# KRAVSPECIFIKATION

## GRUNDVANDSHÅNDTERING

| Rev. | Revisionsdato | Emne (ændring) |
|---|---|---|
| 1 | 26.08.2020 | Første udgivelse |
| | | |
| | | |

# KRAVSPECIFIKATION


1 Indhold og anvendelse ... 4
1.1 Gyldighedsområde ... 4
1.2 Indhold ... 4
1.3 Love og bekendtgørelser ... 5
1.4 Normer, standarder m.m. ... 5
1.5 Kvalitets- og miljøledelse ... 6
2 Udformning og projektering ... 7
2.1 Den projekterendes forpligtelser omkring inddragelse af arbejdsmiljøkoordinatoren ... 7
2.2 Projekteringsrisikovurdering ... 7
2.3 Specielle krav til arbejde i byområder ... 7
2.4 Geoteknisk projektgrundlag ... 8
2.5 Geoteknisk Basis Rapport (GBR) ... 8
2.6 Tørholdelse og grundvandshåndtering, almene principper ... 8
2.7 Minimumskrav ved planlægning og projektering ... 10
2.8 Praktiske forhold og robusthed ved udformningen ... 11
2.9 Reinfiltration ... 12
2.10 Myndighedsforhold ... 13
3 Udførelse ... 15
3.1 Forudsætninger for opstart af udførelse ... 15
3.2 Simpel tørholdelse, etablering og drift ... 15
3.3 Grundvandshåndtering, etablering af anlæg ... 16
3.3.1 Kapacitetstest og virkningsgrad ... 16
3.3.2 Fuldskalatest ... 16
3.4 Grundvandshåndtering, overvågning af driften ... 17
3.5 Grundvandshåndtering, driftsjournal ... 18
3.6 Beredskabsplan for grundvandshåndtering ... 19
3.7 Udgravning af byggegruber og skakte ... 19
3.8 Permanente konstruktioner ... 20
3.9 Retablering af terræn og belægninger ... 20
4 Indberetning og dokumentation ... 21
4.1 Simpel tørholdelse ... 21
4.2 Borearbejde og hydrauliske tests ... 21
4.3 Indberetning til myndigheder ... 21

# KRAVSPECIFIKATION

**Bilag**

Bilag 1 Udbudskontrolplan for grundvandshåndtering (TUN 103 B1)

Bilag 2 IT-mæssige krav til indberetning og dokumentation ved grundvandshåndtering (TUN 103 B2)

Bilag 3 Ordliste (TUN 103 B3)

# 1 Indhold og anvendelse

## 1.1 Gyldighedsområde

Denne kravspecifikation skal anvendes ved planlægning, projektering og udførelse af tørholdelse og grundvandshåndtering for udgravningsarbejde for dybe ledningsgrave, byggegruber, tunnelskakte og lignende i HOFORs projekter med udgravningsdybde på 4 til 5 m. og dybere. Kravspecifikationen kan benyttes ved mindre udgravningsdybder, hvis det vurderes at være relevant.

De beskrevne metoder er baseret på etableret fagteknisk praksis inden for HOFORs forsyningsområde, herunder simpel tørholdelse og grundvandshåndtering, eventuelt reinfiltration af grundvand, samt tilhørende vandbehandling og monitering af vandmængder og grundvandsstande.

Kravspecifikationen dækker ikke:

- Permanente anlæg til dræning af grundvand.

Kravspecifikationen har grænseflade til følgende af HOFORs andre kravspecifikationer:

- JOR 101: Jordbundsundersøgelser til anlægsarbejde, krav til udførelse
- JOR 102: Jordbundsundersøgelser til anlægsarbejde, Geoteknisk projektgrundlag og GBR
- TUN 101: Tunnelering
- TUN 102: Byggegruber og skakte
- TUN 104: Monitering og bygningsrisikoanalyse
- TUN 105: Risikostyring på tunnelprojekter

Endvidere henvises til VD AAB Styring og samarbejde (SOS).

## 1.2 Indhold

Nærværende kravspecifikation, TUN 103, beskriver kravene til planlægning, projektering, etablering og drift samt retablering af anlæg for tørholdelse og grundvandshåndtering, for udførelse af byggegruber og skakte.

Det skal bemærkes, at JOR 101 beskriver alle krav til udførelse af borearbejde gældende for arbejdet i henhold til TUN 103. JOR 101 indbefatter nummerering af boringer, krav til udførerelse af boringer og hydrauliske tests, rapportering til HOFOR og til myndigheder (herunder GEUS), sløjning af boringer og retablering i terræn mv. Disse krav gentages ikke i nærværende TUN 103, men der henvises til JOR 101.

HOFOR Kravspecifikationer er for udførelse tænkt benyttet som en slags "Almindelig arbejdsbeskrivelse", som i det konkrete projekt skal suppleres, og evt. fraviges. Dette sker i projekt- eller udbudsmaterialet, herunder SAB.

Afsnit 2 angiver krav til udformning og projektering, som den projekterende skal opfylde ved projektets planlægning og projektering i alle projektfaser, inkl. hvis dele af eller hele planlægningen eller projekteringen er henlagt til udførelsesfasen.

Afsnit 3 angiver krav til udførelse og retablering som den udførende skal opfylde ved projektets fysiske udførelse.

Afsnit 4 angiver krav til indberetning og dokumentation af udførelsen, herunder løbende overførsel af elektroniske data til HOFOR.

Kravspecifikationen tager ikke stilling til hvilken part (den projekterende eller udførende) i byggeprocessen, der skal planlægge, projektere eller udføre projektet, og dermed hvilken part, der har ansvaret for opfyldelse af kravene. Dette vil være bestemt af HOFOR ved valget af byggeprocessens organisation og af kontrakt- og entrepriseformer. Ansvarsforholdene ift. kravspecifikationerne vil være beskrevet i rådgiver- og entreprisekontrakterne for det konkrete projekt.

## 1.3 Love og bekendtgørelser

Nedenfor er listet nogle love og bekendtgørelser, som indeholder bestemmelser med særlig relevans for kravspecifikationens område. Listen må ikke betragtes som udtømmende, og flere kunne være nævnt. Det understreges i den forbindelse, at alle gældende love og bekendtgørelser selvfølgelig skal overholdes, uanset om de er nævnt nedenfor eller i andre afsnit er ændret eller slet ikke nævnt i kravspecifikationen.

- LBK nr 118 af 22/02/2018 Bekendtgørelse af lov om vandforsyning mv. med senere ændringer
- BEK nr. 1260 af 28/10/2013 Bekendtgørelse om udførelse og sløjfning af boringer og brønde på land (Boringsbekendtgørelsen) med senere ændringer
- BEK nr 915 af 27/06/2016 Bekendtgørelse om uddannelse af personer, der udfører boringer og brønde på land med senere ændringer
- LBK nr 1218 af 25/11/2019 Bekendtgørelse af lov om miljøbeskyttelse med senere ændringer

## 1.4 Normer, standarder m.m.

Nedenfor nævnte normer og standarder m.m. samt fremtidige opdaterede versioner af disse gælder i relation til denne kravspecifikation med de tilføjelser og fravigelser, som fremgår af projekt- eller udbudsmaterialet. Hvis ikke andet er nævnt, gælder den sidst udsendte version. Vejledninger i de nævnte normer, standarder m.m. skal betragtes som krav medmindre andet er nævnt i projekt- eller udbudsmaterialet.

I relation til denne kravspecifikation henvises til følgende specifikke normer og standarder m.m.:

- DS/EN 1997-1:2007 Eurocode 7: Geoteknik – Del 1: Generelle regler
- DS/EN 1997-2/AC:2011 Eurocode 7: Geoteknisk – Del 2: Jordbundsundersøgelser og prøvning
- DS/EN 1997-1 DK NA:2020 Nationalt anneks til Eurocode 7: Geoteknik – Del 1: Generelle regler
  DS/EN 1997-2 DK NA:2013 Nationalt anneks til Eurocode 7: Geoteknik – Del 2: Jordbundsundersøgelser og prøvning

- DS 475 Norm for etablering af ledningsanlæg i jord

## 1.5 Kvalitets- og miljøledelse

Den projekterende og den udførende skal anvende internationale standarder og anerkendte kvalitets- og miljøledelsessystemer. For projekter under udførelse henvises til AAB og SAB for Styring og samarbejde.

Det skal altid vurderes ift. det konkrete projekt om kravspecifikationen er dækkende eller der er behov for i projekt- eller udbudsmaterialet at stille supplerende krav eller fravigelser til kravspecifikationen. Det er den projekterende/udførendes ansvar at foretage denne vurdering.

Ved fravigelse forstås en planlagt og nøje overvejet ændring ift. kravspecifikationen. En fravigelse skal begrundes og det skal dokumenteres, at den er forsvarlig. Inden implementering skal fravigelsen accepteres af HOFOR.

Ved afvigelse forstås en ikke planlagt eller ikke overvejet ændring ift. kravspecifikationen, som af uforudsigelig eller ikke tiltænkt grund er opstået og at forholdet ikke kan bringes til opfyldelse af kravspecifikationen. En afvigelse skal beskrives i en afvigerapport mht. afvigelsens karakter og årsag, forslag til afhjælpende foranstaltninger og konsekvens af forslaget på kort og lang sigt mht. kvalitet, holdbarhed, drift og vedligehold, herunder evt. behov for skærpede overvågnings-/moniterings- eller vedligeholdsaktiviteter. Afvigerapporten skal inkludere accept/instruks fra den projekterende. Forslaget til afhjælpende foranstaltninger skal have HOFORs accept før arbejdet udføres.

Enhver observeret adfærd af jord/skakt, som ikke stemmer overens med det forventede fra designet, skal meddeles og rapporteres til HOFOR.

Generelt gælder det, hvis ikke andet angivet, at alle dokumenter, der skal sendes til HOFORs accept, skal sendes minimum 30 dage inden arbejdet påbegyndes.

HOFOR forbeholder sig retten til at auditere den projekterende, den udførende og dennes underentreprenører og leverandører i løbet af arbejdets udførelse.

# 2 Udformning og projektering

## 2.1 Den projekterendes forpligtelser omkring inddragelse af arbejdsmiljøkoordinatoren

I forbindelse med planlægningen og projekteringen af grundvandshåndtering for projekter som byggegruber, skakte, tunneler og lignende skal den projekterende informere og inddrage HOFORs arbejdsmiljøkoordinator i nødvendige vurderinger af om projektet kan udføres sikkerhedsmæssigt forsvarligt og efterfølgende være i drift og vedligeholdes sikkerheds- og sundhedsmæssigt fuldt forsvarligt.

Den projekterende skal som en del af planlægningen/projekteringen facilitere gennemførelsen af en skriftlig arbejdsmiljømæssig risikoidentifikation for udførelsesdelen samt for den senere drift og vedligeholdelse af det aktuelle projekt. Arbejdsmiljøkoordinatoren skal inddrages i denne proces og have råderet over det skriftlige materiale.

Den projekterende skal herudover inddrage arbejdsmiljøkoordinatoren i forbindelse med f.eks. planlægning af byggepladsforhold, fastlæggelse af udførelsestidsplan og andre elementer, der skal indgå i arbejdsmiljøkoordinatorens udarbejdelse af plan for sikkerhed og sundhed.

Ved udbud skal den projekterende inddrage arbejdsmiljøkoordinatoren i så god tid, at det er muligt for den projekterende at nå at tage hensyn til de anvisninger, der kommer fra arbejdsmiljøkoordinatoren.

Den projekterende skal dokumentere overvejelserne med hensyn til arbejdsmiljø i projekterings-risikovurderingen, og overdrage den til den udførende som grundlag for udførelsesrisikovurderingen.

## 2.2 Projekteringsrisikovurdering

Den projekterende af grundvandshåndtering for tunnelprojekter skal udarbejde en projekteringsrisikovurdering som beskrevet i kravspecifikation TUN 105. En risikovurdering skal ligeledes udføres på andre typer af projekter, hvis der er stillet krav om dette i SAB for grundvandshåndtering.

## 2.3 Specielle krav til arbejde i byområder

Det skal godtgøres af den projekterende og accepteres af HOFOR og myndighederne, jf. 2.10, at risici for påvirkning af nærliggende bygninger, konstrutioner og ledninger er acceptabel ved udførelse af det planlagte arbejde med grundvandshåndtering, og tilhørende monitering af grundvandsstande og vandmængder mv. vil være tilstrækkelige til at dokumentere at påvirkninger i omgivelserne er acceptable under udførelsen.

Vedrørende bygningsrisikoanalyse og bygningsregistrering henvises til kravspecifikation TUN 104.

Specielle krav til arbejde i byområder er anført i JOR 101 og TUN 102 til hvilke, der henvises.

## 2.4 Geoteknisk projektgrundlag

Der henvises til HOFORs kravspecifikation for Jordbundsundersøgelser til anlægsarbejde, geoteknisk projektgrundlag og GBR (JOR 102).

Hvor der måtte være brug for, at HOFOR leverer projektgrundlag i form af f.eks. geotekniske parametre for den udførendes eller dennes rådgivers beregninger, eller ved at Hofor har beregnet og angivet vandmængder for udførelsen, vil disse være angivet i SAB for de pågældende arbejder.

## 2.5 Geoteknisk Basis Rapport (GBR)

Der henvises til HOFORs kravspecifikation for Jordbundsundersøgelser til anlægsarbejde, geoteknisk projektgrundlag og GBR (JOR 102).

## 2.6 Tørholdelse og grundvandshåndtering, almene principper

Ledningsgrave, byggegruber og tunnelskakte skal i hele arbejdsperioden tørholdes og være sikret imod erosion, opblødning og grundbrud. Blankt vand og skadelige vandtryk må således ikke forekomme. Der skal uden afbrydelse være etableret en effektiv opsamling og afledning af overfladevand, nedbør, processvand samt grundvand.

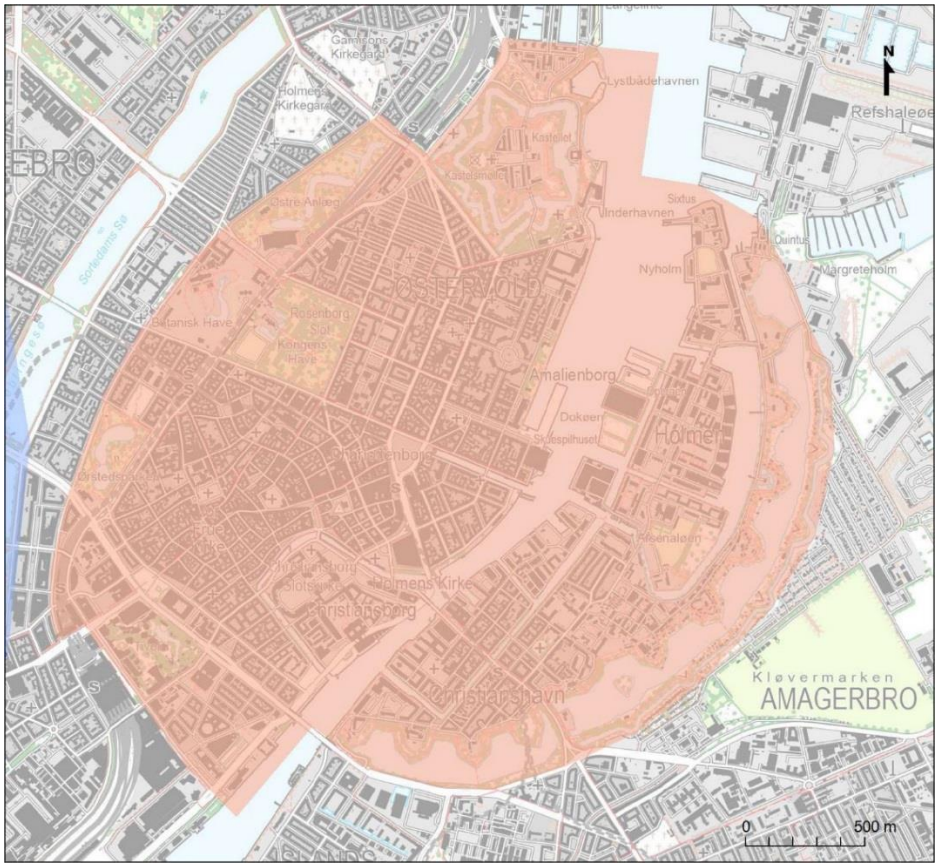
Definitioner og begreber:

- Ved forhold, hvor der forventes ingen eller stærkt begrænsede mængder indsivende grundvand og lav risiko ved udførelsen, kan tørholdelse udføres som simpel tørholdelse. Herved forstås afvanding og dræning i graven, eksempelvis ved brug af pumpesumpe isat lænsepumper.
- Hvor grundvandsstanden i primære eller sekundære grundvandsmagasiner har betydning for anlægsarbejdet, med risiko for bundbrud eller indsivende grundvand, er der behov for egentlig grundvandshåndtering.
- For grundvandshåndtering skal anlægget projekteres og udføres i henhold til en forventet vandmængde, der defineres som den beregnede eller estimerede vandmængde med et tillæg på 30%.

Midlertidig håndtering af grundvand fra primære eller sekundære grundvandsmagasiner samt afledning/udledning af oppumpet vand til kloak, recipient eller tilbage til grundvandsmagasinet ved reinfiltration, må kun etableres efter konkret aftale med HOFOR og i henhold til vilkår i projektets myndighedstillladelser. Se nærmere herom i afsnit 2.10.

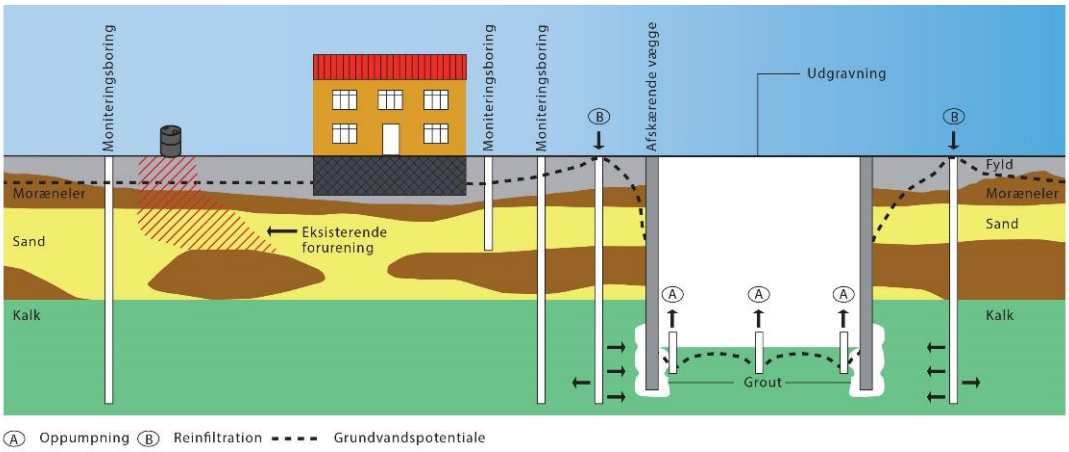
I Indre by og på Christianshavn er der særlige restriktioner af hensyn til de gamle bygninger. Med Indre By skal forstås et område, hvor der er særlige restriktioner i forhold til at udføre grundvandssænkning. Området er vist i figur 1, jf. ”Vandhandleplan for Københavns Kommune”.

# KRAVSPECIFIKATION




**Figur 1** **Område (rødt) i Indre By med særlige restriktioner i forhold til at udføre grundvandshåndtering**

En mulig og ofte anvendt løsning for grundvandshåndtering i forbindelse med etablering af dybe byggegruber og skakte for tunnelering i Indre By i København er vist på figur 2.




**Figur 2** **Mulig løsning for grundvandshåndtering i Indre By i København**

Et anlæg til grundvandshåndtering består af følgende overordnede elementer:

- Bortpumpning af grundvand. Dette kan udføres ved hjælp af pumpeboringer, sugespidser, grædebrønde, drænrender og pumpesumpe, eller en kombination heraf.
- Vandbehandling, herunder rensning for miljøfremmede stoffer.
- Bortledning af oppumpet grundvand enten ved udledning til recipient (typisk havn eller vandløb) eller afledning til kloak.
- Eventuel reinfiltration af bortpumpet grundvand, helt eller delvist. Eventuelt ikke reinfiltreret grundvand bortledes som ovenfor nævnt.
- Elementer til begrænsning af indstrømning. Dette kan bl.a. være afskærende vægge som spuns og sekantpælevægge eller i særlige tilfælde foranstaltninger som grouting for at nedsætte jordlagens permeabilitet.

Anlægget for grundvandshåndtering omfatter i denne sammenhæng alle anlæg og anlægselementer som håndterer grundvand, uanset om grundvandet bortledes med boringer, pumpesumpe eller på anden måde. Projekteringen af anlægget skal omfatte alle de nævnte elementer.

Anlæg for grundvandshåndtering kan udføres som lukkede systemer (uden adgang for luftens ilt) eller åbne systemer (hvor vandet iltes). Medmindre andet fremgår af de projektspecifikke projekt- eller udbudsdokumenter, eller myndigheder stiller krav herom, kan den projekterende planlægge systemet som åbent eller lukket efter eget ønske.

I forbindelse med projekteringen kan der, ud over den klassiske metode illustreret i figur 2, evalueres på anvendeligheden af følgende alternative metoder:

- Etablering af en tæt byggegrube eller skaktkonstruktion med en tidligt støbt bundplade, der opdriftssikres f.eks. med jordankre, til at begrænse perioden med grundvandshåndtering.
- Etablering af en tæt skaktkonstruktion, hvor bundpladen støbes vådt og udgravningen tømmes efterfølgende.
- Etablering af en tætning med grout under udgravningsniveau for at reducere indstrømning og dermed den nødvendige oppumpning af vand til et minimum.
- Sænkeskakte (shaft sinking), der udføres uden grundvandssænkning.

## 2.7 Minimumskrav ved planlægning og projektering

Anlægget for grundvandshåndtering skal projekteres sådan, at det er robust overfor forventet variabilitet i jordlag og hydrauliske forhold. Som hovedregel for robusthed skal anlægget projekteres og udføres til en forventet vandmængde, der indbefatter en overkapacitet på mindst 30 % i forhold til den vandmængde, der er beregnet eller estimeret på grundlag af forsigtigt (konservativt) valgte hydrauliske parametre.

Det skal indgå i overvejelserne ved projekteringen, at i almindelighed vil afskærende vægge eller grouting erfaringsmæssigt ikke kunne udføres som helt vandtætte. I projekteringen skal der derfor anvendes velbegrundede og tilpas konservative antagelser for væggenes permeabilitet.

Ydelsen kan estimeres enten ved analytiske beregninger eller ud fra numeriske grundvandsmodeller alt afhængig af gravedybde, hydrogeologi, kompleksitet og myndighedskrav.

Der skal som minimum udføres følgende overvejelser:

A. Evaluering af den samlede indstrømmende grundvandsydelse Q ($m^3$/time).
B. Evaluering af acceptabel indstrømningsydelse i forhold til påvirkning i omgivelserne (sænkning af vandstand, eventuel vandforurening, pladsforhold i forhold til bl.a. den nødvendige vandbehandling og muligheder og behov for reinfiltration mv.)
C. Bestemmelse af nødvendige strukturelle tiltag som afskærende vægge, for at overholde acceptkriterier fra pkt. B.
D. Evaluering af omkostninger, risiko og tid samt eventuelt reevaluering af krav stillet i pkt. B.

I overvejelserne skal indgå antal, placering, indretning og ydelser af bortledningsforanstaltninger og eventuel reinfiltrationanlæg, således at anlægget også i praksis kan udføres som planlagt.

Projekteringen af bundplader, skal om nødvendigt omfatte, at pumpe- eller aflastningsboringer føres midlertidigt igennem skaktens bundplade. Projekteringsdetaljer skal omfatte at huller i bundpladen lukkes og alle boringer sløjfes ved ophør af grundvandssænkningen.

Projekteringen af grundvandshåndteringen skal også omfatte særlige krav til eventuel afsænkning i forbindelse med gennembrud og passage af skaktvægge ved tunnelering.

De hydrogeologiske forhold kan have en væsentlig indflydelse på udformning af byggegruber og skakte. Strategien for grundvandshåndtering skal koordineres med udformning og projektering af byggegruber og skakte. Brud i jord på grund af poretryk eller strømning (løftning, hævning, indre erosion og piping) skal adresseres i projekteringsdokumentet for grundvandshåndtering, hvor relevant.

Under projekteringsfasen skal der udarbejdes og koordineres foranstaltninger mellem de projekterings- og udførelsesansvarlige for at reducere konsekvenserne af uventet lokal vandindtrængning gennem indfatningsvægge eller udgravningsbund. Der henvises også til kapitel 3.7.

Projekteringen af grundvandshåndteringen skal tage hensyn til relevante randbetingelser såsom eventuelle følsomme bygninger, andre indvindingsboringer, forureninger samt afværgeboringer.

## 2.8 Praktiske forhold og robusthed ved udformningen

For så vidt angår oppumpning og reinfiltration skal der i projekteringen gøres tilpas konservative antagelser om boringernes virkningsgrader. Der skal altså ikke antages (gennemsnitlige) virkningsgrader på 100 %, men derimod virkningsgrader, der er normalt opnåelige i praksis, for de aktuelle bundforhold. Specielt for kalk kan virkningsgrader være stærkt influeret af kalkens sprækkesystemer.

Det kan være relevant, at størst mulig andel af oppumpningen udføres fra pumpeboringer. Men i kalken vil en vis andel af oppumpningen mellem afskærende vægge med stor dybe erfaringsmæssigt ofte skulle ske fra pumpesumpe, grundet lav virkningsgrad for pumpeboringer i kalken. Der kan alternativt til sædvanlige pumpeboringer anvendes forborede (stor diameter) pumpesumpe med filterrør og gruskastning, der etableres fra terræn til fuld dybde af afskærende vægge under udgravningsniveau. Disse kan eventuelt kombineres med dræn i udgravningens bund, og anlægget skal indrettes herpå.

Opmærksomheden henledes også på, at anlægget skal indrette på, at grundvand, der oppumpes fra pumpesumpe og dræn, skal holdes adskilt fra overfladevand og processvand. Dette er i perioder med aktiv udgravning – have et betydeligt indhold af opslemmet materiale f.eks. kalk, hvorfor der skal udføres den nødvendige vandbehandling inden grundvandet f.eks. reinfiltreres eller udledes til recipient/afledes til kloak (sammen med det grundvand, der eventuelt pumpes op fra pumpeboringer). Der vil være vilkår med grænseværdier for f.eks. suspenderede stoffer, som skal sikres overholdt, jf. afsnit 2.10.

I projekteringen skal der, som ovenfor nævnt, indarbejdes en ekstra kapacitet på minimum 30 % i forhold til de – f.eks. ved grundvandsmodellering – estimerede oppumpningsydelser. Denne ekstrakapacitet skal indgå i den forventede vandmængde for alle dele af anlægget til grundvandshåndtering, altså for oppumpning, for vandbehandling samt for eventuel reinfiltration.

I tillæg hertil, skal anlægget indrettes sådan, at alle elementer kan fungere tilfredsstillende (dvs. opnår tilstrækkelig sænkning, rensning og reinfiltration), hvis mindst en pumpeboring, en reinfiltrationsboring og en pumpesump tages ud af drift, f.eks. for reparation eller vedligehold.

I forbindelse med projekteringen skal den nødvendige monitering under udførelsen planlægges. Se også krav angivet i afsnit 3.

Det skal påregnes, at der skal fastlægges koteintervaller, som grundvandsspejlet i omgivelserne skal holdes inden for under driften, for at sikre, at sænkning og stigning holdes inden for acceptable grænser. I det følgende omtales disse intervaller som styringsniveauer.

Styringsniveauerne foreslås af den projekterende og skal accepteres af myndighederne forud for arbejdets udførelse. Styringsniveauerne fastsættes normalt for udvalgte pejleboringer i passende afstand fra oppumpning og infiltration. Det er sædvanligvis den udførendes ansvar, at grundvandsstanden holdes indenfor de tilladte styringsniveauer, og den nødvendige aktion tages for opretholdelse heraf. Hvis den projekterende og den udførende arbejder i separate organisationer, skal placeingen af ansvar mellem parterne for overholdelse af styringsniveauer beskrives i SAB. Det skal ligeledes beskrives i SAB, hvilke afhjælpende foranstaltninger, der skal kunne tages i anvendelse ved overskridelse af styringsniveauer.

I Indre By skal disse styringsniveauer svare til de naturligt forekommende intervaller, bestemt med baggrund i referencemålinger, af længst mulig varighed, for egnede boringer i området. I andre områder kan styringsniveauerne fastlægges ud fra en vurdering af hvilke sænkninger, der vil være miljømæssigt acceptable i det pågældende område, f.eks. med hensyn til risiko for sætning af bygninger eller for spredning af eksisterende grundvandsforureninger.

Hvis der er risiko for saltvandsindtrængning, forøgelse af pH , frigivelse af nikkel/arsen eller spredning af forurening skal dette dokumenteres med et antal moniteringsboringer, hvorfra der jævnligt udtages vandprøver til analyse. Den projekterende skal redegøre for, om en sådan overvågning er nødvendig og i givet fald stille forslag til HOFOR om, hvad den skal indbefatte.

## 2.9 Reinfiltration

Reinfiltrationsgraden skal fastlægges ud fra de påvirkninger på omgivelserne, der findes miljømæssigt acceptable. I Indre By, jf. figur 1, må det forventes, at en reinfiltrationsgrad på 95-100 % af det oppumpede grundvand – fra pumpeboringer og pumpesumpe samlet - vil være nødvendig.

Oppumpet grundvand skal som udgangspunkt reinfiltreres til samme grundvandsmagasin og samme dybde, som det er oppumpet fra.

Reinfiltrationsboringer skal fordeles geografisk, således at der kan opnås en rimelig jævn fordeling af reinfiltrationen og således at styringsniveauerne i de udvalgte moniteringsboringer i omgivelserne kan overholdes.

Opblanding af grundvand fra forskellige magasiner skal tilstræbes undgået.

Reinfiltration kan også komme på tale ved store vandmængder som et økonomisk alternativ til bortledning til kloak.

## 2.10 Myndighedsforhold

I forbindelse med planlægningen og projekteringen af grundvandshåndtering for projekter som byggegruber, skakte, tunneler og lignende skal den projekterende informere og inddrage HOFORs miljøkoordinator i nødvendige vurderinger af om projektet kan udføres miljømæssigt forsvarligt og efterfølgende leve op til myndighedernes krav.

HOFORs miljøkoordinator varetager al kontakt med myndighederne, ift. nødvendige tilladelser til tørholdelse og grundvandshåndtering medmindre andet fremgår af de projektspecifikke projekt- eller udbudsdokumenter.

HOFOR afklarer endvidere det nødvendige behov for tilladelser med myndighederne, og HOFOR ansøger om om tilladelser til bla. udledning til recipient, afledning til kloak, reinfiltration via boringer og/eller infiltration via bassiner/grøfter, boringer mv.

Det oppumpede vand skal renses i det omfang det er nødvendigt for at det overholder de krav, myndighederne stiller. Der kan forventes behov for rensning vha. sandfang og evt. olieudskiller. Der kan i områder med forurening i koncentrationer over kvalitetskriterier være krav om avanceret rensning i form af f.eks. kulfilter.

Nedenfor ses tabel over forskellige tilladelsestyper som kan kan kræves ansøgt:

| **Tilladelsestype** | **Lovgivning** | **Formål** | **Ansvar** | **Sagsbehandlingstid, HOFOR+ myndighed*** |
|---|---|---|---|---|
| Midlertidig bortpumpningstillaldelse | VFL §26 | Tilladelse til bortpumpning af grundvand over 100.000m$^3$ eller over 2 år | HOFOR ansøger og den udførende leverer relevante data | 8-16 uger |
| Midlertidig tilslutningstilladelse | MBL §28 | Afledning til kloak | HOFOR ansøger og den | 8 uger |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | udførende leverer relevante data | |
| Midlertidig udledningstilladelse | MBL §28 | Udledning til recipient | HOFOR ansøger og den udførende leverer relevante data | 8 uger |
| Tilladelse til reinfiltration | MBL §19 | | HOFOR ansøger og den udførende leverer relevante data | 8 uger |
| Tilladelse til A-boringer | VFL §21/26 /MBL§19 | Boringer til grundvandssænkning ifbm bortpumpning, moniteringsboringer mv. | HOFOR ansøger og udførende leverer relevante data | 2-7 uger |
| Anmeldelse af B-boringer | VFL §26 | Boringer til mindre grundvandssænkning mv. | HOFOR ansøger og den udførende leverer relevante data | 3 uger |

*sagbehandlingstiderne er vejledende og indeholder ikke eventuel klageperiode på 4 uger.

De specifikke krav til boringer ses i HOFORs kravspecifiktion JOR 101.

# 3 Udførelse

## 3.1 Forudsætninger for opstart af udførelse

Alle arbejdsdokumenter skal være færdige og accepteret af HOFOR inden arbejdet udføres, ligesom alle myndighedstilladelser skal foreligge inden etablering og idriftsættelse af anlæg. Tilladelserne skal være tilgængelige på arbejdspladsen.

Den udførende skal før arbejdets begyndelse indkalde til et ”ready to construct-møde” (RTC-møde), hvor design, tegninger, myndighedstilladelser, metodebeskrivelser, kontrolplaner gennemgås og accepteres endeligt af HOFOR.

## 3.2 Simpel tørholdelse, etablering og drift

Simpel tørholdelse kan udføres, hvor der alene skal afledes nedbør og processvand, og hvor der forventes ingen eller stærkt begrænsede mængder indsivende grundvand, og lav risiko ved udførelsen af gravearbejde og tørholdelse.

Simpel tørholdelse dækker både vand, der måtte trænge ind i ledningsgrave, udgravningen fra udgravningens bund, utætheder i indfatning samt nedbør.

Den udførende skal stå for simpel tørholdelse i gravefasen, samt når der er udgravet til fuld dybde. Det er op til den udførende at vælge metode og udføre methodebeskrivelsen for den simple tørholdelse.

Det er den udførendes ansvar løbende at tilrette antallet og placeringen af pumper, så der altid foregår tilstrækkelig tørholdelse og ikke forekommer vand i udgravninger, på terræn eller i lunker. Anlægget skal kunne håndtere en regnhændelse på minimum 100 mm over et døgn. Den udførende skal desuden sikre, at der altid findes tilstrækkeligt med ekstra pumper på pladsen, der enten kan bruges som erstatning for ødelagte pumper eller til at øge kapaciteten af anlæggene med op til 30 % i forhold til en 100 mm regnhændelse.

Den udførende skal sikre, at vandet fra pumperne i den simple tørholdelse ledes til vandbehandlingsanlæg, herunder sedimentation og olieudskiller, der sikrer at krav til afledning eller udledning kan overholdes.

Den udførende skal udføre driftsjournal, der som minimum skal omfatte følgende (minimumskrav til målehyppighed er angivet i parentes, tilladelserne kan indeholde strengere krav):

- Vandmængder $m^3/t$ og kumuleret flow $m^3$ (ugentlig) og oplysning om frekvens og metode til måling.
- Afledte vandmængder til kloak, flow $m^3/t$ og kumuleret flow $m^3$ (ugentlig).
- Eventuelle udledte vandmængder til recipient, flow $m^3/t$ og kumuleret flow $m^3$ (ugentlig).
- Eventuel dokumentation for kontrol af nødstrømsgenerator.

Driftsjournalen skal fremsendes til HOFORs tilsyn hver 14. dag og driftsdata i relevante elektroniske formater, skal leveres som specificeret i detaljerede krav i afsnit 4.1 nedenfor.

Vand fra simpel tørholdelse og fra grundvandshåndteringsanlæg holdes adskilt frem til afledningseller udledningspunkt, medmindre andet er beskrevet i SAB.

## 3.3 Grundvandshåndtering, etablering af anlæg

Hvis grundvandsstanden i primære eller sekundære grundvandsmagasiner udgør en risiko for anlægsarbejdet, ved gravning under grundvandsspejlet, ved risiko for bundbrud og gener ved indsivende grundvand, kan der være behov for grundvandssænkning, ofte beskrevet som grundvandshåndtering.

Sugespidsanlæg kan etableres ved boring eller water jetting (skylles) ned til den ønskede dybde. Hvis der observeres siltede lag, skal den udførende installere gruspakning omkring sugespidsen for at sikre en kontinuerlig god ydelse.

Alle pumpeboringer skal monteres med pejlestuds for manuel vandspejlsmåling, vandmåler og prøvetagningshane. Installationen skal indrettes, så pumpeydelsen kan reguleres.

Alle infiltrationsboringer skal monteres med vandmåler, pejlestuds, trykreduktionsventil, manometer og prøvetagningshane.

Alle udførte boringer hørende til grundvandshåndteringen, inklusiv pumpeboringer, aflastningsboringer, reinfiltrationsboringer og pejleboringer, skal renpumpes, jf. Type A pumpeforsøg i JOR 101.

Ved eventuel afkortning af forerøret, skal det afkortede forerør straks indmåles af landinspektør, således at alle vandstandsmålinger kan dokumenteres i absolutte koter.

### 3.3.1 Kapacitetstest og virkningsgrad

Alle udførte pumpe-, aflastnings,- og infiltrationsboringer skal som minimum kapacitetstestes ved pumpning i 60 minutter efterfulgt af stigning i 60 minutter (Se krav til Type B pumpeforsøg i JOR 101. Det oppumpede vand skal være partikelfrit efter kapacitetstesten; hvis ikke det er tilfældet fortsættes pumpningen indtil det er tilfældet.

Baseret på resultatet af kapacitetstesten, jf. JOR 101, type B bestemmer den udførende boringens virkningsgrad, og behovet for udvikling af boringen vurderes.

For ikke-kalkboringer skal virkningsgraden som hovedregel være højere end 60 % og hvis ikke, iværksættes afhjælpende foranstaltninger.

### 3.3.2 Fuldskalatest

Forinden opstart af grundvandshåndteringssystemet skal der udføres en fuldskalatest af det samlede anlæg for grundvandshåndtering på minimum 3 døgn. Der henvises til minimumskrav givet i JOR 101 for test type D.

Under fuldskalatesten skal det sikres, at:

1. Der opnås tilstrækkelig afsænkning under udgravningsbund og at systemdet har tilstrækkelig kapacitet forholdsvist for den dimensionsgivende ”forventede vandmængde” for den projekterede udformning af oppumpningsanlæg og overvågning ved pejling i og uden for gruberne.
2. Systemet har tilstrækkelig robusthed ved f.eks. at slukke for en pumpeboring / sugespidsanlæg / infiltrationsboring, jf. også den ”forventede vandmængde”.
3. Alarmsystemer virker og der sendes alarmer til relevante personer.
4. Nødstrømsanlægget har tilstrækkelig kapacitet og starter automatisk ved strømudfald.
5. Ilt og jernindhold er acceptabelt ved brug af lukket system.
6. Eventuel vandbehandling er tilstrækkelig og driftstrykket ikke er over 3 bar (eller som angivet af leverandøren).
7. Eventuelle reinfiltrationsboringer opfylder kravene til reinfiltration (mængde, tryk og fordeling)
8. Eventuel styring af pumper mv. virker efter angivne kriterier.
9. Eventuel signalgivning eller fjernstyring fungerer efter angivne kriterier.
10. Vandstande i omgivelserne ikke bliver kritisk høje eller lave.
11. Eventuelle andre specifikke vilkår i tilladelserne kan overholdes.

Såfremt grundvandssænkningen er faseopdelt (ved f.eks. flere udgravningsniveauer eller udgravningsområder) skal fuldskalatesten foretages svarende til den fulde afsænkning, eller den kan alternativt foretages på hver fase med tilsvarende tolkning af overholdelse af kapacitet i.h.t den ”forventede vandmængde”

Fuldskalatesten afsluttes senest to uger før planlagt udgravning begynder, således at eventuelle mangler kan udbedres forinden.

Fuldskalatesten skal afrapporteres til og accepteres af HOFOR inden udgravning under grundvandsspejlet.

Ved opstart skal relevante myndigheder orienteres og moniteringsprogrammet skal sættes i gang i henhold til tilladelserne. Afhængig af tilladelsernes krav (vilkår) kan det være nødvendigt, at påbegynde moniteringsprogrammet nogen tid forud for start af grundvandshåndteringen.

## 3.4 Grundvandshåndtering, overvågning af driften

Den udførende skal udføre pejlinger af grundvandsspejl i mindst 4 ugers varighed forud for opstart af grundvandshåndteringen.

Udførende skal føre tilsyn med alle anlæg til grundvandshåndtering, og sørge for at have maskiner og mandskab i beredskab således, at grundvandshåndteringen kan forbedres/udbygges/repareres i tilfælde af pludseligt opstået hændelse.

Pejle- og pumpeboringer forsynes med alarm for svigt af pumpe samt stigende vandspejl. Ved reinfiltrationsanlæg forsynes pejle- og reinfiltrationsboringer med alarm for stigende og faldende vandspejl over / under styringsniveau.

I tilfælde med risiko for væsentlig indstrømning af grundvand eller materialeudvaskning under arbejdet med udgravningen eller senere i arbejdet – f.eks. ved utætte spuns/sekantpæle i fint sand med højt grundvandspotentiale – skal der omgående udføres tiltag for stoppe indstrømningen eller

udvaskningen. Derefter tætnes byggegrubeindfatningen hurtigst muligt. Der henvises iøvrigt til afsnit 3.6 og 3.7.

Alle væsentlige pumpeboringer, pumpesumpe, sugespidsanlæg, mv. skal opkobles til nødstrømsgenerator, som igangsættes automatisk ved strømudfald.

Der skal udføres kontrol af nødstrømsgeneratoren mindst en gang hver 2. uge. Herunder skal det kontrolleres, at generatoren automatisk starter som den skal, at batteriets ladetilstand er tilfredsstillende og at der er brændstof til mindst 12 timers drift.

Hvis der vælges en løsning med vandbehandling, skal krav fra myndigheder til rensegrader overholdes og en detaljeret procedure for drift af vandbehandling skal foreligge inden anlægget sættes op (f.eks. plan for monitering og kulfilterskift ved anvendelse af aktivt kul).

Hvis der vælges en løsning med "Oppumpning og reinfiltration", skal kravene til vandmængder og reinfiltrationsrater (som angivet i myndighedstilladelserne) overholdes.

Overvågning af vandstande og grundvandskemi i det oppumpede grundvand samt i omgivelserne skal overholde de krav, som er stillet myndighederne. De måleresultater, der opnås gennem moniteringsprogrammet, skal derfor behandles og vurderes i nødvendigt omfang, så snart de foreligger, så det kan sikres, at alle krav overholdes og at nødvendige justeringer af anlægget bliver udført.

Grundvandshåndteringen skal holdes i drift, indtil anlægsarbejdet har nået et stadie, hvor grundvandet ikke længere udgør en risiko ved nedlukning af grundvandshåndteringen.

Efter nærmere aftale med tilsynet sløjfes enkelte af moniteringsboringerne først 1-2 måneder senere, hvis det skal dokumenteres, at grundvandsspejlet i området ikke er ændret i forhold til før projektet.

Ved nedlukning af grundvandshåndteringen skal udførendeen udarbejde en beskrivelse af metode for forsvarlig afpropning af boringerne jf. JOR 101.

## 3.5 Grundvandshåndtering, driftsjournal

Alle relevante data, som indgår i moniteringen, skal indberettes til HOFOR som efterfølgende indberetter til myndighederne, jf. generelle samt projektspecifikke krav og vilkår i myndighedstilladelser. Se også HOFOR krav i afsnit 4 med underafsnit, nedenfor, vedr. indberetning og dokumentation.

Den udførende skal udføre driftsjournal, der som minimum skal omfatte følgende (minimumskrav til målehyppighed er angivet i parentes, tilladelserne kan indeholde strengere krav):

- Benyttede pumpe-, pejle- og infiltrationsboringer, eventuelle ændringer i disse.
- Pejledata i infiltrationsboringer (ugentlig), nedstik og kote.
- Pejledata i skakt (daglig) sammenholdes med sænkningskrav, nedstik og kote.
- Pejledata i pumpeboringer (daglig), nedstik og kote.
- Pejledata i omgivelser (ugentlig), nedstik og kote.

- Oppumpede vandmængder samlet og fordelt på pumpesumpe, boringer, o.l. m³/t og kumuleret flow m³ (ugentlig).
- Reinfiltrerede vandmængder samlet og pr. boring, m³/t og kumuleret flow m³ (ugentlig).
- Udledte vandmængder til recipient, flow m³/t og kumuleret flow m³.
- Afledte vandmængder til kloak, flow m³/t og kumuleret flow m³.
- Dokumentation for kontrol af nødstrømsgeneratoren.

Alle pumpeydelser fra enkeltboringer, pumpesumpe og sugespidsanlæg skal måles med fast monteret vandmåler og aflæsningerne registreres dagligt for anlæg i drift, eller efter nærmere aftale for aktuelle behov.

Driftsjournalen skal fremsendes til HOFORs tilsyn hver 14. dag og driftsdata i relevante elektroniske formater, inklusiv STANDAT, geoform, mv., skal leveres som specificeret i detaljerede krav i afsnit 4 nedenfor.

## 3.6 Beredskabsplan for grundvandshåndtering

Den udførende skal udarbejde en beredskabsplan indholdende ansvars- og kommunikationslinjer for alle ansvarlige, for overvågning og sikring af funktionalitet af anlæg til grundvandshåndtering, herunder følgende emner:

- Strømforsyning og back-up system, nødstrøm, mv.
- Pumper og anlæg til bortpumpning og måling af vandmængder.
- Monitering af vandstande, såvel manuelle som automatiske målinger, i gruber og udenfor gruber/skakte.
- Vandbehandling, fysisk og kemisk. Herunder kulfiltre ved forurenet vand.
- Reinfiltrationsanlæg, herunder vedligehold af kapacitet af brønde, fødeledninger og system til fordeling og måling af vandmængder. Nødsystem til anvendelse af vandværksvand til reinfiltration, hvis påkrævet.

Beredskabsplanen skal vedligeholdes løbende og opdateres jf. myndighedskrav. For hvert punkt skal angives tidramme for håndtering af hændelser.

## 3.7 Udgravning af byggegruber og skakte

Den udførende skal være særlig opmærksom på, om der forekommer afvigelser i jordbunds- og grundvandsforhold i forhold til de forventede, herunder eventuelle afvigende vandmængder eller vandstande i forbindelse med grundvandshåndteringen.

Særlig opmærksomhed er påkrævet ved udgravning i silt og sand. I tilfælde af indtrængende vand gennem utætheder i indfatningsvæggene, skal utæthederne straks tætnes.

Metodebeskrivelsen for udgravning skal indeholde procedurer og vejledninger til øjeblikkelig indgriben for tætning af vægge, jf. TUN 102.

## 3.8 Permanente konstruktioner

Huller i bundplader i permanente konstruktioner, skal sløjfes i henhold til projektspecifikke løsninger til sikring af vandtæthed og kvalitet heraf. Arbejdet skal udføres af udførendeen der er ansvarlig for de permanente konstruktioner og arbejdet skal udføres i tilknytning til sløjfning af anlæg for grundvandshåndtering.

## 3.9 Retablering af terræn og belægninger

Krav til retablering er beskrevet i JOR 101 og TUN 102.

# 4 Indberetning og dokumentation

## 4.1 Simpel tørholdelse

Den udførende skal overholde de krav, der er stillet i myndighedstilladelsen som kan indeholde krav til rensning og overvågning af udledte vandmængder.

## 4.2 Borearbejde og hydrauliske tests

Borearbejde, herunder pejle-, pumpe-, aflastningsboringer (og lignende hydrogeologiske boringer), skal indberettes og dokumenteres i relevante datarapporter og som elektroniske data i henhold til detaljerede krav i JOR 101, afsnit 4.Grundvandshåndtering, generelt.

Alle registrerede data og journaler skal registreres, samles og arkiveres på TPC server, se yderligere krav i Bilag 2, IT-mæssige krav til indberetning og dokumentation ved grundvandshåndtering.

Det maksimale tidsrum for overførsel af automatisk målte data, dvs. tidsrummet fra en bestemt måling er foretaget i en sensor til den er tilgængelig på TPC server, er som standard 24 timer. Afvigelser i forhold til standard kan specificeres i den særlige arbejdsbeskrivelse.

HOFOR vil for nogle projekter stille et visualiseringssoftware til rådighed for den udførende. Dette vil fremgå af den særlige arbejdsbeskrivelse.

Al dokumentation og afrapportering angivet i afsnit 3.5 Driftsjournal skal indgå i moniteringsdokumentationen og udførendeen skal løbende vurdere og sammenholde data med grænseværdier for hver måling.

Kritiske data skal leveres med oplysninger om grænseværdier. Ved overskridelse af grænseværdier aktiveres en automatisk alarm fra DBMS som kan sendes via telefonopkald, e-mail eller mobiltekstbesked i henhold til én af den udførende definerede beredskabsplan. HOFOR informeres omgående.

Derudover skal HOFOR dagligt have adgang til moniteringsdata og evalueringer.

## 4.3 Indberetning til myndigheder

Den udførende skal imødekomme eventuelle krav fra myndighederne om dokumentation og udarbejde ønskede rapporter, hvori resultater præsenteres på en klar og entydig måde inklusiv tolkning. HOFOR står for alle indberetninger til myndighederne jf. krav i tilladelser mv.

I tillæg til krav angivetg i JOR 101 stilles krav om indberetning af følgende oplysninger:

- Vandstandsovervågning i primære og evt. sekundære magasiner skal indberettes til HOFOR, jf. vilkår i tilladelserne.

# KRAVSPECIFIKATION

- Oppumpede, reinfiltrerede, udledte og afledte vandmængder skal indberettes til HOFOR, jf. vilkår i tilladelserne.
- Vandkvalitet i oppumpet og evt. vandbehandlet grundvand skal indberettes til HOFOR jf. vilkår i tilladelserne.
- Konstateret forurening i enten jord eller grundvand skal indberettes til HOFOR.
- Såfremt der er indhentet §19-tilladelse til brug af stoffer som kommer i kontakt med jord og grundvand , skal vilkår i §19-tilladelsen overholdes.

# GRUNDVANDSHÅNDTERING

# BILAG 1 UDBUDSKONTROLPLAN

| Rev. | Revisionsdato | Emne (ændring) |
|---|---|---|
| 1 | 26-08-2020 | Første udgivelse |
| | | |
| | | |

**Ref.: Afsnit 3 Grundvandskontrol**

NB: Nedenfor refereres til de tilsvarende afsnit i kravspecifikationen.

| Nr. | Emne | Ref. | Metode | Omfang | Tidspunkt | Acceptkriterium | Dokumentation | Hvem / Ansvar |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Forudsætninger for opstart** | **3.1** | | | | | | |
| | Arbejdsdokumenter og myndigheds-tilladelser | | Møde | For hver byggegrube eller skakt | Inden opstart | Dokumenter skal være tilgængelige og accepteret af HOFOR | R2C møde | |
| | Gennemgang af vilkår i tilladelser | | Møde | Alle tilladelser | Inden opstart | Den udførende skal bekræfte at vilkår i tilladelserne er gennemgået og er forståelige og acceptable for udførelsen | Mødereferat | |
| | **Etablering af anlæg** | **3.3** | | | | | | |
| | Opfølgning på borearbejde | | Data og dokument-udarbejdelse | Der henvises til krav til data i JOR 101 | Løbende | Data og dokumentation udarbejdes for boringer i overensstemmelse med krav i JOR 101. | Datarapporter, inklusiv markjournaler og elektroniske datafiler (geoform) | |
| | Placering og terrænkote | | Opmåling af landmåler | Alle boringer | Efter endt borearbejde | Skal placeres indenfor det angivet område i designet | Indmålingsfil | |

| Nr. | Emne | Ref. | Metode | Omfang | Tidspunkt | Acceptkriterium | Dokumentation | Hvem / Ansvar |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Renpumpning | 3.3 og JOR 101, afsnit 3.9.2 | Renpumpning, pumpeforsøg type A, | Alle filtersatte foringer, inklusiv pejleboringer, pumpeboringer, aflastningsboringer og reinfiltrationsboringer | Efter endt borearbejde | Efter endt pumpeforsøg skal vandet være partikelfrit. | Afrapportering af renpumpning | |
| | Kapacitetstest og virkningsgrad | 3.3.1 og JOR 101 afsnit 3.9.2 | Kapacitetstest, pumpeforsøg Type B, og bestemmelse af virkningsgrad | Alle pumpeboringer, aflastningsboringer og reinfiltrationsboringer | Efter renpumpning | Virkningsgrad større end 60%.<br>Hvis <60% besluttes afhjælpende foranstaltninger | Afrapportering af kapacitetstest og virkningsgrad mv. | |
| | Fuldskalatest | 3.3.2 og JOR 101 afsnit 3.9.2 | Fuldskalatest | Grundvands-systemet | Afsluttes senest 1 uge før planlagt udgravning | Test skal udføres og rapporteres iht afsnit 3.2.2, med acceptkriterierne også indeholdt i 3.2.2.<br>. | Afrapportering af fuldskalatest inden udgravning under grundvandsspejlet kan udføres. | |
| | **Overvågning af drift og driftsjournal** | **3.4 og 3.5** | | | | | | |

| Nr. | Emne | Ref. | Metode | Omfang | Tidspunkt | Acceptkriterium | Dokumentation | Hvem / Ansvar |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nødstrømsgenerator | 3.4 og 3.5 | Kontrol | Nødstrømsgenerator | Mindst en gang hver 2 uge | Automatisk opstart som påkrævet<br><br>Batteriets ladetilstand er som påkrævet<br><br>Brændstof til mindst 12 timers drift | Dagsrapport | |
| | Pejlinger, se emnerne i liste over indhold i driftsjournal | 3.4 og 3.5 | Pejling af vandstande | Alle pejlinger | Varierer | Vandstande pejles og ligger indenfor angivne niveauer | Jf. Driftsjournal og afsnit 4 Indberegning og dokumentation | |
| | Vandmængder, se emnerne i liste over indhold i driftsjournal | 3.4 og 3.5 | Vandmængder:<br>• Bortledt<br>• Afledt eller udledt<br>• Reinfiltreret | Alle pumpninger | Varierer | Vandmængder måles og ligger indenfor antagne mængder | Jf. Driftsjournal og afsnit 4 Indberegning og dokumentation | |
| | Grundvandskemi | 3.4 og 3.5 | Analyser på vandprøver:<br>• Oppumpet grundvand<br>• Vandbehandlingsanlæg<br>• Fra boringer i omgivelserne | Varierer iht. Myndigheds-krav | Varierer iht. Myndigheds-krav | Vandkemi ligger indenfor angivne grænseværdier | Jf. Driftsjournal og afsnit 4 Indberegning og dokumentation | |

# KRAVSPECIFIKATION

## GRUNDVANDSHÅNDTERING

## BILAG 2 IT-MÆSSIGE KRAV TIL INDBERETNING OG DOKUMENTATION VED GRUNDVANDSHÅNDTERING

| Rev. | Revisionsdato | Emne (ændring) |
|---|---|---|
| 1 | 26-08-2020 | Første udgivelse |
| | | |
| | | |

# KRAVSPECIFIKATION


1 Indhold og anvendelse ... 4
1.1 Gyldighedsområde ... 4
1.2 Indhold ... 4
1.3 Systemskitser ... 5
1.3.1 Overførsel af automatisk målte data ... 5
1.3.2 Indirekte overførsel af manuelt målte eller korrigerede data ... 5
1.3.3 Direkte overførsel af manuelt målte eller korrigerede data ... 6
1.4 Vandstandsloggere ... 7
1.5 Tags ... 9
1.5.1 Tags vedr. manuelt målte værdier ... 9
1.5.2 Tags vedr. pejlemålinger ... 10
1.5.3 Tags vedr. automatiske målte værdier ... 10
1.5.4 Metainformationer til tags ... 10
1.5.5 Korrektioner af målinger ... 11
1.5.6 Tidsmæssige forskydninger af målinger ... 12
2 Krav ... 14
2.1 Krav til automatiske loggere ... 15
2.1.1 Tidsrum mellem måling af VEP eller NVP ... 15
2.1.2 Tidsrum mellem måling af REF ... 15
2.1.3 Lokal lagerkapacitet ... 15
2.1.4 Trådløs kommunikation ... 15
2.1.5 Tidsrum mellem overførsel af VEP eller NVP ... 15
2.1.6 Frekvens for overførsel af REF ... 16
2.1.7 Robust protokol mellem loggere og vandstandsserver ... 16
2.2 Krav til overførsel af data til TPC ... 17
2.2.1 Frekvens for overførsel af VEP, NVP og REF ... 17
2.2.2 Tidsrum for indirekte overførsel af manuelt målte eller korrigerede data ... 17
2.2.3 Tidsrum for direkte overførsel af manuelt målte eller korrigerede data ... 17
2.2.4 Protokoller ... 17
2.2.5 Robust implementering af protokol mellem vandstandsserver og TPC ... 18
2.2.6 Format for CSV-filer ... 18
2.2.7 Format for XML-filer ... 19
2.2.8 Format for JSON ... 20
2.2.9 Metainformation ... 20
2.2.10 Korrektioner ... 21

# KRAVSPECIFIKATION

# 1 Indhold og anvendelse

## 1.1 Gyldighedsområde

Denne kravspecifikation er et bilag til TUN 103 Grundvandshåndtering og er kun gældende på projekter, hvor der anvendes Tunnelsoft's TPC-software i planlægnings- og projekteringsfasen samt udførelsesfasen.

Kravspecifikationen har grænseflade til kravspecifikationerne:

- JOR 101: Jordbundsundersøgelser til anlægsarbejde, krav til udførelse
- TUN 103: Grundvandshåndtering

Der henvises i øvrigt til dokumentet TUN Tunnel tags.

## 1.2 Indhold

Denne kravspecifikation beskriver udelukkende de IT-mæssige krav til monitering af vandspejl.

Kravspecifikationen dækker således ikke krav til evt. anvendte loggerers fysiske placering, montering, udformning, kapsling, arbejdsområde for tryk, fugtighed og temperatur eller lignende eller perioder, hvorunder monitering skal finde sted.

Kravspecifikationen tager ikke stilling til hvilken part (den projekterende eller udførende) i byggeprocessen, der skal planlægge, projektere eller udføre vandstandsmålinger, og dermed hvilken part, der har ansvaret for opfyldelse af kravene. Dette vil være bestemt af HOFOR ved valget af byggeprocessens organisation og af kontrakt- og entrepriseformer. Ansvarsforholdene ift. kravspecifikationerne vil være beskrevet i rådgiver- og entreprisekontrakterne for det konkrete projekt.

## 1.3 Systemskitser

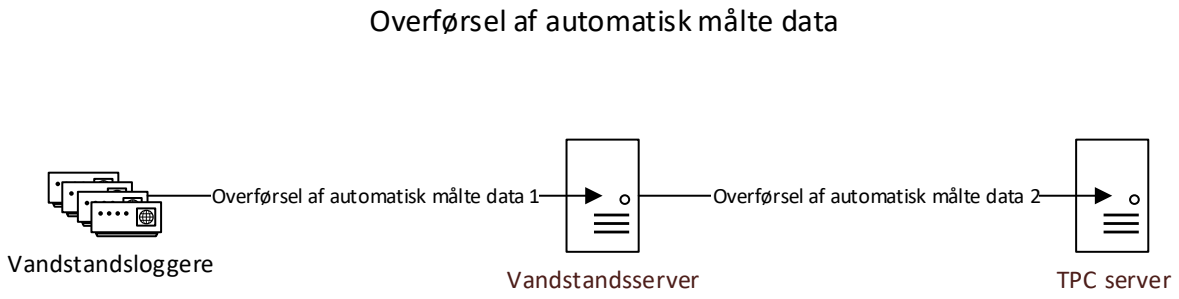
I dette afsnit præsenteres tre forskellige systemskitser, der giver et overblik over de systemdele, som indgår, når

- automatisk målte data overføres
- manuelt målte eller korrigerede data overføres indirekte til TPC
- manuelt målte eller korrigerede data overføres direkte til TPC

Manuelle målte eller korrigerede data kan – som det fremgår – overføres indirekte eller direkte, men det er ikke muligt at anvende en kombination af disse overførselsmetoder i en given fase af et tunnelboringsprojekt, fordi dette vil medføre en betydelig risiko for, at data bliver inkonsistente.

### 1.3.1 Overførsel af automatisk målte data

Nedenstående systemskitse giver et overblik over de systemdele, der indgår, når automatisk målte data overføres:

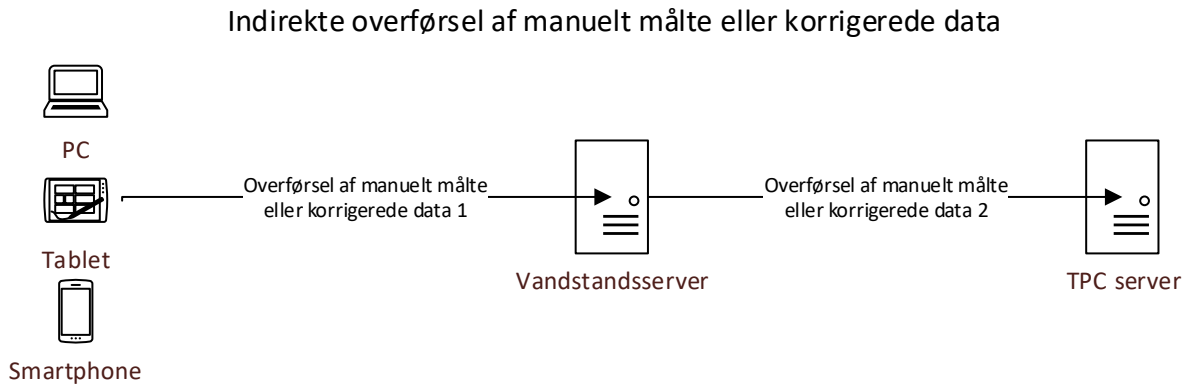



Vandstandsloggerne foretager automatiske målinger og opsamler information lokalt i enhederne.

Vandstandsloggerne sender med regelmæssige mellemrum via en trådløs forbindelse de automatisk målte data videre til en vandstandserver, der igen med regelmæssige mellemrum sender samme data videre til TPC server.

### 1.3.2 Indirekte overførsel af manuelt målte eller korrigerede data

Nedenstående systemskitse giver et overblik over de systemdele, der indgår, når manuelt målte eller korrigerede data overføres indirekte til TPC server:

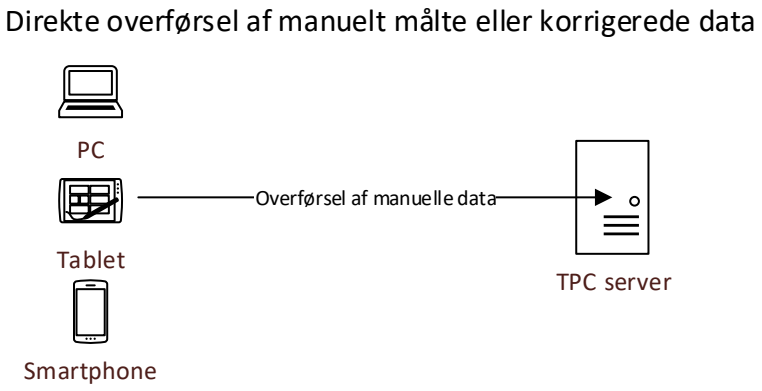



Manuelt målte eller korrektioner til data registreres og gemmes i vandstandserver. Disse data sendes videre til TPC server med regelmæssige mellemrum.

Det skal dog bemærkes, at en implementation ikke nødvendigvis forudsætter, at der findes en decideret vandstandsserver. En mere primitiv implementation vil være, at data registreres f.eks. i et regneark, hvorfra CSV (comma separated values) filer dannes og sendes med SFTP til TPC server med regelmæssige mellemrum.

### 1.3.3 Direkte overførsel af manuelt målte eller korrigerede data

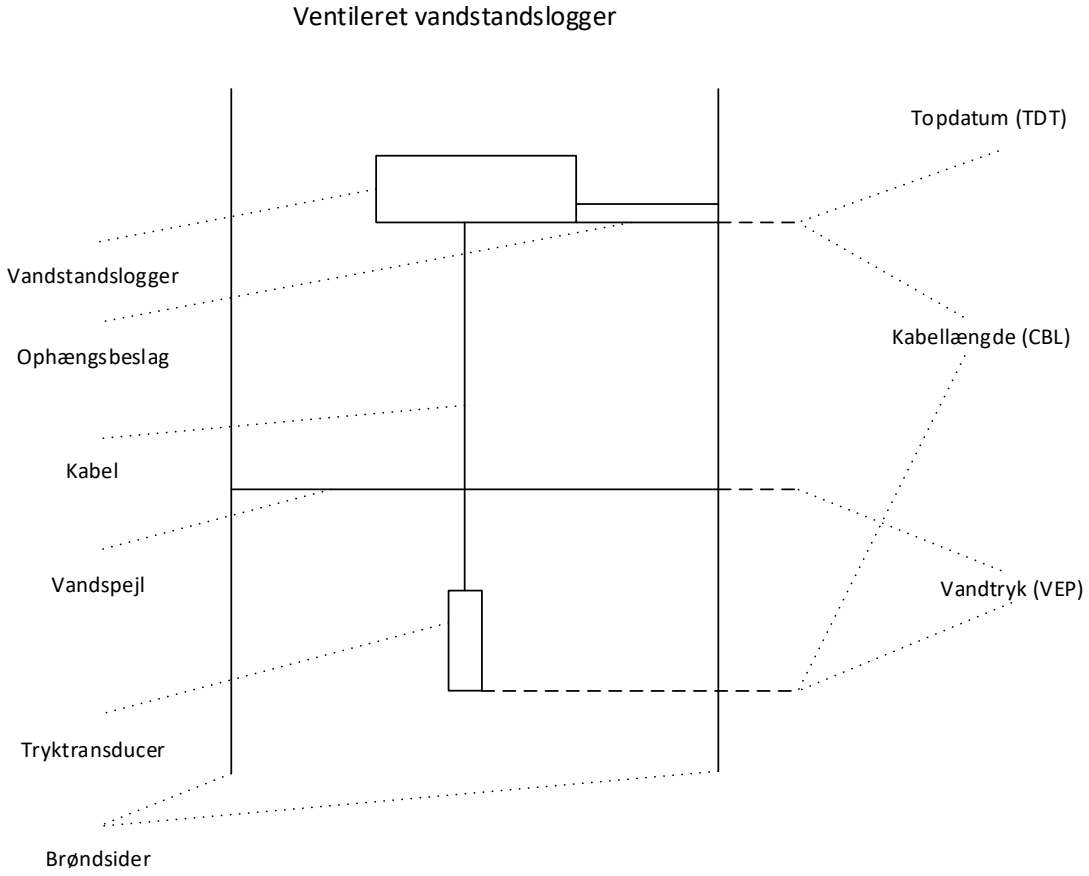
Nedenstående systemskitse giver et overblik over de systemdele, der indgår, når manuelt målte eller korrigerede data overføres direkte til TPC server:




Manuelt målte eller korrektioner til data registreres og gemmes direkte i TPC server via klient-brugergrænseflader, som er udstillet af TPC. Når data er blevet registreret, overføres de automatisk til TPC server.

## 1.4 Vandstandsloggere

Nedenstående figur giver en oversigt over de begreber, der anvendes i forbindelse med en ventileret vandslogger.




En vandstandslogger består foruden selve vandstandsloggeren af et ophængsbeslag, et kabel og en tryktransducer.

Selve vandstandsloggeren hænger på beslaget. Koten for vandstandsloggeren kaldes topdatum (TDT). Fra vandstandsloggeren hænger tryktransduceren i et kabel. Kabellængden (CBL) er defineret som længden af kablet adderet med længden fra toppen af transduceren til det sted på transduceren, hvorfra trykket måles (i de fleste tilfælde den fulde længde af transduceren). Tryktransduceren måler det ventilerede vandtryk (VEP).

Dermed gælder følgende formel for ventilerede vandstandsloggere:

Vandspejl = (TDT - CBL) + VEP

Hvis tryktransduceren måler et ikke-ventileret vandtryk (NVP), skal der måles et reference-lufttryk (REF) med en særskilt logger.

Relationen mellem VEP, NVP og REF er angivet med følgende formel:

VEP = NVP - REF

Dermed gælder følgende formel for ikke-ventilerede vandstandsloggere:

Vandspejl = (TDT - CBL) + (NVP - REF)

I reglen vil der kun opsættes en reference-lufttrykslogger, idet det samme lufttryk anvendes til at beregne vandspejl på alle brønde tilknyttet et tunnelboringsprojekt.

I mange tilfælde vil manuelle vandspejlsmålinger (pejlemålinger) foretages med topdatum som reference-kote, hvorved der måles forskellen fra topdatum til grundvandspejlet, WBT.

Dermed gælder følgende formel for manuelle vandspejlsmålinger med TDT som reference-kote:

Vandspejl = TDT - WBT

I andre tilfælde vil manuelle vandspejlsmålinger (pejlemålinger) foretages med udgangspunkt i en reference-kote for en flange, FLL, hvorved der måles forskellen fra FLL til grundvandspejlet, WBF.

Dermed gælder følgende formel for manuelle vandspejlsmålinger med FLL som reference-kote:

Vandspejl = FLL - WBF

Hvis der skal foretages manuelle vandspejlsmålinger (pejlemålinger) fra en boring med overtryk sker det med udgangspunkt i en reference-kote for en hane, VLL, hvorved der måles forskellen fra VLL til vandsøjlen i den slange, der er tilsluttet hanen, WAV.

Dermed gælder følgende formel for manuelle vandspejlsmålinger med overtryk:

Vandspejl = VLL + WAV

## 1.5 Tags

Et tag er i dette dokument defineret som en identifier (ID) for et bestemt målepunkt. Betegnelsen er udbredt anvendt inden for automation software, hvor tidserie data registreres og behandles.

Til et bestemt målepunkt måles en serie af data. Hver serie består af en samling måleværdier, der hver indeholder følgende oplysninger:

- Tag
- Tidsstempel
- Værdi

Visuelt præsenteres tidsserie data ofte ved at forbinde de enkelte måleværdier på en graf. Herved kan brugeren følge en udvikling af data.

Til et tag er tillige tilknyttet nogle metainformationer, som kun ændres, hvis der er fejl i dem. Normalt defineres metainformationer kun en gang, når et tag tages i anvendelse.

Nogle metainformationer er obligatoriske. Det gælder f.eks. angivelse af den enhed, som måleværdier er angivet med. Uden enhed er data i tidsserien værdiløse. Andre metainformationer er valgfrie og angives kun, hvis der findes et passende datagrundlag.

HOFOR har defineret en tag-model, som er beskrevet i dokumentet TUN Tunnel tags. Dette dokument beskriver opbygningen af tags, syntaks, semantik, en komplet liste af tags og de anvendte metainformationer.

Det er uhyre vigtigt, at alle målepunkter får tilknyttet et korrekt tag, idet det er en forudsætning for at målinger bliver registreret og fortolket korrekt i TPC.

### 1.5.1 Tags vedr. manuelt målte værdier

En række tags har den egenskab, at de i reglen kun måles i begyndelsen af den periode, hvor de anvendes. Det skyldes, at værdien er statisk og ændres normalt kun, hvis hvis en fysisk udefra kommende påvirkning har forårsaget, at målingen ikke længere er korrekt, eller hvis den oprindelige måling er fejlbehæftet.

Det drejer sig om følgende tags:

| Tags anvendt i planlægnings- og projekteringsfasen | Tags anvendt i udførelsesfasen | Kort navn for tag anvendt i beregninger oven for | Enhed |
|---|---|---|---|
| TxxT04_OWnn_PTnnn_TDT_MD | TxxT04_OWnn_PTnnn_TDT_ME | TDT | m (over havoverfladen) |
| TxxT04_OWnn_PTnnn_CBL_MD | TxxT04_OWnn_PTnnn_CBL_ME | CBL | m (over havoverfladen) |
| TxxT04_OWnn_PTnnn_FLL_MD | TxxT04_OWnn_PTnnn_FLL_ME | FLL | m (over havoverfladen) |
| TxxT04_OWnn_PTnnn_VLL_MD | TxxT04_OWnn_PTnnn_VLL_ME | VLL | m (over havoverfladen) |

### 1.5.2 Tags vedr. pejlemålinger

Pejlemålinger er manuelle målinger, der foretages enten fordi der ikke gennemføres automatiske målinger eller for at verificere resultatet af automatiske målinger.

Følgende tags anvendes:

| Tags anvendt i planlægnings- og projekteringsfasen | Tags anvendt i udførelsesfasen | Kort navn for tag anvendt i beregninger oven for | Enhed |
|---|---|---|---|
| TxxT04_OWnn_PTnnn_WBT_MD | TxxT04_OWnn_PTnnn_WBT_ME | WBT | m (over havoverfladen) |
| TxxT04_OWnn_PTnnn_WBF_MD | TxxT04_OWnn_PTnnn_WBF_ME | WBF | m (over havoverfladen) |
| TxxT04_OWnn_PTnnn_WAV_MD | TxxT04_OWnn_PTnnn_WAV_ME | WAV | m (over havoverfladen) |

### 1.5.3 Tags vedr. automatiske målte værdier

Vandstandsloggere måler automatisk enten et ventileret eller et ikke-ventileret tryk og sender data automatisk videre til TPC jf. 1.3.1 Overførsel af automatisk målte data.

Følgende tags anvendes:

| Tags anvendt i planlægnings- og projekteringsfasen | Tags anvendt i udførelsesfasen | Kort navn for tag anvendt i beregninger oven for | Enhed |
|---|---|---|---|
| TxxT04_OWnn_PTnnn_VEP_AD | TxxT04_OWnn_PTnnn_VEP_AE | VEP | m (over havoverfladen) |
| TxxT04_OWnn_PTnnn_NVP_AD | TxxT04_OWnn_PTnnn_NVP_AE | NVP | m (over havoverfladen) |

### 1.5.4 Metainformationer til tags

Metainformationer er som tidligere nævnt tilknyttet tags. Metainformationer er ens for alle tags tilknyttet en undersøgelsesboring, dvs. tags begynder med TxxT04_Ownn.

I dokumentet TUN Tunnel tags er metainformationer beskrevet under overskriften ”Tag properties”. Hver enkel metainformation er yderligere beskrevet i de efterfølgende afsnit med overskrifterne ”DGUID”, ”Full tunnel boring project name”, ”HOFOR observation well ID”, ”Geoform GeoGIS ID” og ”Datatypes”.

Følgende metainformationer er tilknyttet:

| Metainformation | Forklaring | Obligatorisk/Valgfri |
|---|---|---|
| Alternativt tag | Typisk et kortere tag, som anvendes på f.eks. kort, så det er muligt at placere, hvor en måling foretages. I ”Tag properties” anvendes betegnelsen SourceAddress. | Obligatorisk |

| | | |
|---|---|---|
| GPS koordinat EUREF89 | Placering af vandstandslogger. I ”Tag properties” anvendes betegnelsen GPS coordinate EUREF89.<br>Eksempel:<br>32U 692231.5255E,6152058.1963N | Obligatorisk |
| HOFOR undersøgelsesboring ID | I ”Tag properties” anvendes betegnelsen HOFOR observation well ID.<br>Eksempel:<br>KAL1p4<br>LEV9p24 | Obligatorisk |
| Navn på tunnelboringsprojekt | I ”Tag properties” anvendes betegnelsen full name of the tunnel boring projects.<br>Eksempel:<br>Kalvebod Skybrudstunnel | Obligatorisk |
| Geoform GeoGIS ID | Eksempel:<br>Geo 202519 KAL17p35 | Valgfri |
| DGUID | Eksempel:<br>212.338 | Obligatorisk |
| Datatype | Float (4 bytes præcision) | Obligatorisk |
| Enhed | m (for meter over havoverfladen) | Obligatorisk |

### 1.5.5 Korrektioner af målinger

Måleværdier, som en gang er overført, kan ikke ændres direkte. Hvis værdier skal ændres, sker det ved at tilknytte en måleværdi til et korrektionstag, som er en udvidelse til et normalt tag, idet en blok 8 appendes til det normale tag.

Her er et eksempel på et normalt tag:

TKAT04_OW01_PT001_TDT_MD

Den første korrektion til dette tag ser således ud:

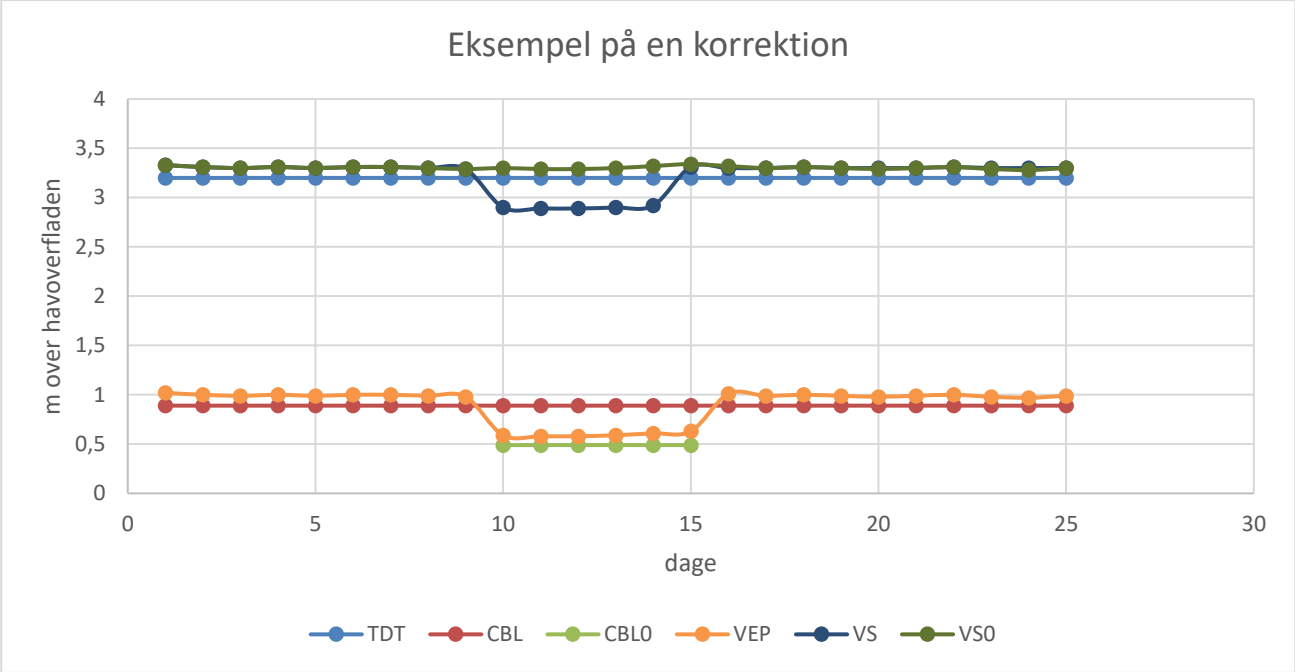
TKAT04_OW01_PT001_TDT_MD _C0001

Den næste ser således ud:

TKAT04_OW01_PT001_TDT_MD _C0002

Og så fremdeles.

Nedenstående figur viser et eksempel på en korrektion til kabellængde på en ventileret trykmåling:




TDT angiver topdatum gennem hele periode. TDT er uforandret gennem hele perioden.

CBL er i hele perioden også uforandret.

VEP angiver det ventilerede tryk. Fra dag 1 til 9 fluktuerer lidt omkring 1 m. I perioden fra dag 10 til 15 falder VEP med ca. 0,4 m.

Dermed vil det ukorrigerede vandspejl, VS, også have et kraftigt fald på ca. 0,4 m i perioden fra dag 10 til 15.

Pba. faldet inspicerer en tekniker brønden på dag 16. Det viser sig, at vandstandsloggerens kabel er blevet trukket op, hvilket medfører, at kabellængde er reduceret med ca. 0,4 m. Kablet nedsænkes til det tidligere niveau, så kabellængden er korrekt fra dag 16.

Sammenholdt med et andet arbejde, der er udført på brønden på dag 10, og de målte data, korrigeres kabellængden, CBL0, i perioden fra dag 10 til 15. Det korrigerede vandspejl, VS0, viser dette.

Det er ikke nødvendigt at anvende korrektioner under kalibrering af en brønd tidligt i en projektfase, fordi der ikke er gennemført systematiske målinger fra vandstandsloggere.

Anvendes TPC til direkte overførsel af korrigerede jf. 1.3.3 Direkte overførsel af manuelt målte eller korrigerede data, vil korrektioner automatisk blive udført som ovenfor beskrevet.

### 1.5.6 Tidsmæssige forskydninger af målinger

Af naturlige årsager vil automatiske målinger foregå med en større intensitet en manuelle målinger. Nogle manuelle målinger som TDT, CBL, FLL og VLL ændrer sig normalt ikke gennem hele

måleperioden, med mindre en fysisk udefra kommende påvirkning har forårsaget, at målingen ikke længere er korrekt, eller hvis den oprindelige måling er fejlbehængt.

I TPC vil beregninger af vandspejl ske på baggrund af en nøgleværdi og en eller flere støtteværdier. Tidsstemplet for vandspejl er altid det samme som nøgleværdiens. Til beregning af vandspejlet anvendes den ældste støtteværdi, som er yngre end eller lige så gammel som nøgleværdiens.

Nedenstående tabel giver en oversigt over sammenhænge mellem nøgleværdier og støtteværdier.

| **Nøgleværdi** | **Støtteværdi(er)** |
|---|---|
| VEP | TDT og CBL |
| NVP | TDT, CBL og REF |
| WBT | TDT |
| WBF | FLL |
| WAV | VLL |

# 2 Krav

I dette afsnit beskrives de krav, som skal opfyldes af den part (den projekterende eller udførende) i byggeprocessen, der planlægger, projekterer og udfører vandstandsmålinger.

I rådgiver- og entreprisekontrakterne vil der være en beskrivelse af hvilke overførselsmekanismer, der skal anvendes.

Nedenstående tabel giver en oversigt over de muligheder, der findes.

| **Mulighed** | **Overførselsmekanisme(r) jf. 1.3 Systemskitser** | **Type automatisk vandstandslogger** |
|---|---|---|
| A | 1.3.1 Overførsel af automatisk målte data<br>1.3.2 Indirekte overførsel af manuelt målte eller korrigerede data | Vandstandslogger måler VEP |
| B | 1.3.1 Overførsel af automatisk målte data<br>1.3.2 Indirekte overførsel af manuelt målte eller korrigerede data | Vandstandslogger måler NVP |
| C | 1.3.1 Overførsel af automatisk målte data<br>1.3.3 Direkte overførsel af manuelt målte eller korrigerede data | Vandstandslogger måler VEP |
| D | 1.3.1 Overførsel af automatisk målte data<br>1.3.3 Direkte overførsel af manuelt målte eller korrigerede data | Vandstandslogger måler NVP |
| E | 1.3.2 Indirekte overførsel af manuelt målte eller korrigerede data | Anvendes ikke |
| F | 1.3.3 Direkte overførsel af manuelt målte eller korrigerede data | Anvendes ikke |

Hvis der skal anvendes en automatisk vandstandslogger, stiller HOFOR ingen krav til typen, dvs. om denne måler et ventileret (VEP) eller ikke-ventileret tryk (NVP).

Til hvert enkelt krav anføres, hvilke af de ovenfor angivne muligheder, det pågældende krav er relevant for.

I dokumentet ”TUN 103 Grundvandshåndtering” står anført krav til det maksimale tidsrum for overførsel af automatisk målte data, dvs. tidsrummet fra en bestemt måling er foretaget i en sensor til den er tilgængelig i TPC. Eftersom der indgår flere systemdele i løsningen og ansvaret er delt mellem to parter, er nogle krav til tidsrum defineret som en brøkdel af det maksimale tidsrum for overførsel af automatisk målte data.

# KRAVSPECIFIKATION

## 2.1 Krav til automatiske loggere

### 2.1.1 Tidsrum mellem måling af VEP eller NVP

De anvendte vandstandsloggere skal foretage målinger af VEP (mulighed A og C) eller NVP (mulighed B og D) med et tidsrum, der er maksimalt en fjerdedel af det maksimale tidsrum for overførsel af automatisk målte data.

### 2.1.2 Tidsrum mellem måling af REF

De anvendte reference-lufttrykslogger skal foretage målinger af REF (mulighed B og D) med et tidsrum, der er maksimalt en fjerdedel af det maksimale tidsrum for overførsel af automatisk målte data.

### 2.1.3 Lokal lagerkapacitet

De anvendte vandstandsloggere (mulighed A, B, C og D) og reference-lufttryksloggere (mulighed B og D) skal have en lagerkapacitet, så de som minimum kan rumme samtlige målinger for en hel uge.

Når lagerets kapacitet er nået, skal den ældste måling i vandstandsloggerne erstattes med den nyeste (first in first out princippet).

### 2.1.4 Trådløs kommunikation

De anvendte vandstandsloggere (mulighed A, B, C og D) og reference-lufttryksloggere (mulighed B og D) skal kommunikere med vandstandserver jf. 1.3.1 Overførsel af automatisk målte data via en trådløs kommunikationsmekanisme.

HOFOR stiller ikke nærmere krav til anvendelsen af en bestemt trådløs kommunikationsmekanisme. Nedenfor følger nogle eksempler:

- GSM data
- LoRaWAN
- Sigfox
- 5G

Den anvendte trådløse kommunikationsmekanisme og implementering heraf skal være tilstrækkelig robust til, at data under normale forhold kan overføres fra loggere til vandstandsserver. HOFOR anerkender, at der kan være lokale, skiftende forhold som eksempelvis parkerede køretøjer, der kan påvirke loggernes evne til at overføre data i en negativ retning. Den anvendte trådløse kommunikationsmekanisme og implementering heraf skal imidlertid være tilstrækkelig robust til at overkomme lokale, statiske forhold som eksempelvis høje bygninger, der kan gøre betingelserne for trådløs kommunikation vanskeligere.

### 2.1.5 Tidsrum mellem overførsel af VEP eller NVP

De anvendte vandstandsloggere skal overføre VEP (mulighed A og C) eller NVP (mulighed B og D) til vandstandsserver med et tidsrum, der maksimalt er en fjerdedel af det maksimale tidsrum for overførsel af automatisk målte data.

### 2.1.6 Frekvens for overførsel af REF

De anvendte reference-lufttrykslogger skal overføre REF (mulighed B og D) til vandstandsserver med et tidsrum, der maksimalt er en fjerdedel af det maksimale tidsrum for overførsel af automatisk målte data.

### 2.1.7 Robust protokol mellem loggere og vandstandsserver

Den protokol, der anvendes mellem henholdsvis vandstandsloggere (mulighed A, B, C og D) og reference-lufttryksloggere (mulighed B og D) på den ene side og vandstandserver på den anden, skal være udformet så robust, at samtlige målinger fra loggerne overføres til vandsstandsserveren.

Hvis der er fejl i kommunikationen, f.eks.:

- Det er ikke muligt at etablere en kommunikationskanal
- Kommunikationskanalen bryder sammen under overførsel af data
- Data er påviseligt forkert (checksum fejl)

, skal de omfattede målinger overføres i en senere session.

Den samme måling må kun forekomme én gang på vandstandsserveren.

## 2.2 Krav til overførsel af data til TPC

I dette afsnit anvendes betegnelsen ISO 8601 tidsstempel for følgende format:

YYYYMMDD hhmmss eller YYYYMMDD hhmmss.sss

, hvor:

- YYYY angiver et årstal, f.eks. 2020
- MM angiver månedstal, f.eks. 04
- DD angiver dagstal, f.eks. 10
- hh angiver timetal, f.eks. 14
- mm angiver minuttal, f.eks. 45
- ss angiver sekundtal, f.eks. 03

sss angiver en tusindedel af et sekund, f.eks. 981.

### 2.2.1 Frekvens for overførsel af VEP, NVP og REF

VEP (mulighed A og C) eller NVP og REF (mulighed B og D) skal overføres med et tidsrum, der maksimalt er en fjerdedel af det maksimale tidsrum for overførsel af automatisk målte data.

### 2.2.2 Tidsrum for indirekte overførsel af manuelt målte eller korrigerede data

Registrering af manuelt målte (CBL, TDT, WBT, FLL, WBF, VLL og WAV) eller korrigerede data geoteknisk server og overførsel herfra til TPC (mulighed A, B og E) skal ske samme dag, som målingen eller korrektionen er foretaget.

### 2.2.3 Tidsrum for direkte overførsel af manuelt målte eller korrigerede data

Registrering af manuelt målte (CBL, TDT, WBT, FLL, WBF, VLL og WAV) eller korrigerede data i TPC (mulighed C, D og F) skal ske senest samme dag, som målingen eller korrektionen er foretaget. Ideelt set registreres værdier umiddelbart efter, at målingen eller korrektionen er foretaget.

### 2.2.4 Protokoller

Overførsel af automatiske data (mulighed A, B, C og D) og indirekte overførsel af manuelle eller korrigerede data (mulighed A, B og E) skal ske med en af følgende protokoller:

- CSV-fil over SFTP
- XML-fil over SFTP
- REST (JSON) over HTTPS

Hvis det maksimale tidsrum for overførsel af automatisk målte data er større end eller lig 6 timer, er det valgfrit hvilken af ovenstående protokoller, der anvendes.

Hvis det maksimale tidsrum for overførsel af automatisk målte data er mindre end 6 timer, skal protokollen REST (JSON) over HTTPS anvendes.

### 2.2.5 Robust implementering af protokol mellem vandstandsserver og TPC

Implementeringen af protokol fra vandstandserver til TPC (mulighed A, B, C og D), skal være robust, så den håndterer, at:

- det er ikke muligt at etablere en kommunikationskanal (TPC SFTP server eller REST server er nede).
- kommunikationskanalen bryder sammen under overførsel af data.

Evt. manglende data skal overføres næste gang, der etableres en forbindelse.

### 2.2.6 Format for CSV-filer

Hvis CSV-filer over SFTP anvendes til overførsel af automatiske data (mulighed A, B, C og D) og indirekte overførsel af manuelle eller korrigerede data (mulighed A, B og E) skal de efterfølgende krav opfyldes.

Filnavn på CSV-fil skal med mindre andet skriftligt aftales opfylde følgende format:

<præfiks><ISO 8601 tidsstempel>.csv

, hvor:

- <præfiks> er en valgfri strengkonstant
- <ISO 8601 tidsstempel> er et ISO 8601 tidstempel
- csv angiver typen af filen

CSV-filer skal med mindre andet skriftligt aftales anvende semikolon, ';', til at adskille felter.

CSV-filer skal med mindre andet skriftligt aftales anvende carriage return and line feed, "\r\n", til at adskille poster.

CSV-filer skal med mindre andet skriftligt aftales have en første post, der indeholder navne på de anvendte felter. Rækkefølgen af felter skal dog desuagtet dokumenteres i et separat dokument.

CSV-filer skal som et minimum indeholde følgende felter:

- Tag
- Tidsstempel
- Værdi

Øvrige felter vil blive ignoreret af TPC.

Felter i CSV-filter, der indeholder tidsstempler, skal med mindre andet udtrykkeligt aftale formateres som et ISO 8601 tidsstempel.

Felter i CSV-filer, der indeholder numeriske værdier, skal med mindre andet skriftligt aftales anvende punktum, '.', som decimaltegn. Der anvendes ikke med mindre andet skriftligt aftales nogen separator for tusinder i numeriske værdier. Numeriske værdier skal med mindre andet skriftligt aftales anvende enheden m (for meter over havoverfladen).

### 2.2.7 Format for XML-filer

Hvis XML-filer over SFTP anvendes til overførsel af automatiske data (mulighed A, B, C og D) og indirekte overførsel af manuelle eller korrigerede data (mulighed A, B og E) skal de efterfølgende krav opfyldes.

Filnavn på XML-fil skal med mindre andet skriftligt aftales opfylde følgende format:

<præfiks><ISO 8601 tidsstempel>.xml

, hvor

- <præfiks> er en valgfri strengkonstant
- <ISO 8601 tidsstempel> er et ISO 8601 tidstempel
- xml angiver typen af filen

Formatet for indholdet af XML-filer skal dokumenteres i et almindeligt dokument eller som en XSD-fil.

XML-filer skal som et minimum indeholde følgende felter:

- Tag
- Tidsstempel
- Værdi

Øvrige felter vil blive ignoreret af TPC.

Felter i XML-filter, der indeholder tidsstempler, skal med mindre andet skriftligt aftales formateres som et ISO 8601 tidsstempel.

Felter i XML-filer, der indeholder numeriske værdier, skal med mindre andet skriftligt aftales anvende punktum, '.', som decimaltegn. Der anvendes ikke med mindre andet skriftligt aftales nogen separator for tusinder i numeriske værdier. Numeriske værdier skal med mindre andet skriftligt aftales anvende enheden m (for meter over havoverfladen).

### 2.2.8 Format for JSON

Hvis REST (JSON) over HTTPS anvendes til overførsel af automatiske data (mulighed A, B, C og D) og indirekte overførsel af manuelle eller korrigerede data (mulighed A, B og E) skal de efterfølgende krav opfyldes.

Formatet for indholdet af JSON skal dokumenteres i et almindeligt dokument eller som JSON Schema eller OpenAPI Schema (tidligere Swagger).

JSON skal som et minimum indeholde følgende felter:

- Tag
- Tidsstempel
- Værdi

Øvrige felter vil blive ignoreret af TPC.

Felter i JSON, der indeholder tidsstempler, skal med mindre andet skriftligt aftales formateres som et ISO 8601 tidsstempel.

Felter i JSON, der indeholder numeriske værdier, skal med mindre andet skriftligt aftales anvende punktum, '.', som decimaltegn. Der anvendes ikke med mindre andet skriftligt aftales nogen separator for tusinder i numeriske værdier. Numeriske værdier skal med mindre andet skriftligt aftales anvende enheden m (for meter over havoverfladen).

### 2.2.9 Metainformation

Samtlige tags har tilknyttet metainformationer jf. 1.5.4 Metainformationer til tags (mulighed A, B, C, D, E og F) og i den forbindelse skal følgende krav opfyldes.

Følgende metainformationer skal tilvejebringes:

- GPS koordinat EUREF89
- Geoform GeoGIS ID
- DGUID

Følgende metainformation skal defineres i samarbejde med HOFOR:

- Alternativt tag

HOFOR har ansvaret for at definere følgende metainformationer:

- HOFOR undersøgelsesboring ID
- Navn på tunnelboringsprojekt

Følgende metainformationer er defineret på forhånd:

- Datatype
- Enhed

### 2.2.10 Korrektioner

Ved indirekte overførsel af korrigerede data (mulighed A, B og E) skal de efterfølgende krav opfyldes.

Hver korrektion, som kan rumme mange værdier spredt over tid, skal have tildelt et løbenummer, der er unikt for det tag, korrektionen berører.

Det første løbenummer skal have værdien 0001. Det efterfølgende løbenummer skal findes ved at addere det foregående løbenummer med 1. Det sidste løbenummer har værdien 9999.

Nye korrektioner skal have tildelt et nyt løbenummer, hvs data vedrørende det foregående løbenummer enten er overført til TPC eller er forsøgt overført til TPC.

# KRAVSPECIFIKATION

**GRUNDVANDSHÅNDTERING**
**BILAG 3 ORDLISTE - GLOSSARY**

| Rev. | Revisionsdato | Emne (ændring) |
|---|---|---|
| 1 | 26-08-2020 | Første udgivelse |
| | | |
| | | |

# TUN 103, BILAG 3 ORDLISTE - GLOSSARY

**Kravspecifikation tunnel og Skakte** **Specifications Tunnel and Shafts**

| Dansk | English |
|---|---|
| **A** | |
| Adgangsforhold | Accessibility |
| Afgravning | Excavation |
| Aflastningshuller | Pressure relief holes |
| Aflejringer | Deposits |
| Afskæringsdybde | Water cut-off depth |
| Afstivninger | Props |
| Afsænkningsniveau | Lowering level |
| Afvigelser | Non-conformances |
| Afvigerapport | Non-conformance report |
| Afværgeboring | Remediation well |
| Afværgeforanstaltninger | Mitigation measures |
| Akrylbaseret | Acrylic based |
| Alarmcentral | Emergency centre |
| Ankre | Anchors |
| Anlægsarbejde | Construction work |
| Anvendelsesgrænsetilstand | Serviceability limit state |
| Arbejdsforhold | Working conditions |
| Arbejdsmiljø | Work environment |
| Arbejdsmiljøkoordinator | Work environment coordinator |
| Arbejdsprocedurer | Work procedures |
| Arbejdstilsynet | Working environment authority |
| Atmosfærisk tryk | Atmospheric pressure |
| **B** | |
| Bebygget område | Built up area |
| Bentonit | Bentonite |
| bentonitsuspension | Bentonite suspension |
| Beredskabsplan | Emergency plan |
| Beregninger | Calculations |
| Beskyttelse | Protection |
| Beton | Concrete |
| Betonrør | Concrete pipe |
| Blandevand | Mixing water |
| Blokke | Blocks |
| Blødbundsaflejringer | Soft ground deposits |
| Borede pæle | Bored piles |
| Boredybde | Drilling depth |
| Borehoved | Cutting wheel |

# TUN 103, BILAG 3 ORDLISTE - GLOSSARY

**Kravspecifikation tunnel og Skakte** **Specifications Tunnel and Shafts**

| **Dansk** | **English** |
|---|---|
| Boremetode | Drilling/boring method |
| Boremudder/boreslam | Slurry |
| Boringer | Borings |
| Brudform | Failure mode |
| Bundfældningskar | Precipitation tank |
| Bundplade | Bottom slab |
| Byggegrube | Construction pit |
| Byggeplads | Construction site |
| Byggepladsforhold | Site conditions |
| **C** | |
| Cementindhold | Cement content |
| **D** | |
| Definitionstegninger | Definition drawings |
| Densitet | Density |
| Detailprojektering | Detailed design |
| Drift og vedligeholdelse | Operation and maintenance |
| Driftstryk | Operating pressure |
| Drikkevand | Drinking water |
| Dræn | Drain |
| Drænrende | Drainage trench |
| **E** | |
| Egenskaber | Properties |
| Egenvægt | Self weight |
| Eksisterende bygninger/konstruktioner | Existing buildings/structures |
| Elektricitet | Electricity |
| Elektrisk ledende | Electrically conductive |
| Elforbrug | Electricity consumption |
| Elforsyning | Electricity supply |
| Evakuering | Evacuation |
| **F** | |
| Filtersatte boringer | Screened borings/wells |
| Filtre | Filters |
| Finstof | Fines |
| Flintbånd | Flint band |
| Flugtmulighed | Escape route |
| Forboring | Predrilling |
| Forekomst | Occurrence |
| Foring af rør | Pipe lining |

# TUN 103, BILAG 3 ORDLISTE - GLOSSARY

**Kravspecifikation tunnel og Skakte** **Specifications Tunnel and Shafts**

| **Dansk** | **English** |
|---|---|
| Foringsrør | Casing |
| Forkonsolideret | Preconsolidated |
| Forundersøgelser | Preinvestigations |
| Forurening | Pollution |
| Forureningsgrad | Degree of contamination/pollution |
| Forureningsspredning | Pollution dispersion |
| Fravigelser/tillægskrav | Deviations/additional requirements |
| Friktion | Friction |
| Frostbelastning | Frost load |
| Frostbestandighed | Frost resistance |
| Fuge | Joint |
| Fuldskalaforsøg | Full-scale test |
| Fyld | Fill |
| **G** | |
| Gelstyrke | Gel strength |
| Genbrugsvand | Recycled water |
| Gennemsivning | Seepage |
| Geologiske forhold | Geological conditions |
| Geoteknisk | Geotechnical |
| Geoteknisk Basis Rapport | Geotechnical Baseline Report (GBR) |
| Glaciale aflejringer | Glacial deposits |
| Granulært | Granular |
| Gravedybde | Excavation depth |
| Gravemaskine | Excavator |
| Grundvand | Groundwater |
| Grundvandsforurening | Groundwater contamination |
| Grundvandshåndtering | Groundwater control |
| Grundvandsmagasiner | Aquifers |
| Grundvandspotentiale | Groundwater potential |
| Grundvandsspejl/Grundvandsstand | Groundwater level |
| Grundvandssænkning | Groundwater lowering |
| Grundvandsydelse (Q) | Groundwater inflow |
| Grusaflejring | Gravel deposit |
| Grædeboring | Bleeder well |
| Gummiring | Rubber ring |
| **H** | |
| Holdbarhed | Durability |
| Hydraulisk | Hydraulic |

# TUN 103, BILAG 3 ORDLISTE - GLOSSARY

**Kravspecifikation tunnel og Skakte** **Specifications Tunnel and Shafts**

| **Dansk** | **English** |
|---|---|
| Hydraulisk brud/svigt | Hydraulic failure |
| Hydrogeologiske forhold | Hydrogeological conditions |
| Hældning | Slope |
| Hærdningsgrad (kalk) | Degree of Induration |
| Højpermeable | High permeable |
| Hårdhed | Hardness |
| **I** | |
| Indfatningsvæg | Retaining wall |
| Indflydelseszone | Influence zone |
| Indre erosion (brudfrom) | Internal erosion (failure mode) |
| Indsivningsvandmængder | Seepage water volume |
| Indstrømning/indsivning | Inflow |
| Indvendigt | Internally |
| Indvindingsboring | Pumping well |
| Infiltrationsboring | Infiltration boring |
| **J** | |
| Jordankre | Ground anchors |
| Jordbundsforhold | Soil conditions |
| Jordforbedring | Soil improvement |
| Jordlag | Soil layer |
| Jordprøver | Soil samples |
| Jordtryk | Earth pressure |
| Jordtype | Soil type |
| **K** | |
| Kalibreret | Calibrated |
| Kalk | Limestone |
| Kantbjælker | Capping beams |
| Kerneboringer | Drilled cores |
| Klassifikationsforsøg | Classification tests |
| Klippeblokke | Boulders |
| Kloak | Sewer |
| Klorider og alkalier | Chlorides and alkalis |
| Kloridfrit vand | Chloride-free water |
| Kontrolmåling | Control measurement |
| Kornkurve/Kornstørrelsesfordeling | Grain size distribution |
| Korttidstilstanden (udrænede forhold) | Short-term condition (undrained condition) |
| Krav | Requirements |
| Kulfilter | Charcoal filter |

# TUN 103, BILAG 3 ORDLISTE - GLOSSARY

| Kravspecifikation tunnel og Skakte | Specifications Tunnel and Shafts |
|---|---|
| **Dansk** | **English** |
| Kvalitetskontrol | Quality control |
| Kvartær | Quaternary |
| Københavnervæg | King Post Wall |
| **L** | |
| Lagdeling | Layering |
| Lagtykkelse | Layer thickness |
| Landmåling | Land surveying |
| Ledninger | Utilities |
| Ler | Clay |
| Levetid | Lifetime |
| Linjeføring | Alignment |
| Lodsejere | Site owners |
| **M** | |
| Magasinkoefficient | Storativity |
| Mandskab | Crew |
| Manometer | Pressure gauge |
| Materialeudvaskelse | Wash-out of materials |
| Membran | Membrane |
| Middelværdi/gennemsnit | Mean value |
| Midlertidig | Temporary |
| Miljømæssige krav | Environmental requirements |
| Minimumsafstand | Minimum distance |
| Modtryk | Counter pressure |
| Monitering | Monitoring |
| Moniteringsboring | Monitoring well |
| Moræneler | Clay till |
| Myndigheder | Authorities |
| Målestok | Scale |
| Målinger | Measurements |
| **N** | |
| Nikkel/arsen frigivelse | Nickel/arsenic release |
| Numeriske grundvandsmodeller | Numerical groundwater models |
| Nødstrømsgenerator | Emergency generator |
| Nødsystemer | Emergency systems |
| **O** | |
| Olieudskiller | Oil separator |
| Omkostninger | Costs |
| Omkreds | Circumference |

# TUN 103, BILAG 3 ORDLISTE - GLOSSARY

| Kravspecifikation tunnel og Skakte | Specifications Tunnel and Shafts |
|---|---|
| **Dansk** | **English** |
| Opdrift | Uplift |
| Opdriftsikres | Buoyancy-proof |
| Opfyldning | Filling / Backfilling |
| Oppumpning/bortledning | Pumping/disposal |
| Overflade | Surface |
| Overfladesætninger | Surface settlements |
| Overkapacitet | Overcapacity |
| Oversvømmelse | Flooding |
| Overvågning | Monitoring |
| **P** | |
| Pejleboring | Monitoring well |
| Pejlestuds | Top of access / measuring tube |
| Pejling | Sounding / bearing |
| Permeabilitet | Permeability |
| Piping (brudform) | Piping |
| Planlægning | Planning |
| Plasticitet | Plasticity |
| Polyuretan baseret materiale | Polyurethane-based material |
| Poretryk | Pore pressure |
| Postglaciale aflejringer | Postglacial deposits |
| Presserør/gennempresningsrør | Pipe (for pipe jacking) |
| Presseskakt | Launch shaft |
| Procesvand | Process water |
| Projektering | Design |
| Projektopbygning | Project structure |
| Prøvetagningshane | Sampling valve |
| Pumpeboring | Pumping well |
| Pumpeforsøg | Pumping test |
| Pumpesump | Pump sump |
| Pumpeydelse/oppumpningsydelse | Pumping capacity |
| Pæle | Piles |
| Påvirkninger | Impacts |
| **Q** | |
| **R** | |
| Randbetingelser | Boundary conditions |
| Reinfiltration | Reinfiltration |
| Rensegrader | Degree of treatment |
| Reservedele | Replacement parts |

# TUN 103, BILAG 3 ORDLISTE - GLOSSARY

**Kravspecifikation tunnel og Skakte** **Specifications Tunnel and Shafts**

| **Dansk** | **English** |
|---|---|
| Revner | Cracks |
| Ringarmering | Ring reinforcement |
| Risiko identifikation | Risk identification |
| Risikovurdering | Risk assessment |
| Robusthed | Robustness |
| Rumvægt | Unit weight |
| Rustfri stål | Stainless steel |
| Rør | Pipe |
| Rådgiver | Consultant |
| **S** | |
| SAB (Særlige arbejdsbeskrivelser) | Special works descriptions |
| Saltvandsindtrængning | Saltwater intrusion |
| Samlinger | Joints |
| Sammenstyrtning | Collapse |
| Sandfang | Sand trap |
| Sandindhold | Sand content |
| Sekantpæle | Secant pile |
| Sekantpælevæg | Secant pile wall |
| Senglaciale aflejringer | Late glacial deposits |
| Separationsanlæg | Separation plant |
| Sigtekurve | Grading curve |
| Sikkerhed og sundhed | Health and Safety |
| Sikkerhedsfaktor | Safety factor |
| Skade | Damage |
| Skaderapport | Damage report |
| Skakt | Shaft |
| Skaktindfatning | Shaft walls |
| Skaktvægge | Shaft walls |
| Skråning | Slope |
| Skybrud | Cloudburst |
| Slidsevæg | Diaphragm wall |
| Snegl | Auger |
| Spidskote | Toe elevation |
| Spildevand | Sewage |
| Sprækker | Fissures |
| Sprøjtebeton | Sprayed concrete/shotcrete |
| Sprøjtebetonforing (SBF) | Sprayed concrete lining |
| Spuling | Water jetting |

# TUN 103, BILAG 3 ORDLISTE - GLOSSARY

**Kravspecifikation tunnel og Skakte** **Specifications Tunnel and Shafts**

| **Dansk** | **English** |
|---|---|
| Spunsvæg | Sheet pile wall |
| Stabil | Stable |
| Stabilitetsproblemer | Stability problems |
| Stationering | Stationing |
| Sten | Stones |
| Stivhed | Stiffness |
| Stratigrafi | Stratigraphy |
| Strømning | Flow |
| Strømsvigt | Power failure |
| Strømudfald | Power outage |
| Styring | Steering |
| Stærkt hærdnet kalk | Strongly indurated limestone |
| Støbe/støbt/udstøbt/støbning | Cast/casting |
| Støj | Noise |
| Stålkvalitet | Steel quality |
| Sugespids | Well point |
| Sugespidsanlæg | Well point system |
| Supplerende undersøgelser | Additional investigations |
| Svind | Shrinkage |
| Sætninger | Settlements |
| Sætningstrug | Settlement trough |
| **T** | |
| Tegninger | Drawings |
| Terræn | Terrain |
| Tidsplan | Time schedule |
| Tilløb | Inlet |
| Tilslutninger | Connections |
| Tilsyn | Supervision |
| Tilsætningsstoffer | Additives |
| Transmissivitet | Transmissivity |
| Tryk | Pressure |
| Trykniveau | Pressure level |
| Tunnel bund | Tunnel invert |
| Tunnel center akse | Tunnel centre axis |
| Tunnel top | Tunnel crown |
| Tunnelboremaskine | Tunnel Boring Machine (TBM) |
| Tunneleringsmetode | Tunnelling method |
| **U** | |

# TUN 103, BILAG 3 ORDLISTE - GLOSSARY

**Kravspecifikation tunnel og Skakte** **Specifications Tunnel and Shafts**

| **Dansk** | **English** |
|---|---|
| Ubeskadigede | Undamaged |
| Udbedring | Repairs |
| Udborede kerner | Drilled cores |
| Udbud | Tender |
| Udbudsmateriale | Tender documents |
| Udførelse | Execution |
| Udførelsestidsplan | Execution schedule |
| Udgravning | Excavation |
| Udgravningsfront | Excavation face |
| Udgravningskammer | Excavation chamber /cavern |
| Udledning | Emission |
| Udskiftning | Replacement |
| Udstyr | Equipment |
| Ugunstig | Unfavourable |
| Ulykke | Accident |
| Ulykkestilstand | Accidental limit state |
| Underentreprenør | Subcontractor |
| Understøtningspunkter | Reactions/ support points |
| Ustabil | Unstable |
| Utætheder | Leakages |
| **V** | |
| Vand/cementforhold (v/c forhold) | Water/cement ratio |
| Vandbehandling | Water treatment |
| Vandbærende | Water-bearing |
| Vandforsyning | Water supply |
| Vandindhold | Water content |
| Vandindtrængning | Water penetration |
| Vandmættede | Water saturated |
| Vandmåler | Water meter |
| Vandprøver | Water samples |
| Vandtryk | Water pressure |
| Vandtæthed | Water tightness |
| Vedligeholdelse | Maintenance |
| Videoovervågning | Video surveillance |
| Volumenbestandig | Non-shrinkage |
| Vægtykkelse | Wall thickness |
| Værktøj | Tool |
| Værnemidler | Protective gear |

# TUN 103, BILAG 3 ORDLISTE - GLOSSARY

**Kravspecifikation tunnel og Skakte** **Specifications Tunnel and Shafts**

| Dansk | English |
|---|---|
| X | |
| Y | |
| Z | |
| Æ | |
| Ø | |
| Å | |