

# KRAVSPECIFIKATION

---

## TUNNELERING

### BILAG 1 UDBUDSKONTROLPLAN

Rev.	Revisionsdato	Emne (ændring)
0	30.06.2017	Første udgivelse
1	26.08.2020	Diverse

## KRAVSPECIFIKATION

NB:

Nedenfor refereres til de tilsvarende afsnit i kravspecifikationen (TUN 101).

Entreprenør skal angive hvilken person i dennes organisation, som er ansvarlig (kolonne til højre).

Nr.	Emne	Ref. Afsnit	Metode	Omfang	Tidspunkt	Acceptkriterium	Dokumentation	Hvem / Ansvar
	<b>Produktion af rør</b>							
1.1	Rør til gennempresning		Visuel	Hvert rør	Kort efter afforskalling	Fri for skader iht. krav til beton og betonoverflader angivet i kravspecifikationen til beton.	Logbog	
1.2	Rør til gennempresning	2.8.1.4	Kontrolmåling af endeskævhed	Hvert rør	Kort efter afforskalling	Den maksimale tilladte vinkelrethed af endeflader på rørene er beskrevet i afsnit 2.8.1.4.	Logbog med angivelse af endeskævhed	
1.3	Rør til gennempresning	2.8.2.4 2.10.3	Visuel	Hvert rør	Efter færdiggørelse	Korrekt monterede tætningsringe samt ubeskadiget coating af stålmufferinge. Rørnumre ift. rørfølgeplan	Logbog	
	<b>Modtagekontrol</b>							
2.1	Rør til gennempresning	3.8.2	Visuel	Hvert rør	Ved levering på byggeplads	Fri for skader, bl.a. kontrol af tætningsring på rør, visuel inspection af rør, mellem pressestation mm.	Følgeseddel. Såfremt der er skader eller fejl på rør tages foto som dokumentation.	
2.2	Injiceringsmateriale		Visuel	Ved levering	Iht. godkendte materialer	Følgeseddel		

## KRAVSPECIFIKATION

Nr.	Emne	Ref. Afsnit	Metode	Omfang	Tidspunkt	Acceptkriterium	Dokumentation	Hvem / Ansvar
2.3	Test af TBM og (Commission Test)  (Inkl. kontrol af at skumsystemet fungerer)		Visuel samt overvågning af fejl i display på styreenhed af TBM. Udføres iht. leverandørs anbefaling	Efter montering af TBM (1 gang).	Før opstart af tunnelering	Ingen fejl.	Testrapport taget direkte fra styrestemet  (Suppleret med foto dokumentation)	
2.4	Test af separationsanlæg  (For slurry TBM)		Test af separationsanlæg iht. leverandørens anbefaling	Efter opsætning og montering til TBM (1 gang).	Før opstart af tunnelering	Ingen fejl.	Testrapport	
2.5	Kontrol af støtteanordning til tunnelrørene i skakten under fremdriften	2.10.2	Visuel test med rør og opmåling.  Det skal sikres at koten samt hældningen er korrekt.	Efter installation	Før opstart af tunnelering	Tunnelrør er understøttet af installeret støtteordning. Rør skal være understøttet når presseringen fjernes efter hvert tunneldrive.	Testrapport	
	<b>Udførelseskontrol</b>							
3.1	Installation af pressebagvæg i skakt		Dokumentation for at pressebagvæggen statisk kan håndtere de maksimale kræfter som der designes for	Før, under og efter installation	Før, under og efter opstart af tunnelering	Statisk dokumentation forelægges tilsynet og indmåling samt opbygning følger design	Indmålingsfil i PDF og evt. testrapport ved brug af ankre	
3.2	Afsætning af TBM	3.2.4 3.8.1	Indmåling ved uafhængig landmåler	1 gang	Før opstart af tunnelering	Overholdelse af tolerancer	Indmålingsfil i PDF	
3.3	Placering af pakning rundt om tunneløje	2.10.3	Indmåling	1 gang	Før installation af presseramme	Pakning skal placeres med en maximal tolerance på 10mm eller tolerancen pakningen kan optage. Mindste værdi skal følges.	Indmålingsfil i PDF	

## KRAVSPECIFIKATION

Nr.	Emne	Ref. Afsnit	Metode	Omfang	Tidspunkt	Acceptkriterium	Dokumentation	Hvem / Ansvar
3.4	Kontrol af brugen af bremsesystem		Visuel	Ved hvert rør, så længe tunnelen er i nærheden af startskakten (længde defineres for hver projekt).	Efter hvert tunneldrive inden presserammen fjernes	Aktiveret: Ja/Nej	Dagsrapport som fremsendes i scannet PDF format ugentligt til tilsynet som information	
3.5	Registrering af rør	3.8.2	Visuelt / elektronisk	Hvert rør	Inden rør hejses ned i skakt	Tjek at rør installeres iht. rørfølgeplan.  Tjek at rør er uden skader ved ankomst på plads samt før montering i skakt.	1. Logbog med angivelse af hvert rør samt dato for indbygning på rørfølgeplanen. Evt. reparationer skal beskrives og foto dokumentation tilføjes	

## KRAVSPECIFIKATION

Nr.	Emne	Ref. Afsnit	Metode	Omfang	Tidspunkt	Acceptkriterium	Dokumentation	Hvem / Ansvar
3.6	Dagsrapport / TBM pilot	3.8 og 3.8.8	Manuel	Løbende / dagligt	Under tunnelering samt de tidspunkter hvor der af forskellige årsager ikke tunneleres	Minimum registrering af følgende: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stationering ved skiftets begyndelse og slutning</li> <li>2. Anvendt frontryk og pressekraft</li> <li>3. Afvigelse i højde samt horisontalt</li> <li>4. Forbrug af skum</li> <li>5. Forbrug af bentonit</li> <li>6. EPB - Antal muck skips pr. rør</li> <li>7. Slurry – Kontrol af slurry in og ud i forhold til hastighed</li> <li>8. Vurdering af geologi</li> <li>9. Beskrivelse ved evt. større forhindringer</li> <li>10. Særlige hændelser med begrundelse herfor og tidsforbrug</li> </ol>	Dagsrapport som fremsendes i scannet PDF format ugentligt til tilsynet som information. Rapporten skal udfyldes i TPC arbejdsdags / skiftrapport-onlineskabelonen, som kan fås via PC, mobiltelefoner og tablets. Rapporten skal gemmes som PDF fra TPC og uploades under den tilsvarende rapportmappe i HOFOR ProjectWise dagligt.	

## KRAVSPECIFIKATION

Nr.	Emne	Ref. Afsnit	Metode	Omfang	Tidspunkt	Acceptkriterium	Dokumentation	Hvem / Ansvar
3.7	Uge rapport / Ansvarlig ingeniør	3.8 og 3.8.8	Manuel / digital	Ugentligt	Før, under og efter tunnelring	<p>Vurdering af anvendte parametre (se 3.8 og 3.9) samt indeholdende en beskrivelse af udførelse.</p> <p>Rapport skal endvidere indeholde information om dagsproduktion i meter, samt samlet ugentlig produktion i meter. Rapport skal beskrive forbrug af hjælpestoffer og sammenholde dette forbrug med kommunale tilladelser. Særlige hændelser beskrives og samlet tidsforbrug opgøres ugentligt.</p>	<p>Uge rapport som fremsendes til tilsynet ugentligt som information HOFOR skal modtage den ugentlige rapport senest efterfølgende mandag eftermiddag i Project wise.</p>	

# KRAVSPECIFIKATION

Nr.	Emne	Ref. Afsnit	Metode	Omfang	Tidspunkt	Acceptkriterium	Dokumentation	Hvem / Ansvar
3.8	Gennempresning	3.8.6 3.8.7 3.8.8	Digital registrering	Løbende / hele strækningen	Under tunnelering	Registrering af følgende foregår løbende automatisk: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dato + tid</li> <li>2. Stationering</li> <li>3. Borehoved RPM</li> <li>4. Borehoved drejningsmoment</li> <li>5. Jordtryk (alle sensorer)</li> <li>6. Skum væske flow for hver lanse</li> <li>7. Skum luft flow for hver lanse</li> <li>8. Skum FER for hver lanse</li> <li>9. Afvigelse højde</li> <li>10. Afvigelse horisontalt</li> <li>11. TBM rulning</li> <li>12. Presstryk på hovedstationen</li> <li>13. Presstryk på mellemstation</li> <li>14. Presstryk for teleskopstation hvis installeret</li> <li>15. Face slurry - Tryk og flow på boremudder til front af TBM</li> <li>16. Smøre slurry - Tryk og flow på boremudder omkring presserør</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Digitale data skal fremsendes ugentligt til tilsynet for kontrol</li> <li>2. Der skal udfattes en ugentlig rapport som beskriver udviklingen i de vigtigste parametre (hvilke defineres i samarbejde med tilsynet) i grafisk form med kommentering</li> </ol>	

## KRAVSPECIFIKATION

Nr.	Emne	Ref. Afsnit	Metode	Omfang	Tidspunkt	Acceptkriterium	Dokumentation	Hvem / Ansvar
3.9	Gennempresning - Pressekraft	3.8.5	Manuelt / automatisk  Med automatisk menes med indbygning af en off-switch som slår fra før hovedpressestationen når maks. kapacitet	Løbende/ hele strækningen	Under tunnelering	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. At max. pressekraft defineret for projektet ikke overskrides</li> <li>2. Pressekraft ligger indenfor et defineret interval indenfor forudbestemte stationeringer</li> </ol> <p>Vedr. max. pressekraft menes trykket anvendt fra hovedpressestationen samt fra mellem-stationer og evt. fra teleskop station hvis installeret.</p> <p>Vedr. max. pressekraft for hovedpressestationen skal denne defineres i forhold til den installerede pressebagvæg.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Anvendte maks. og min værdier angives dagligt i TBM pilots dagsrapport</li> <li>2. Der skal udfattes en ugentlig rapport (se 3.7) som beskriver udviklingen i parametre i grafisk form med kommentering.</li> </ol>	
3.10	Gennempresning - Tryk i TBM borehoved (front pressure)		Manuel / automatisk kontrol ved TBM pilot	Løbende/ hele strækningen	Under tunnelering	Tryk i borehoved skal ligge inden for det min. og max. tryk som er angivet på rørfølgeplanen for hver stationering	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Anvendte maks. og min værdier angives dagligt i TBM pilots dagsrapport</li> <li>2. Der skal udfattes en ugentlig rapport (se 3.7) som beskriver udviklingen i parametre i grafisk form med kommentering.</li> </ol>	"OK" med kommentarer



## KRAVSPECIFIKATION

Nr.	Emne	Ref. Afsnit	Metode	Omfang	Tidspunkt	Acceptkriterium	Dokumentation	Hvem / Ansvar
3.1 1	Gennempresning - TBM position	3.2.4	Registrering sker automatisk	Løbende/ hele strækningen	Under tunnelering	Position af TBM skal ligge indenfor de angivne tolerancer (horisontalt og vertikalt)	1. Anvendte maks. og min værdier angives dagligt i TBM pilots dagsrapport 2. Der skal udfattes en ugentlig rapport (se 3.7) som beskriver udviklingen i parametre i grafisk form med kommentering.	
3.1 2	Gennempresning - Udgravne materialer  Gældende for EPB TBM	3.8.4	Tjek af udgravningsvolumer per rør (TBM pilot / visuel bedømmelse / indvejning m. kran og/eller ved transport med lastbiler til deponi)	Hvert rør / hver muck skip	Løbende under tunnelering	Udgravningsvolumet er indenfor de opstillede grænseværdier (Teoretisk volumer +/- X%)	Indvejning med kran ved udløftning fra skakt og med vejsesdler fra lastbiler til deponi  TBM pilot følger antal skip i forhold til perforeret længde	
3.1 3	Gennempresning - Udgravne materialer  Gældende for Slurry TBM	3.5.1.2	Slurry-TBM: 1) Registrering af forskell mellem ind- og udløb (slurry) under tunneldrive 2) Efter separation	1) Løbende kontrol af slurry flow vs. hastighed 2) Hvert rør	Løbende under tunnelering	1) Der skal udarbejdes tabel med acceptabelt interval for forskellen mellem ind- og udløb af slurry til borehoved set i forhold til tunnelleringshastighed en. Tabel skal forelægges tilsynet til accept. 2) Udgravningsvolumet er indenfor de opstillede grænseværdier (Teoretisk volumer +/- X%)	1) TBM pilot opfølgning på faceslurry ind vs. ud set i forhold til fremdriftshastighed 2) Visuel bedømmelse efter hvert rør ved foden af separationsanlægget et (dvs. før det udgravne volumen overføres til muck gården), vejsesdler fra lastbiler til deponi,	

## KRAVSPECIFIKATION

Nr.	Emne	Ref. Afsnit	Metode	Omfang	Tidspunkt	Acceptkriterium	Dokumentation	Hvem / Ansvar
3.1 4	Udgravet materiale	3.8.4.2	Der udtages repræsentative muck prøver på minimum 20 kg af udgravet materiale.	Iht. SAB/TBL og hvor der observeres ændringer i det udgravede materiale.	Løbende under tunnelering	Registreres med tunnelrør, tidspunkt, navn på bedømmer og prøvetager fra den udførende og fra HOFOR.	Register med alle beskrivelser og prøver.  Noteres i dagsrapporter og behandles systematisk i ugerapporter.	
3.1 5	Injicering af smøremiddel	3.8.4 3.8.8	Digital registrering	Løbende/ hele strækningen	Under tunnelering	Registrering af følgende foregår løbende: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dato</li> <li>2. Pumpetryk</li> <li>3. Mængde injiceret omkring skjoldet</li> <li>4. Mængde injiceret omkring presserør</li> </ol> Pumpetryk og mængder skal ligge indenfor grænseværdier opstillet på projektet.	1. Injicerede mængder angives dagligt i TBM pilots dagsrapport 2. Der skal udfærdiges en ugentlig rapport (se 3.7) som beskriver udviklingen i parametre i grafisk form med kommentering.	
3.1 6	Tryk i smøringen bag TBM og rør	3.5.2.3	Manuelt/ automatisk	Løbende/ hele strækningen	Under tunnelering	Trykket i smøringen skal minimum svare til det aktuelle hydrostatiske tryk dog minimum 0,2 bar over trykket i TBM borehoved.	1. Anvendt tryk angives dagligt i TBM pilots dagsrapport 2. Der skal udfærdiges en ugentlig rapport (se 3.7) som beskriver udviklingen i parametre i grafisk form med kommentering.	

## KRAVSPECIFIKATION

Nr.	Emne	Ref. Afsnit	Metode	Omfang	Tidspunkt	Acceptkriterium	Dokumentation	Hvem / Ansvar
3.1 7	Vandprøve af proces vand til blanding af boremudder		Analyse af proces vand	En gang og hvis der skiftes kilde.	Før opstart	Er vandet hårdt eller saltholdigt eller optræder forureninger som menes at kunne påvirke bentonitten, skal dette meddeles tilsynet. Foranstaltninger til imødegåelse af forringelse af bentonittens kvalitet skal præsenteres.	Analyse af vandprøve med foreslag til eventuel mitigering.	
3.1 8	Tjek af kvalitet af smøremudder - bentonit	3.5.2.3	<p>Måling af smøremudders egenskaber:</p> <p>1A) Smøremudder: - Viskositet (Marsh funnel): - Densitet - Visuel inspektion, ingen klumper, posninger eller lignende.</p> <p>1B) - Fluid loss (filtrat) - Filter kage - Yield point - Sand indhold</p>	<p>1A) Smøremudder: En gang for hvert presserør</p> <p>1B) Smøremudder: En gang om dagen</p>	Under tunnelering	<p>Entreprenøren definerer acceptable værdier som skal følges set i relation til den geologi som skal gennembøres.</p>	<p>Der udføres en daglig log med kontrol af anvendt smøremudder. Måling refereres til presserør.</p> <p>Bliver presserør ikke afsluttet på et skift, foretages en ny kontrol på næste skift.</p> <p>Kopi af daglig log fremsendes ugentligt til tilsynet.</p>	

## KRAVSPECIFIKATION

Nr.	Emne	Ref. Afsnit	Metode	Omfang	Tidspunkt	Acceptkriterium	Dokumentation	Hvem / Ansvar
3.1 9	Tjek af kvalitet af boremudder (face slurry) - bentonit		<p>Måling af bore-muddrets egenskaber:</p> <p>1A) Boremudder:            - Viscositet (Marsh cone):            - Sandindhold            - pH            - Densitet            - Visuel inspektion, ingen klumper, posninger eller lignende.</p> <p>1B)            - Fluid loss (filtrat)            - Filter kage            - Yield point</p>	<p>1A)            Boremudder:            En gang for hvert presserør</p> <p>1B)            Bore-mudder:            En gang for hvert presserør, (minimum tre gange om dagen)</p>	Under tunnelering	Entreprenøren definerer acceptable værdier som skal følges set i relation til den geologi som skal gennembøres.	<p>Der udføres en daglig log med kontrol af anvendt boremudder. Måling refereres til presserør.</p> <p>Bliver presserør ikke afsluttet på skiftet, foretages ny kontrol på næste skift.</p> <p>Kopi af daglig log fremsendes ugentligt til tilsynet.</p>	

## KRAVSPECIFIKATION

Nr.	Emne	Ref. Afsnit	Metode	Omfang	Tidspunkt	Acceptkriterium	Dokumentation	Hvem / Ansvar
3.2 0	Kvalitetskontrol af tunnel under udførelse		Visuel inspektion af installerede tunnelrør	Løbende/ hele strækningen, minimum følgende områder skal tjekkes:  1. Pakning i skakt 2. Tæthed af rørsamlingerne 3. Evt. skader på tunnelrør 4. Tolerancer mellem tunnelrør	Min 1 gang per dag	Ingen opståede uregelmæssigheder såsom skader, utætheder, overholdelse af tolerancer etc.	Kontrol beskrives i ugerapport til tilsynet.	
3.2 1	Kontrol af styresystem (Laser og fixpunkter)	3.2.4 3.2.5	Kontrol udføres af landmåler (metode skal defineres)	Ummiddelbart før opstart samt løbende gennem anstillingsperioden.  Senere aftales hyppighed med tilsynet.	Løbende	Laser afviger ikke fra retning angivet af landmåler.  Fixpunkter har ikke flyttet sig.	Målingslog (landmåler) og vist visuelt på tegning	

## KRAVSPECIFIKATION

Nr.	Emne	Ref. Afsnit	Metode	Omfang	Tidspunkt	Acceptkriterium	Dokumentation	Hvem / Ansvar
3.2 2	<p>Monitering af sætninger på terræn over tunnelen</p> <p>(Efter aftale med tilsynet hvis ikke andet er angivet i kontrakten)</p>	3.8.3	Nivellement ved landmåler	Løbende iht. udbudsdokumenter. Kan variere iht. hvad der er på terræn	Frekvens iht. udbudsdokumenter og/eller efter aftale med tilsynet.	Grænseværdier er angivet i udbudsdokumenter ift. de enkelte placeringer	<p>Målingslog (landmåler) og vist visuelt på tegning.</p> <p>Data fremsendes løbende til tilsynet.</p>	
3.2 3	Kontrol af bundkote/ vandret position af tunnel	3.8.1	Indmåling af uafhængig landmåler	Kontrolmåling udføres på rør for hver samling mellem rør	Frekvens iht. udbudsdokumenter og/eller efter aftale med tilsynet.	Tunnelrørene er placeret indenfor beskrevet tolerancer [+/- XX mm vertikalt og +/- ZZ mm horisontalt]. Tolerancer er angivet i udbudsdokumenterne	Indmålingslog (landmåler) og vist visuelt på en tegning	
	<b>Slutkontrol</b>							
4.1	Injektionsmørtel (Dämmer) Bearbejdelighed og styrke	3.5.4	Er beskrevet i "UKP Beton"					
4.2	Efterinjicering med cement mørtel/ Dämmer (Grout)	3.5.4	Digital registrering	Alle rør med injiceringsstuds (hver studs)	Efter tunnelstrækning er udgravet og tunnelrør er på deres endelige position	<p>Registrering af injeceringstryk, mængde og dato og rønummer</p> <p>Der skal defineres følgende kriterier for hvornår injeceringen afsluttes / kan accepteres (defineres i metode beskrivelse):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tryk kriterie</li> <li>2. Mængder injiceret</li> </ol>	<p>Metodebeskrivelse for udførelse indholdende pumpekema med registrering.</p> <p>Endelig data rapport fremsendes til tilsynet.</p>	

## KRAVSPECIFIKATION

Nr.	Emne	Ref. Afsnit	Metode	Omfang	Tidspunkt	Acceptkriterium	Dokumentation	Hvem / Ansvar
4.3	Indmåling af tunnelrør	4.2.7	Indmåling ved uafhængig landmåler	Samling mellem hvert rør (10 cm fra rørende)	Efter installation af tunnelrør og fuldendt efterinjicering	Tunnelrørene er placeret indenfor beskrevet tolerancer [± XX mm vertikalt og ± ZZ mm horisontalt]	Indmålingslog (landmåler) og vist visuelt på en "as-built" rørfølgeplan.  Endelig data rapport fremsendes til tilsynet.	
4.4	Monitering af sætninger på terræn over tunnelen  (Efter aftale med tilsynet hvis ikke andet er angivet i kontrakten)	4.2.7	Nivellement ved landmåler	1 gang af hele strækningen	Lige inden aflevering af projektet	Målte sætninger og flytninger er stabile og ligger indenfor de valgte aktionsniveauer. Evt. nødvendige afværgeforanstaltninger er udført.	Målingslog (landmåler) og vist visuelt på tegning.  Endelig data rapport fremsendes til tilsynet.	
4.5	Inspektion af tunnel for utætheder og evt. skader	4.2.2 4.2.3 4.2.6	Visuelt, måling af utæthed	1 gang af hele strækningen	Lige inden aflevering af projektet	1. Overholdelse af tæthedskrav 2. Skadesfri tunnel	Tilsynsnotat (underskrives også af Udførende).  Endelig data rapport fremsendes til tilsynet.	
4.6	Lukning af mellemstationer	3.5.3 4.2.5	Visuelt	1 gang af hele strækningen	Lige inden aflevering af projektet	Samtlige mellemstationer skal være lukkede og tætte i overensstemmelse med retningslinjer i Tunnel Krav specifikation.	Tilsynsnotat (underskrives også af Udførende).  Endelig data rapport fremsendes til tilsynet.	