a. under hensyntagen til de konkrete krav til oprensningsniveau og -tid.

Der bør derfor udføres en række indledende forsøg med jord og/eller grundvand fra lokaliteten, for at kunne fastlægge en hensigtsmæssig forceringsstrategi, samt estimere en forventet oprensningstid og et forventet oprensningsniveau under de aktuelle betingelser. Typisk er der tre overordnede betingelser, der bør undersøges:

- Findes der naturlige mikroorganismer, der er i stand til at nedbryde forureningen?
- Er redox-forholdene i behandlingszonen befordrende for den ønskede nedbrydning?
- Findes der, eller tilføres der, naturligt tilstrækkeligt med næringsalte i behandlingszonen?

Hvis en eller flere af ovenstående betingelser ikke er naturligt til stede i behandlingszonen, udarbejdes der en strategi for tilsætning af mikroorganismer, næringsalte og/eller redox-manipulerende stoffer (ofte ilt). I den forbindelse er det naturligvis vigtigt, at strategien udarbejdes under hensyntagen til de muligheder/-begrænsninger der er forbundet med forholdene på lokaliteten.



DMR har via forsøg udført i forbindelse med opgaveløsningen på konkrete sager opnået en betydelig erfaring i at vurdere om forceret biologisk nedbrydning er en hensigtsmæssig afværgestrategi under givne betingelser. Herunder pointeres det, at metoden altid bør sammenlignes med andre oprensningemetoder, således at det endelige valg af afværgeteknologi baseres på en helhedsbetragtning af de tekniske muligheder og begrænsninger samt de økonomiske rammer for projektet.



Vurdering af nedbrydningsstrategi vha. laboratorieforsøg.

### Fordele i forhold til aktive oprensningemetoder

Forceret biologisk nedbrydning har bl.a. følgende fordele frem for en række andre in-situ oprensningemetoder og traditionel afgravning:

- Arealanvendelsen forstyrres minimalt.
- Der sker en reel fjernelse af forureningen – og ikke kun en opkoncentrering i en anden fase (f.eks. luft, vand eller aktivt kul), der efterfølgende skal håndteres/bortskaffes.
- Metoden kan dokumentere oprensning af grundvand over et stort areal og i stor dybde, hvor det ikke er teknisk eller økonomisk muligt at benytte sig af traditionelle afværgeteknologier.
- Metoden er ofte mindre belastende for miljøet ud fra en helhedsbetragtning.

### Typiske problemstillinger i feltet

Hvis det vurderes nødvendigt at foretage en tilsætning af hjælpestoffer til behandlingszonen – evt. for at sikre en oprensning indenfor en kortere tidshorisont – er det afgørende, at der foretages en effektiv tilførsel af eventuelle hjælpestoffer til behandlingszonen. I den forbindelse er det afgørende, at der skabes god kontakt imellem forurening, mikroorganismer og eventuelle hjælpestoffer.

Hvis der er tale om en inhomogen geologi eller overvejende lerede aflejringer kan det i praksis være meget vanskeligt at sikre, at der sker en tilstrækkelig/hensigtsmæssig fordeling af bakterier og/eller hjælpestoffer i det område, der ønskes oprenset. Det skal i den forbindelse bemærkes, at selv små lerlag (barrierer) eller sandslirer (spredningsveje) i en ellers homogen geologi kan have afgørende betydning for valg af strategi og den forventede oprensningseffektivitet.

Inden igangsætning af en oprensning vha. forceret biologisk nedbrydning er det således vigtigt, at det forventede mål med oprensningen er velbeskrevet og afklaret i samråd med rekvirenten og de relevante myndigheder. Herunder er det vigtigt at fastlægge et oprensningniveau, der er teknisk og økonomisk realistisk for den konkrete sag, og samtidig er tilstrækkeligt til at hindre en fremtidig uønsket miljøpåvirkning fra en eventuel restforurening.

### Oprensning, overvågning og sagsafslutning

Den nødvendige driftsperiode kan variere, men vil typisk være på 2-5 år, afhængig af forureningstypen og -udbredelsen samt af de aktuelle geologiske forhold og det ønskede oprensningniveau.

I driftsperioden foretages der en grundig overvågning og løbende dokumentation af at oprensningen forløber planmæssigt samt af at forureningen ikke spreder sig uacceptabelt.

Det nødvendige omfang af monitoring og dokumentation kan, afhængigt af forholdene på den konkrete lokalitet, bevirke at andre afværgetiltag er at foretrække ud fra en økonomisk betragtning.

Efter nærmere aftale med rekvirenten og de offentlige myndigheder afsluttes denne type oprensningsprojekter med en slutdokumentation, der sammen med den løbende monitoring typisk skal anvendes til udarbejdelse af en risikovurdering, der skal godtgøre, at forureningen nu befinder sig på et niveau, hvor den ikke udgør en trussel for arealanvendelsen eller grundvandet. På baggrund af denne dokumentation godkender myndighederne oprensningen og sagen afsluttes.





# Forceret biologisk nedbrydning

## DMRs erfaringer med forceret biologisk nedbrydning og andre in-situ oprensninger

DMRs solide praktiske erfaring med en række forskellige metoder til in-situ oprensning, bl.a. biologisk nedbrydning, kombineret med en faglig kompetent medarbejderstab gør, at vi igennem hele projektføreløbet kan yde en seriøs rådgivning i tæt samarbejde med rekvirent, myndigheder og bygherre, og derved nå projektets fastlagte mål.

Projektføreløbet aftales selvfølgelig fra gang til gang med rekvirenten på baggrund af den konkrete oprensning og dennes formål, men følgende aktiviteter indgår typisk i et projektføreløb med forceret biologisk nedbrydning:

- Forureningsundersøgelser med risikovurdering og anbefalinger til det videre forløb.
- Forsøg til afklaring af om forceret biologisk nedbrydning er en mulig afværgeløsning.
- Teknisk beskrivelse og økonomisk overslag over afværgeløsningen.

- Indgåelse af aftaler om oprensningsniveau, monitoringsprogram og slutprøvetagning med bygherre og miljømyndigheder.
- Igangsætning og monitoring af oprensningsforløbet.
- Afsluttende prøvetagning, risikovurdering og myndighedsgodkendelse af oprensningen.
- Retablering af området.

## Yderligere oplysninger om biologisk nedbrydning og DMRs øvrige rådgivningsydelser

Hvis du har generelle spørgsmål til teknikken eller konkrete problemstillinger/løsningsmuligheder, er du velkommen til at tage uforpligtende kontakt til Per Løll på tlf. 40 76 06 52 ([pl@dmr.dk](mailto:pl@dmr.dk)).



Dansk Miljørådgivning A/S

Din rådgiver gør en forskel...

Hårup Østervej 3  
8600 Silkeborg

Telefon:  
86 95 06 55

Web:  
[www.dmr.dk](http://www.dmr.dk)

Mail:  
[dmr@dmr.dk](mailto:dmr@dmr.dk)