

KRAVSPECIFIKATION

BYGGEGRUBER OG SKAKTE

Rev.	Revisionsdato	Emne (ændring)
1	30.06.2017	Første udgivelse
2	26.08.2020	Relevant tekst relateret til beton er flyttet til BET 101. Grundvandshåndtering, afsnit 2.8 er flyttet til TUN 103. Generel opdatering med fokus på udførelse, afsnit 3.

KRAVSPECIFIKATION

1	Indhold og anvendelse	6
1.1	Gyldighedsområde.....	6
1.2	Indhold.....	6
1.3	Love og bekendtgørelser	7
1.4	Normer, standarder m.m.	7
1.5	Kvalitetsledning.....	8
2	Udformning og projektering.....	10
2.1	Generelle krav	10
2.1.1	Levetid.....	10
2.1.2	Vandtæthed	10
2.1.3	Den projekterendes forpligtelser omkring inddragelse af arbejdsmiljøkoordinatoren ..	10
2.1.4	Arbejdsdokumenter.....	11
2.1.4.1	Projekteringsrisikovurdering.....	11
2.1.4.2	Detailprojektering (projekteringsrapport og tegninger)	11
2.1.4.3	Monitering.....	11
2.1.4.4	Tidsplan.....	11
2.1.4.5	Kontrolplaner	11
2.2	Specielle krav til arbejde i byområder	11
2.3	Betonmaterialer	12
2.4	Krav til geoteknisk projektgrundlag	12
2.5	Krav til Geoteknisk Basis Rapport (GBR).....	12
2.6	Risikoanalyse for nærliggende bygninger, konstruktioner og ledninger	12
2.7	Bygningsregistrering	12
2.8	Grundvandshåndtering	12
2.8.1	Grouting.....	12
2.9	Metode til udgravning/indfatning	13
2.9.1	Midlertidige konstruktioner	13
2.9.2	Permanente konstruktioner	13
2.10	Design	13
2.10.1	Generelt.....	13
2.10.2	Geometri og tolerancer	14
2.10.3	Membran og fuger	14
2.10.4	Revnevidder	14
2.10.5	Grænsetilstande	14
2.10.6	Belastning.....	14

KRAVSPECIFIKATION

2.10.6.1	Overfladelaster	14
2.10.6.2	Fremtidige laster/udgravninger	14
2.10.6.3	Jordtryk.....	14
2.10.6.4	Vandtryk	15
2.10.7	Presse- og modtageskakte	15
2.10.8	Skråninger	15
2.10.9	Københavnervægge	15
2.10.9.1	Statiske beregninger.....	15
2.10.9.2	Dimensionering og verifikationer.....	15
2.10.10	Sekantpælevægge	16
2.10.10.1	Statiske beregninger	17
2.10.10.2	Dimensionering og verifikationer	17
2.10.11	Sprøjtebetonforing (SBF)	17
2.10.12	Spunsvægge.....	17
2.10.12.1	Statiske beregninger	17
2.10.12.2	Dimensionering og verifikationer	17
2.10.13	Jordankre	18
2.10.14	Afstivninger, stræk og kantbjælker	18
2.10.15	Geoteknisk stabilitet	19
2.10.16	Hydraulisk brud	19
2.10.17	Opdrift	19
2.10.18	Udgravning med anlæg.....	20
2.10.19	Bundplader.....	20
3	Udførelse.....	21
3.1	Generelle krav	21
3.1.1	Forudsætninger for opstart af udførelse.....	21
3.1.2	Metodebeskrivelser.....	22
3.1.3	Kontrolplaner	22
3.1.4	Udførelsesrisikovurdering	23
3.1.5	Beredskabsplaner.....	23
3.1.6	Afslutning.....	23
3.2	Specielle krav til arbejde i byområder	23
3.3	Bygningsrisikoanalyse	24
3.4	Betonmaterialer	24
3.5	Bygningsregistrering	24

KRAVSPECIFIKATION

3.6	Monitering.....	24
3.7	Københavnervægge	24
3.7.1	Tolerancer	24
3.7.2	Installationsmetode.....	24
3.7.3	Kontrol under udførelse	25
3.7.4	Prøvning	25
3.7.5	Journaler.....	25
3.8	Sekantpælevægge.....	25
3.8.1	Hensyn til jordbunds- og grundvandsforhold	25
3.8.2	Tolerancer	25
3.8.3	Installationsmetode.....	26
3.8.3.1	Boreskabelon.....	26
3.8.3.2	Boring	26
3.8.3.3	Armeringsinstallation	27
3.8.3.4	Støbning	28
3.8.3.5	Kapning og kantbjælke	29
3.8.4	Kontrol under udførelse	29
3.8.5	Prøvning	29
3.8.6	Journaler.....	30
3.9	Sprøjtebetonforing (SBF)	30
3.10	Spunsvægge	30
3.10.1	Tolerancer	30
3.10.2	Installationsmetode.....	31
3.10.3	Tilpasninger og samlinger	32
3.10.4	Kontrol under udførelse	32
3.10.5	Prøvning	32
3.10.6	Journaler.....	32
3.11	Jordankre.....	32
3.11.1	Tolerancer	33
3.11.2	Installationsmetoder.....	33
3.11.3	Kontrol under udførelse	33
3.11.4	Prøvning	33
3.11.5	Journaler.....	33
3.12	Stræk og afstivninger	34
3.13	Udgravning og face log	34

KRAVSPECIFIKATION

3.14	Grundvandshåndtering	35
3.15	Permanente konstruktioner	35
3.16	Tilbagefyldning af skakten	35
3.17	Retablering af terræn og belægninger	35
3.18	Udgravning med anlæg.....	35
3.19	Bundplader	36
4	Indberetning og dokumentation.....	36

Bilag

Bilag 1 Udbudskontrolplan (TUN 102 B1)

Bilag 2 Ordliste (TUN 102 B2)

KRAVSPECIFIKATION

1 Indhold og anvendelse

1.1 Gyldighedsområde

Denne kravspecifikation skal anvendes ved planlægning, projektering og udførelse af byggegruber og skakte i HOFORs projekter med udgravningsdybde på minimum 5 m og udgravninger/indfatningsvægge af typerne skråninger, københavnervægge, sprøjtebetonforing, borede pæle, sekantpælevægge og spunsvægge. Kravspecifikationen kan benyttes ved planlægning, projektering og udførelse ved en mindre udgravningsdybde end 5 meter, hvis det vurderes at være relevant.

De beskrevne metoder er baseret på etableret fagteknisk praksis inden for HOFORs forsyningsområde. Ved arbejde uden for dette område skal det vurderes om samme praksis kan benyttes.

Kravspecifikationen dækker ikke:

- hydraulisk eller anden funktionsbestemt design til bestemmelse af skaktudformning/indretning og indvendig overfladebeskaffenhed/-behandling af skakte/bygværker.
- mekaniske og elektriske installationer, ventilations- og VVS- installationer og anden fast aptering som trapper, lejdere, hylder, reposer/platforme, rækværker mv. i skakte/bygværker.

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 103: Grundvandshåndtering
- TUN 104: Monitoring og bygningsrisikoanalyse
- TUN 105: Risikostyring på tunnelprojekter
- BET 101: Beton

1.2 Indhold

Denne kravspecifikation beskriver kravene til planlægning, projektering og udførelse af såvel midlertidige som permanente skaktkonstruktioner.

Kravspecifikationen 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 udførelsen, som den udførende skal opfylde ved projektets fysiske udførelse.

Afsnit 4 angiver krav til indberetning og dokumentation af udførelsen.

KRAVSPECIFIKATION

Kravspecifikationen tager ikke stilling til hvilken part (den projekterende eller udførende) i byggeprocessen, der skal planlægge, projekttere 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 entreprisformer. Ansvarsforholdene ift. kravspecifikationerne vil være beskrevet i rådgiver- og entrepriscontrakterne 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. 674 af 25/05/2020 Bekendtgørelse af lov om arbejdsmiljø

- BEK nr. 110 af 05/02/2013 Bekendtgørelse om projekterendes og rådgiveres pligter mv. efter lov om arbejdsmiljø
- BEK nr. 1832 af 16/12/2015 Bekendtgørelse om vurdering af visse offentlige og private anlægs virkning på miljøet (VVM) i medfør af lov om planlægning
- BEK nr. 467 af 23/05/2016 Bekendtgørelse om miljøregulering af visse aktiviteter
- BEK nr. 1452 af 07/12/2015 Bekendtgørelse om anmeldelse og dokumentation i forbindelse med flytning af jord
- BEK nr. 1260 af 28/10/2013 Bekendtgørelse om udførelse og sløjfning af borer og brønde på land (Boringsbekendtgørelsen)
- BEK nr. 1826 af 16/12/2015 Bekendtgørelse om uddannelse af personer, der udfører borer og brønde på land
- BEK nr. 1011 af 25/10/2012 Bekendtgørelse om registrering af ledningsejere
- LBK nr. 1072 af 07/09/2010 Bekendtgørelse af lov om arbejdsmiljø
- LBK nr. 1317 af 19/11/2015 Bekendtgørelse af lov om miljøbeskyttelse
- LBK nr. 434 af 13/05/2016 Bekendtgørelse af lov om forurenede jord
- LBK nr. 1584 af 10/12/2015 Bekendtgørelse af lov om vandforsyning mv.
- LBK nr. 1185 af 14/10/2010 Bekendtgørelse af byggeloven
- LBK nr. 1234 af 04/11/2015 Bekendtgørelse af lov om private fællesveje
- LBK nr. 358 af 08/04/2014 Bekendtgørelse af museumsloven
- LBK nr. 578 af 06/06/2011 Bekendtgørelse af lov om registrering af ledningsejere
- LOV nr. 1520 af 27/12/2014 Lov om offentlige veje mv.

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.

KRAVSPECIFIKATION

Skakte skal projekteres og udføres i henhold til de gældende Eurocodes med tilhørende danske nationale annekser. I relation til denne kravspecifikation henvises til følgende specifikke normer og standarder m.m.:

- ASTM C 1064, Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Hydraulic-Cement Concrete
- DGF Bulletin 1: Vejledning i Ingeniørgeologisk prøvebeskrivelse
- DS/EN 1990, Eurocode 0: Projekteringsgrundlag for bærende konstruktioner
- DS/EN 1991, Eurocode 1: Last på bærende konstruktioner
- DS/EN 1992, Eurocode 2: Betonkonstruktioner
- DS/EN 1993, Eurocode 3: Stålkonstruktioner
- DS/EN 1994, Eurocode 4: Kompositkonstruktioner – Stål og beton
- DS/EN 1995, Eurocode 5, Trækonstruktioner
- DS/EN 1997, Eurocode 7: Geoteknik
- DS/EN 206-1, Beton – Del 1: Specifikation, egenskaber, produktion og overensstemmelse
- DS/EN 480-4, Tilsætningsstoffer til beton, mørtel og injektionsmørtel – Prøvningsmetoder – Del 4: Bestemmelse af vandudskillelse
- DS/EN 1536, Udførelse af særlige geotekniske arbejder – Borede pæle
- DS/EN 1537, Udførelse af særlige geotekniske arbejder – Jordankre
- DS/EN ISO 22477-5:2018 Geoteknisk undersøgelse og prøvning – Prøvning af geotekniske konstruktioner – Del 5: Prøvning af injicerede jordankre
- DS/EN 1538, Udførelse af særlige geotekniske arbejder – Slidsevægge
- DS/EN 10204, Metalliske produkter – Typer af inspektionsdokumenter
- DS/EN 12063, Udførelse af særlige geotekniske konstruktioner – Spunsvægge
- DS/EN 12350, Prøvning af frisk beton
- DS/EN 12715, Udførelse af specielle geotekniske arbejder – Grouting
- DS/EN 12716, Udførelse af specielle geotekniske arbejder – Jet grouting
- DS/EN 14199, Udførelse af særlige geotekniske arbejder – Minipæle
- DS/EN 13670, Udførelse af betonkonstruktioner
- DS 2426, Beton – Materialer – Regler for anvendelse af EN 206-1 i Danmark
- DS 2427, Udførelse af betonkonstruktioner – Regler for anvendelse af EN 13670 i Danmark
- EFFC/DFI Concrete Task Group: Best Practice Guide to Tremie Concrete for Deep Foundations 2016
- Guidelines for tunnelling risk management: International Tunnelling Association, Working Group No. 2" publiceret i Tunnelling and Underground Space Technology, 19 (2004), 217-237
- Guidance on embedded retaining wall design - C760 CIRIA 2017
- European standards for temp. works design BS EN12810 to 12813

1.5 Kvalitetsledelse

Den projekterende og den udførende skal anvende et iht. Internationale standarder anerkendt kvalitetsstyringsystem. For projekter under udførelse henvises til AAB og SAB for Styling og samarbejde.

KRAVSPECIFIKATION

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. Der vil minimum 1-2 gange om året aflægges et kontrolbesøg med en audit, der vil vare 1-2 dage.

KRAVSPECIFIKATION

2 Udformning og projektering

2.1 Generelle krav

2.1.1 Levetid

Permanente konstruktioner skal projekteres for en levetid på 100 år.

Midlertidige konstruktioner skal projekteres for en levetid på mindst 5 år. Hvis midlertidige konstruktioner bruges i en periode længere end 5 år, skal levetiden tilpasses – dette skal specificeres i projekt- eller udbudsmaterialet.

2.1.2 Vandtæthed

Den færdige permanente skakt skal være vandtæt ved et udvendigt vandtryk svarende til grundvandsspejl i terræn. Krav til projekteringen for at opnå en vandtæt skaktkonstruktion er yderligere beskrevet i afsnit BET101 2.10.3 om membraner og fugebånd.

Midlertidige konstruktioner skal også være vandtætte, såfremt det er et element i grundvandshåndtering, så som afskærende vægge med tæt bundplade.

2.1.3 Den projekterendes forpligtelser omkring inddragelse af arbejdsmiljøkoordinatoren

I forbindelse med planlægningen og projekteringen af skakte, tunneler og lignende skal den projekterende informere og inddrage HOFORs arbejdsmiljøkoordinator i nødvendige vurderinger af om projektet kan udføres 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 eller flere skriftlige 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 projekteringsrisikovurderingen, og overdrage den til den udførende som grundlag for udførelsesrisikovurderingen.

KRAVSPECIFIKATION

2.1.4 Arbejdsdokumenter

2.1.4.1 Projekteringsrisikovurdering

Den projekterende skal udarbejde en projekteringsrisikovurdering som beskrevet i kravspecifikation Risikostyring på tunnelprojekter (TUN 105).

2.1.4.2 Detailprojektering (projekteringsrapport og tegninger)

Inden detailprojekteringen skal den projekterende fremsende projekteringsgrundlaget til HOFORs accept.

Dokumentation for detailprojektering skal accepteres af HOFOR forud for enhver påbegyndelse af arbejde. Dokumentationen skal være entydig med hensyn til geometri, tilladte belastninger, jord- og grundvandsforhold, sekvens for arbejdets udførelse og grænser for designets gyldighed.

Tillige skal projekteringen indeholde anbefalinger/forslag til, hvorledes den eksisterende infrastruktur, såsom ledninger og/eller konstruktioner i jord (evt. i luft tillige) under projektet kan/skal håndteres.

Ved projekteringen skal det sikres, at byggegruber og skaktes størrelse og indretning gør det muligt at etablere gode adgangsveje og arbejdsforhold, både ved byggegrubers og skaktes konstruktion og i forbindelse med etablering af permanente konstruktionsdele og eventuel tunnelering.

2.1.4.3 Monitering

Der henvises til kravspecifikationerne:

- Grundvandshåndtering (TUN 103)
- Monitering og bygningsrisikoanalyse (TUN 104)

2.1.4.4 Tidsplan

Den projekterende skal udarbejde en konkret tidsplan for projekteringen i overensstemmelse med den overordnede tidsplan i projekt- eller udbudsmaterialet, og for totalentrepriser i overensstemmelse med den udførendes tidsplan.

2.1.4.5 Kontrolplaner

Den projekterende skal specificere de nødvendige krav ud fra projekteringen, der skal indarbejdes som input i den udførendes kontrolplaner jf. afsnit 3.1.3.

2.2 Specielle krav til arbejde i byområder

For forhold entreprenøren skal være særlig opmærksom på i forbindelse med entreprisen for at sikre en så gnidningsfri gennemførelse som muligt over for offentlige myndigheder og instanser, ledningsejere, borgere og daglige brugere af områder henvises til SAB.

KRAVSPECIFIKATION

2.3 Betonmaterialer

For permanente konstruktioner skal anvendes beton med mindst styrkeklasse C30/37. Der henvises generelt til HOFORs kravspecifikation for beton (BET 101). For projektspecifikke krav henvises til projekt- eller udbudsmaterialet

2.4 Krav til geoteknisk projektgrundlag

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

2.5 Krav til Geoteknisk Basis Rapport (GBR)

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

2.6 Risikoanalyse for nærliggende bygninger, konstruktioner og ledninger

Der henvises til kravspecifikation Risikostyring på tunnelprojekter (TUN 105)

2.7 Bygningsregistrering

Der henvises til kravspecifikation Monitorering og bygningsrisikoanalyse (TUN 104)

2.8 Grundvandshåndtering

Der henvises til kravspecifikation Grundvandshåndtering (TUN 103).

2.8.1 Grouting

Hvor anvendelse af grouting kan være relevant for reduktion af permeabilitet, skal grouting generelt planlægges og udføres i henhold til DS/EN 12715. Hvor der påtænkes anvendt jet grouting skal dette planlægges og designes i henhold til DS/EN 12716.

Hvor grouting planlægges gennemført skal risikoen for skader på naboejendomme/-konstruktioner og egne arbejder nøje vurderes og eventuelt monitoreres. I nødvendigt omfang skal konstruktioner monitoreres i realtid, således at grouting kan standses momentant ved tegn på begyndende utilsigtede påvirkninger. Omfanget af monitorering under grouting skal aftales med HOFOR.

For monitorering henvises generelt til TUN 104.

I forbindelse med grouting vil HOFOR ansøge kommunen om tilladelse til at benytte de valgte materialer i henhold til Miljøbeskyttelseslovens §19, medmindre andet fremgår af de projektspecifikke projekt- eller udbudsdokumenter.

Den projekterende skal umiddelbart efter kontraktindgåelse oplyse samtlige indholdsstoffer i alle hjælpeprodukter, eksempelvis tætningsprodukter, vandbehandlingskemikalier, tunnelborekemikalier og lignende, som skal anvendes (også ved et indhold <1%).

KRAVSPECIFIKATION

Idet sagsbehandlingstiden for opnåelse af miljøtilladelser ofte er lang, kan manglende oplysninger resultere i unødigt forsinkelse af projektets tidsplan. Af denne grund skal den projekterende tillægge dette højeste prioritet.

2.9 Metode til udgravning/indfatning

Afhængig af metode til udgravning/indfatning kan/skal vægge betragtes som midlertidige eller som permanente; for sekantpælevægge tillige mulighed for semi-permanent, og projekteres for jord- og vandtryk.

Vandtætte løsninger skal projekteres for såvel jord- som vandtryk, hvorimod det for drænedes løsninger skal nærmere undersøges i hvilket omfang vandtryk skal medtages i dimensioneringen foruden jordtryk. Her tænkes specifikt på, om vandtryk optræder i brudgrænseflader, under udgravningsniveau etc.

2.9.1 Midlertidige konstruktioner

Metoder for udgravning, som betragtes midlertidige, må ikke indgå som en del af den permanente konstruktion og vil typisk bestå i:

- Skråning evt. med jordsøm og sikring med net, membran eller sprøjtebeton
- Københavnerlæg, uanset udfyldning
- Sprøjtebetonforing (SBF)
- Borede pæle, hvis udført tangerende eller med afstand

2.9.2 Permanente konstruktioner

Metoder for udgravning, som kan være permanente og som generelt betragtes vandtætte, omfatter:

- Spunsvægge
- Sekantpælevægge
- Slidsevægge. Anvendes i særlige tilfælde, typisk ved meget dybe udgravninger. Ved disse tilfælde skal DS/EN 1538 følges.

Der henvises til HOFORs kravspecifikation for beton (BET 101).

2.10 Design

2.10.1 Generelt

Udover nominelle udgravningskoter for alle udgravningsfaser skal maksimale tilladelige udgravningstolerancer specificeres.

Projekteringen skal tage hensyn til udførelsestolerancer.

Skakte, jf. denne specifikation, skal mindst henføres til geoteknisk kategori 2 og konsekvensklasse CC2 (medmindre der specificeres CC3 for det enkelte projekt).

α -faktoren for udførelsen skal sættes til 1,0, medmindre andet aftales med HOFOR.

KRAVSPECIFIKATION

Den projekterende skal dokumentere for hver af de valgte udførelsesmetoder, at alle krav overholdes i forbindelse med håndtering af kendt forurening, arkæologiske forhold, miljøkrav og begrænsninger specificeret i de relevante bestemmelser (støv, støj, vibrationer og forurening).

Den projekterende skal sikre og bekræfte, at den geologiske- og geotekniske information er passende og tilstrækkelig for projekteringen.

De hydrogeologiske forhold kan have en væsentlig indflydelse på skaktens udformning. Strategien for grundvandshåndtering skal indgå i skaktdesign, jf. kravspecifikation Grundvandshåndtering (TUN 10) afsnit 2.

2.10.2 Geometri og tolerancer

Hvis den permanente konstruktion støbes direkte mod eller tæt på indfatningsvægge, skal der under planlægningen af geometrien tages hensyn til indfatningsvæggenes udførelsetolerancer og deformationer. Den projekterende skal specificere maksimalt tilladelige tolerancer og deformationer.

2.10.3 Membran og fuger

Se BET 101

2.10.4 Revnevidder

Se BET 101

2.10.5 Grænsetilstande

Der skal generelt designes for både anvendelsesgrænsetilstand (SLS), brudgrænsetilstand (ULS) og ulykkestilstanden (ALS). Der skal udføres deformationsberegninger med anerkendte metoder, enten anerkendte analytiske eller numeriske. For bygninger, veje, jernbaner eller ledninger inden for udgravningens indflydelseszone skal der udarbejdes en risikoanalyse jf. 2.6 og Bilag 2. Hvis ikke der er bygninger, veje, jernbaner eller ledninger inden for udgravningens indflydelseszone, kan kravet til deformationsberegninger lempes.

2.10.6 Belastning

2.10.6.1 Overfladelaster

Den karakteristiske overfladelast skal mindst sættes til 20 kN/m². For skakte nær jernbanespor i drift skal belastningerne anført i banenorm BN1-59-4 anvendes. Særlige midlertidige laster f.eks. fra kraner, bore- og rammerigge skal undersøges projektspecifikt.

2.10.6.2 Fremtidige laster/udgravninger

Eventuelle fremtidige laster/udgravninger specificeres projektspecifikt af HOFOR.

2.10.6.3 Jordtryk

Skaktkonstruktioner skal designes for jordtryk fra egenvægt, overfladelaster og laster fra bygninger og konstruktioner. Der skal tages hensyn til indflydelsen af grundvandsstrømning på jordtryk, akkurat som bidrag fra komperimering skal medtages for permanente konstruktioner.

KRAVSPECIFIKATION

2.10.6.4 Vandtryk

For midlertidige tilstande/konstruktioner skal alle designvandspejl (SLS, ULS og ALS) vælges af den projekterende.

For permanente, vandtætte konstruktioner gælder:

For sekundære magasiner sættes design vandspejl i eksisterende terræn, gældende for både SLS, ULS og ALS. Hvis vandstanden i sekundære magasiner indenfor konstruktionens levetid kan dokumenteres at ligge betydeligt under eksisterende terræn, kan der fraviges fra dette krav efter aftale med HOFOR.

For det primære magasin skal den projekterende, med baggrund i historiske data, risiko for vandstandsstigninger etc. give oplæg til designvandspejl (SLS, ULS og ALS), til accept hos HOFOR.

2.10.7 Presse- og modtageskakte

Dette emne er dækket i HOFORs kravspecifikation for tunnelering TUN101 og der henvises til dennes kapitel 2.11.

2.10.8 Skråninger

Risici forårsaget af global eller lokal ustabilitet af skråningerne skal undgås ved brug af egnede metoder. Ustabile jord- eller stenmængder skal fjernes omgående og skråningens overflade skal kontrolleres regelmæssigt. Skråningens overflade skal beskyttes mod vejret (erosion grundet nedbør, frost/tør, udtørring m.m.) For geoteknisk stabilitet henvises til afsnit 2.10.15. Skråninger skal endvidere overholde arbejdsmiljølovgivningens krav til skråningsanlæg.

2.10.9 Københavner vægge

Københavner vægge skal kun bruges som midlertidig, drænet konstruktion, og som udgangspunkt kun for udgravningsdybder over grundvandsspejlet, dog efter særlig undersøgelse også i moræneler og sand, hvor grundvandsstanden er sænket minimum 0,5 à 1 m under bund af udgravning.

Københavner vægge må kun anvendes i nærheden af bygninger, veje, jernbaner eller ledninger, hvis de forventede vægdeformationer og relaterede sætninger er acceptable.

2.10.9.1 Statiske beregninger

Udelukkende bøjningsstivheden fra profiljernerne skal medtages i modellering for analyse af væggene. Stivheden pr. meter for en sammenhængende væg skal beregnes ved bøjningsstivheden af ét profiljern delt med center-til-center afstanden mellem profiljernerne.

2.10.9.2 Dimensionering og verifikationer

Københavner vægge skal dimensioneres og verificeres både som enkeltpæle og som kontinuert væg, især med henblik på spidskote.

Den strukturelle verifikation af Københavner vægge skal følge reglerne, som er specificeret i DS/EN 1993-1-1 og relevante standarder for udfyldningsmaterialer (træbjælker, stålplader eller sprøjtebeton).

KRAVSPECIFIKATION

2.10.10 Sekantpælevægge

Sekantpælevægge kan udføres såvel midlertidige som permanente, herunder semi-permanente, hvor væggen eksempelvis optager jordtryk og/eller indgår i opdriftssikringen. Ved sidstnævnte, skal kraftoverførelsen til pælene have 100 års levetid.

Sekantpæle må kun projekteres som en del af den permanente konstruktion for at bære jordtrykket sammen med en indre foringsvæg til at bære vandtrykket. Geometrien af sekantpælevæggen skal give mulighed for eventuelt at forstærke den indre foringsvæg i tilfælde af at sekantpælene pga. mangelfuld udførelseskvalitet ikke kan accepteres som permanent. I dette tilfælde skal foringsvæggen projekteres til både vand- og jordtryk.

Det understreges, at det kræver tæt koordinering mellem projektering, pælenes udførelse med tilhørende tilsyn og kvalitetssikring samt at sekantpælene er uden defekter og fuldt ud kompatible med betonkravene givet i HOFORs kravspecifikation for beton (BET 101).

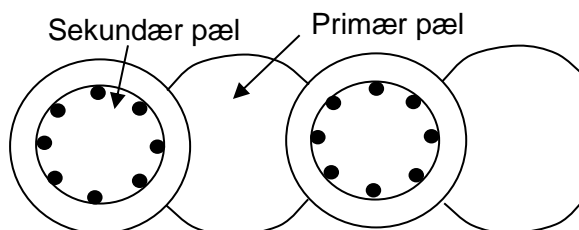
I tillæg stilles følgende krav til projekteringen:

Permanente pæle:

- For rektangulære skakte skal primære pæle være uarmerede og betonen skal have en styrke på maks. C20/25. De primære pæle må ikke indgå i den statiske verifikation af væggens bæreevne.
- For runde skakte, som hovedsageligt bærer i ringspændinger, skal primære pæle udføres uarmerede. De primære pæle indgår i den statiske verifikation for ringspændinger, men må ellers ikke indgå i den statiske verifikation af væggens bæreevne.

Permanente og midlertidige pæle:

- Diameter og afstand imellem primære og sekundære pæle skal under hensyntagen til udførelsetolerancer vælges således, at der sikres tilstrækkelig overlap mellem pælene i den nødvendige dybde for afskæring af grundvand. Afskæringsdybden indgår som en del af designet for grundvandshåndtering.
- Et resulterende minimum overlap af pæle på 50 mm, under hensyntagen til pælens længde og de udførelsesmæssige tolerancer, skal generelt opnås.



Figur 1, Sekantpæle, definitioner

Hvor projektets skakt er rund og sekantpælenes længde er stor, bør det overvejes, at erstatte en rund boreskabelon med et (svagt) kantet forløb, hvor sekundær pæle udføres på en lige linje mellem to primære pæle.

KRAVSPECIFIKATION

Herved reduceres risikoen for, at sekundær pæle tvinges "udad/væk fra skakten", hvilket kan kritisk reducere det resulterende overlap mellem primære og sekundære pæle.

For runde skakte skal det sikres, at laster stadig kan optages ved ringspændinger.

Eftersom tiden for udførelsen af sekundær pæle ofte er (stærkt) påvirket af overlappet mellem primære og sekundære pæle, skal dette nøje overvejes i design.

Armering i pælene, afstandsklodser og indstøbte dele skal generelt projekteres således, at disse ikke forhindrer korrekt udstøbning af betonen under støbning.

Vedr. dæklagskrav til permanente sekantpæle henvises til HOFORs kravspecifikation for beton (BET 101).

2.10.10.1 Statiske beregninger

For bøjning i vandret retning må udelukkende bøjningsstivheden fra de armerede pæle medtages i de statiske beregninger. Stivheden pr. meter for en sammenhængende sekantpælevæg skal beregnes ved bøjningsstivheden af én armeret pæl delt med center-til-center afstanden mellem de armerede pæle.

2.10.10.2 Dimensionering og verifikationer

Den strukturelle verifikation af sekantpælene skal følge reglerne, som er specificeret i DS/EN 1992-1-1.

En særlig verifikation af revnevidder er normalt ikke påkrævet, når kravene til minimumsarmering jf. DS/EN 1992-1-1 og DS/EN 1536, afsnit 7, imødekommes. Dog kan projektspecifikke krav medføre en verifikation af revnevidder.

2.10.11 Sprøjtebetonforing (SBF)

Sprøjtebetonforing skal projekteres efter Eurocode 2 som midlertidig konstruktion.

Projekteringsgrundlag skal udarbejdes projektspecifikt.

Yderligere krav til udførelse af konstruktioner med SBF skal beskrives i projekt- eller udbudsmaterialet.

2.10.12 Spunsvægge

Spunsvægge anvendes såvel i midlertidige som permanente konstruktioner.

2.10.12.1 Statiske beregninger

Der skal i designet tages hensyn til eventuel brug af forboringer i forbindelse med optagelse af lodrette laster, valg af vægfriktionsvinkel og deformationer.

2.10.12.2 Dimensionering og verifikationer

Den strukturelle verifikation af spunsen skal følge reglerne, som er beskrevet i DS/EN 1993-5.

KRAVSPECIFIKATION

Profilvalg skal baseres på design og krav til nedbringning. Mindste godstykkelse på flange og krop er 9 mm af hensyn til robusthed og risiko for foldning. Det skal godtgøres i designdokumentationen, at det valgte profil er egnet til nedbringning gennem de forskellige jordlag til den krævede spidskote.

Beslutningsprocessen og kriterier for valg af installationsmetode skal dokumenteres og skal inkludere en evaluering af nedbringning af spunsjern. Hvor der foreligger en Geotekniske Basis Rapport (GBR), skal evalueringen baseres på de rammer for jordbundsforhold der er beskrevet i GBR.

Afstande til eksisterende ledninger skal overholde respektafstande oplyst af ledningsejere.

2.10.13 Jordankre

For design af skakte, som henføres til konsekvensklasse CC3, skal konstruktionen eftervises for bortfald af enkelte ankere som ALS situation i såvel midlertidige som permanente tilstande.

For CC2 skal der laves en vurdering af robusthed, idet der henvises til DS/EN 1990 DK NA Annex E.

Hvor jordankre anvendes til opdriftssikring gælder, at disse skal have en forankringszone og en fri længde, der skal sikre løft af et fastlagt jordvolumen. Anvendelsen af (passive) mikro-pæle med omkringstøbning på hele eller tilnærmelsesvis den fulde længde af pælen tillades ikke.

Der gælder, at permanente jordankre skal leveres med dobbeltkorrosionsbeskyttelse med en levetid jf. afsnit 2.1.1.

Design af jordankre skal tilgodese følgende:

- Forankringszoner under nabogrunde skal generelt undgås. Hvis dette ikke er muligt, skal den projekterende kontakte HOFOR.
- Der tillades ikke permanente jordankre under BaneDanmarks arealer.

Ydermere skal krav til respektafstande til eksisterende ledninger, som oplyst af ledningsejere, overholdes.

For permanente, opspændte jordankre skal behovet/muligheden for inspektion, test af opspænding og gen-opspænding overvejes i design.

Afslutningsdetaljer for jordankre i vandtætte bundplader og lign skal overvejes nøje, så vandtætheden ikke kompromiteres.

2.10.14 Afstivninger, stræk og kantbjælker

Afstivninger skal dimensioneres for eller beskyttes mod temperaturlast, jf. DS/EN 1991-1-5.

Dimensionering af afstivninger skal tage hensyn til excentriciteter pga. produktionstolerancer, installationstolerancer og eventuelle tværbelastninger.

Afstivninger skal sikres ved konstruktive tiltag mod ødelæggelse pga. f.eks. slagpåvirkninger fra kraner og gravemaskiner.

KRAVSPECIFIKATION

For skakte, som henføres til konsekvensklasse CC3, skal konstruktionen eftervises for bortfald af enkelte afstivninger som ALS situation. For CC2 skal der laves en vurdering af robusthed. Der henvises til DS/EN 1990 DK NA Annex E.

2.10.15 Geoteknisk stabilitet

Der henvises til DS/EN 1997-1, kapitel 11.

Design af udgravninger skal inkludere en verifikation af totalstabiliteten. Totalstabilitet skal eftervises for korttidstilstanden (udrænede forhold) og for langtidstilstanden (drænede forhold) som nødvendigt, og skal tage hensyn til de mest ugunstige grundvandsforhold.

Eftervisning af totalstabilitet skal dokumentere tilstrækkelig spidskote for vægge og frilængde for jordankre (dyb brudfigur).

2.10.16 Hydraulisk brud

Der henvises til DS/EN 1997-1, kapitel 10.

Designet skal verificere alle fire typer af hydraulisk svigt som beskrevet i DS/EN 1997-1, afsnit 10, eller det skal dokumenteres hvorfor en eller flere brudmåder ikke er relevante.

Alle fire brudformer i jorden på grund af poretryk eller strømning (løftning, hævning, indre erosion og piping) skal adresseres i projekteringsdokumentet, hvor relevant.

Under projekteringsfasen skal der udarbejdes og koordineres foranstaltninger mellem de projekterings- og udførelsesansvarlige for at reducere konsekvenserne af uventet lokal vandindtrængning gennem skaktvægge eller skaktbunden. Der henvises også til kapitel 3.13.

2.10.17 Opdrift

Opdrift af den midlertidige og permanente konstruktion skal verificeres jf. DS/EN 1997-1, kapitel 10.2 og DS/EN 1997-1 DK NA A.4.

Stabiliserende elementer udover egenvægt af konstruktionen skal koordineres med HOFOR under projekteringen.

Midlertidige konstruktionselementer må ikke regnes som bidrag til de stabiliserende laster af den permanente konstruktion, selv ikke hvis de forbliver i den permanente situation. Egenvægten af midlertidige konstruktionselementer kan tages i regning, hvis den aktiveres som ren ballast.

Elementer, som tages i regning som stabiliserende elementer, skal designes for en levetid mindst lige så længe som skaktens levetid.

Skakte og konstruktioner indenfor indfatningsvægge skal som minimum projekteres for en 2 m afgravning af jord over skakten.

Hvis skakten sikres mod opdrift ved en bundplade, der rager ud igennem skaktvæggene ind i jorden, skal denne minimum være 0,5 m.

KRAVSPECIFIKATION

2.10.18 Udgravning med anlæg

Udgravning med anlæg finder som udgangspunkt anvendelse, hvor pladsforholdene er gode, hvor der ikke forefindes konstruktioner (bygninger/ledninger etc.) kritisk tæt på udgravningen, og hvor endeligt udgravningsniveau er i begrænset dybde.

Udgravningens sider kan vælges beskyttet for at mindske risikoen for erosion, eksempelvis ved brug af måtter/membraner/net og/eller "armeres" med jordsøm, sprøjtebeton etc. for at forbedre skråningsstabiliteten.

I henhold til DS/EN 1997, Eurocode 7 skelnes mellem udgravninger med anlæg udført i geoteknik kategori 1 (GK1) og kategori 2 (GK2).

Til førstnævnte hører bl.a. udgravninger med ubetydelig risiko, hvortil hører udgravninger over grundvandsspejlet.

Udgravninger, hvor én af følgende betingelser er opfyldt, skal henføres til geoteknik kategori 2 (GK2):

- Hvor der graves under grundvandsspejlet
- Hvor udgravningen er ført dybere end 4 m under terræn
- Hvor udgravningen gennemskærer vandførende lag
- Hvor overfladelaster optræder nærmere skråningskanten end en afstand svarende til udgravningens dybde
- Hvor udgravningens fod slutter i fyld
- Hvor udgravningens anlæg er mindre (stejlere) end 1,5 (længde : højde)

For alle udgravninger med anlæg, henført til GK2 gælder, at skråningens anlæg skal fastlægges ved en egentlig stabilitetsberegning.

For geografisk større udgravninger, der nødvendiggør rampe til udgravningens bund, skal denne, som selve udgravningen, fastlægges ved egentlig stabilitetsberegning.

Som udgangspunkt skal udgravninger med anlæg ikke finde anvendelse i blødbundsaflejringer uden forudgående aftale med HOFOR.

Til enhver udgravning skal der generelt etableres forsvarlige adgangs-/flugtforhold, akkurat som der ved udgravningens top skal opsættes behørig afspærring.

2.10.19 Bundplader

Kan udføres både midlertidige, permanente og som en kombination.

Krav til beton, armering mv findes i BET 101

Midlertidige huller i bundpladen, f.eks. til pumpe-sumpe og pumpeboringer, skal efter brug lukkes vandtæt og leve op til vandtæthedskravene og levetidskravene. Dette skal detaljeres i projektmaterialet.

KRAVSPECIFIKATION

Afslutning af jordankre i bundpladen, se under jordankre.

Hvor bundpladen indgår som en del af grundvandshåndteringen, f.eks. som tæt vandafskærende plade, skal støbeskel mod de afskærende vægge udføres vandtæt, se BET 101.

Bundpladen skal sikres mod opdriftskræfter, f.eks. ved svigt i grundvandssænkning, indtil den er tilstrækkelig afhærdet til at kunne optage lasterne. Kan f.eks. gøres med midlertidige huller i bundpladen, som tillader grundvandet at stige op over bundpladen uden at tryksættes denne.

Bundplader skal udføres på drænlag, som f.eks. nøddesten og støbeunderlag som geotextil og renselag.

3 Udførelse

3.1 Generelle krav

3.1.1 Forudsætninger for opstart af udførelse

Alle arbejdsdokumenter for midlertidige og permanente konstruktioner skal være færdige og godkendt inden at arbejdet udføres. Den udførende skal før arbejdets begyndelse indkalde til et "ready to construct-møde" (RTC-møde), hvor design, tegninger, tilladelser, metodebeskrivelser, kontrolplaner gennemgås og accepteres endeligt af HOFOR.

Den udførende skal sikre, at en bygnings- og revneregistrering og hvis nødvendigt tilstandsundersøgelse for eksisterende bygninger og infrastruktur er afsluttet inden pågældende arbejder startes.

Den udførende skal gøre sig bekendt med og være opmærksom på de lokale forhold på byggepladsen (f.eks. tilgængelige pladsforhold, overhøjde m.m.)

Den udførende skal koordinere med HOFOR vedrørende tilgængelig information om kendskab til forurening eller arkæologiske artefakter i området for byggepladsen.

Den udførende skal bekræfte, at den geologiske- og geotekniske information er fyldestgørende for arbejdets udførelse og valg af materiel. Den udførende skal træffe de fornødne foranstaltninger for at sikre eventuelle støttekonstruktioners stabilitet mv. under arbejdets udførelse.

Inden der påbegyndes arbejde, som kræver grundvandshåndtering, skal krav i TUN 103 være opfyldt.

Inden opstart af underjordiske aktiviteter skal den udførende i relevant omfang verificere beliggenheden af eksisterende konstruktioner og ledninger i jorden samt tilstødende bygninger, som påvirkes af aktiviteterne.

Den udførende skal installere relevant monitoreringsudstyr på de konstruktioner, som skal monitoreres under udførelsen. Der henvises til TUN 104.

Den udførende skal indlede og udføre alle nødvendige tiltag for at sikre berørte ledninger og konstruktioner i samarbejde med ledningsejer.

KRAVSPECIFIKATION

Den udførende skal dokumentere, at alle krav overholdes i forbindelse med håndtering af kendt forurening, arkæologiske forhold, miljøkrav og begrænsninger specificeret i de relevante bestemmelser (støv, støj, vibrationer og forurening).

Viser der sig fare for skred eller uventede sætninger, der kan berøre trafikerede arealer eller bygninger, tilkaldes byggeledelsen omgående.

Den udførende skal under hele udgravningsprocessen samt i de efterfølgende arbejdsprocesser sikre forsvarlige adgangs- og flugtveje fra skakten, når der skal udføres arbejde i udgravningen eller skakten.

Hvis der skal arbejdes i udgravninger eller skakte dybere end 5 meter i 2 dages varighed eller mere, skal der altid etableres et hængestillads med indvendige trappeløb fra første arbejdsdag samt nødlejder i modsatte side af trappeadgang i skakten/udgravningen. Hængestilladset bygges sektionvis nedad i takt med at udgravningen bliver dybere. Afstanden mellem den aktuelle udgravningsdybde og stillads, må på intet tidspunkt være større end 3 meter.

Den udførende skal sikre at der under hele udgravningsprocessen er adgang til hhv. nødlejder og hængestillads fra den aktuelle udgravningsdybde, fx ved brug af transportable stiger.

Den udførende skal sikre at ansatte i udgravning og skakt ikke udsættes for forbrændingsgasser. Dette kan fx sikres ved at anvende eldrevne maskiner eller i et lukket system at lede udstødningsgasser væk fra udgravning og skakt.

3.1.2 Metodebeskrivelser

Før arbejdet påbegyndes skal den udførende for alle arbejder udarbejde metodebeskrivelser, som foreskriver samtlige detaljer for de foreslåede materialer, den udførendes udstyr og aktiviteter, som benyttes ved udførelsen af de midlertidige- og permanente konstruktioner.

Den udførende skal udarbejde arbejdsprocedurer, som beskriver alle nødvendige tiltag i forbindelse med sikring mod skred og uventede sætninger, f.eks. tilbagefyldning af udgravning.

Metodebeskrivelser skal accepteres af HOFOR, inden de pågældende arbejder påbegyndes (jf. reference til "RTC-møde" i afsnit 3.1.1).

3.1.3 Kontrolplaner

Minimumskrav for relevante aktiviteter fremgår af udbudskontrolplanen, som er bilag 1 til nærværende kravspecifikation (TUN 102 B1).

Før arbejdet påbegyndes skal den udførende udarbejde kontrolplaner, som beskriver art og omfang af de kontrolaktiviteter, som den udførende vil udføre. Kontrolplanerne skal som minimum omfatte de kontrolaktiviteter, der fremgår af denne beskrivelse, og skal indeholde følgende hovedafsnit:

- A. Fordokumentation
- B. Modtagekontrol
- C. Udførelse
- D. Slutkontrol

KRAVSPECIFIKATION

Kontrolplaner skal forelægges HOFOR for gennemsyn minimum 30 dage inden arbejdets påbegyndelse og accepteres af HOFOR, inden de pågældende arbejder påbegyndes (jf. reference til "RTC-møde" i afsnit 3.1.1).

Kontrolaktiviteter til underafsnit under kapitel 3, som udføres på projektet, skal medtages i kontrolplanerne.

Udførelsesdokumentationen skal være fyldestgørende for at dokumentere overholdelse af normkravene til udførelsen og de projektspecifikke krav til udførelsen.

Særlige hændelser eller observationer noteres i en dagbog med beskrivelse af hændelsen, dens konsekvenser og deraf følgende korrigerende handlinger. HOFOR skal informeres skriftligt (og mundtligt) umiddelbart efter en hændelse er sket.

Den udførendes dokumentation af kontrol herunder ovennævnte kontrolaktiviteter skal opbevares på byggepladsen og være tilgængelig på ethvert tidspunkt for HOFOR. På byggemøderne gennemgås resultaterne af den udførte kontrol siden foregående byggemøde. Ved arbejdets afslutning skal den udførende aflevere den samlede dokumentation.

3.1.4 Udførelsesrisikovurdering

Den udførende skal udarbejde en udførelsesrisikovurdering som beskrevet i kravspecifikation Risikostyring på tunnelprojekter (TUN 105). Den udførende skal desuden udarbejde en risikovurdering, der omhandler alle relevante arbejdsmiljømæssige aspekter.

3.1.5 Beredskabsplaner

Baseret på udførelsesrisikovurderingen skal den udførende udarbejde beredskabsplaner for de forskellige arbejder, som oplyser og beskriver:

- Henvisning til de relevante projekterings- og udførelsesdokumenter
- Identificering af mulige kritiske hændelser
- Procedurer og afhjælpeforanstaltninger ved kritiske hændelser
- Organisation og kommunikation
- Ansvarsfordeling
- Kontaktoplysninger af relevante medarbejdere

Der henvises i øvrigt til kravspecifikation Monitorering og bygningsrisikoanalyse (TUN 104) og kravspecifikation Risikostyring på tunnelprojekter (TUN 105).

3.1.6 Afslutning

Hvis ikke andet er beskrevet i projektet, så skal efterladte konstruktionsdele fjernes til minimum 1,5 under terræn.

3.2 Specielle krav til arbejde i byområder

Der henvises til afsnit 2.2.

KRAVSPECIFIKATION

3.3 Bygningsrisikoanalyse

Der henvises til kravspecifikation Monitering og bygningsrisikoanalyse (TUN 104).

3.4 Betonmaterialer

Der henvises generelt til HOFORs kravspecifikation for beton (BET 101). For projektspecifikke krav henvises til projekt- eller udbudsmaterialet.

3.5 Bygningsregistrering

Der henvises til kravspecifikation Monitering og bygningsrisikoanalyse (TUN 104).

3.6 Monitering

Der henvises til kravspecifikation Monitering og bygningsrisikoanalyse (TUN 104).

3.7 Københavnervægge

Københavnervægge er altid at betragte som midlertidige og skal generelt sløjfes fuldstændigt ved fjernelse af al træudfyldning/stålblader og optrækning af lodrette stålprofiler.

Hvor der eksempelvis er risiko for sætninger af konstruktioner og/eller optrækning af stålprofiler ikke lader sig gøre grundet eksempelvis omkringstøbning, skal profiler afskæres under terræn som anført i SAB.

Eftersom københavnervægge er en utæt konstruktion, skal vand bag vægge kontrolleret fjernes i forbindelse med udgravningsarbejdet for herved at undgå eorison gennem tilfyldningsmaterialet.

3.7.1 Tolerancer

Tolerancer for installationen af københavnervægge skal i design og udførelse overholde:

- Afsætning: ± 100 mm
- Vertikal afvigelse: 1/50

Kravet til tolerancer og kontrollen heraf bør afpasses den ønskede funktion af københavnervæggen, og den valgte installationsmetode.

3.7.2 Installationsmetode

Lodrette stålprofiler kan installeres ved eksempelvis ramning, vibration eller placeres i forborede huller enten til fuld dybde med afslutningsvist omkringstøbning med beton eller forboring til eksempelvis udgravningsniveau suppleret af, at én af førnævnte metoder bringer stålprofilen til endelig dybde.

Valget af installationsmetode skal bl.a. baseres på de optrædende jordbundsforhold, herunder in-situ styrken i lagene samt tilstedeværelsen af sten/hindringer. Ydermere skal krav stillet i

KRAVSPECIFIKATION

projekt materialet, i normer og af myndigheder til specielt støj og vibrationer medtages i vurderingen af egnet installationsmetode.

Mellem stålprofiler isættes enten træ eller stålplader, der bagfyldes med egnede sand- og grusmaterialer, der effektivt komprimeres, eksempelvis ved vanding, stampning etc. Mellem stålprofiler kan også udfyldes med sprøjtebeton.

Træømmer, og eventuelt stålplader, hvis ikke placeret bag stålprofiler, skal opkiles for at reducere utilsigtede bevægelser i det tilfyldte materiale og dermed muligheden for sætninger i terræn.

Efter installation skal lodrette stålprofiler, hvis påkrævet, afskæres i henhold til SAB.

3.7.3 Kontrol under udførelse

Under udførelsen skal det sikres, at placeringen af de lodrette stålprofiler i planen og dybden er i overensstemmelse med design, herunder at træudfyldning og stålplader lægger an på stålprofiler, eller i nødvendigt omfang kiles op.

Det skal endvidere sikres, at der bagfyldes løbende og materialet komprimeres effektivt.

3.7.4 Prøvning

Ingen specifikke krav.

3.7.5 Journaler

For alle konstruktionsdele, såsom stålprofiler, stålplader og træ gælder, at den udførende skal dokumentere, at materialerne er i henhold til designkravene.

Materialerne skal generelt være frie for fejl og skader.

3.8 Sekantpælevægge

For udførelse af sekantpælevægge henvises generelt til DS/EN 1536:2010+A1:2015 og EFFC/DFI Best Practice Guide to Tremie Concrete for Deep Foundations, 2018.

3.8.1 Hensyn til jordbunds- og grundvandsforhold

Der skal gøres særlige tiltag til at sikre kvaliteten af arbejdet, hvis pæle skal udføres i blødbundsaflejringer eller i enskornede friktionsjordarter under grundvandsspejlet.

Opmærksomheden skal tillige rettes mod artesiske vandtryk, enten i form af en vandstand nær eller over terræn/planum for pælernes udførelse eller jordlag med egentlige spændte grundvandsforhold med risiko for grundbrud, når laget anbores.

Afslutningsvist kan der være behov for stor påpasselighed, hvor lag optræder stærkt drænende og påfyldt vand kritisk dræner ud af pælen under udførelse.

3.8.2 Tolerancer

Design og udførelse skal være baseret på følgende tolerancer

KRAVSPECIFIKATION

- Afsætning: ± 50 mm
- Vertikal afvigelse: 1/200 (såvel for pælen i dens fulde længde som lokalt)

Der kan anvendes strengere krav, såfremt den udførende kan dokumentere at være er i stand til at opnå disse under gældende forhold.

3.8.3 Installationsmetode

3.8.3.1 Boreskabelon

Der skal etableres en fastholdt boreskabelon/guidewall, der sikrer, at afsætningstolerancer og vertikalitet, som udgangspunkt, overholdes. Boreskabelonen skal tillige indeholde en vis tolerance for selve udførelsen af pælen under anvendelse af borerør.

Der henvises til DS/EN 1536:2010+A1:2015, afsnit 8.5.

Forud for selve borearbejdet skal den udførende etablere et fast underlag som kan optage de kræfter som optræder i forbindelse med udførelsen, herunder optrækningen af foringsrør, tilkørsel af beton etc.

3.8.3.2 Boring

Boring skal udføres i henhold til DS/EN 1536:2010+A1:2015, afsnit 8.2.

Bore- og støbearbejdet skal ledes af en kyndig person med erfaring fra andre projekter med lignede omgivelser og geologi.

Pælen skal udføres med borerør i hele pælens længde for pæle i jord, hvorimod for pæle afsluttet i kalk skal borerør føres minimum 1 m i kalken eller dybere hvis nødvendigt grundet lokale jordbundsforhold.

Pælen føres til design dybden, hvorefter denne oprensnes effektivt inden evt. placering af armeringskurv og udstøbning under anvendelse af tremie-rør.

Med mindre andet er angivet i SAB, skal den udførende holde en vandstand i borerøret i niveau med eller over den vandstand, som er registreret i formationen. Det understreges, at vandstanden i formationen kan variere afhængig af lag/magasin, idet der skal udvises speciel stor påpasselighed med vandpåfyldning, når der optræder spændte (artesiske) magasiner, dvs. jordlag med et vandtryk over lagets overside.

I relativt stærkt permeable, spændte magasiner, hvor vandstanden i borerøret under borearbejde kan/vil falde/dræne til lagets trykniveau, vil optrækning af boreudstyr normalt bevirke, at vandstanden i borerøret falder under lagets trykniveau. Det vil/kan således være nødvendigt med vandpåfyldning umiddelbart inden optrækning af boreudstyr for at reducere risikoen for/undgå grundbrud. Tilgængeligheden af/behovet for vand til påfyldning skal vurderes i denne sammenhæng.

Generelt for at reducere risikoen for/undgå grundbrud ved boring under grundvandsspejlet/i spændte magasiner/i relativt stærkt permeable jordlag skal følgende tilgodeses:

KRAVSPECIFIKATION

- Vandstanden i borerøret skal til stadighed holdes i niveau med vandstanden i formationen, tillige umiddelbart inden optrækning af boreudstyr
- Boreudstyr skal optrækkes så tilpas langsomt, at der ikke etableres undertryk (stempeleffekt)
- Borerøret skal nær oversiden af permeable jordlag og generelt i disse til stadighed holdes foran boreudstyret for herved at have en stabiliserende jordmasse inden i borerøret

For sidstnævnte gælder, at dette hænger nøje sammen med sekantpæle riggens størrelse/kapacitet sammenholdt med områdets geologi, jordlagenes styrke samt pælens længde.

Den udførende skal for sit valg af sekantpæle rig fremvise relevante reference(r) for lignende forhold (pælediameter, -længde, geologi, grundvandsforhold etc.). Hvis sekantpæle riggen ikke kan dokumenteres passende overlegen, baseret på tidligere projekter, skal en prøvepæl udføres for verificering af riggens kapacitet i forhold til udgravning til planlagt dybde uden overudgravning/grundbrud, opretholdelse af vandstand i foringsrør, endelig diameter etc.

Generelt skal borearbejdet tilrettelægges således at dette ikke ved arbejdstids ophør standses i relativt stærkt permeable jordlag og/eller i jordlag, der forringes over tid. Såfremt dette ikke kan undgås henvises til DS/EN 1536:2010+A1:2015, afsnit 8.2.1.8, idet boreudstyr ved arbejdstids ophør tillige "parkeres" på boringens bund.

Boringens dybde skal pejles manuelt, og disse målinger skal sammenholdes med evt. automatisk registrering af foringsrørets bundkote og boreudstyrets bundkote, så det sikres, at der ikke bores under foringsrørets bund.

Enhvert grundbrud/opskydning af materialer skal noteres i borejournalen og HOFORs tilsyn skal kontaktes for ændringer/tilføjelser til den anvendte procedure. Opmærksomheden rettes mod, at materiale i suspension, efter sedimentation, kan forveksles med grundbrud/opskydning af materialer.

På endelig dybde skal pælens bund effektivt oprensnes umiddelbart inden installation af armering og udstøbning. Hvis borearbejdet udføres under grundvandspejlet, skal den endelige oprensning tage højde for materiale i suspension, eksempelvis under anvendelse af flokulenter eller gennemskylning/erstatning af vandvolumen.

Såfremt boringen efterlades åben mere end 3 timer, foretages der en fornyet oprensning af bunden inden installationen af armeringen og støbningen foretages.

Efterlades et borehul kortvarigt, eksempelvis ved arbejdstids ophør, skal dette ubetinget dækkes til og tydeligt markeres. Efterlades borehullet i længere tid skal borehullet afspærres eller opfyldes.

3.8.3.3 Armeringsinstallation

Installation af armering skal udføres i henhold til DS/EN 1536:2010+A1:2015, afsnit 8.3.

Armeringskurve skal samles så vidt muligt liggende enten ved svejsning eller anden sammenkobling. Hvor der anvendes svejsning på pladsen, skal krav hertil for såvidt angår selve svejearbejdet som arbejdsmiljø opfyldes.

Præfabrikerede armeringskurve skal tydeligt mærkes med pælenummer/pæletype, orientering op henholdsvis ned samt eventuel orientering i den relevante pæl.

KRAVSPECIFIKATION

Der skal tages højde for det sted, hvor TBM skal bore gennem pælene, i form af et "tunneløje" uden armeringsjern og evt. med glasfiberarmering.

På armeringskurve skal der fastmonteres afstandsklodser til sikring af dæklag. Afstandsklodser af plastik tillades ikke. Der henvises til HOFORs kravspecifikation for beton, BET 101.

Sonic rør til senere integritetstest af pæle skal være monteret på armeringen ifølge de tegninger, som den udførende har udført (jf. afsnit 3.8.5). Tilsvarende gælder for rør til inklinometer installation, hvis aktuelt.

3.8.3.4 Støbning

Støbning skal udføres i henhold til DS/EN 1536:2010+A1:2015, afsnit 8.4 og EFFC/DFI Best Practice Guide to Tremie Concrete for Deep Foundations, 2018.

Der skal støbes med støbehastighed på mindst 10 m³/time.

Støbetid, og betonleverance skal afpasses, således at betonen har den krævede bearbejdelighed i mindst ½ time efter støbning. Der må maksimalt gå 2 timer fra støbningen starter til den afsluttes.

Betonens bearbejdelighed og -temperatur skal måles ved modtagelse på pladsen, samt umiddelbart inden støbning.

Under støbning skal den udførende have tilstrækkelig mængde beton til at kunne fylde borehullet i én arbejdsgang.

Betonens bearbejdelighed som funktion af tidspunktet efter blanding skal bestemmes af den udførende, og dette skal anvendes ved planlægning og kontrol af støbning.

Der skal anvendes tremie-rør og afhængig af "tør/lukket tremie-rør" eller "våd/åben tremie-rør" skal der under start af støbning anvendes en "gris" for at undgå segragering af beton, dvs. at beton opblandes med borevæske (typisk vand eller betonit).

Ofte vælges en oppustelig bold, cylinder af flamingo eller lignende som "gris", der skal efterlade et lille mellemrum til tremie-rørets inderside.

For selve støbeprocessen henvises til EFFC/DFI Best Practice Guide to Tremie Concrete for Deep Foundations, 2018, idet følgende bemærkes:

- Til at starte med placeres tremie-røret på pælens bund, hvorefter dette løftes mindre end tremie-rørets diameter
- Beton ifyldes betontragten indtil "gris" er trykket i bund og beton kommer op i betontragten
- Tremie-røret løftes herefter tilstrækkeligt til at "gris" kan udløses og beton omslutter tremie-rørets bund. Hvorefter støbningen fortsætter

I henhold til EFFC/DFI Best Practice Guide to Tremie Concrete for Deep Foundations, 2018 anbefales tremie-rørets bund altid at være minimum 1,5 m under betonoverfladen. For borediameter \geq 1200 mm anbefales tremie-rørets bund minimum 2,5 m under betonoverfladen, jf. DS/EN 1536:2010+A1:2015, afsnit 8.4. Maksimalt anbefales 8 m

KRAVSPECIFIKATION

God praksis for tremie-støbningen skal generelt følge retningslinjerne i EFFC/DFI Best Practice Guide to Tremie Concrete for Deep Foundations, 2018.

Under støbning kontrolleres for vand indvendigt i tremie-røret.

Betonniveau skal pejles under støbning, som minimum efter hvert betonlæs, samt før og efter at hvert stykke borerør trækkes, således at det sikres, at betonen altid er mindst 3 gange borerørets diameter oppe i borerøret.

Surging (hurtigt løft og sænkning af tremie-røret) tillades ikke og skal generelt ses som et tegn på, at betonen ikke er tilstrækkelig bearbejdelig.

Overskydende slam, vand og beton fra borearbejdet og støbeprocessen skal afledes kontrolleret til bundfældningskar eller lignende. Støbningen skal fortsætte indtil pælen fremstår med ren beton i toppen og uden segrageret beton og/eller klumper af jord.

For pæle, der skal afsluttes i terræn, vurderes dette bedst ved overflow af beton.

3.8.3.5 Kapning og kantbjælke

Kapning af pæle skal udføres i henhold til DS/EN 1536:2010+A1:2015, afsnit 8.4.11.

Med mindre andet er beskrevet i SAB og/eller vist i tegningsmaterialet, skal en kantbjælke støbes på toppen af alle sekantpæle for at skabe en fastholdelse mellem alle pæletoppe.

3.8.4 Kontrol under udførelse

Der henvises til DS/EN 1536:2010+A1:2015, afsnit 9.1 samt Annex B for vejledning om kontrol under udførelse.

Eventuelle afvigelser/usædvanlige hændelser skal straks meddeles HOFOR, noteres i borejournalen og kommenteres af den udførende.

3.8.5 Prøvning

Der henvises til DS/EN 1536:2010+A1:2015, afsnit 9.2 og Annex B for vejledning om frekvens af prøvning.

For pæle gælder følgende:

- Vertikaliteten af sekundære pæle skal verificeres på 10 % af pælene; under borearbejdet med loddestok og under udgravning ved opmåling.
- Permanente pæles integritet (strukturelle stabilitet) skal undersøges ved Sonic forsøg eller lignende på minimum 10 % af sekundær pælene. Den udførende skal specificere antal og placering af pæle, som skal testes, på relevante tegninger.
- Dæklaget på permanente, sekundære pæle skal verificeres ved dæklagsmålinger kalibreret op mod udborede kerner. Der henvises til HOFORs kravspecifikation for beton, BET 101 for prøvning af permanente pæle.

KRAVSPECIFIKATION

3.8.6 Journaler

Der henvises til DS/EN 1536:2010+A1:2015, afsnit 10 og Anneks C for journaler for/dokumentation af sekantpæle.

Eventuelle afvigelser/usædvanlige hændelser skal straks meddeles HOFOR, noteres i borejournalen og kommenteres af den udførende.

Støbejournaler skal indeholde en graf, hvor den anvendte betonmængde holdes op mod den teoretiske betonmængde afhængig af dybden for hver pælestøbning.

Der henvises endvidere til HOFORs kravspecifikation for beton, BET 101 for journaler for/dokumentering af permanente sekantpæle.

3.9 Sprøjtebetonforing (SBF)

Sprøjtebetonforing må ikke installeres mod indtrængende grundvand. Hvis sprøjtebetonforing ikke er dimensioneret for grundvandstryk, skal grundvandstryk udelukkes ved at dræne.

Yderligere krav til konstruktioner med SBF er beskrevet i projekt- eller udbudsmaterialet.

Overholdelse af designgeometrien skal dokumenteres.

3.10 Spunsvægge

Spunsvægge anvendes såvel i midlertidige som permanente konstruktioner.

For førstnævnte kan fuldstændig sløjfning komme på tale med omfang nærmere beskrevet i SAB.

Såfremt spunsp profiler ikke trækkes, skal de afskæres minimum 1,5 m under endeligt terræn.

Af hensyn til overførelse af vibrationer til bygninger, må spunsp profiler ikke trækkes ved vibrering, så længe at der er frost i jorden.

3.10.1 Tolerancer

Der henvises generelt til DS/EN 12063, afsnit 8.6 for tolerancer til installationen af spunsvægge, dog skal design og udførelse baseres på følgende:

- Afsætning: ± 100 mm
- Vertikal afvigelse: 1/50

Kravet til tolerancer og kontrollen heraf bør afpasses den ønskede funktion af spunsvæggen, og den valgte installationsmetode.

Hvis afsætnings- og/eller hældningstolerancer ikke overholdes, skal spunsp profilet optrækkes og genplaceres.

Brug af rammeleder skal altid overvejes af den udførende.

KRAVSPECIFIKATION

3.10.2 Installationsmetode

Der henvises til DS/EN 12063, særligt afsnit 8.5, annek C og D.

Valg af metode for installation af spunsvægge afhænger i høj grad af jordbundsforholdene, overordnet som følger:

- Nedvibrering, velegnet i vandmættet sand
- Presning, velegnet i løsere lejret sand og ler med moderat forskydningsstyrke
- Ramning, i fastere jordlag, enten som panel eller enkelt profiler

Nedbringning af spunsprofiler ved nedvibrering kan være bedre til at knuse/flytte rammehindringer og er mere skånsom for spunsen sammenlignet med ramning.

Nedvibrering skal ske under anvendelse af en højfrekvent og resonansfri vibrator til minimering af vibrationer og støj.

Hvor der er tvivl om nedbringning er mulig, kan muligheden herfor forbedres gennem:

- Forgravning ved eksempelvis udgravning af slidse med grab eller forboring, ved mange hindringer i jorden og fast sand og kalk,
- Spuling (lav-/højtryk)

Valget af installationsmetode skal baseres på de optrædende jordbundsforhold, herunder in-situ styrken i lagene samt tilstedeværelsen af sten/hindringer. Ydermere skal krav stillet i projektmaterialet, i normer og af myndigheder til specielt støv, støj og vibrationer medtages i vurderingen af egnet installationsmetode. Valg af installationsmetode skal inkludere, men er ikke begrænset til, følgende:

- Lokale erfaringer ved tilsvarende betingelser
- Prøvenedbringning
- Accepterede empiriske korrelationer til relevante jordegenskaber (f.eks. defineret ved SPT, CPT, mv.)

Standes på sten skal det overvejes om spunsprofilet skal efterlades i den opnåede dybde/kote, og om der i forbindelse med udgravning skal forgraves, hvor spunsjern mangler, hvorved der kan svejses jern på. På denne måde vil låsesprængninger og problemer med tolerance kunne undgås.

I forbindelse med svejsearbejde skal gældende regler/retningslinjer for svejsning på arbejdspladsen overholdes, herunder arbejdsmiljø.

Rammehindringer kan enten sprænges eller frigraves og fjernes, hvis ikke de statiske forhold og grundvandsforhold for de opnåede spidskoter kan eftervises.

Ethvert tiltag i tilfælde af ikke-opnåede spidskoter, som f.eks. forstærkning af spuns, grouting m.m., skal eftervises og dokumenteres.

Enkelte for korte spunsjern kan være at foretrække frem for opnåede spidskoter med risiko for skader på spunsen.

KRAVSPECIFIKATION

Efter installation skal spunsprofiler, hvis påkrævet, afskæres i henhold til SAB.

Brug af bitumen i spunsprofil låse vil reducere risikoen for vandindsivning og hjælpe på nedramning. Bitumen påføres en dag før nedramning.

3.10.3 Tilpasninger og samlinger

Tilpasninger og samlinger skal følge DS/EN 12063, afsnit 8.4 og annek B.

3.10.4 Kontrol under udførelse

Kontrol under udførelsen skal sikre, at der anvendes korrekt profiltipe, stål kvalitet og længde.

Eventuelle afvigelser fra designkravene skal straks meddeles HOFOR, noteres i markjournalen og kommenteres af den udførende. Speciel fokus skal der være på låsesprængninger og sten/hindringer

3.10.5 Prøvning

Der henvises til DS/EN 12063, afsnit 9.2.

3.10.6 Journaler

Der henvises til DS/EN 12063, afsnit 9 og 10.

Journaler skal blandt andet dokumentere udførelseskontrol af type af spunsprofiler og stål kvalitet, inspektion for fejl og skader, installationsforløb, opnåede spidskoter og låsesvejsninger.

Inspektionsdokument type 3.1 i henhold til DS/EN 10204 skal medfølge leverancer af alle nye spunsprofiler.

Hvis den udførende anvender brugte spunsjern, skal den udførende ubetinget dokumentere, at spunsjernene er frie for fejl og skader samt at de lever op til designkravene. Brugte spunsjern må kun finde anvendes i midlertidige konstruktioner.

For alle konstruktionsdele, såsom stålprofiler, stålplader og træ gælder, at den udførende skal dokumentere, at materialerne er i henhold til designkravene.

Materialerne skal generelt være frie for fejl og skader.

3.11 Jordankre

Nærværende afsnit er generelt gældende for såvel væg- som opdriftsankre, med mindre andet er specifikt anført i SAB.

Jordankre skal udføres i henhold til DS/EN 1537:2013 samt leverandørens forskrifter og kontrolleres ved egnethedsforsøg og godkendelsesprøvning i henhold til DS/EN 1997-1:2007, DS/EN 1997-1 DK NA:2020 og DS/EN ISO 22477-5.

Hvor der efterlades midlertidige jordankre i jorden, skal disse ubetinget afspændes.

KRAVSPECIFIKATION

3.11.1 Tolerancer

Installation af jordankre skal udføres med tolerancer i overensstemmelse med DS/EN 1537:2013.

3.11.2 Installationsmetoder

Der henvises til DS/EN 1537:2013.

Under artesiske forhold, enten i form af ankerinstallation i/gennem jordlag med et vandtryk over terræn eller fra et (lavere/dybere) udgravningsniveau, skal risikoen for opstrømmende vand og tab/fortynding/udvaskning af grout enten (op) til terræn/udgravningsniveau og/eller til selve formationen ubetinget håndteres.

Det understreges, at hvor ankerspids føres dybere end pumpeboringer til grundvandshåndtering af eksempelvis en byggegrube/skakt, da er vandtrykket at betragte som u-afsænket, og skal håndteres i henhold til DS/EN 1537:2013.

3.11.3 Kontrol under udførelse

Installation og test af ankre skal overvåges og dokumenteres i overensstemmelse DS/EN 1537:2013 og DS/EN ISO 22477-5.

Enhver afvigelse skal straks rapporteres til HOFOR, som angivet i kontrakten.

3.11.4 Prøvning

Alle ankre skal underkastes prøvning, som følger:

Egnethedsforsøg:

I henhold til DS/EN 1997-1 DK NA:2020, tabel A.6-2 NA skal 2%, dog min 3 stk. ankre underkastes egnethedsforsøg; testmetode 1 er obligatorisk.

Godkendelsesprøvning:

I henhold til DS/EN 1997-1:2007, afsnit 8.8 skal alle ankre, hvis ikke egnethedsprøvet, underkastes en godkendelsesprøvning. Ankre godkendelsesprøves efter metode 1, jf. DS/EN 1997-1 DK NA:2020, tabel A.6-3 NA.

Der henvises generelt til DS/EN ISO 22477-5:2018 for procedure for egnethedsforsøg og godkendelsesprøvning efter metode 1.

3.11.5 Journaler

For selve anker installationen henvises til DS/EN 1537:2013 og for test af ankre til DS/EN ISO 22477-5.

Eventuelle afvigelser/usædvanlige hændelse skal straks meddeles HOFOR, noteres i borejournalen og kommenteres af den udførende.

KRAVSPECIFIKATION

3.12 Stræk og afstivninger

Kontakt i samlingerne mellem væg og stræk/afstivninger, samt mellem stræk og afstivninger skal sikres vha. shims, udstøbning med mørtel eller lignende.

3.13 Udgravning og face log

Under udgravning af skakten skal den udførende:

- Registrere og sammenligne den udgravede jord og geologiske lagfølge med de forventede forhold (face log)
- Løbende afrense indfatningsvægge og registrere vægge for fejl/skader og utætheder
- Monitere eventuel tilstrømning af vand, vurdere risici og straks tætte utætheder og
- Overholde/kontrollere udgravningsdybder

Registrering af den geologiske lagfølge (face log) skal udføres af en kvalificeret person, f.eks. en geolog eller geotekniker. HOFORs tilsyn skal medvirke under face loggen.

Den geologiske lagfølge skal registreres i en udgravningsfront, der er så opretstående som muligt. Eventuelt nedfaldent/løst materiale skal oprensnes inden registrering.

Jordarten skal beskrives i henhold til dgf-Bulletin 1.

I kalk skal hærdningsgrader registreres langs 2-3 lodrette linjer per 5 cm. Der skal registreres synlige sprækker, sprækkernes åbningsbredde, belægning og sprækkeorientering.

Udgravningsfronten skal fotograferes med synlig målestok med tilstrækkelig belysning til, at geologiske forhold gengives detaljeret.

Inspektionen dokumenteres med en kote-sat skitse, der viser lagdeling, registrerede hærdningsgrader, evt. strukturer m.m. og indstrømmende grundvand. Udgravningsfronten beliggenhed i udgravningen skal vises på en planskitse.

Såvel den udførende som HOFORs tilsyn underskriver den udarbejdede dokumentation, der dagligt skal rapporteres til HOFORs tilsyn.

For tunnelprojekter, skal der ved udførelse af face log være speciel opmærksomhed på lagfølgen, hvor TBM skal bore ud fra skakt eller ind til skakt. Ligeledes skal der være ekstra opmærksomhed på områder, hvor sekantpæle eller spuns har stødt på forhindringer under udførelsen.

Dokumentationen skal give den projekterende og HOFOR mulighed for at vedligeholde den geologiske og hydrogeologiske model for projektet.

Hvor der optræder afvigelser fra de forventede jordbundsforhold skal dette afrapporteres snarest muligt til HOFOR.

Den udførendes metodebeskrivelse for udgravning skal indeholde procedurer for øjeblikkelig indgriben i tilfælde af indtrængende vand og jord, hvilket er specielt kritisk i silt og sand.

Der skal endvidere foreligge en beredskabsplan for indsatsen i sådanne tilfælde, med relevante kontaktpersoner mv., og planen skal foreligge på arbejdspladsen. Ved sådanne hændelser

KRAVSPECIFIKATION

orienteres HOFOR straks. Denne skal samordnes med beredskabsplan for grundvandshåndtering, jf. TUN 103.

Når endelig udgravningsdybde er nået, skal denne beskyttes ved etablering af drænlag mv. snarest muligt, og således ikke efterlades åben i længere perioder.

Enhver udgravning skal afspærres på behørig vis, eventuelt med et fastmonteret rækværk monteret på skaktens kantbjælke. Rækværket skal være solidt og konstrueret efter DS/EN 13374:2013+A1:2018.

3.14 Grundvandshåndtering

Der henvises til kravspecifikation Grundvandshåndtering (TUN 103).

3.15 Permanente konstruktioner

For udførelse af permanente konstruktioner henvises der til HOFORs kravspecifikation for beton (BET 101).

3.16 Tilbagefyldning af skakten

Det skal verificeres og dokumenteres, at alle opfyldningsmaterialer overholder krav til kvalitet/materialespecifikationer (f.eks. kornstørrelsesfordeling, fugtindhold, mv.) inden ethvert opfyldningsarbejde på byggepladsen påbegyndes.

Udførelse af opfyldningsarbejder skal overholde kravene til designet (f.eks. lagtykkelse, komprimeringsgrad, pladebelastningsforsøg, mv.). Ved overfladenære konstruktioner og hvis mindre sætninger kan accepteres, kan komprimering foregå ved nedvanding, hvis pladsforholdene ikke tillader andet.

3.17 Retablering af terræn og belægninger

Al fertil jord i terræn på byggepladsområdet skal fjernes forsigtigt til opbevaring (uden skadelig indvirkning på materialets kvalitet og sammensætning) og genbruges ved retablering af arealerne efter endt arbejde, hvis kontrakten foreskriver det.

Alle belægninger skal retableres i koordinering med HOFOR og som defineret i kontrakten.

Retablering af terræn og belægninger skal dokumenteres vha. fotodokumentation og indmålinger.

3.18 Udgravning med anlæg

Udgravninger med anlæg indgår generelt som midlertidige for etablering af bygværk/konstruktion og afsluttes med kontrolleret op-/tilbagefyldning og retablering af terræn.

Under udgravningsarbejdet separeres de opgravede materialer i henhold til retningslinjerne givet i SAB, og, hvis aktuelt, i henhold til den for udgravningen miljømæssige jordhåndteringsplan.

KRAVSPECIFIKATION

Gravearbejdet skal gennemføres således, at udgravningens sider generelt forbliver stabile fra start til endelig udgravning er nået, herunder at udgravningens planlagte geometri overholdes såvel i dybde som i planen.

Under udgravning skal det kontrolleres, at udgravningen føres gennem den forudsatte geologi, som givet i GBR, herunder, at de enkelte lag træffes i de forudsatte dybder og mægtigheder, at der ikke fra lag forekommer udstrømmende vand og/eller optræder egentlig erosion fra nedbør, tilløbende overfladevand og/eller grundvand.

Det skal generelt kontrolleres, at forudsætninger for gennemførte stabilitetsberegninger er overholdt, og hvor forholdene afviger fra det forudsatte eller ovenstående observeres orienteres HOFOR straks.

3.19 Bundplader

Se BET 101 for krav til beton, armering, fugebånd, tolerancer mv

4 Indberetning og dokumentation

Ved projektets afslutning skal den udførende udarbejde og aflevere "som-udført" dokumentation til HOFOR.

Se HOFORs kravspecifikationer:

- OPM 101: Opmåling for forsyningerne Vand, Spildevand, Fjernvarme og Fjernkøling inkl. bilag for relevante forsyning
- ANL 101: Anlægsdokumentation inkl. relevante bilag

"Som-udført" dokumentationen skal bestå af

- projekterings tegninger af de permanente konstruktioner – og opdateret i henhold til udførelse og skal dermed dokumentere alle fravigelser og afvigelse
- alle fravigelser og afvigelsesrapporter vedr. permanente konstruktioner
- registrering af "som-udført" detaljer for piloteringsarbejder (sekantpælevægge, spunsvægge, københavner vægge), inklusiv jordbundsforhold registreret under boring/nedbringning
- alle tilbageblivende dele af de midlertidige konstruktioner skal efterses og inkluderes i "som-udført" dokumentationen