

Ledningsanlæg på arealer og under spor,
hvor Banedanmark er infrastrukturforvalter

Banenorm, BN1-13-4

INDHOLD

1	<u>INDLEDNING</u>	4
2	<u>IKRAFTTRÆDEN</u>	4
3	<u>OVERGANGSBESTEMMELSER</u>	4
4	<u>REFERENCER</u>	5
5	<u>DEFINITIONER</u>	9
6	<u>DESKRIPTORER</u>	12
7	<u>ANVENDELSESOMRÅDE</u>	13
8	<u>DISPENSATION</u>	14
9	<u>HISTORIK</u>	14
10	<u>BN1 SIKKERHEDSMÆSSIGE KRAV</u>	16
10.1	Opgravningsfri ledningsetablering	16
10.2	Kabelpløjning	16
10.3	Nedgravning af langsgående interne ledninger på baneskråning	16
10.4	Forudsætninger ved beregning	17
10.4.1	Ledningsanlæg af plast	18
10.4.2	Ledningsanlæg af beton	18
10.4.3	Ledningsanlæg af stål	18
10.5	Krav til udførelse	19
10.5.1	Krav til gas- og olieledninger	20
11	<u>BN2 FÆLLES KRAV</u>	23
11.1	Forundersøgelse	23
11.2	Tracé og placering	24
11.2.1	Tværgående (krydsende) ledninger	24
11.2.2	Langsgående ledninger	25
11.3	Udførelse	25
11.4	Dokumentation og afmærkning	26
12	<u>BN2 KRAV TIL LEDNINGSTYPER OG UDFØRELSESMETODER</u>	27

12.1	Opgravningsfri ledningsetablering	27
12.1.1	Lægningsdybde	28
12.1.2	Udførelse	29
12.2	Ledningsanlæg i åben grav	31
12.3	Korrosionsbeskyttelse af stålør	32
12.3.1	Supplerende krav til beskyttelsesør	33
12.4	Ledningsanlæg ved elektrificerede jernbanestrækninger	33
12.5	Gennemløb	33
12.6	Elkabler	33
12.7	Banedanmarks egne ledninger	34
12.7.1	Tracé og placering	34
12.7.2	Udførelse	36
12.7.3	Nedpløjning af kabler	36
12.7.4	Ledninger på terræn	36
12.8	Supplerende krav til ledninger med indvendigt overtryk	37
13	<u>BN2 KRAV TIL BESKYTTELSERØR</u>	38
13.1	Beskyttelsesør for gas- og olieledninger	38
13.1.1	Konstruktive forhold for anvendelse af beskyttelsesør til olie- og gasledninger	39
13.1.2	Konstruktive forhold vedrørende ventilation af beskyttelsesør til olie- og gasledninger	39
13.2	Beskyttelsesør for øvrige ledninger med indre overtryk	40
14	<u>BN2 – KRAV TIL BEREGNINGSDOKUMENTATION</u>	42
15.	<u>BILAGSOVERSIGT</u>	43

1 INDLEDNING

Det er formålet med banenormen at have et samlet regelsæt om ledningsanlæg på arealer og under spor, hvor Banedanmark er infrastrukturforvalter, så behandlingen af sager med ledningsanlæg bliver udført effektivt og ensartet.

Banenormen er udarbejdet i henhold til Banenorm BN2-1-1 "Struktur, udseende og udvikling af Banenormer", Banedanmark, hvor normniveauerne BN1, BN2 og BN3 er defineret.

Udgivet af:

Banedanmark
Carsten Niebuhrs Gade 43
1577 København V

Fordeling:

Banenormen er tilgængelig på
Banedanmarks hjemmeside
www.bane.dk

2 IKRAFTTRÆDEN

Denne banenorm træder i kraft ved udgivelsen.

Banenormen ophæver nedennævnte normer:

Banenorm BN1-13-3 "Ledningsanlæg på Banedanmarks arealer".

3 OVERGANGSBESTEMMELSER

Der er ingen overgangsbestemmelser i denne banenorm.

4 REFERENCER

Nogle steder henviser banenormen til andre bestemmelser. Enten skrives [bestemmelsens navn] eller et nummer [nr.]. Betydningen af nummeret kan findes nedenfor. Hvis der ikke er nævnt andet, gælder sidst udsendte version af det, der refereres til. Kommende banenormer er angivet i parentes (rund). Referencer til kommende banenormer er først gyldige, når pågældende banenorm er trådt i kraft.

Hvis der ikke er nævnt andet, gælder, at referencerne er normative på BN1- eller BN2-niveau afhængig af den sammenhæng, de optræder i.

- [1] Banenorm BN1-6 "Tværprofiler for ballasteret spor", Banedanmark.
- [2] Banenorm BN1-11 "Afvanding af sporarealer", Banedanmark.
- [3] DS 437:1986 (rettet 2012-udgave) "Norm for lægning af stive ledninger af beton mv i jord", Dansk Standard
- [4] Banenorm BN1-159 "Katodisk beskyttelse af naturgasledninger i nærheden af spor", Banedanmark.
- [5] Håndbog om nærføring, 4. udgave. Version maj 2018. Nærføringudvalget.
- [6] DS 462:1995 2. udgave, version 1994-11-02 "Norm for registrering af ledninger", Dansk Standard.
- [7] Tegning EN 244.12 R nr. 4827, Kabelskilte, DSB.
- [8] Elsikkerhedsloven, LBK nr. 26 af 10/01/2019. Tidligere stærkstrømsbekendtgørelsen, Sikkerhedsstyrelsen (tidligere Elektricitetsrådet).
- [9] "GPTC-Guide for Gas Transmission and Distribution Piping Systems 1998-2000", American Gas Association, med tillæg "At-vejledning F.0.1, juli 2001, Naturgasanlæg", Arbejdstilsynet.
- [10] DS 475:2012 2. udgave, version 2012.11.19 "Norm for etablering af ledningsanlæg i jord", Dansk Standard.
- [11] Banenorm BN1-59 "Belastnings- og beregningsforskrift for sporbærende broer og jordkonstruktioner", Banedanmark. Bemærk titel i ref. [40].
- [12] "Kabellægning med Kabelplov", Banestyrelsen.
- [13] Vejregler "Udbuds- og anlægsforskrifter, Etablering af ledningsanlæg i jord. Almindelig arbejdsbeskrivelse" (AAB), Vejdirektoratet.
- [14] Banenorm BN1-105 og BN1-106. BN1-105 vedrører "Fjernbanens kørestrømsinstruks FKI (gælder ikke SICAT-anlæg) og BN1-106 vedrører S-banens Kørestrømsinstruks SKI" Banedanmark.
- [15] DS 430:1986 (rettet 2012-udgave) 2 udgave, version 1986.01.01 "Norm for lægning af fleksible ledninger af plast i jord", Dansk Standard.

- [16] DS 415:1984 3 udgave "Norm for fundering", Dansk Standard. (udgået) (informativ)
- [17] Samarbejdet mellem banetjenesten og elektrotjenesten, Maskinelt sporarbejde, DSB (nu Banedanmark), kun forhold vedrørende ledningsanlæg.
- [18] DS/EN 1610:2015 3. udgave, version 2015.09.24 "Lægning og prøvning af rør til afløbssystemer", Dansk Standard.
- [19] SR, Sikkerhedsreglementet af 1975, Banedanmark.
- [20] DS 442:1989 (rettet 2014-udgave), 2. udgave, version 1988.11.07. "Norm for almene vandforsyningsanlæg", Dansk Standard.
- [21] DS/EN 13941-2:2019+A1:2021, version 2021.12.21 "Fjernvarmerør – Projektering og installation af termisk isolerede jordlagte fastrørssystemer med enkelt- og twinrør til fjernvarmenet – Del 2: Installation, Dansk Standard.
- [22] DS/EN 12889:2022, version 2022.10.21. "Opgravningsfri lægning og prøvning af afløbsledninger", Dansk Standard.
- [23] DS/EN ISO 9001:2015, 5 udgave " Kvalitetsledelsessystemer – Krav", Dansk Standard.
- [24] "Bygherrevejledning, styrbare metoder" Januar 2012. Kontrolordning for styret boring og gennempresning. www.nodig-kontrolordninger.dk
- [25] Vejregler "Udbuds- og anlægsforskrifter. Stabilt grus. Almindelig arbejdsbeskrivelse (AAB)", Vejdirektoratet.
- [26] DS/EN 1555, del 1-5:2021, version 2021.07.12. "Plastrørssystemer til gasforsyning – Polyethylen (PE)", Dansk Standard.
- [27] Bekendtgørelse om sikkerhedsbestemmelser for naturgasanlæg efter lov om arbejdsmiljø, Arbejdsministeriets bekendtgørelse nr. 414 af 8. juli 1988 med senere ændringer.
- [28] DS/EN 12007, del 1-5:2014, 1. udgave, version 2014.04.11. "Gasinfrastruktur – Rørledninger med maksimalt driftstryk til og med 16 bar, Dansk Standard.
- [29] DS/EN 1594:2013, 3. udgave, version 2013.09.24. "Gasinfrastruktur - Rørledninger til max. tryk over 16 bar - Funktionskrav", Dansk Standard.
- [30] ISO 13623, third edition 2017-09. "Petroleum and natural gas industries – Pipeline transportation systems".
- [31] DS/EN 12501-1:2003, 1. Udgave, version 2003.06.24. Protection of metallic materials against corrosion – Corrosion likelihood in soil – Part 1: General.
- [32] DS/EN 12501-2:2003, 1. Udgave, version 2003.06.24. Protection of metallic materials against corrosion – Corrosion likelihood in soil – Part 2: Low alloyed and non-alloyed ferrous materials.
- [33] DS/EN ISO 15589-1:2017, version 2017.09.26. Petrokemisk industri og olie- og naturgasindustri – Katodisk beskyttelse af rørledningssystemer – Del 1: Rørledninger på land

- [34] (Banenorm BN1-188 "Geoteknik-Beregningsforskrift for jordkonstruktioner", Banedanmark)
- [35] DS/EN 1997-1:2007, 2. udgave, version 2007.06.22. Geoteknik Del 1: Generelle regler inkl. DK NA:2021.
- [36] DS/EN 1997-2+AC:2011, 2. udgave. Version 2011.06.29. Geoteknik Del 2: Jordbundsundersøgelser og prøvning inkl. DK NA:2013.
- [37] Banenorm BN1-38 "Sporbeliggenhedskontrol og sporkvalitetsnormer", Banedanmark
- [38] "Almindelig Arbejdsbeskrivelser (AAB), styrbare metoder", Kontrolordning for styret boring og gennempresning. www.nodig-kontrolordninger.dk
- [39] TM nr. 62 / 01.03.2014 "Geotekniske regler knyttet til tværprofiler for ballasteret spor", Banedanmark. (Fremtidig Banenorm BN1-188 "Beregningsforskrift for underbygninger, skråninger og jordkonstruktioner", Banedanmark.)
- [40] TM nr. 63 / 01.03.2014 "Afstivning af spor", Banedanmark. (Fremtidig revideret Banenorm BN1-59 "Belastningsforskrift for sporbærende broer og jordkonstruktioner" "Projekterings- og beregningsgrundlag for bygværker.", Banedanmark.)
- [41] AT-Vejledning F.0.1 juli 2001 Naturgasanlæg - Vejledning om konstruktion, fremstilling, vedligeholdelse og drift af naturgasanlæg som tillæg til GPTC-Guide for Gas Transmission and Distribution Piping Systems, 1998
- [42] Vejregler "Udbuds- og anlægfsforskrifter. Jordarbejder. Almindelig arbejdsbeskrivelse (AAB)", Vejdirektoratet
- [43] (Banenorm BN1-185 "Geoteknik – Banens underbygning for spor i drift", Banedanmark)
- [44] DS/EN 12201-1:2011, 2 udgave, version 2011.10.26. "Plastrørsystemer til vandforsyning samt til dræn og afløb under tryk – Polyethylen (PE) – Del 1: Generelt, Dansk Standard
- [45] DS 21001:2020, version 2020.08.21. "Ledelsessystemer for jernbanesikkerhed – Infrastrukturarbejde – Krav, Dansk Standard og DS21001:2020/Ret.1:2020 version 2020.12.17.
- [46] BEK nr. 1608 Sikkerhed for drift af elektriske anlæg 20.12.2017, Sikkerhedsstyrelsen
- [47] DS/EN 50110:2023, version 2023.06.26, Drift af elektriske installationer og elektriske anlæg – Del 1: Generelle krav, Dansk Standard
- [48] Banenorm BN1-14 "Projektering, tilstand og eftersyn af sporskifter og sporskæringer", Banedanmark
- [49] Operationelle Regler S-banen (ORS), Banedanmark
- [50] Operationelle Regler Fjernbanen (ORF), Banedanmark
- [51] BEK nr. 1114 Sikkerhed for udførelse af elektriske anlæg 18.08.2016, Sikkerhedsstyrelsen
- [52] BN2-19 Ballast og underballast. Materialekrav.

- [53] BN2-4 Ballastlaget, vedligeholdelse og fornyelse.
- [54] Arbejdsmiljøloven. LBK nr. 1084 af 19/09/2017. Beskæftigelsesministeriet.

5 DEFINITIONER

Nr.	Begreb	Definition
5.01	Afsendergrube	Starthul for en styret underboring, pilotrørsboring eller gennempresning.
5.02	Banens underbygning	Ved banens underbygning forstås jordlagene i råjordsplanum og derunder. Disse jordlag understøtter banens overbygning (underballast, ballast, sveller, skinner og befæstelsesdele).
5.03	Baneskråning	Baneskråning er en fællesbetegnelse for skråninger, der er anlagt i afgravning eller påfyldning. En påfyldningsskråning kaldes almindeligvis for en "dæmning". Ved en dæmning hæver teoretisk råjordsplanum sig mindst 1,0 m over det laveste niveau af enten grøftebund eller den naturlige terrænoverflade. At banen ligger i en afgravning betyder, at teoretisk råjordsplanum sænker sig mindst 1,0 m under den naturlige terrænoverflade.
5.04	Beregningstryk	Det indre tryk som en given ledning skal beregnes for ved en given temperatur. Beregningstrykket er mindst lig med det maksimale driftryk, som kan opstå overhovedet.
5.05	Beskyttelsesrør	Rør, som sikrer banen i tilfælde af brud på ledningen. Ved elkabler er beskyttelsesrøret dog et rør, som sikrer elkablet mod skader fra sten/skærver i den omgivende jord.
5.06	Borefront	Jordflade, som er åben i fronten af en ledning, som føres under banen ved ubemandede styrbare metoder eller ved snegleboring i rør.
5.07	Boremudder	Vand tilsat additiv, f.eks. bentonit.
5.08	LM71	Load Model 71 (LM71). Der henvises til BN1-59 [11].
5.09	Class location	Klassifikation af et geografisk område ud fra et kriterium bestående af et områdes befolkningstæthed og anvendelse.
5.10	Design faktor	Faktor F, som multipliceres på SMYS for stålør til fastlæggelse af den tilladelige spænding, F-SMYS.
5.11	Distributionsledning	En rørledning med et driftstryk, der ikke overstiger 4 bar.
5.12	Effektiv godstykkelse	Godstykkelsen af røret (kun den bærende del fx stål) når der regnes med fradrag fra korrosion. Der henvises til At-vejledning F.0.1 i [9].
5.13	Fordelingsledning	En rørledning med et driftstryk større end 4 bar, hvor driftstrykket medfører en ringspænding, der for stålledninger er mindre end 20 pct. af SMYS.
5.14	Føringsrør	Rør, som sikrer passage gennem jorden til en ledning.
5.15	Gennempresning	Arbejdsmetode, hvor et rør trykkes gennem jorden under banen, eventuelt suppleret med gravning eller underboring. Ubemandede styrbare metoder er mikrotunnellering og pilotrørsmetoden. Bemandede metode er rørgennempresning.
5.16	Gennemløb	Et ledningsanlæg, som fører grøfte- eller drænvand på tværs under sporene.

Nr.	Begreb	Definition
5.17	Gravefront	Jordflade, som er åben i fronten af en ledning, som føres under banen ved rørgennempresning.
5.18	Jordfortrængning	Etablering af en ledning uden ledningsgrav på en sådan måde, at der skabes plads til ledningen, uden at den tilsvarende jord fjernes.
5.19	Jorddækning	Den korteste afstand mellem terræn (overside af skærver) og ydersiden af en ledning (evt. føringsrør eller beskyttelsesrør).
5.20	Kabel	Ledning til transport af elektricitet eller lys. Eksempelvis signal- eller telekabel.
5.21	Kabelrende	En kasse med låg, der benyttes til føringsvej for kabelanlæg.
5.22	Ledning	Kabel eller rørledning.
5.23	Ledningsanlæg	Ledning eller sammenhørende ledninger, inkl. rørkomponenter, brønde og bygværker, samt evt. førings-, beskyttelsesrør, omstøbning (gravede ledninger) eller kabelrende.
5.24	Ledningsanlæg med indre overtryk	Ledningsanlæg med et indvendigt tryk over den omgivende atmosfære.
5.25	Medierør	Det egentlige rør, som skal lægges for at føre et medie (vand, el, gas osv.).
5.26	Modtagegrube	Sluthul for en styret underboring, pilotrørsboring eller gennempresning.
5.27	Mikrotunnelering	Ubemandet underboring med laserstyret borehoved og lukket front.
5.28	Nedpløjning	Etablering af ledning i jord med en ledningsplov, hvis skær ved passage gennem jorden efterlader en eller flere ledninger og evt. advarselsbånd eller afdækning.
5.29	Opgravningsfri ledningsetablering	Omfatter alle metoder til etablering af en ledning uden ledningsgrav.
5.30	Pilotrørmetoden	Fremboring af hule pilotrør med optisk lysgiver monteret lige bag borehovedet, som styrer retningen på boringen. Som eksempel på metoden anvendes den typisk hvor der kræves et ensidigt 3 promilles fald.
5.31	Reamer	En udvider, der anvendes ved styret boring til at udvide borehullet med.
5.32	Ledningsrenovering	Opgravningsfri renoverings- og udskiftningssystem iht. No-Dig kontrolordning for ledningsrenovering.
5.33	Råjordsplanum	Underside af underballast.
5.34	SO	Skinneoverkant.
5.35	SMYS	Specified Minimum Yield Strength: Specificeret minimums flydespænding, se [9].
5.36	Styret boring	Opgravningsfri ledningsetablering, hvor ledningens placering styres fra terrænet over ledningen. Ved styret boring fortrænges noget af jorden, og noget af jorden ledes væk ved hjælp af boremudder. Den styrbare metode består i fremboring af borestænger, reaming af borehullet og tilbagetrækning af blivende ledning.

Nr.	Begreb	Definition
5.37	Teknikhytte	Technical Object Building som forkortes TOB'er.
5.38	Teoretisk råjordsplanum	Det teoretiske råjordsplanum er beliggende i den kote der svarer til at ballast og underballast netop har den krævede tykkelse anført som BN1-krav for større ombygninger i [1] BN1-6.
5.39	Transmissionsledning	Rørledning (i stål), hvor der anvendes et driftstryk, som medfører en ringspænding på 20 pct. af SMYS eller mere.
5.40	Underballast	Betegnelse for den del af et tværprofil, som ligger umiddelbart under ballastlaget og over råjordsplanum. Underballasten består typisk af grus.
5.41	Underboring	Etablering af en ledning uden ledningsgrav på en sådan måde, at jorden fjernes i det volumen, som udfyldes af ledningen eller af et føringsrør.
5.42	GFS	Geografisk Fag Specialist, der er Banedanmarks driftsansvarlige for et specifikt infrastrukturelement indenfor et afgrænset geografisk område.
5.43	Pressegrube	Afsendergrube med lodret bagvæg, der tjener som vederlag for den pressekraft, der er nødvendigt ved gennempresning af rør.

6 DESKRIPTORER

Advarselsmarkering	Beskyttelsesrør	Damp
Drift	Dræn	Fjernvarme
Fornyelse	Fortrængning	Gas
Gennemløb	Gennempresning	Indvendigt overtryk
Kabelpløjning	Kabelmærkning	Kabelrender
Kabler	Korrosionsbeskyttelse	Krydsende ledning
Ledning	Ledningsanlæg	Lægningsdybde
Mikrotunnelering	Naturgas	Nedgravningsdybde
Nyanlæg	Olie	Opgravningsfri ledningsetablering
Råolie	Sprængning	Spuling
Styret boring	Tværgående ledning	Underboring
Varmt vand	Vedligeholdelse	

7 ANVENDELSESOMRÅDE

Banenormen gælder for:

- Alle nye ledningsanlæg samt ændringer, reovering og fjernelse af eksisterende ledningsanlæg på arealer og under spor, hvor Banedanmark er infrastrukturforvalter.

Note 7-1

Herunder eksempelvis føringskanaler (rør og kabelrender) samt ledninger der fører gas til sporskifter.

- Ledningsanlæg med indvendig diameter eller lysvidde, mindre end eller lig med 2 m.

Note 7-2

Underføringer (herunder ledninger) med lysvidde større end 2 m betragtes som broer/tunneler, jf. BN1-59 [11].

- De dele af et kørestrømsanlæg, som placeres i et ledningsanlæg eller er gravet ned i jorden.

Banenormen gælder ikke for:

- Ledningsanlæg i huse og hytter eller fritliggende kabler, som forbindes til sporet.
- Ledningsanlæg, som lokalt på sporarealet føres til installationer, der skal placeres tæt på eller i spor, f.eks. sporskifter, sporskiftevarme, akseltællere, baliser eller lign.

Hvor et infrastrukturarbejde finder sted inden for anvendelsesområdet for en eller flere TSI'er og udgør et nyanlæg, en opgradering eller en fornyelse, som defineret i Interoperabilitetsdirektivet, skal relevante TSI-krav følges.

Note 7-3

Banedanmark vurderer, at relevante TSI-krav for banenormen er overholdt i denne version, hvilket skal bekræftes af et notified body for projekter, der er omfattet af TSI-krav.

Endvidere fremgår proces for ændringer i infrastrukturen af Banedanmarks ledelsessystem, hvortil der henvises.

8 DISPENSATION

Proces for dispensation fra tekniske regler fremgår af Banedanmarks ledelsessystem, hvor til der henvises.

9 HISTORIK

De væsentligste ændringer i banenormen i forhold til den tidligere version (BN1-13-3) er følgende:

- Definitioner af Afsendergrube, Modtagergrube, Pilotrørsmetode, Styret boring, Tunnelering, Pressegrube er termer som indgår i normen og som er identificeret behov for at få oplyst eller præciseret.
- Definition af Ledningsanlæg, ledning og ledningsanlæg med indre overtryk er præciseret.
- Definitioner anvendt og indført i overensstemmelse med andre normer er Banens underbygning og Baneskråning samt Teoretisk råjordsplanum iht. kommende BN1-188-1 og BN1-185-1 samt iht. BN1-59 er LM71 og GFS.
- Definition af Sporsagkyndig person udgår ved indførelse af reference til BN1-38.
- Afsnit 7 Anvendelsesområde er foretaget en del sproglige rettelser/præciseringer samt er anvendelsesområdet tilpasset grænseflade til Kørestrøm.
- Præciseringer og konsekvensrettelser i afsnit 6 anvendelsesområde.
- Afsnit 10+11.4 Spormæssige krav er fjernet og erstattet med reference til BN1-38.
- Afsnit 10.5 Krav til beskyttelsesarbejde for gas under tryk ændret.
- Afsnit 11 Krav til lednings- og forureningsoplysninger samt boringsdata.
- Afsnit 11.2.1 Afstandskrav til sporskifter og sporskæringer.
- Afsnit 12.1 Krav til No-Dig ordning samt kvalitetsstyringssystem præciseret.
- Flere sproglige rettelser og nye noter med reference til nyt bilag 5.
- Afsnit 12.7.1 Tilføjet at krav ej heller gælder for kabelrender på/under broer.
- Afsnit 12.7.1 Krav til kabelrender iht. arbejdsmiljølovgivningen.
- Afsnit 12.7.2 Krav til krydsning af spor med rørpakker for fiber indført.
- Afsnit 13 Krav til ensidigt fald frafaldes ved styret boring.
- Afsnit 13.2 Ændret krav til sladrebrønd og beskyttelsesarbejde.
- Nyt afsnit 14 krav til beregningsdokumentation.
- Afsnit 15, bilag 1 bullet f) afvigerapport og tilladelsen fra Banedanmark.
- Afsnit 15, bilag 2, fejlretning enheder.
- Nyt afsnit 15, bilag 5 - Den geotekniske risikovurdering 3.0.
- Nyt afsnit 15, bilag 6 - LedningsX Rådgiver krav og kvalifikationer.

10 BN1 SIKKERHEDSMÆSSIGE KRAV

Nedenstående BN1-krav er minimumskrav. Der er fastsat skærpede BN2-krav i henhold til afsnit 11, 12 og 13, som også skal overholdes.

Ejere af ledningsanlæg, både interne såvel som eksterne, skal sikre registrering i LER iht. LER-Loven.

Enhver graveaktør, skal forud for gravearbejder i jorden, indhente LER-oplysninger ved nyanlæg, ændring eller renovering af ledningsanlæg ved og i nærheden af arealer hvor Banedanmark er infrastrukturforvalter.

10.1 Opgravningsfri ledningsetablering

I forbindelse med udførelse af arbejde omkring spor, der vurderes at påvirke sporets beliggenhed, fremgår krav i BN1-38 [37].

10.2 Kabelpløjning

Ved kabelpløjning må der ikke nedpløjes kabler, hvor der på baneskråning er stabilt grus som underballast iht. tværprofilet i BN1-6 [1].

Note 10.2-1
I henhold til TM 62 [39], (BN1-188 [34], BN1-185 [43]) skal stabilitet af banens underbygning eftervises.

Kabelpløjning på baneskråning med stabilt grus som underballast tillades dog, hvis begge nedenstående krav er opfyldt:

- Oversiden af underballasten komprimeres, så overfladen er helt jævn med hældning 40 ‰ mod baneskråning, iht. BN1-6 [1]. Hvis det er nødvendigt at supplere med underballast for at opfylde kravet, skal der suppleres med stabilt grus iht. BN2-19 [52]. Komprimeringen af stabilt grus skal opfylde kravene i AAB Stabilt grus [25].
- Kablet placeres så langt uden for ballastprofilet, at ovenstående komprimering kan udføres uden at beskadige ballastprofilet.

10.3 Nedgravning af langsgående interne ledninger på baneskråning

Ved nedgravning af langsgående ledninger på baneskråning, tillades den opgravede råjord indbygget under råjordsplanum, hvis alle nedenstående krav er opfyldt:

- Råjorden adskilles ved opgravningen fra ballast og underballast.
- Råjorden er ikke oplødt.
- Råjorden tilbagefyldes på samme sted, som den er gravet op.

Note 10.3-1

I henhold til TM 62 [39], (BN1-188 [34], BN1-185 [43]) skal stabilitet af banens underbygning eftervises.

Hvis ikke alle ovenstående krav kan opfyldes, skal der i stedet tilfyldes med stabilt grus. Råjordsplanum skal komprimeres ved at køre 4 gange over med en pladevibrator.

Note 10.3-2

Da stabilt grus indeholder sten og derfor kan give skader på nogle ledningsmaterialer, skal det vurderes, om der skal udføres en beskyttelse af ledningerne

10.4 Forudsætninger ved beregning

Ledningsanlæg skal beregnes efter DS 437 [3]. Trafiklasten skal dog forøges til LM71 ved at forøge akseltrykket til 540 kN og linjelasten (metervægten) til 110 kN/m.

Hvis der anvendes beskyttelsesor tillades det at se bort fra den ydre belastning ved beregning af ledningen i beskyttelsesorret.

Beskyttelsesor skal udover den ydre belastning af jord og trafik beregnes for det indre tryk, som kan opstå i forbindelse med brud på ledningen i beskyttelsesorret. Sidstnævnte lasttilfælde kan betragtes som et ulykkeslasttilfælde.

Ved eftervisning af beskyttelsesorrets bæreevne ved brud på ledninger for fjernvarme, damp og varmt vand skal derudover forudsættes en maksimal varmepåvirkning fra rørsprængningen, idet varmetransport/-afgivelse til omgivelserne ikke må indregnes.

For ledningsanlæg under spor skal anvendes høj konsekvensklasse i henhold til DS 475, afsnit 4.2.3 [10].

Ledningsanlæg og eventuelle beskyttelsesor skal beregnes for de sætninger, som kan forventes.

For jordens stivhed (konsolideringsmodul) skal anvendes partialkoefficienten 2.

Note 10.4-1

Der er angivet vejledende værdier for konsolideringsmoduler for fyld i Bilag 2.

På sporarealer skal midlertidig afstivning af udgravninger beregnes efter DS/EN 1997-1-1 [35] og (BN1-188) [34]. Laster og projekteringstilfælde skal fastlægges i henhold til BN1-krav i BN1-59 [11].

10.4.1 Ledningsanlæg af plast

Ledningsanlæg udført i plast af PE, skal beregnes iht. DS 430 [15], og skal dimensioneres for den ydre belastning fra jord og trafik jf. afsnit 10.4, dog frafaldes kravet i tilfælde, hvor nedenstående krav er opfyldt:

- Beskyttelsesrøret kan modstå et indre overtryk på 10 bar, uden at ringspændingen overskrider en maksimal regningsmæssig trækspænding på $\sigma_s = 5$ MPa

Note 10.4.1-1

Ovenstående krav svarer til at $S = \frac{1}{2} (de / e - 2) \leq 5$, hvor betegnelserne S, de og e fremgår af DS 430 [15].

- Beskyttelsesrøret opfylder følgende øvrige krav:
 - Jorddækning ved toglast: Maksimalt 6,0 m
 - Ydre rørdiameter: Maksimalt 1100 mm
 - $\frac{\text{Jorddækning}}{\text{Rørdiameter}} > 2,0$

10.4.2 Ledningsanlæg af beton

Betonrør, som udføres ved opgravningsfri ledningsetablering, skal behandles som stive rør jf. DS 437 [3]. Det tillades at undlade at behandle betonelementrør som stive rør, hvis udførelsen sikrer en særlig god kontakt til det omgivende intakte jordlag.

Note 10.4.2-1

Der er angivet vejledende beregningsmetode til beregning af betonelementrør i Bilag 3.

10.4.3 Ledningsanlæg af stål

Ledningsanlæg og eventuelle beskyttelsesrør af stål skal udover kravene i afsnit 10.4 beregnes efter principperne i DS 430 [15].

Ved dimensionering af vægtykkelsen af et stålrør skal der tages højde for den forventede korrosion af røret, som kan opstå i rørets levetid jf. DS/EN 12501-1 [31] og DS/EN 12501-2 [32]. Der henvises i øvrigt til afsnit 12.3.

Note 10.4.3-1
I Bilag 4 er angivet Spanglers formel i henhold til GPTC-Guide [9] tilpasset banenormen.

10.5 Krav til udførelse

Krav i dette afsnit til ledningsanlægs afstand fra foden af baneskråning, afstand fra baneskel, afstand fra spormidte og afstand fra bygværker gælder ikke for gas- og olieledninger, der fører hen til anlæg, som ifølge deres funktion er nødt til at være ved spor eller på perroner. For disse tilfælde skal der gennemføres en risikoscreening, der godtgør, at risikoen er minimeret i praktisk muligt omfang.

Ledningsanlæg med et indre overtryk (f.eks. gas-, olie-, trykvand-, trykkloak-, og fjernvarmeledninger) skal anbringes i beskyttelsesrør.

For gasledninger af stål gælder at beskyttelsesrøret ikke må forringe sikkerheden for medierørets katodiske beskyttelse. Beskyttelsesrør på gasledninger af stål som henføres til Class location 4 (CL4) kan undlades ved installation af kontinuerlig katodisk overvågningssystem mod skader i coatingen.

Beskyttelsesrør af metal må ikke anvendes på banestrækninger elektrificeret med jævnstrøm.

Note 10.5-1
På banestrækninger elektrificeret med jævnstrøm kan anvendes ikke metalliske beskyttelsesrør af eksempelvis PE rør, eller GAP rør (Glas Armeret Polyester), eller FRP rør (Fiber Reinforced polymer) o.lign.

Note 10.5-2
Vedrørende etablering af ledningsanlæg ved elektrificerede jernbanestrækninger henvises i øvrigt til BN2 krav i afsnit 12.4.

Beskyttelsesrør skal afsluttes mindst 3 m fra foden af baneskråningen, og mindst 1 m uden for baneskel. Midlertidige udgravninger for afsender- og modtagegruber skal overholde kravene i TM 62 [39] (BN1-188 [34]/BN1-185 [43]).

Note 10.5-3
For midlertidige udgravninger nær spor i drift anses krav om høj konsekvensklasse, CC3 for opfyldt, når der udgraves over en linje med anlæg $a = 3$ med udgangspunkt 3,0 m fra spormidte forudsat, at jordbundsforholdene mindst svarer til "god underbund" og at der graves over grundvandsspejlet.

Der henvises til notat om Geoteknisk Risikovurdering i Bilag 5 (BN1-185 [43]).

10.5.1 Krav til gas- og olieledninger

Gasledninger skal overholde kravene i GPTC-Guide [9]. Olieledninger skal overholde kravene i ISO 13623 [31].

I forbindelse med designkrav for gas- og olieledninger skal "class location" fastlægges i henhold til GPTC-Guide [9] for gasledninger og i henhold til ISO 13623 [30] for olieledninger. Alle gas- og olieledninger på Banedanmarks arealer eller uden for Banedanmarks arealer indenfor de i tabel 10.5.1.1-1 anførte minimumsafstande skal henføres til Class location 4 (CL4), svarende til en design faktor på 0,40.

I forbindelse med beregning, projektering, udførelse samt drift af naturgasanlæg skal Arbejdsministeriets bekendtgørelse jf. Bek. 414 [27] overholdes.

Transmissions-, fordelings- og distributionsledning til olie og gas tillades ikke udført i plast med mindre krav i GPTC-Guide [9], DS/EN 1555 [26] og DS/EN 12007 [28] er opfyldt.

10.5.1.1 Krav til gas- og olieledningers afstand fra spormidte

Ud over det generelle krav som er angivet i afsnit 10.5s indledende afsnit, skal den mindste vandrette afstand fra spormidte til afslutning af beskyttelsesrør for gas- og olieledning overholde kravene i tabel 10.5.1.1-1.

	1 bar ≤ Ledningstryk ≤ 4 bar	Ledningstryk > 4 bar
Mindste afstand fra nærmeste spormidte	8 m	15 m

Tabel 10.5.1.1-1
Mindste vandrette afstand fra spormidte til afslutning af beskyttelsesrør for gas- og olieledning.

Langsgående gas- og olieledninger uden for baneskel skal overholde de samme afstandskrav som afslutningen af et beskyttelsesrør.

Inden for en afstand af 15 m fra nærmeste spormidte skal jorddækningen være mindst 1,5 m. For en afstand over 15 m og op til 25 m fra nærmeste spormidte skal jorddækningen være mindst 1 m. Der er angivet supplerende krav til lægningsdybde i afsnit 11.2.

Ventiler, måler- og regulatorstationer eller andre overjordiske dele af ledningsanlægget skal overholde de i tabel 10.5.1.1-2 anførte afstandskrav til nærmeste spormidte.

	$1 \text{ bar} \leq \text{Ledningstryk} \leq 4 \text{ bar}$	Ledningstryk $> 4 \text{ bar}$
Mindste afstand fra nærmeste spormidte	15 m	25 m

Tabel 10.5.1.1-2
 Mindste afstand fra spormidte til overjordiske dele af ledningsanlæg.

10.5.1.2 Krav til gas- og olielednings afstand fra bygværker m.v.

Afstanden fra ledningen til bygværker m.v. skal altid være størst mulig.

Minimumsafstanden fra centerlinje rør bestemmes som den største værdi af:

- afstand i tabel 10.5.1.2-1
- $0,75 \times D \times P$ ¹⁾
 hvor
 D = udvendig rørdiameter (meter)
 P = ledningens beregningstryk (bar)

1: Dette gælder ikke ved Class location 4 (CL4), hvor (CL4) forårsages af transmissionsledninger med et indre højt overtryk, idet det da tillades at udskifte 0,75 med 0,30.

Note 10.5.1.2-1
 Transmissionsledninger med naturgas "sweet gas" har et indre højt overtryk på 70-80 bar.

I tabel 10.5.1.2-1 er vist krav til mindste afstande fra bygværker m.v.

Note 10.5.1.2-2
 Kravene til afstande fra bygværker skal dog også overholde kravene i afsnit 11.2 og 12.1.

Bygværk m.v.	$1 \text{ bar} \leq \text{Ledningstryk} \leq 4 \text{ bar}$	Ledningstryk $> 4 \text{ bar}$
Fundamenter, master, sporstopper m.v.	2 m	10 m
Broer, bygninger, overkørsler, overgange og ender af perroner	2 m	20 m
Relæhuse/teknikhytter	10 m	10 m
Relæskabe	5 m	5 m

Tabel 10.5.1.2-1
 Afstandskrav for olie- og gasledningers afstand til bygværker m.v.

Hvis de krævede afstande til bygværker mv. ikke kan opfyldes, eller hvis der ikke er mulighed for afledning af udstrømmende olie eller gas fra beskyttelsesrørets ender jf. afsnit 13.2 skal beskyttelsesrøret beregnes for det samme indvendige tryk som ledningen.

Ledningsanlæg, som krydser stationsområder, skal overholde ovennævnte krav til afstande fra overgange og fra ender af perroner.

Note 10.5.1.2-3

Med hensyn til gasselskabernes specifikke krav henvises til det aktuelle gasselskab.

11 BN2 FÆLLES KRAV

Ud over fælles krav i afsnit 11, er der i afsnit 12, og 13 angivet krav til specifikke ledningstyper og udførelsesmetoder. Hvor der i afsnit 12, og 13 er skærpede krav i forhold til de fælles krav i afsnit 11, er det de skærpede krav, som er gældende.

Intet arbejde med ledninger må påbegyndes inden for arealer, hvor Banedanmark er infrastrukturforvalter, før der er givet skriftlig tilladelse dertil.

Note 11-1

For interne ledninger er drænrør jf. BN1-11 [2] undtaget.

Permanente ledningsanlæg som placeres i banens underbygning skal dimensioneres for samme levetid som banens overbygning, dog mindst 50 år.

11.1 Forundersøgelse

Inden et nyt ledningsanlæg påbegyndes, skal der iht. DS 475 [10] undersøges, om der på arbejdsområdet findes andre ledningsanlæg. Der skal indhentes ledningsoplysninger, såvel for Banedanmarks egne ledninger via Tekdok@bane.dk som for eksterne ledninger via LER. Det skal sikres, at alle ledningsoplysninger er gyldige på det tidspunkt, hvor arbejdet på de aktuelle lokaliteter skal udføres.

Der skal udføres tilstrækkelige forundersøgelser til, at det dokumenteres, at der ikke sker skade på banens anlæg under arbejdets udførelse.

Note 11.1-1

Forundersøgelser kan være en geoteknisk undersøgelse eller en geoteknisk risikovurdering (Bilag 5).

For ledninger med en udvendig diameter $d \geq 0,5$ m skal der udføres en geoteknisk undersøgelse til vurdering af jordbunds- og grundvandsforholdene, herunder om primære eller sekundære vandspejl vil medføre en risiko for banens stabilitet under arbejdets udførelse, og hvad man i givet fald kan gøre for at undgå denne risiko.

Note 11.1-2

En geoteknisk undersøgelse skal normalt indeholde en boring på hver side af banen og et tværprofil af sporarealet, hvorpå borerne og ledningen er indtegnet. Ved brede sporarealer bør der udføres flere borer, så der højst er 25 m mellem borerne. Bemærk, at der i afsnit 12.1 er specielle krav til både grundvand og stabilitet, når ledningen etableres ved opgravningsfri ledningsetablering.

På arealer, hvor Banedanmark er infrastrukturforvalter, som er kortlagt efter jordforureningslovens bestemmelser, skal der indhentes forureningsoplysninger fra

Banedanmarks miljøsagsbehandler via miljoeoenergi@bane.dk, om der er forurening på stedet.

Note 11.1-3

I henvendelsen til miljøsagsbehandler oplyses om nærmeste byer samt fra km til km. Banedanmark står for indhentning af nødvendige § 8 tilladelser.

Dokumentation for udført forureningsundersøgelse eller geotekniske undersøgelsesrapporter skal arkiveres jf. Banedanmarks ledelsessystem. Det er rådgivers ansvar at sikre, at boringsdata registreres i GEUS (Jupitar database).

11.2 Tracé og placering

Eksterne (fremmede) ledninger må ikke anbringes permanent ophængt på broer.

Væskebærende ledninger tillades ikke fremført i eventuelle indstøbte foringsrør i Banedanmarks broer og tunneler.

Ledninger skal lægges, så der er tilstrækkelig sikkerhed mod brud og deformation af nærliggende eksisterende eller planlagte konstruktioner (broer, bygninger, baneskrånninger, relæhuse/teknikhytter, master, sporstopper mv.). Sikkerheden skal vurderes som angivet i DS/EN 1997[35].

11.2.1 Tværgående (krydsende) ledninger

Kravene i dette afsnit gælder ikke for tværgående ledninger, som kun placeres i perroner.

Tværgående ledninger skal lægges vinkelret på sporet med en afvigelse på højst 15°.

Tværgående eksterne ledninger skal lægges under kabler og ledninger, der går langs sporet.

Afstanden fra en krydsende ledning til et kabel / ledningsanlæg, som går langs sporet, skal overholde afstandene i den vejledende tekst/tabel i DS 475 [10]. Afstanden skal dog mindst være 0,40 m målt lodret.

Tværgående ledningsanlæg må ikke gå under sporskifter og sporskæringer. Det samme gælder placering under tilstødende områder op til enderne af sporskifter og sporskæringer med en udstrækning på 10 m.

Note 11.2.1-1

Enderne af sporskifter og sporskæringer er indeholdt i BN1-14 [48].

Afstanden fra laveste skinneoverkant (SO) og til øverste overflade på tværgående ledningsanlæg (evt. føringsrør eller beskyttelsesrør) skal mindst være 1,6 m målt lodret. For olie- og gasledninger skal denne afstand dog være større afhængig af det aktuelle tryk i ledningen som angivet i tabel 13.1-1. Der er angivet skærpede krav for opgravningsfri ledningsetablering i afsnit 12.1.

Fra bund af en banegrøft, der opfylder kravet til tværprofil angivet for større ombygning i BN1-11 [2], skal der, målt lodret, mindst være 0,50 m ned til øverste overflade på ledningsanlægget.

Note 11.2.1-2

Den faktiske banegrøft ligger ofte højere end angivet på tværprofilen i BN1-11 [2].

Ledningsanlæg, som lægges under eksisterende spor, skal udføres ved opgravningsfri ledningsetablering.

11.2.2 Langsgående ledninger

Eksterne ledninger må ikke føres langs med sporet på arealer, hvor Banedanmark er infrastrukturforvalter. Undtaget herfor er dog ledninger i perroner.

Afstanden mellem parallelførte ledninger skal overholde afstandene i de vejledende tekster/tabeller i DS 475[10].

11.3 Udførelse

Ledninger skal udføres efter DS 437 [3], DS 475 [10], DS 430 [15], DS/EN 1610 [18], DS 442 [20], DS/EN 13941-2 [21] og DS/EN 12201-1 [44].

Gas og olieledninger skal udføres efter GPTC-Guide [9] og ISO 13623 [30], gasledninger skal tillige udføres efter DS/EN 12007 [28].

Ledningsanlæg på eller uden for arealer, hvor Banedanmark er infrastrukturforvalter, skal udføres uden at bringe sikkerheden af jernbanen i fare.

Note 11.3-1

For krav vedrørende arbejde i spor henvises til SR [19], ORS [49] og ORF [50]. For krav vedrørende midlertidige udgravninger henvises til BN1-6 [1], BN1-105 og BN1-106 [14] samt TM 62 [39].

Udførelsesaktiviteter som gravning tæt på spor i drift og underboringer under banen kan kræve sporspærring eller hastighedsnedsættelse jf. BN1-38 [37].

Hvis der i forbindelse med udgravningen stødes på ukendt forurening (ved lugt eller ved syn), skal arbejdet indstilles og byggeledelsen og Banedanmarks miljøsagsbehandler underrettes. Arbejdet kan først genoptages efter byggeledelsens godkendelse.

11.4 Dokumentation og afmærkning

Registrering af eksterne ledningsanlæg skal ske i henhold til DS 462 [6]. Ledningsanlæg skal være afmærket i henhold til DS 437 [3], DS 475 [10] og DS 430 [15]. Hvor ledningsanlægget krydser spor, skal afmærkningen vise ejerskabet til ledningsanlægget.

For ledningsanlæg, der fører gas, vand, fjernvarme, kloak mv., skal der i skellet opsættes pæle over ledningen med identifikation. På brede sporarealer kan der stilles krav om supplerende pæle nær spor. Ved gasledninger skal afmærkningspælene være forsynet med navn og telefonnummer på ledningsejerens fejlretningstjeneste.

Hvor der etableres højspændingskabler, skal der skiltes som anført i Kabelskilte [7].

Der skal foretages dokumentation af sporets relative beliggenhed før og efter et borearbejde iht. BN1-38 [37].

12 BN2 KRAV TIL LEDNINGSTYPER OG UDFØRELSESMETODER

Ledningsanlæg skal overholde de fælles krav i afsnit 11. Derudover gælder de i nærværende afsnit specifikke krav. For beskyttelsesrør skal kravene i afsnit 13 også være opfyldt.

12.1 Opgravningsfri ledningsetablering

Ledninger, som udføres ved opgravningsfri ledningsetablering, skal opfylde kravene i DS/EN 12889 [22] og skal udføres med styrbare metoder, som angivet i No-Dig AAB Styrbare metoder [38]. Ved styrede borer og pilotrørsboring med efterfølgende gennempresning af rør, skal den entreprenør, der skal udføre disse, være godkendt til at arbejde på arealer, hvor Banedanmark er infrastrukturforvalter.

Entreprenører, der udfører ledningsarbejder på arealer, hvor Banedanmark er infrastrukturforvalter, skal have et kvalitetsstyringssystem, der efterlever intentionerne i DS/EN ISO 9001 [23]. Samtidig skal entreprenørerne opfylde kravene, som er angivet i Bilag 1 og i No-Dig Byggherrevejl. [24], bortset fra de dele, som vedrører medlemskab af kontrolordningen.

Note 12.1-1
Dokumentation for at leverandøren lever op til etablerede jernbanesikkerhedsmæssige standarder findes i DS 21000 [45].

Ledninger, som udføres ved opgravningsfri lægning, skal overholde de i BN1-105 og BN1-106 [14] og DS 415 [16] angivne afstande til eksisterende konstruktioner, idet ledningen sidestilles med en uafstivet udgravning.

Note 12.1-2
Figurer V 7.5 i DS 415 [16] er informative og skal verificeres efter gældende norm [35] DS/EN 1997-1:2007, 2. udgave, version 2007.06.22. Geoteknik Del 1: Generelle regler inkl. DK NA:2021.

Det skal dokumenteres, at rørledningsmaterialet under installationen ikke udsættes for et spændingsniveau der er større end det spændingsniveau, som rørledningen er dimensioneret for.

Med hensyn til krav i forbindelse med korrosion af et beskyttelsesrør, der bruges som føringsrør, henvises til afsnit 12.3.

Ved opgravningsfri ledningsetablering, som udføres ved styret boring, skal afstanden til drænledninger og faskine mindst være 2 m.

Hvis der skal etableres flere ledninger ved opgravningsfri ledningsetablering, skal afstanden mellem ledningerne være lige så stor som afstanden fra laveste skinneoverkant (SO) og til øverste overflade på tværgående ledningsanlæg (evt. føringsrør eller beskyttelsesrør).

LA forhold i BN1-38 [37] skal vurderes efter krav til en teoretisk sætningsberegning i afsnit 12.1.1.

Det cirkulære hulrum (kaldet "overcut" i DS/EN 12889 [22]) omkring en installeret ledning skal efterinjiceres med fast materiale, hvis overcutteret er større end:

- 25 mm for ledninger med diameter mindre end 400 mm
- 10 mm for ledninger med diameter $400 \text{ mm} < d < 800 \text{ mm}$
- 0 mm for ledninger med diameter større end 800 mm

Efterinjiceringen tillades ved styret boring udført i samme proces, hvor det ydre rør trækkes gennem borehullet, hvis efterinjiceringen udfylder hulrummet og mindst opnår styrke og stivhed som den omgivne naturlige aflejring.

Note 12.1-3

Det cirkulære hulrum ("overcut") omkring en installeret ledning dannes overvejende ved at bruge borehoved eller reamer med en større diameter end den ydre diameter af den installerede ledning.

Ved styret boring kan materialet, som udfylder hulrummet, mindst opnå en styrke og stivhed som den omgivne naturlige aflejring ved f.eks. at injicere med cement eller andet materiale i rette forhold gennem en eller flere separate slanger.

Hvis et beskyttelsesrør for en trykledning etableres vha. et ikke blivende føringsrør, skal afstanden mellem beskyttelsesrørets yderside og føringsrørets inderside være mindst mulig og maksimalt 20 mm. Hvis mellemrummet fyldes med fast materiale, bortfalder afstandskravet på 20 mm.

12.1.1 Lægningsdybde

Hvis der foretages opgravningsfri etablering af et rør, skal afstanden fra laveste skinneoverkant (SO) og til øverste overflade på tværgående ledningsanlæg (evt. føringsrør eller beskyttelsesrør) mindst være:

- 10 gange ledningsdiametere plus 1,0 m ved opgravningsfri ledningsetablering med styrbar jordfortrængning (lukket rør). Kravet i afsnit 11.2 skal dog også være opfyldt.
- 2,0 m under SO ved underboring og gennempresning uden jordfortrængning.

- 7 gange reamerens diameter + 1,0 m ved styret boring.

Der skal udarbejdes en teoretisk sætningsberegning, som viser den forventelige sætning ved den anvendte metode under antagelse af, at der ikke sker opfyldning af overcut.

Note 12.1.1-1

Hvis der etableres flere ledninger ved opgravningsfri ledningsetablering kan der herudover udarbejdes en teoretisk overlapsberegning, hvor det påvises at sætningerne ikke akkumuleres, alternativt kan ledningerne flyttes fra hinanden, således at der ikke sker overlap mellem sætningstragtene.

Afhængig af den beregnede sætning, kan man vælge en større lægningsdybde, eller at forfine sætningsberegningen, således en evt. hastighedsnedsættelse kan undgås jf. BN1-38 [37].

12.1.2 Udførelse

Ved opgravningsfri ledningsetablering skal de sikkerhedsmæssige krav i afsnit 10.1 være opfyldt. Derudover gælder nedenstående krav.

Hvis der foretages opgravningsfri ledningsetablering med styrbar jordfortrængning (f.eks. pilotrørsmetoden), må rørets udvendige diameter ikke overstige 200 mm.

Hvis der foretages opgravningsfri ledningsetablering ved styret boring, må rørets udvendige diameter ikke overstige 400 mm.

Følgende skal være opfyldt ved en ubemandet gennempresning eller underboring af et rør, med mindre der anvendes en metode med stabiliseret borefront:

- Den indvendige diameter må ikke overstige 1 m, uden at der etableres en skinneafstivning.
- Der skal til enhver tid være en prop af jord i fronten af røret med en længde på 4 gange rørets diameter.

Hvis en gennempresning udføres med manuel udgravning, må ledningsdiametere ikke overstige 1,2-1,5 m afhængig af jordbundsforholdene, uden at der etableres en skinneafstivning.

Presse- og modtagegrube for eksterne ledninger skal etableres uden for skel, dog maksimalt 25 m fra skel. Begge gruber skal være udgravet, inden den opgravningsfri ledningsetablering påbegyndes.

Note 12.1.2-1

Det er en fordel at udføre ledningsetableringen fra den side, hvor bundkoten er lavest, da vand så nemmere kan løbe ud. Der skal som beskrevet i afsnit 11.1 udarbejdes en geoteknisk risikovurdering for at klarlægge i hvilken grad projektets jordarbejder, herunder eventuelle grundvandsændringer kan påvirke jernbanens sikkerhed.

Inden udførelse af opgravningsfri ledningsetablering med en åben bore- eller gravefront skal et eventuelt grundvandsspejl være sænket til under rørets bund på hele den opgravningsfri ledningsstrækning. Hvis jordbundsforholdene indebærer en risiko for, at der kan stødes på vandfyldte sandlommer under den opgravningsfri ledningsetablering, skal der fastlægges en strategi for, hvordan fronten af røret kan lukkes hurtigt, hvis man støder ind i vandførende sandlommer. Inden bore- eller gravefronten åbnes igen, skal sandlommen være afvandet.

Note 12.1.2-2

I moræneaflejringer og i fyldlag, som indeholder ler, er der altid en risiko for, at der er vandfyldte sandlommer.

Det er en fordel at udføre ledningsetableringen fra den side, hvor bundkoten er lavest, da vand så nemmere kan løbe ud.

Ved pauser i en opgravningsfri ledningsetablering skal bore- eller gravefronten lukkes, så udflydning og evt. skred hindres.

Der må ikke anvendes spuling eller vibrationer ved etablering af ledninger under banen.

Der må ikke anvendes sprængning til fjernelse af forhindringer foran rør, som udføres ved opgravningsfri lægning.

Hvis der er risiko for banens stabilitet, skal det vurderes, om der skal indlægges en skinneafstivning i sporet.

Note 12.1.2-3

Vurdering af banens stabilitet fremgår af den geotekniske rapport, jf. afsnit 11.1.

Hvis der skal anvendes skinneafstivninger, skal skinneafstivningerne have en længde, så de går uden for linjer med anlæg 1,5 (dvs. den vandrette længde er 1,5 gange den lodrette længde) fra begge sider på ledningens bredeste sted til svelleunderside. Understøtningerne af skinneafstivningerne skal beregnes jf. BN1-59 [11], så de kan tåle, at jorden inden for de 2 linjer skrider væk.

Note 12.1.2-4

Skinneafstivning kan udføres som angivet i TM 63 [40].

Hvis der ved opgravningsfri ledningsetablering bruges boremudder, skal boremuddertrykket løbende kontrolleres i enhver af de delprocesser, hvor der anvendes boremudder under tryk. Forholdsregler skal tages for at undgå terrænhævninger eller opskydninger på grund af højt boremuddertryk. Det skal også løbende vurderes, om der er tegn på overforbrug af boremudder. Hvis der er det, skal trykket på boremudderet nedsættes.

Ved opgravningsfri ledningsetablering under en baneskråning skal det vurderes, om der skal udføres en sikring af baneskråningen på modtagesiden.

Note 12.1.2-5

En sikring af baneskråning kan f.eks. udføres ved at lægge noget friktionsmateriale op på baneskråningen.

Efter ledningsetableringen skal det vurderes, om sporkassen eller afvandingssystemet er blevet tilstoppet i forbindelse med opgravningsfri ledningsetablering. Hvis der er mistanke om det, skal dette undersøges nærmere ved f.eks. TV-undersøgelse og/eller opgravning. Derefter skal det vurderes, om skærver og/eller afvandingssystemet skal renses, og om drængrus skal udskiftes.

12.2 Ledningsanlæg i åben grav

Hvis ledningsarbejdet udføres under trafikeret spor, skal udgravningen afstives med en tæt afstivning, som vurderes jf. TM 62 [39] og sporafstivning eller skinneafstivning skal indlægges.

Ud over kravene i afsnit 11.3 skal følgende krav til udførelsen være opfyldt:

- Støtte og udjævningslag skal udføres af grovbeton.
- På sporarealer skal tilfyldning ske med sand eller grus, som komprimeres, således at det opfylder kravene i AAB Ledningsanlæg [13].
- Underballast og ballastgrus/skærveballast skal retableres, så kravene i BN1-6 [1] og BN2-19 [52] er opfyldt.

Større kabelanlæg, som føres på tværs af spor, skal lægges i hulblokke eller omstøbte føringsrør. Det tillades, at to enkelte rør i samme niveau lægges side om side uden omstøbning. Afstanden mellem rørene skal opfylde kravene i afsnit 11.2.

Eventuelle gravekasser skal i forbindelse med komprimeringen løftes i takt med, at omkringfyldningen komprimeres.

Olie- og gasledninger må ikke aktiveres i en åben grav. Trykprøvning og andre konstruktive forhold omkring etablering af olie- eller gasledninger i åben grav skal følge retningslinjerne i ISO 13623 [30] hhv. GPTC-Guide [9].

12.3 Korrosionsbeskyttelse af stålrør

Korrosion af stålrør i jord skal vurderes jf. DS/EN 12501-1 [31] og DS/EN 12501-2 [32], og der skal iværksættes en effektiv korrosionsbeskyttelse, som sikrer at stålrøret i hele dets levetid har tilstrækkelig sikkerhed overfor de påvirkninger, som røret er dimensioneret for.

Hvor der anvendes beskyttelsesrør skal risikoen for korrosion som følge af miljøet i selve beskyttelsesrøret kortlægges og forebygges. Det gælder både stålledningen og et eventuelt beskyttelsesrør af stål.

Note 12.3-1

Anvendelse af katodisk beskyttelse i sammenhæng med beskyttelsesrør kræver nøje overvejelser, da beskyttelsesrøret kan reducere effektiviteten af den katodiske beskyttelse.

Note 12.3-2

Der henvises til GPTC-Guide [9] vedrørende krav om, at forslag til korrosionsbeskyttelse af transmissionsledninger skal forelægges Arbejdstilsynet til godkendelse.

Der henvises til Bek. 414 [27] vedrørende krav, om at den korrosionsbeskyttende overfladebehandling skal suppleres med katodisk beskyttelse, inklusiv inspektionsplaner og –procedurer, som skal være indrettet således, at dens effektivitet kan overvåges.

Olie- og gasledninger samt beskyttelsesrør skal udvendigt forsynes med en korrosionsbeskyttende overfladebehandling. Integriteten af rørets overfladebehandling skal dokumenteres før installation ved anvendelse af en "holiday detector" (gnistprøvning).

Note 12.3-3

Hvis røret bruges som føringsrør ved en opgravningsfri ledningsetablering, bør der anvendes en slidstærk overfladebehandling som polypropylen eller tilsvarende.

Note 12.3-4

Anvendelsen af overfladebehandling af beskyttelsesrør i stål, som benyttes som føringsrør ved en opgravningsfri ledningsetablering bør vurderes i forhold til korrosionsrisikoen, herunder den som hidrører fra miljøet i beskyttelsesrøret. Dette kan føre til at den passive korrosionsbeskyttelse i form af overfladebehandlingen bør suppleres med en aktiv i form af en påtrykt strøm. Såfremt der anvendes en overfladebehandling bør denne kontrolleres for defekter efter etablering.

Samlinger af beskyttelsesrør skal overholde de samme krav som beskyttelsesrøret med hensyn til korrosion.

Hvis der projekteres katodisk beskyttelse af et ledningsanlæg, skal udformningen af denne følge BN1-159 [4].

12.3.1 Supplerende krav til beskyttelsesrør

Olie- og gasledninger må ikke have metallisk forbindelse med beskyttelsesrør af stål.

Olie- eller gasledningen, der føres i beskyttelsesrøret, skal forsynes med et tilstrækkeligt antal elektrisk isolerende afstandsholdere, for at undgå muligheden for kontakt mellem rørledningen og beskyttelsesrøret. Afstandsholderne skal placeres ækvidistant igennem beskyttelsesrøret samt være beregnet for en last svarende til, at rørledningen, der føres i beskyttelsesrøret, er vandfyldt. Ved beskyttelsesrørets ender skal afstandsholderne regnes for et lastbidrag som følge af risiko for sætninger jf. DS/EN 1594 [29].

12.4 Ledningsanlæg ved elektrificerede jernbanestrækninger

Ved banestrækninger elektrificeret med vekselstrøm eller jævnstrøm kan ledningsanlæg af stål påvirkes induktivt af kørestrøm. Påvirkningerne kan betyde berøringsfare med ledningsanlægget eller fare for korrosion. Ledningsejeren skal selv sørge for, at denne påvirkning ikke overskrider de fastsatte bestemmelser i Bekendtgørelse nr. 1114 [51]/1608 [46] fra Sikkerhedsstyrelsen [8] og EN 50110 [47].

Påvirkningen af nærførte ledningsanlæg må ikke overskride bestemmelserne i Håndbog om nærføring [5].

Note 12.4-1
For ledningsanlæg på områder med køreledningsanlæg henvises til bestemmelserne i BN1-105 og BN1-106 [14].

For olie- og gasledninger i stål skal der træffes sikkerhedsforanstaltninger mod fare ved induktion jf. GPTC-Guide [9] og DS/EN 1594 [29].

12.5 Gennemløb

Gennemløb under banen skal dimensioneres og udføres som angivet i BN1-11 [2].

12.6 Elkabler

Eksterne stærkstrømskabler skal lægges i beskyttelsesrør af PE, som skal opfylde kravene i afsnit 10.4.1, hvis de er tættere end 5 m fra nærmeste spormidte, eller hvis de skal under spor.

Note 12.6-1
Vedrørende øvrige krav til elkabler henvises til Elsikkerhedsloven [8].

12.7 Banedanmarks egne ledninger

Bortset fra de krav, som er angivet specielt for eksterne ledninger, skal Banedanmarks egne ledninger opfylde kravene i banenormen. I dette afsnit er angivet supplerende krav til Banedanmarks egne ledninger.

Note 12.7-1
Vedrørende øvrige regler for interne ledningsanlæg henvises til BN1-105 og BN1-106 [14].

Ledningsanlæg, som bruges til afvanding af spor, skal foruden denne banenorm også udføres efter BN1-11 [2]. Hvor der for disse ledninger er forskel på krav i BN1-11 [2] og i denne banenorm, er det kravene i BN1-11 [2], som er gældende.

Der skal indhentes tilladelse hos Banedanmarks GFS for broer til ophængning af ledninger på bygværker som tunneler, broer, støttemure m.m.

Note 12.7-2
For øvrige krav til udførelse af ledningsanlæg til Banedanmarks infrastrukturanlæg, som ophænges på broer, henvises til BN1-105 og BN1-106 [14].

Ledningsanlæg eller komponenter til ledningsanlæg (f.eks. kabelrender) må ikke hindre afvanding af sporet eller selv fungere som drænsystem.

Kabelrender, der benyttes til gassporskiftevarme, må kun indeholde gasrør samt tilhørende kabler til styring og overvågning af gassporskiftevarmen. Kabelrenderne må ikke have forbindelse til andre kabelrender, da eventuel udsivende gas kan trænge ind i f.eks. bygninger via andre kabelrender.

Kabler, som krydser spor, skal lægges beskyttet - fortrinsvis i hulblok eller føringsrør.

12.7.1 Tracé og placering

Kravene i dette afsnit gælder ikke for ledningsanlæg, som kun placeres i perroner og for kabelrender på/under broer.

Note 12.7.1-1
For broer findes geometriske krav i BN1-59 [11].
De geometriske krav gælder også for kabelrender.

Langsgående ledningsanlæg, som fører frem til Banedanmarks infrastrukturanlæg (f.eks. spor) eller indgår i dette, skal etableres i en afstand på mindst 2,50 m fra spormidte, målt vandret. På stationsområder tillades sådanne ledningsanlæg dog placeret midt mellem sporene.

Komponenter over jorden (brønde, kabelbrønde m.v.), som indgår i ledningsanlæg, skal holde samme afstand, regnet til nærmeste flade mod spormidten. Hvor pladsforholdene kræver det, tillades brønde dog placeret mindst 2,3 m fra nærmeste spormidte.

For langsgående ledningsanlæg, som placeres nærmere end 3,5 m fra nærmeste spormidte, gælder, at afstanden fra laveste skinneoverkant (SO) og til øverste overflade på ledningsanlægget mindst skal være 1,3 m målt lodret.

Ledningsanlæg, som placeres længere væk end 3,5 m fra spormidte, skal lægges mindst 0,5 m under terræn på fri strækning og 0,75 m under terræn på stationsområder. Strømførende ledninger tillades dog helt lokalt ved Banedanmarks infrastrukturanlæg placeret højere.

For langsgående kabelrende over jord gælder, at de af hensyn til ballastrenseprofilen iht. BN2-4 [53] skal placeres udenfor planumsbredden jf. BN1-6 [1].

Ved placering af kabelrende over jord og af hensyn til rømning fra spor iht. arbejdsmiljøloven [54] fremgår mindste afstandskrav af tabel 12.7-1:

	$V \leq 120 \text{ km/h}$	$V > 120 \text{ km/h}$
Mindste afstand fra nærmeste skinne	2,75 m	3,25 m

Tabel 12.7-1 Mindste afstandskrav ved kabelrende over jord.

Kabelrender i adgangsveje skal være gravet ned eller i niveau med terræn, de må ikke udgøre en snubelfare.

Når placeret på fri terræn må en kabelrendes højde over omgivende terræn ikke overskride 20 cm.

Ved placering af kabelrender over jord må de ikke udgøre en hindring for Forst fremføringsprofil.

Note 12.7.1-2
Forst fremføringsprofil er beskrevet i Forst vedligeholdelsespolitik.

Tværgående stropper for beskyttelsesjording på stationsområder, hvor der færdes rangerpersonale, skal føres i kabelrør, der skal nedgraves i en dybde af 10-20 cm under overfladen af ballastlaget.

Signal/telekabler skal føres i eksisterende kabelrør og -brønde.

12.7.2 Udførelse

Nedgravning af langsgående ledninger på baneskråninger skal opfylde kravene i afsnit 10.3.

Krydsning af spor med rørpakker for fiber skal udføres ved styret underboring af føringsrør af PE med en indvendig diameter på minimum $\varnothing 140$ mm, hvis det er hele rørpakken der skal underføres og minimum $\varnothing 100$ mm i indre diameter, hvis det kun er ét rørlag der underføres. På begge sider af banen sættes en trækbrønd.

Ved opgravninger for ledninger må det opgravede materiale ikke lægges på ballasten eller på underballasten.

Hvis opgravningen er udført ved sugning, må ler ikke genindbygges som råjord i ledningsgrave.

Ved tilbagefyldning i ledningsgrave skal råjorden under råjordsplanum komprimeres ved at køre 4 gange over med en pladevibrator. Ballasten og underballasten skal reetableres med de laggrænser, der var inden udgravningen. Underballasten skal reetableres med samme materiale, som der var inden udgravningen, dvs. med stabilt grus, hvor der var stabilt grus, og med veldrænende grus, hvor der var veldrænende grus. Materialerne skal efterleve krav i BN2-19 [52] og opbygningen af tværprofil iht. BN1-6 [1].

Oversiden af underballast af stabilt grus skal komprimeres og kontrolleres iht. AAB Stabilt grus [25]).

Oversiden af underballasten skal efter arbejdets udførelse have en helt jævn overflade med hældning af planum (X_p) iht. BN1-6 [1].

12.7.3 Nedpløjning af kabler

Ved nedpløjning af kabler skal de sikkerhedsmæssige krav i afsnit 10.2 være opfyldt.

Note 12.7.3-1

Ved nedpløjning af kabler på smalle baneskråninger kan der søges om dispensation fra de krav, der i afsnit 12.7.1 er angivet til afstanden fra spormidten. For krav vedrørende udførelse af kabelpløjning henvises til Kabellægning med kabelplov [12].

12.7.4 Ledninger på terræn

Kun ledninger, der anvendes til udvendige anlægsdele i sikrings- og køreledningsanlæg, må etableres permanent direkte på terræn eller i rør på terræn.

Note 12.7.4-1

Ledninger, der anvendes til udvendige anlægsdele i sikrings- og køreledningsanlæg kan være ledninger til f.eks. jording, sporimpedanser, sporisolation, togdetekteringsudstyr, returledninger, sporskiftevarme og ledninger til CBTC og ATC anlæg.

Hvis kabler lægges i kabelrender parallelt med sporet, skal kabelrenden opfylde kravet til afstand fra spormidte, som er angivet i afsnit 12.7.1.

Under anlægsarbejder og lign. skal kabler og kabelbundter sikres ved afmærkning (indhegning) med reflekterende guirlandebånd for at hindre, at de bliver snublelegende.

12.8 Supplerende krav til ledninger med indvendigt overtryk

Ledningerne skal være forsynet med afmærkede stopventiler på begge sider af banen, med mindre ledningsejeren kan dokumentere, at ledninger, der fører væske under tryk (f.eks. olie, trykvand, trykkloak og fjernvarmeledninger) kan stoppes hurtigt ved brud. Ved ikke ringforbundne ledninger er det dog nok at have en afmærket stopventil på tryksiden af banen, hvis det kan dokumenteres, at væsketrykket aftager hurtigt på den anden side af banen. Stopventiler må ikke placeres i en brønd, der skal aflede væsker ved eventuelt brud.

13 BN2 KRAV TIL BESKYTTELSERØR

Kravene i nærværende afsnit gælder for beskyttelsesrør om ledninger med indre overtryk.

Beskyttelsesrør skal overholde kravene i afsnittene 10, 11 og 12. Derudover gælder de i nærværende afsnit specifikke krav.

Beskyttelsesrør må ikke være af beton.

Samlinger af beskyttelsesrør skal overholde de samme krav som beskyttelsesrøret.

Beskyttelsesrør for væskebærende ledninger med indre overtryk udført ved pilotrørsboring eller gennempresning, skal lægges med et ensidigt fald på mindst 3 ‰ mod brønd med afløbsmulighed, som beskrevet i afsnit 13.2. For beskyttelsesrør for væskebærende ledninger udført ved styret underboring frafalder kravet om ensidigt fald mod brønd med afløbsmulighed.

Hvis der anvendes føringsrør til etableringen af et beskyttelsesrør, skal beskyttelsesrørets ender mindst være 0,5 m uden for enderne af føringsrøret.

Ledninger af stål eller duktilt støbejern, som er anbragt i beskyttelsesrør, skal forsynes med støtte eller centreringsanordning, udformet så ydre kræfter ikke overføres til ledningen, og således at overfladebehandlingen ikke beskadiges.

Note 13-1
For øvrige krav til beskyttelsesrør for kabelanlæg henvises til [8].

13.1 Beskyttelsesrør for gas- og olieledninger

De bestemmelser om gasledningers kvalitet, afprøvning og inspektion, som findes i GPTC-Guide [9], gælder også for beskyttelsesrør.

Hvis mellemrummet mellem gasrøret og beskyttelsesrøret skal lukkes, må der ikke bruges svejsninger eller andre påvirkninger, som kan medføre en svækkelse af gasrøret.

Krav til mindste lodrette afstand fra laveste skinneoverkant (SO) til beskyttelsesrørets top fremgår af tabel 13.1-1. Hvis beskyttelsesrøret etableres ved en opgravningsfri ledningsetablering, skal krav til lodrette afstande i afsnit 12.1.1 også overholdes. Hvis

gasledning af stål udføres uden beskyttelsesrør gælder afstandskrav som anført i tabel 13.1-1 for ledningstryk over 4 bar.

	1 bar \leq ledningstryk \leq 4 bar	Ledningstryk > 4 bar
Mindste lodrette afstand	2,0 m	2,4 m

Tabel 13.1-1 Mindste afstand fra laveste skinneoverkant (SO) til beskyttelsesrørets top på gas- og olieledninger

13.1.1 Konstruktive forhold for anvendelse af beskyttelsesrør til olie- og gasledninger

Ved anvendelse af beskyttelsesrør til olie- og gasledninger skal beskyttelsesrøret projekteres under tilstrækkelig hensyntagen til følgende forhold:

- En eventuel risiko for vandindtrængning i beskyttelsesrøret skal, såfremt etableringen af beskyttelsesrøret finder sted uden etablering af brønd, elimineres i henhold til GPTC-Guide [9].
- Beskyttelsesrørets indvendige diameter skal som minimum have en dimension, som tillader en installation af rørledningen, der ikke vil medføre beskadigelse af overfladebehandlingen som beskrevet i afsnit 12.3
- Anvendes tillige katodisk beskyttelse af olie- eller gasledningen, skal der tages hensyn hertil under projekteringen af beskyttelsesrørets indvendige diameter.
- Ved en eventuel sektionering af beskyttelsesrør skal samlinger udføres tæt.

Krav om korrosionsbeskyttelse jf. afsnit 12.3 skal overholdes.

Note 13.1.1-1

Som vejledning for beskyttelsesrørets overstørrelse i forhold til rørledningen, der føres i beskyttelsesrøret, bør den indvendige diameter af beskyttelsesrøret ud over bidrag fra eventuel katodisk beskyttelse være minimum som følgende:

Overstørrelse \geq 50 mm for rørledningsdiameter < 150 mm
Overstørrelse \geq 100 mm for rørledningsdiameter \geq 150 mm

Tallene er kun vejledende og skal i alle tilfælde tilpasses den konkrete situation, herunder beskyttelsesrørets længde.

13.1.2 Konstruktive forhold vedrørende ventilation af beskyttelsesrør til olie- og gasledninger

Der skal være mulighed for afledning af udstrømmende gas fra en eller begge ender af beskyttelsesrøret.

Ved udformning af mulighed for ventilering af beskyttelsesrør skal følgende konstruktive forhold iagttages, bl.a. under hensyntagen til krav fremsat i GPTC-Guide [9] og ISO 13623 [30]:

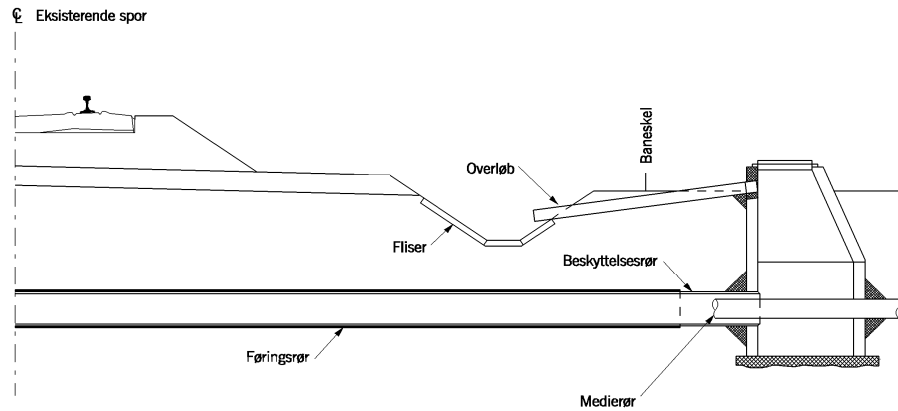
- Ved anvendelse af afluftningskanaler skal disse beskyttes mod vejrlig således, at risiko for vandindtrængning i beskyttelsesrøret hindres. Desuden skal de udføres robust, således at de er sikret mod hærværk.
- Såfremt mulighed for afledning af udstrømmende gas etableres i form af en sandlomme med overflade i terræn, skal sandlommen mindst have et areal på 1 m² i hele dybden fra terræn til ledningen.
- Hvis beskyttelsesrøret for en naturgasledning kun har afledning for udstrømmende gas i den ene ende, skal røret have sådanne dimensioner, at gennemstrømningsarealet mellem beskyttelsesrør og ledning er mindst lige så stort som ledningens tværsnitsareal.
- Hvis beskyttelsesrøret for en naturgasledning har afledning i begge ender, skal gennemstrømningsarealet mellem beskyttelsesrør og ledning mindst være halvt så stort som ledningens tværsnitsareal.
- Beskyttelsesrør for olieledninger skal lukkes olie- og gastæt i den ene ende. I den anden ende skal der etableres afledning for udstrømmende gas og olie.

13.2 Beskyttelsesrør for øvrige ledninger med indre overtryk

På beskyttelsesrør for trykvand-, trykkloak-, og fjernvarmeledninger, skal der i den ene ende etableres brønd uden for skel til arealer hvor Banedanmark er infrastrukturforvalter, til afledning af væsker ved et eventuelt brud. I den anden ende skal beskyttelsesrøret lukkes væsketæt omkring medierøret. Brønden udformes således, at det indvendige tværsnitsareal som minimum er lige så stor som gennemstrømningsarealet mellem beskyttelsesrør og medierør.

For beskyttelsesrør større end $\varnothing 1000$ mm skal brønden udformes som en nedstigningsbrønd, så den også kan bruges til kontrol af beskyttelsesrørets tilstand.

Der skal være afløbsmulighed fra brønden. Overløbsrøret skal have synligt udløb til banegrøft eller udløb væk fra banen, uden risiko for banen. Ved udløb til en banegrøft skal grøften beklædes iht. BN1-11 [2].



Figur 13.2.-1 Eksempel på nedstigningsbrønd til afledning af væske til banegrøft.

14 BN2 – KRAV TIL BEREGNINGSDOKUMENTATION

Den beregningsmæssige dokumentation for visse ledningstyper, kræver at ansøger vedlægger en rådgiver erklæring (tillæg til ansøgning) om, at projektet udføres i overensstemmelse med denne banenorm. Erklæringen underskrives i hånden af en person, som opfylder de i bilag 6 (informativ) krav til kvalifikationer og professionelle erfaringer.

Erklæringen kræves for ledningsanlæg med de i tabellen herunder angivne forhold:

Kriterier for brug af ledningsX rådgiver	
Kriterium	Krav
Trykledning	Krav om tillæg til ansøgning
Andre ledninger ^(*) > 200 mm	Krav om beregning af beskyttelsesrør
Rørdiameter > 1100 mm	Krav om tillæg til ansøgning
Anlægsdybde > 6 m	Krav om dimensionering af PE rør
Jorddækning ÷ rørdiameter ≤ 2,0	Krav om tillæg til ansøgning
Strømpeforinger o.lign. reoveringsprojekter	Krav om tillæg til ansøgning

Tabel 14-1 Kriterier for brug af ledningsX rådgiver.

(*) ledninger som ikke opfylder betingelserne for, at dimensionering af ledninger og beskyttelsesrør for ydre belastning fra jord og trafik kan frafalde.

Den ansvarlige person i TPE Ledning kan ved henvendelse anvise en LedningsX rådgiver.

Når der er foretaget en vurdering i henhold til bilag 6, skal TPE Ledning høres for at kvalitetssikre vurderingen. I tvivlstilfælde inddrages normens indholdsansvarlig TSA.

15. BILAGSOVERSIGT

Bilag 1	Opgravningsfri ledningsetablering, krav til entreprenørers kvalitetsstyringssystem (Normativt)	44
Bilag 2	Vejledende parametre til beregning af rør (Informativt)	45
Bilag 2.1	Fyld, som overvejende består af friktionsfyld	45
Bilag 2.2	Morænelersfyld	45
Bilag 2.3	Moræneler	46
Bilag 2.4	Glacialt smeltevandsler	46
Bilag 2.5	Intakte, glaciale sandaflejringer	46
Bilag 3	Beregning af betonelementrør (Informativt)	47
Bilag 4	Dimensionering af stålrør i henhold til Spanglers formel (Informativt)	49
Bilag 5	Notat, Geoteknisk Risikovurdering version 3.0, 30.08.2019 (Informativt)	51
Bilag 6	LedningsX rådgiver, krav til kvalifikationer og professionelle erfaringer (Informativt)	54

Bilag 1 Opgravningsfri ledningsetablering, krav til entreprenørers kvalitetsstyringssystem (Normativt)

- a) Der skal kunne leveres en generel beskrivelse, der indeholder firmaets metode- og produktbetegnelse, metode- og produktbeskrivelse, herunder tolerancer, anvendelsesområde samt materiale-, produkt- og systemegenskaber.
- b) Der skal kunne leveres dokumentation for indhentning af gravetilladelser og ledningsoplysninger.
- c) Borearbejdet skal planlægges, og der skal foreligge en dokumentation for, at borearbejdet kan udføres uden at beskadige andre ledninger og installationer, samt for at krævede afstande kan overholdes.
- d) Der skal kunne leveres data for installerede ledninger.
- e) Der skal kunne leveres dokumentation for, at installerede ledninger ikke har lidt overlast.
- f) Der skal udarbejdes en afvigerapport ved projektførelse, der afviger fra standardforløb og tilladelse fra Banedanmark.
- g) Der skal kunne leveres væsentlige data vedrørende borearbejdet: Dato, sted, frigravninger, kontrol af afstandsmålere, reamerdiameter, maskintype m.v.
- h) Der skal kunne leveres dokumentation for bortskaffet boremudder.
- i) Entreprenøren skal være omfattet af en *uvildig* ekstern audit af sin kvalitetsstyring, hvor der mindst 1 gang om året aflægges et uanmeldt kontrolbesøg.

Bilag 2 Vejledende parametre til beregning af rør (Informativt)

Nedenstående beregningsmetoder til beregning af konsolideringsmoduler er vejledende. Hvor K -værdien er kritisk, vil det formentligt være påkrævet at udføre en nøjere forsøgmæssig undersøgelse af konsolideringsmodul for intakte aflejringer.

Bilag 2.1 Fyld, som overvejende består af friktionsfyld

Fyld, som overvejende består af friktionsfyld, vil have varierende værdier af konsolideringsmodul K , da K primært afhænger af komprimeringsgraden. Der kan for K anvendes:

$$K = (250 \text{ MPa}) \times (\sigma'/25 \text{ MPa})^a$$

Hvor σ' er den største effektive hovedspænding, og eksponenten a varierer fra $a = 0,9$ ved 90 % Standard Proctor til $a = 0,5$ ved 96 % S.P. Værdier svarende til mindre værdier af a kan kun anvendes efter nærmere undersøgelser.

Bilag 2.2 Morænelersfyld

Morænelersfyld kan erfaringsmæssigt antages at have:

$$K = (10 \text{ MPa}) \times \exp(19,2 (P-1))$$

Hvor P betegner Standard Proctor tæthed som rent tal. Det er en forudsætning, at komprimeringen udføres ved et vandindhold, som ikke er mindre end det optimale.

Konsolideringsmodulet for morænelersfyld kan også anvendes for andre typer lerfyld, men ikke for plastiske og kvældende lerarter, som kræver særlige undersøgelser og overvejelser.

Bilag 2.3 Moræneler

For moræneler i uforstyrret tilstand kan bruges nedenstående empiriske udtryk:

$$K = 40 c_v/w$$

Hvor c_v er vingestykken, og w er vandindholdet som rent tal, eller:

$$K = 20 \text{ MPa} + 1500 \sigma'_a$$

Hvor σ'_a er den effektive aflastningsspænding. Disse udtryk kan næppe opfattes som nedre karakteristiske værdier, men spredningen skulle her kun svare til en faktor 2 på en logaritmisk skala.

Bilag 2.4 Glacialt smeltevandsler

For glacialt smeltevandsler kan anvendes udtryk, der svarer til halvdelen af værdien i formelen for moræneler.

Bilag 2.5 Intakte, glaciale sandaflejringer

For intakte, glaciale sandaflejringer kan anvendes:

$$K = 300 \text{ MPa} \times (\sigma'/1\text{MPa})^{1/2}$$

Idet σ' betegner den største effektive hovedspænding in situ.

Bilag 3 Beregning af betonelementrør (Informativt)

Hvis betonelementrør med diameter mindre end 2 m udføres, så der sikres en særlig god kontakt til det omgivende intakte jordlag, kan anvendes følgende beregningsmetode:

For beregningsmetoder, der anvender ballasttal k til bestemmelse af jordtrykkets variation rundt om røret, antages:

$$k = K/2r$$

Hvor K er konsolideringsmodul for den jord, røret ligger på, og r er rørets radius målt til vægtværsnittets tyngdepunktslinje. Ballasttallet indføres i beregningerne uden yderligere partialkoefficient, da der skal sættes partialkoefficient på K .

Der antages en udgangstrykfordeling, som svarer til en ren hviletrykstilstand. Deformationen defineres af rørtværsnittets art/udformning, og de antagne ballasttal bestemmer herefter en simpel modifikation af trykfordelingen rundt om røret. For et cirkulært rør uden charnierer ville således en deformation svarende til radiale flytninger $w_0 \times \cos 2\theta$ være det naturlige valg, hvor θ er vinkelkoordinaten målt fra rørtoppen svarende til, at w_0 er den maksimale flytning i top (og bund).

For et mini-tunneltværsnit med tre ækvidistante charnierer, hvoraf det øverste ligger i topsnittet, kan antages en deformation bestemt af elastiske krumninger alene i det nederste af de tre tunnelelementer sammen med de heraf følgende vinkeldrejninger i de tre charnierer. Problemet har herefter kun een overtallig, f.eks. det største moment i bundelementet, som kan findes ved en simpel iteration. Iterationen følger af, at stivheden for det nedre tunnelelement reduceres for voksende moment; for armerede elementer bestemmes den for en tilstand uden trækspændinger i betonen.

Med rørstivheden S bestemt af den således reducerede værdi af $EI = M/\kappa$, hvor E og I er henholdsvis elasticitetsmodul og inertimoment for røret, M er momentet, og κ er krumningen i udbøjningsfiguren, kan den relative lodrette diameterændring for trafiklast alene beregnes til:

$$\delta = v_t / (13,3S + 1,24 K)$$

For K kan anvendes en middelværdi mellem værdien over og værdien ved siden af røret. Koefficienterne afhænger af de ovennævnte antagelser om tre charnierer, hvoraf det ene ligger i rørets top, og skal ændres i tilfælde af andre udformninger. Den således bestemte diameterændring δ skal være mindre end 0,002.

Minitunnel-elementerne vil normalt være armeret med jernene placeret midt i vægtykkelsen. Betonen kan derfor regnes revnet overalt i trækzonerne. I overensstemmelse med en anvisning i DS 437 [3] skal det påses, at de under disse forudsætninger beregnede armeringsspændinger ikke overskrider den karakteristiske flydespænding. Herved skal ballasttallene dog stadig indføres som regningsmæssig størrelse.

Bilag 4 Dimensionering af stålrør i henhold til Spanglers formel (Informativt)

I det følgende er gengivet et udtryk for beregning af den totale spænding i et stålrør for olie- og gasledninger, gældende for en rørledning såvel som for et beskyttelsesrør.

I forbindelse med anvendelse af det opskrevne formelsæt skal det indledningsvis overvejes, hvilke kræfter der er til stede, og som derfor skal medregnes. Vedrørende fastlæggelse af design faktor henvises til afsnit 10.5.1s indledende afsnit.

Note Bilag 4-1

Opmærksomheden henledes på, at formeludtrykket ikke tager forhold som termisk ekspansion, sætninger i omkringliggende jord, trykstød m.v. med i beregningen.

Udtrykkene er baseret på en formel fra GPTC Guiden [9] kendt som Spangler's formel og er anerkendt som en acceptabel metode til design af rørledninger, der krydser motorveje og jernbaner.

Det samlede spændingsniveau i [MPa], S_T , som følge af indre tryk og jord- og trafiklast, angivet som henholdsvis S_I og S_E , findes af:

$$S_T = S_I + S_E = \frac{P \cdot D}{2 \cdot t} + \frac{3 \cdot g \cdot K_b \cdot W \cdot E \cdot D \cdot t \cdot 10^{-6}}{E \cdot t^3 + 3 \cdot K_z \cdot P \cdot D^3}$$

$$W = C_d \cdot \rho \cdot B_D^2 + \frac{1,50}{\pi} \cdot \frac{L \cdot D \cdot I}{H^2}$$

hvor

S_T [MPa] = samlet kombineret ringsspænding som følge af indre tryk og jord- og trafiklast,
 $\leq 100\%$ SMYS.

S_I [MPa] = ringsspænding hidrørende fra indre tryk, P, bestemt i henhold til GPTC Guiden §192.105 med "temperature derating" og "joint factor" på 1.

S_E [MPa] = ringsspænding hidrørende fra ydre last.

P [MPa] = indre tryk i rørledningen, der ikke må overstige trykket bestemt i henhold til GPTC Guiden §192.105 under anvendelse af design faktor jf. §192.111 og afsnit 10.5.1.

D [m] = ydre rørdiameter inklusiv eventuel overfladebehandling.

t [m] = effektiv godstykkelse af stålet i henhold til At-Vejledning F.0.1 [9]

K_b [-] = bøjningsmoment faktor jf. GPTC Guiden tabel 192.111ii.

W [kg/m] = samlet ydre last.

E [MPa] = Young's modul for stål.

K_z [-] = deflektionsfaktor jf. GPTC Guiden tabel 192.111ii.

C_d [-] = lastkoefficient jf. GPTC Guiden tabel 192.111iii.

ρ [kg/m³] = densitet af overliggende jord.

B_D [m] = bredden af udgravningen eller diameteren af det borede hul.

L [kg] = aksellast. For L indsættes den regningsmæssige aksellast, dvs. γ_f 540 kN.

I [-] = dynamisk faktor (1,5 for blødt underlag og 1,0 for stift underlag).

H [m] = højden af jorden over rørledningen.

g [m/s²] = tyngdeaccelerationen (regnes som 9,81 [m/s²]).

[-] angiver at parameteren er dimensionsløs.

Bilag 5 Notat, Geoteknisk Risikovurdering version 3.0, 30.08.2019 (Informativt)

Baggrund:

For at få belyst de geotekniske farer, der kan være forbundet med et projekt, kan Banedanmark stille krav om at få udarbejdet en *geoteknisk risikovurdering af projektet set i forhold til Infrastrukturs interesser*.

Risikovurderingen skal udarbejdes af projektets geotekniske rådgiver og godkendes af geoteknisk afdeling i Infrastruktur. Risikovurderingen initieres af TPE/TSA Geoteknik.

Formål:

Formålet med den geotekniske risikovurdering er at klarlægge i hvilken grad et projekts jordarbejder, herunder eventuelle grundvandsændringer i ULS og SLS sammen med ALS, påvirker togdriften i den midlertidige og i den permanente situation.

Lovgivning:

Lov om Jernbane af 27/05/2015.
BEK 661 af 08/05/2015.

Applikation:

Rækkevidden af nærværende notat applikerer i forhold til omtalte jernbanelov. Hvor BEK 661 træder i funktion skal i stedet udarbejdes en geoteknisk projekteringsrapport iht. DS/EN1997-1.

Regelværker , der i relevant omfang skal følges:

BN1-59-4. Tillige TM61 såfremt BN1-59-5 udgives før BN1-188-1 og BN1-185-1.
BN1-6
BN1-38
BN1-11
BN1-13
TM62

Indhold af geoteknisk risikovurdering:

Den geotekniske risikovurdering skal indeholde en beskrivelse af projektet suppleret med planer og målfaste tværsnit i relevant omfang. Deri redegøres for at nye konstruktioner fortsat sikrer banens anlæg i ULS. Derudover skal vurderes, om projektet i såvel udførelsesfasen som

i den permanente situation kan medføre bevægelser af banens underbygning, som kan forplante sig til spor.

Eksempler på hvad en risikovurdering skal beskrive:

Kan en vandret boring under banen med åben borefront forårsage sætninger af sporet på grund af lokale, vandførende sandlag – eller hævnning af spor på grund af store sten eller fortrængning af materiale?

Kan overcutter medføre sætninger i sporet?

Kan nedbringning af spuns ved ramning eller nedvibrering medføre ændrede grundvandsforhold, som kan reducere jordens bæreevne i råjordsplanum?

Kan vibrationer fra nedbringning af pæle eller spuns medføre skader på svagt funderede konstruktioner?

Kan fortrængning af jord ved nedbringning af pæle medføre flytninger af spor?

Tilladelige sætninger og sikkerhedskrav:

I forbindelse med planlægningen af arbejdet skal det vurderes, i hvilken grad arbejdet giver anledning til ændringer af sporets beliggenhed. De sikkerhedsmæssige krav herfor fremgår af afsnit 10.4.1 i BN1-38, mens de supplerende BN2-krav i afsnit 13 i BN1-38 ligeledes skal overholdes, hvorfor der henvises til disse.

I vurderingen skal der i relevant grad tages højde for følgende forhold:

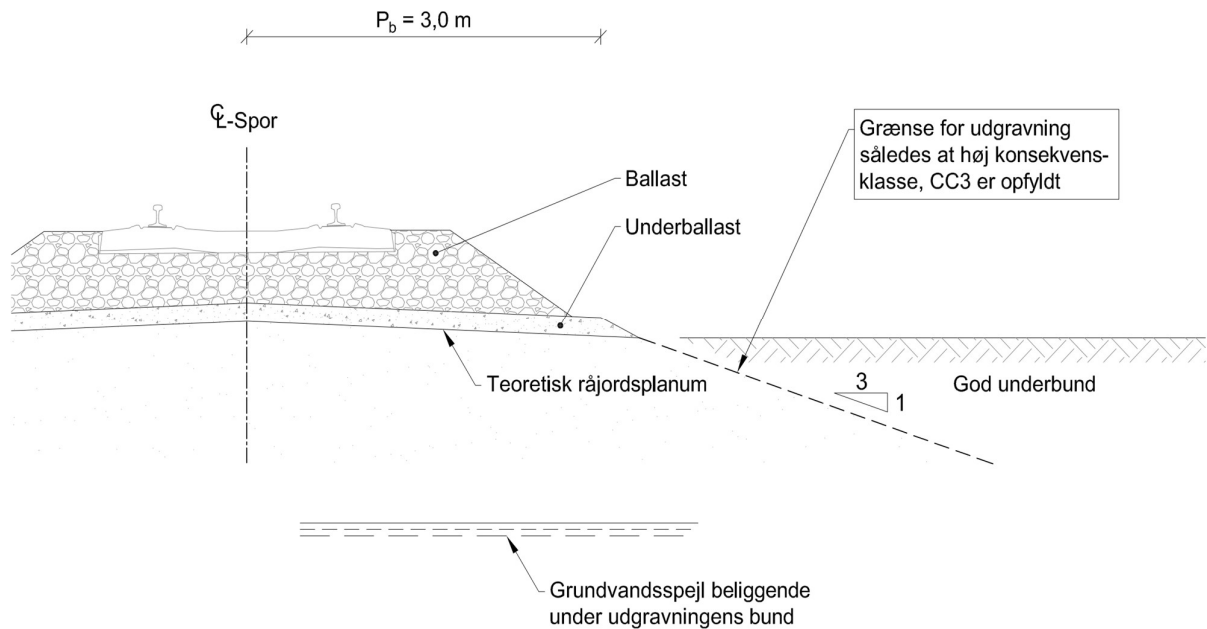
- Sporets aktuelle beliggenhed, som det fremgår af afsnit 13 i BN1-38.
- Sætninger hidrørende fra overcut ved vandrette boringer under banen.
- Risiko for sætninger/hævninger af sporet hidrørende fra hindringer i jorden som f.eks. sten.
- Risiko for sætninger af sporet hidrørende fra vandansamlinger i lokale sandlommer i kombination med åben borefront.
- Risiko for sætninger/hævninger af spor pga. blow-up ved efter-injicering af boringer under banen.
- Største hastighed under og efter arbejdets udførelse, som det fremgår af afsnit 13 i BN1-38 [37].
- Overvågning af sporets beliggenhed, som det fremgår af afsnit 13 i BN1-38 [37].

Krav om høj konsekvensklasse, CC3 i såvel den midlertidige som i den permanente situation for banens jordkonstruktioner skal efterleves (BN1-59 [11] og TM62 [40]). For eksisterende jordkonstruktioner, der ikke opfylder CC3-kravet gælder, at sikkerheden ikke må forringes. Midlertidige byggegruber nær spor i drift skal altid henføres til høj konsekvensklasse, CC3.

For midlertidige udgravninger nær spor i drift anses krav om høj konsekvensklasse, CC3 for opfyldt, når der udgraves over en linje med anlæg $a = 3$ med udgangspunkt 3,0 m fra

spormidte forudsat, at jordbundsforholdene mindst svarer til "god underbund" og at der graves over grundvandsspejlet. Der henvises til figur Bilag 5-1.

"God underbund" er intakte senglaciale, glaciale eller ældre aflejringer med styrker svarende til enten en karakteristisk udrænet kohæsion $c_u > 60$ kPa for kohæsive aflejringer eller en karakteristisk, effektiv, plan, peak friktionsvinkel svarende til $\varphi' > 35^\circ$ (sekantværdi) for friktionsjordarter. For intakte kohæsive aflejringer gælder tillige, at $I_p < 15\%$ (dog 25 % for moræneler) mens der for intakte friktionsjordarter stilles krav om $d_{10} \geq 0,063$ mm og et glødetab på maksimalt 1,0 %.



Figur: Bilag 5-1 Grænse for udgravning med anlæg a = 3 nær spor i drift.

Tilsyn:

I den geotekniske risikovurdering skal det beskrives i hvilken udstrækning, der udføres kvalificeret geoteknik tilsyn. Med kvalificeret geoteknik tilsyn menes en person, der har teoretisk og praktisk indsigt i den aktuelle opgave. CV skal vedlægges.

Gyldighed:

Nærværende notats gyldighed er reduceret til den dag, hvor banenormerne BN1-185-1 og BN1-188-1 implementeres.

Bilag 6 LedningsX rådgiver, krav til kvalifikationer og professionelle erfaringer (Informativt)

Den professionelle person med ansvar for godkendelse af LedningsX sager skal have relevante kvalifikationer og erfaring indenfor sit respektive fagområde indeholdende:

- Underskrevet diplom dokumenterer fuldført uddannelse med vægt på fagområde af ledninger.
- Professionel relevant erfaring indenfor dimensionering af ledningsanlæg.
- Kontinuerlig Professionel Udvikling(KPU) i dimensionering af ledningsanlæg.
- Kunne fremvise medlemskab af professional register, eksempelvis NoDig, sagkyndig o.lign.

Banedanmark arbejder ud fra følgende minimums kvalifikationer og professionelle erfaringer vist i tabel Bilag 6-1 medmindre DK:NA tilsigter andet.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Udd.kvalifikation (ECTS points)	Professionel erfaring	Kontinuerlig Professionel Uddannelse (KPU)	Professionelle kompetencer	Bemærkninger / registrering Professionel kvalifikationer myndighedskrav
Note 1	Note 2	Note 3	Note 4	Note 5
B Sc / B Eng (180-240) Dipl.Ing. / M Sc / M Eng (300)	B Sc / B Eng 5 år – GC2 Dipl.Ing. / M Sc / M Eng 3 år – GC2 og kan fremvise relevante tilegnet specialistviden.	≥ 20 timer pr år		TS's krav ved dimensionering af beton og fremvisning af tildeling fx (KK2) Dokumentation ved anbefaling og curriculum vitae.
<ul style="list-style-type: none"> • Yderligere krav stilles for GC3/høj lægningsklasse. Tillagt +10 år jf. note 2. 				

Tabel: Bilag 6-1

For ledninger som kan placeres i høj sikkerhedsklasse og geoteknisk kategori 2(GC2).

Ad note 1 Eks. Civilingeniør med byggeteknisk baggrund eller "Engineering Geologist"

Ad note 2 Tilegnet relevant faglig specialistviden kunne være som kloakmesteruddannelse.

Ad note 3 Efteruddannelse internt i virksomheden og eksterne kurser i fagregi.

Ad note 4 Den krævede faglige kompetence inklusive kompetenceniveau afhænger af type på røranlæg, hvilke regler i BN1-13 og dets referencer en person vil anvende. Specifikke krav til forskellige tekniske områder kan variere. Eksempler på relevante tekniske områder inkluderer evaluering af ledningsdesign i plast, i stål, i beton og/eller komposit materialer samt numeriske metoder. Endvidere indsigt i risikovurdering og sikkerhedsregelsystemer. Indsigt i udviklingen indenfor den europæiske standardisering.

Ad note 5 Rådgivers ansvarsforsikring på minimum 2,5 mio kr.