

ENHET, VERKSAMHETSOMRÅDE
NT, Transmissionsteknik

BETECKNING/DNR
TR15-04

DATUM
2018-08-29

SAMRÅD
NL, HM
MJ OS

TEKNISK RIKTLINJE

UTGÅVA
2

FASTSTÄLLD
TD
by Ahlberg

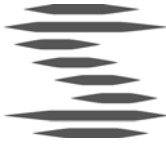
Markundersökning

Inledning

Detta dokument ska fungera som ett styrande dokument för den uppdragstagare som ska utföra markundersökningar i samband med projektering av Svenska kraftnäts luftledningar.

Dokumentet är framtaget för att tydliggöra uppdragstagarens och Svenska kraftnäts olika åtaganden och leveranser. Delaktiviteten markundersökning ingår som en del i arbetet med projektering av en kraftledning med tillhörande fundament och stagförankringar.

Uppdragsledaren för markundersökningsuppdraget ansvarar för att samtliga projektmedlemmar efterlever kraven i detta dokument, samt de för uppdraget relevanta övriga tekniska riktlinjer, standarder och dokument.



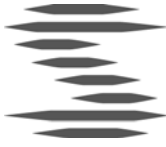
Uppdateringar

Utgåva	Ändringsnot	Datum
1	Första utgåvan	2015-02-26
2	1 Referenser justerade och kompletterade. 3.1 kompletterat med undersökning för markstabilitet. Ordningsföljd ändrad mellan 3.2 och 3.3. 3.2 och 3.3 inkl. underkapitel vissa omformuleringar. 3.2.1 Text flyttad till inledning. Tillkommande text avseende bemanning. 3.2.2 "Säkerhetskrav vid arbete i närhet av ledning" nytt kapitel infört. 3.5 "Utsättning" ändrat. Beteckningssystem enligt TR05-20 hänvisat. 3.6 "Borrplan", nytt kapitel infört. 4 "Markundersökningsmetoder för olika stolptyper och markslag" inkl. underliggande kapitel justerade. Bl.a. nytt kapitel 4.6 "Sondering för pålning". I övrigt endast enstaka mindre ändringar.	2018-08-29



Innehåll

1	Referenser	5
2	Definitioner och begrepp.....	6
3	Markundersökningar för val av fundament	6
3.1	<i>Allmänt</i>	6
3.2	<i>Beställning av markundersökningsuppdraget</i>	7
3.2.1	<i>Organisation och bemanning</i>	7
3.2.2	<i>Säkerhetskrav vid arbete i närhet av ledning</i>	7
3.2.3	<i>Uppstartsmöte</i>	8
3.3	<i>Underlag inför markundersökningar</i>	9
3.3.1	<i>Mallar</i>	10
3.4	<i>Arbetsplan markundersökning</i>	10
3.5	<i>Utsättning</i>	10
3.6	<i>Borrplan</i>	11
3.7	<i>Markundersökning i fält</i>	12
3.8	<i>Leverans</i>	12
3.8.1	<i>Levererade dokument och data</i>	13
4	Markundersökningsmetoder för olika stolptyper och markslag.....	15
4.1	<i>A-stolpar</i>	16
4.1.1	<i>Stolpfundament</i>	16
4.1.2	<i>Stagförankring</i>	17
4.2	<i>B-stolpar</i>	18
4.2.1	<i>Stolpfundament</i>	18
4.2.2	<i>Stagförankring</i>	19
4.3	<i>BV2- och HV3-stolpar</i>	19
4.4	<i>BV4-stolpar</i>	19
4.5	<i>Övriga stolptyper</i>	20
4.5.1	<i>HV5-stolpar</i>	20
4.5.2	<i>Avspännings- och sektioneringsstolpar</i>	20
4.5.3	<i>Stubbe och övriga specialstolpar</i>	20
4.6	<i>Sondering för pålning</i>	21



5	Undersökningsmetoder	21
5.1	<i>Allmänt</i>	21
5.2	<i>Viktsondering (Vim)</i>	22
5.3	<i>DPSH-A - Hejarsondering (Hfa)</i>	23
5.4	<i>Jord- och bergsondering (Jb2)</i>	23
	5.4.1 <i>Sondering</i>	23
	5.4.2 <i>Kalibreringsborrning</i>	23
	5.4.3 <i>Tolkning</i>	24
5.5	<i>CPT-sondering</i>	24
5.6	<i>Fältvingförsök (Vb)</i>	24
5.7	<i>Provgrop</i>	24
5.8	<i>Skruvprovtagning (Skr)</i>	25
5.9	<i>Grundvattennivåer</i>	25



1 Referenser

- SGF Rapport 1:93 Svenska Geotekniska Föreningen. Rekommenderad standard för CPT-sondering.
- SGF Rapport 2:93 Svenska Geotekniska Föreningen. Rekommenderad standard för vingförsök i fält.
- SGF Rapport 3:99 Svenska Geotekniska Föreningen. Metodbeskrivning för viktsondering.
- SGF/BGS 2001:2 Svenska Geotekniska Föreningen. BGS Beteckningssystem för geotekniska utredningar.
- SGF Rapport 4:2012 Svenska Geotekniska Föreningen. Metodbeskrivning för jord-bergsondering.
- SGF Rapport 1:2013 Svenska Geotekniska Föreningen. Geoteknisk fälthanbok.
- Svk TR08-02 Teknisk riktlinje TR08-02. Detaljkrav på ritningar.
- Svk TR13-01 Teknisk riktlinje TR13-01. Miljökrav i bygg- och anläggningsentreprenader samt underhållsentreprenader.
- Svk TR13-03-02 Kompletteringar, förtydliganden och speciella tillämpningar av ESA14.
- Svk TR05-20 Beteckningssystem
- SS-EN/ISO 22476 Svensk standard. SS-EN ISO 22476-2:2005/A1:2011. Hejarsondering.
- BFR R130:1985 Byggforskningsrådet. Schaktbarhet: klassificeringssystem -85
- ESA Grund + Arbete Elsäkerhetsanvisningarna, ESA Grund 14 och ESA Arbete 14.

Rapporter från SGF (Svenska Geotekniska Föreningen) kan hämtas kostnadsfritt på www.sgf.net. Svenska kraftnäts tekniska riktlinjer kan hämtas kostnadsfritt på Aktörsportalen på www.svk.se.



2 Definitioner och begrepp

I detta dokument anges företaget som utför projekteringen som projektören. Företaget som utför markundersökningar benämns som uppdragstagaren. I Tabell 2-1 listas de definitioner och begrepp som används i detta sammanhang.

Tabell 2-1. Definitioner och begrepp

Markundersökningsrapport (MUR).	Ska innehålla relevant inventerat material jämte dokumentation över inventerat material och redovisning av alla utförda geotekniska undersökningar.
Teknisk PM, geoteknik	Underlag för projektering av utförandeentreprenad där varje lämpligt alternativ ska utredas och redovisas likvärdigt. PM ska redovisa översiktliga geotekniska, geologiska och topografiska förhållanden samt tänkbara åtgärder. Geotekniska riskbedömningar, som anger geotekniska begränsningar för byggande av fundament till kraftledningar.

För övriga definitioner och begrepp hänvisas till SGF rapport 1:2013, Geoteknisk fälthandbok.

3 Markundersökningar för val av fundament

3.1 Allmänt

Markundersökningar ska göras i erforderlig omfattning i syfte att underlätta val av fundament och stagförankringar. Undersökningar kan krävas även av andra orsaker som t.ex. iordningställande av drag- och bromsplatser, förstärkning av arbetsvägar eller utredning av markförstärkningar. Vid komplicerade markförhållanden bör även markundersökningarna omfatta utförande i syfte att kunna ta fram en beskrivning hur schaktning mm kan utföras.

För områden där stabilitetsproblem kan misstänkas ska sondering utföras för att utreda stabiliteten för den konstruktion som planeras uppföras.

Detta dokument beskriver metoder samt genomförande för att erhålla nödvändig data, inför uttagning av lämpliga fundament ur Svenska kraftnäts standardserie fundament och stagförankringar till normalstolpar 400 kV. Där ingen standardkonstruktion finns ska resultaten vara av sådan kvalitet, typ och



omfattning att nykonstruktion av fundament och eventuell stagförankring kan dimensioneras och byggas.

Markundersökningar utförs av företag som erbjuder tjänster som geotekniska undersökningar och liknande. Uppdragstagaren som utför markundersökningen ska svara för kvaliteten i de utförda undersökningarna, i underlagsinformationen samt i de resulterande dokumenten. Data ska sammanställas och kontrolleras av den som är geotekniskt ansvarig för fältarbetet innan resultat lämnar uppdragstagaren. Svenska kraftnät tillhandahåller en internetbaserad arbetsyta där resultat ska levereras.

3.2 Beställning av markundersökningsuppdraget

Beställning av markundersökning kan göras på ett av följande två sätt:

- > Direkt av Svenska kraftnät. Detta alternativ är också aktuellt om markundersökningar utförs av projektören.
- > Av projektören, i de fall projektören har i uppdrag att ansvara för utförande av markundersökningar.

3.2.1 Organisation och bemanning

Uppdraget ska bemannas med följande personer:

- > Uppdragsledare som ansvarar för uppdragets genomförande.
- > Ansvarig geotekniker som ansvarar för borrhprogram och rapportering inkl. tolkning.
- > Borrhningsledare som ansvarar för utförandet av sonderingar i fält.
- > Elsäkerhetsledare (se 3.2.2)
- > Övrig personal som behövs.

3.2.2 Säkerhetskrav vid arbete i närhet av ledning

Personal som utför borrhning i närhet av eller invid kraftledning ska som minimum ha godkänd "ESA Tillträde"-utbildning. Fältpersonalen ska också ha kunskap om Svk TR13-03-02, "Kompletteringar, förtydliganden och speciella tillämpningar av ESA14".

Innan fältarbete påbörjas ska Svenska kraftnäts underhållsentreprenör för aktuell ledning (samordningsansvarig enligt arbetsmiljölagen) kontaktas, tillträdesregler gås igenom samt ESA "Överenskommelse om tillträde" kvitteras.

Arbetsmaskiner ska jordas genom jordskruv (lokalt jordtag).

Uppdragstagaren ska till fältpersonalen tillhandahålla kommunikationsutrustning enligt TR13-03-02 kap "Bevisväxling" så att kommunikation alltid kan



upprätthållas med Eldriftledare hos Svenska kraftnät driftcentral nord eller syd (DCNO eller DCSY). Rutinerna för användning av kommunikationsutrustning ska samrådats med Svenska kraftnät innan fältarbete påbörjas.

Skriftlig riskhantering avseende de elektriska riskerna ska alltid utföras (Risk-P enligt ESA).

Innebär arbetet att det finns risk att komma inom ledningens säkerhetsavstånd (se TR13-03-02) ska arbetet planeras som ett arbete med elektrisk risk. Fältpersonal ska då vara utbildade i enlighet med ESA-Fackkunnig (ESA Grund + Arbete).

Om riskhanteringen visar att arbetet avsiktligt eller oavsiktligt kommer att ske inom ledningens säkerhetsavstånd ska någon av ESA-arbetsmetoderna, Arbete Nära Spänning (ANS) eller Arbete Utan Spänning (AUS) användas. Detta innebär att:

- > en arbetsbegäran ska lämnas till Svenska kraftnät driftplanering (DP) senast 10 dagar innan arbetet startas och att driftorder krävs.
- > en elsäkerhetsledare ska utses.

All personal inkl. Elsäkerhetsledare ska då vara utbildade som ESA-Fackkunnig.

3.2.3 Uppstartsmöte

Uppstartsmöte bör alltid hållas för att säkerställa att uppdragstagaren är införstådd med uppdragets omfattning, förutsättningar och regelverk.

Agendaförslag:

- > Principer för protokollföring och möten.
- > Kontraktsgenomgång inklusive ekonomi.
- > Tidsplan.
- > Genomgång säkerhet/informationssäkerhet.
- > Genomgång av HMS krav och risker (Hälsa, Miljö och Säkerhet) samt ENIA.
- > Kommunikation (rutiner för att tillhandahålla information till Svenska kraftnäts kommunikator).
- > Rutiner för ÄTA-hantering.
- > Rutiner för åtgärdslista.
- > Genomgång av underlag (teknisk specifikation, översiktskarta med ledningsstråk, underlag till projekteringskarta, stakningskarta, dataformat, kontaktlista, organisationsschema).
- > Fastlägga förutsättningarna för upprättande av borrhplan.



- > Genomgång av olika undersökningsmetoder och dess beroende av respektive förutsättningar av stolptyp, markslag mm.
- > Åtkomst till undersökningsplatserna - tillstånd och framkomlighet.
- > Leverans. Presentation av resultaten (hur resultaten ska presenteras).

3.3 Underlag inför markundersökningar

Utförande av geotekniska undersökningar ska ske enligt markundersökningsunderlag och i övrigt enligt SGF:s metodbeskrivningar och fälthandbok.

Innan arbetet påbörjas tas ett geotekniskt undersökningsprogram fram. Detta görs i normalfallet av projektören, men kan också göras av Svenska kraftnät eller av uppdragstagaren för godkännande av Svenska kraftnät. I samband med detta bör projektören och ansvarig geotekniker träffas med Svenska kraftnät för att samråda om undersökningsbehov med avseende på fundamenttyper mm.

Beställaren av undersökningar ska delge uppdragstagaren som utför markundersökningarna följande:

- > Denna anvisning.
- > Uppdragsbeskrivning för markundersökningarna.
- > Översiktskarta visande planerad ledningssträckning med alla stolpplatser där undersökning ska utföras.
- > Kartor arbetsvägar.
- > Stolptabell eller utdrag visande nödvändiga data som stolptyp, koordinater för placering stolpe mm.
- > Utsättningsplan/utsättningsunderlag (karta/tabell visande koordinatsatta sonderingspunkter, ibland benämnt sonderingsplan – de punkter som satts ut av projektören eller Svenska kraftnät).
- > Utsättningsplan utgör underlag till borrhplan, ibland benämnt sonderingsplan, att utföras av projektör eller uppdragstagaren för markundersökningarna.
- > Kompletterande anvisningar (vid behov) för respektive kraftledning där undersökningar ska utföras.
- > Sammanställningsritningar standardstolpar.
- > TR 13-01 Miljökrav i bygg- och anläggningsentreprenader samt underhålls-entreprenader.
- > Eventuella ytterligare underlag som behövs för arbetet.



3.3.1 Mallar

Svenska kraftnät tillhandahåller följande:

- > Ritningsmallar (om resultaten ska presenteras som Svenska kraftnäts ritningar).
- > Nummerserie för ritningsnummer (om resultaten ska presenteras som Svenska kraftnäts ritningar).
- > Mall för framdriftsplan.

3.4 Arbetsplan markundersökning

En preliminär arbetsplan för markundersökningarna ska tas fram innan arbetena i fält påbörjas.

Planen ska innehålla:

- > Borrplan om planen är framtagen av uppdragstagaren för markundersökningarna.
- > I de fall markundersökningar inte kan utföras av tillståndsskäl görs vid platsbesök en bedömning av vilken fundamentstyp som kan vara aktuell. Bedömningen avgränsas till att beskrivas som "pålfundament, jordfundament eller bergfundament". Bedömningen görs av ansvarig geotekniker. Markundersökningar sker i senare skede.
- > Tidsplan/framdriftsplan kopplat till vilka platser som avses undersökas.
- > Kommentarer avseende exceptionella svårigheter.
- > Rapportering.
- > Övrigt av intresse, t.ex. oförutsedda hinder eller händelser.

Görs arbetena etappvis gäller detta för respektive etapp. Planen ska uppdateras löpande och rapporteras till Svenska kraftnät.

3.5 Utsättning

Utsättning av stolpplatser och borrhälsplatser ombesörjs normalt av projektören eller direkt av Svenska kraftnät.

Inför markundersökningar måste punkter på stolpplatserna vara utsatta eller sättas ut. Där det är lämpligt kan hänsyn tas till att vissa punkter inte behöver sonderas. I vissa fall kan det räcka med en eller två sonderingar på samma stolpplats i åkermark, om geotekniskt ansvarig bedömer att markens egenskaper inte ändras över stolpplatsens yta. Följande punkter ska sättas ut:

- > Lägen för fundamentcentrum (undersökningspunkter) ska markeras med varsin käpp.



- > Lägen för stagförankringsfundament. Eftersom stagen lutar ska rätt placering antas till stagets förlängning ned till överkant centrum stagförankringens dragpunkt på stagförankringsfundament. Koordinater för dragpunkterna ska utredas av projektören och delges utsättaren inför utsättning.

Benämning av fundament- och stagpunkter ska göras i enlighet med Svk TR05-20 "Beteckningssystem".

Sonderingspunkterna benämns enligt Tabell 3-1.

Tabell 3-1. Benämning av sonderingspunkter (se TR05-20)

XXX	Stolpnummer
MD	Mittdubb
V	Vänster fundamentcentrum (kompletterande punkter V1, V2, V3...)
H	Höger fundamentcentrum (kompletterande punkter H1, H2, H3...)
VF1	Stag från vänster stolpben mot högre stolpnummer (flera stag benämns VF11, VF12 ...)
HF1	Stag från höger stolpben mot högre stolpnummer (flera stag benämns HF11, HF12....)

Vid kompletterande sonderingspunkter där utsättning ej hunnit utföras kan preliminär inmätning utföras med måttband och kompass. Inmätningen relateras då till mittdubb, fundamentcentrum eller annan känd punkt som anges.

3.6 Borrplan

Markundersökningarna ska utföras efter en, av beställaren, i förväg granskad och godkänd borrplan. Borrplanen upprättas i ett kalkylark (exempelvis Excel) efter stolpnummerordning där varje stolpe/sonderingspunkt har sin rad och kolumnvis specificerade sonderingsmetoder anges, se principförslag i Figur 3-1.



Stolpnr	BH ID	Stolptyp	Metod 1	Metod 2	Metod 3	Metod 4	Metod 5	Anteckningar
								* Kan uteslutas eller läggas på annat borrhål vid aktuell stolpe, om jordförhållandena ej möjliggör neddrivning.
X	X-V	A1	Jb2					
X	X-VHF1		Jb2			Hfa *		
X	X-MD		Jb2	Skr	GW			Kan lämpligen istället utföras i någon av de andra punkterna om situationen tillåter.
X	X-H		Jb2			Hfa *		
X	X-VHF2		Jb2					
Y	Y-V	B1	JbTOT					
Y	Y-H		JbTOT	Skr	GW	Hfa *		
Z	Z-M1	Stubbe	Jb2					
Z	Z-M2		Jb2	Skr	GW			
Z	Z-M3		Jb2			Hfa *		
Z	Z-M4		Jb2					

Figur 3-1. Exempel på borrhplan för godkännande (principförslag).

Det presenterade principförslaget i Figur 3-1 kan vid behov utökas med flera kolumner.

3.7 Markundersökning i fält

Markundersökning på stolpplatserna omfattar okulär bedömning, olika sonderingsmetoder samt provtagningar. Lämpliga metoder för respektive stolptyp och marktyp framgår av kapitel 4.

Kompletteringspunkter och andra punkter som inte ingår i borrhplanen ska inmätas så att de kan registreras i plankartskissen för stolpplatsen. Om avvägning av kompletterande punkter utförs i förhållande till mittdubb eller annan känd punkt ska de i redovisningen redovisas med +höjd i gällande höjdsystem.

Alla observationer vid undersökningstillfället ska protokollföras och dokumenteras. Det är även av vikt att synpunkter på markförhållandena återges av operatören som utför sonderingarna. Alla typer av observationer kan vara viktiga för val av rätt fundament för respektive stolpplats. Dokumentationen måste föras på så vis att den är tydlig även för framtida läsare.

3.8 Leverans

Rapport över undersökningarna ska redovisas i ett Geotekniskt PM och en Markundersökningsrapport (MUR). De moment som ej berörs i MUR kommenteras med "Ej utförd".

Geotekniska undersökningar ska redovisas i enlighet med normal svensk praxis baserad på "Beteckningssystem för geotekniska utredningar" SGF/BGS 2001:2. Utöver ritningar ska alla geotekniska undersökningar levereras digitalt i Autografs databassystem.



Ritningar ska levereras med Svenska kraftnäts ritningsramar, och ritningsnummer ska väljas ur Svenska kraftnäts ritningsnummerserie. Lämpligen används ett ritningsnummer per ledningssträcka samt bladnummer. Blad 1 utgör innehållsförteckning till övriga blad. Se även Svk TR08-02.

3.8.1 Levererade dokument och data

Leverans av resultat till Svenska kraftnät ska ske löpande i PDF-format. I slutleverans ska alla resultat av sonderingar överföras till ritningar i DWG och PDF-format samt rådatabasen i Autograf/Geosuite-format, enligt kraven från Svenska kraftnät, se 3.8.

Sonderingsresultaten levereras i ritningar i format A1 där det är lämpligt.

Ritningar med presentation av sonderingsresultaten ska minst innehålla följande data.

- > Förstasida med innehållsförteckning samt lista med namn på förekommande undersökare, information om använt geodetiskt system (plan och höjd) samt eventuell övrig generell information.
- > Rubrikruta enligt Svenska kraftnäts riktlinje TR08-02 innehållande ledningsnamn, littera och aktuell stolpplatsnummer.
- > Översiktlig koordinatsatt plankarta skala 1:20.000 omfattande stolpplatsen samt angränsande stolpplatser. Norrpil ska ingå i varje planritning
- > Koordinatsatt plankarta över stolpplatsen i skala 1:400, med undersökningspunkterna angivna.
- > Koordinatsatta profil- samt sektionsritningar i skala 1:100 på varje stolpplats med alla geotekniska sonderingsresultat samt geotekniska laboratorieanalyser.
- > Koordinatlista för alla undersökta/bedömda punkter (inkl. sonderingsdatum/signum för undersökare).
- > Teckenförklaring med använda symboler m.m. (kan uteslutas om den finns på blad 1, innehållsförteckningen).

Ej sonderad punkt, men inmätt och/eller kommenterad, t.ex. berg-i-dagen markeras med ett tunt "+".

Sonderingsstaplar redovisas i skala 1:100 i minst en sektion/bisektris som korsar med mittdubb. I sektionen redovisas marknivåer med alla sonderingsresultat. Jb2 redovisas grafiskt med sjunkhastighet i sektionen.

Sonderingsresultaten ska presenteras tillsammans med stratigrafisk tolkning i relevanta sektions- och profilritningar.



Sonderingsresultaten för t.ex. A1-stolpe redovisas även i en profil där vänster i profilen motsvarar bakre stag och höger i profilen främre stag dvs. även där en sektion korsande mittdubb längs ledningen.

Övriga stolptyper hanteras på likvärdigt sätt där det är lämpligt. Dessa presentationer utförs om möjligt på ritning i A1-format med registrering i Svenska kraftnäts ritningsnummerserier.

Alla sonderingar presenteras även samlade i sonderingsordning i separat presentation. Om möjligt används även här A1-format. Jb2-sonderingarna redovisas här med alla parametrar (sjunkhastighet, matningskraft, varvtal hammartryck och rotationstryck). Denna presentation som blir en övrig arbetshandling behöver inte registreras med Svenska kraftnäts ritningsnummer.

Fotobilaga

Fotografering ska alltid utföras, och syftet är att dokumentera varje stolpplats egenskaper med avseende på topografi, terräng, hinder, vegetation och övriga karakteristika. Fotografering utförs när marken inte är snötäckt.

Bilddokumentation utförs normalt i samband med utsättning. Om bilddokumentation inte finns sedan tidigare ska en sådan dokumentation tas fram vid markundersökning. Den ska resultera i bilder från fyra håll (längs och tvärs ledningen) på utsättning, anteckningar och förslag på eventuell flytt.

Fotografier ska namnges som SSS_Y_n där SSS anger stolpnummer och Y anger kamerariktningen enligt:

F för framåt mot högre stolpnummer

B för bakåt

H mot höger

V mot vänster

och n är ett löpnummer (om flera foton tagits på samma plats och i samma riktning). Stakkäppen ska vara synlig på alla bilderna, och texten på stakkäppen ska vara läsbar i en riktning, normalt i riktningen framåt.

I många fall kan det vara en hjälp att använda geotaggade bilder, dvs. att koordinater och kamerariktning är sparade som metadata i bildfilen.

Fotobilagan är endast ett arbetsdokument och inkluderas inte i slutdokumentationen.



4 Markundersökningsmetoder för olika stolptyper och markslag

Vanligtvis förekommande stolptyper i Svenska kraftnäts serie av normalstolpar har följande benämningar.

A1/B1	Raklinjestolpe portal stagad/ostagad
Avsp	Raklinje-/Vinkel med spännkedjor
AV2-H	AV2 högvinkel
AV2-V	AV2 vänstervinkel
BV4-H	BV4 högvinkel
BV4-V	BV4 vänstervinkel
HV3-H	HV3 högvinkel
HV3-V	HV3 vänstervinkel
BV5	Vinkel med spännkedjor
Stubbe	Vinkel med spännkedjor (stolpe på fyra ben)
Kompaktstolpar	Stolpe på fyra ben med begränsad basbredd.
Sambyggnadsstolpar	Stolpe på fyra ben för dubbla ledningar.

Ritning visande översiktligt utseende ska vara tillgänglig för personal inblandad i markundersökningarna.

För alla stolptyper ska minst följande undersökas på varje stolplats:

- > Jordlagerföljden ska bestämmas ned till minst 4 m djup. Består jorden av lös sand, lös silt eller lera ska jordlagren kartläggas minst till 3 m in i fastare friktionsjord eller till bergnivå.
- > Schaktbarhet ska bedömas i enlighet med BFR R130:1985, klassificeringssystem -85.
- > Viktsondering ska utföras i första hand där det bedöms möjligt. Viktsondering görs till minst 5 m djup. Vid lösare jord utförs istället CPT-sondering, se vidare 5.2.
- > Där viktsondering får stopp innan 5 m djup, eller inte kan genomföras, utförs Jb2 sondering i samma punkt. Jb2-sonderingarna ska utvärderas och bergnivå ska tolkas fram i förekommande fall. Tolkas bergnivå ovan ca 3,5 m djup



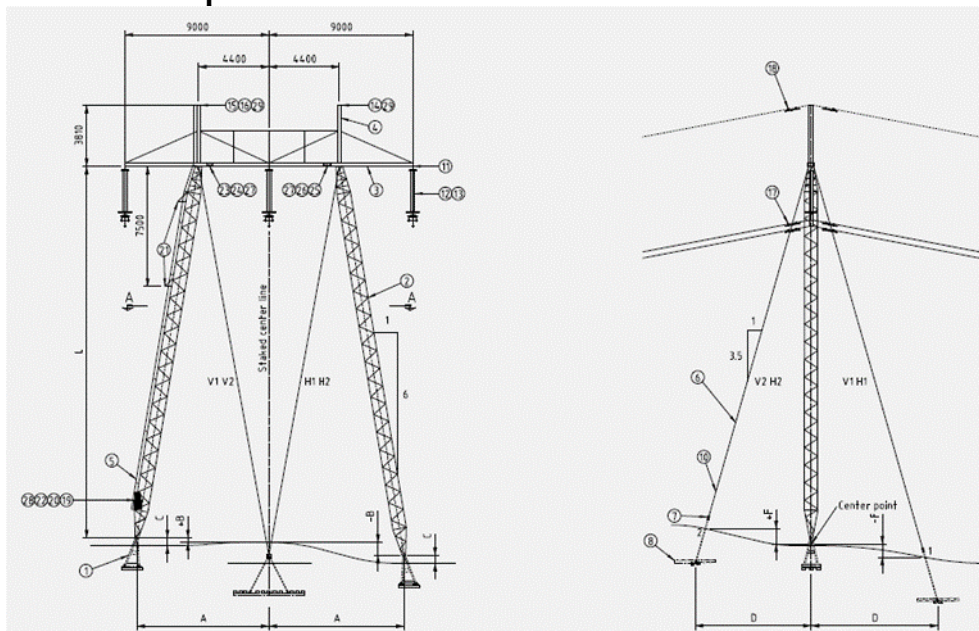
(områdesdjup för grundläggning) kan kompletterande sonderingar bli nödvändiga, se vidare under respektive stolptyp. I de fall första Jb2-sonderingen påvisar stort djup till berg kan övriga kompletterande sonderingar utföras med hejarsondering (Hfa) för bestämning av dimensionerande jordartparametrar.

- > Vikt-, Hejar- och Jb2-sondering kompletteras med skruvprovtagning (Skr).
- > Bedömning av grundvattennivå ovan 4 m djup.

Vid lösare mark där det kan tänkas att pålfundament kan bli aktuellt ska sondering utföras så att pällängder och förankringsmetod klart kan specificeras, t.ex. förankring i berg (minst 3 m) eller förankring i friktionsjord (8 m). Se vidare 4.6.

Om stolpplats vid markundersökning uppfattas som mindre lämplig för placering av stolpe ska detta registreras, projektör ska underrättas, och en lämpligare placering ska utvärderas.

4.1 A-stolpar



Figur 4-1. A-stolpe (skiss).

4.1.1 Stolpfundament

I friktionsjord ska markundersökningen normalt utföras som Jb2/Hfa till minst 3,5 m djup för bestämning av jordens fasthet. Uppnås tolkad bergnivå innan ett djup på 3,5 m ska bergnivå verifieras genom att borrhning i berg fortsätter minst 3 m in i berg. Berg i dagen kan, om berget bedöms som fast, bara registreras som "berg i dagen" eller "Bid". Vid berg i dagen anges även om bergytan är plan eller oregelbunden/lutande. Misstänks berg i dagen vara sprickigt eller innehålla slag



ska undersökningar som klarlägger detta genomförs för att säkerställa grundläggningen för konstruktionen.

I kohesionsjord används normalt inte A-stolpar. Skulle en A-stolpe vara preliminärt uttagen för att stå i kohesionsmark bör projektören kontaktas för eventuell justering eller kompletterande anvisningar.

Där tolkning av berg förekommer ovan 3,5 m djup räcker normalt denna sondering för bestämning av bergnivå. Om den samlade bedömningen av sonderingar (samt övrig information) visar att kompletterande sonderingar är nödvändiga kan ytterligare jord- och bergsonderingar alt hejarsondering genomföras. Detta för att tydliggöra bergnivå inom schakt. Denna bedömning görs i samråd med ansvarig geotekniker.

4.1.2 Stagförankring

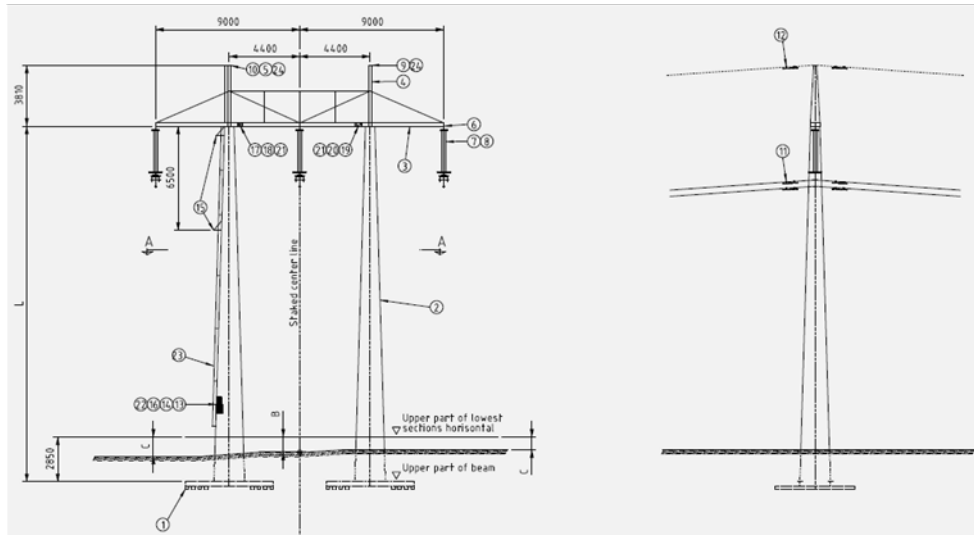
I friktionsjord utförs Jb2/Hfa-sondering i utsatt centrumpunkt för stagförankring till minst 5 m djup. Avsikten är bestämning av jordens fasthet samt bergnivå. Påträffas bergnivå innan 3 m djup ska en kompletterande sondering göras 1 meter närmare stolpen i stagningsriktningen. Detta för att bedöma bergnivåns variation och möjligheten att använda bergförankring. Borrning 3 m in i berg ska göras för centrumpunkten men behövs ej för kompletterande punkt.

Om platsen för staget består av lösjord, dvs. ej friktionsjord, utförs CPT-sondering, se vidare 5.5. Även om A-stolpar normalt inte används i kohesionsjord kan stagen till A-stolpar hamna i kohesionsjord.

Stagförankring i berg har relativt liten horisontell utbredning men nivån för berget är av yttersta vikt i entreprenadfasen. Ordinarie undersökningsläge är, om det är rätt planerat, placerat i centrum för en tänkt jordförankring på dess grundläggningsdjup.



4.2 B-stolpar



Figur 4-2. B-stolpe (skiss).

4.2.1 Stolpfundament

B-stolpar används normalt i kohesionsjord, och därmed är CPT-sondering att rekommendera framför viktsondering

Sondering ska om möjligt utföras i fundamentets mittpunkt.

Visar sonderingen att marken består av moränjord och ingen bergnivå påträffas ned till 5 m djup kan sonderingen avslutas.

Visar sonderingen att marken består av kohesionsjord ska sondering fortsätta minst till 8 m. se vidare 5.2.

Om den samlade bedömningen av sonderingar (samt övrig information) visar att kompletterande sonderingar är nödvändiga kan ytterligare jord- och bergsonderingar alt hejarsondering genomföras. Detta för att tydliggöra bergnivå inom schakt. Denna bedömning görs i samråd med ansvarig geotekniker.

Skrivprovtagning (skr) i kohesionsjord ska utföras i minst en punkt till 8 m eller till det djup CPT-sondering utförts. Antalet provtagningsnivåer bestäms utifrån CPT-sonderingens resultat.

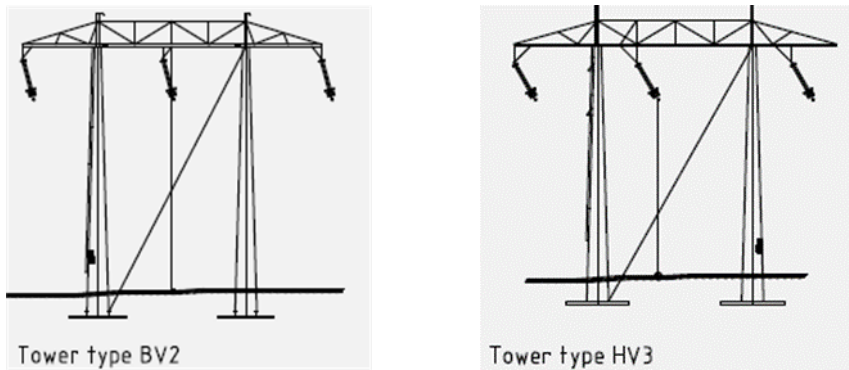
Sondering för pålning, se 4.6. Bedöms marken vara övervägande friktionsjord utförs Jb2-sondering med kompletterande skrivprovtagning ner till minst 4 m, där så är möjligt.



4.2.2 Stagförankring

Endast vissa B-stolpar (t.ex. BV4, se 4.4) har stagförankringar i jord. I övrigt utförs undersökningar på samma sätt som för A-stolpar, se 4.1.2 och 4.4.

4.3 BV2- och HV3-stolpar

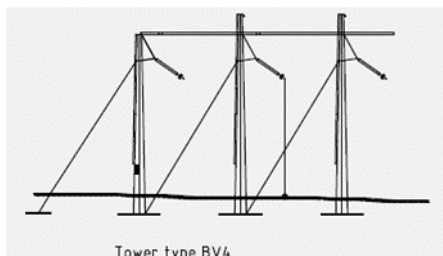


Figur 4-3. Stolpar typ BV2 och HV3.

Undersökningar utförs enligt samma principer som för B-stolpar, se 4.2.

4.4 BV4-stolpar

Undersökning för fundament utförs enligt samma principer som för B-stolpar, se 4.2. Undersökning för stag enligt samma principer som för A-stolpar, se 4.1.2.

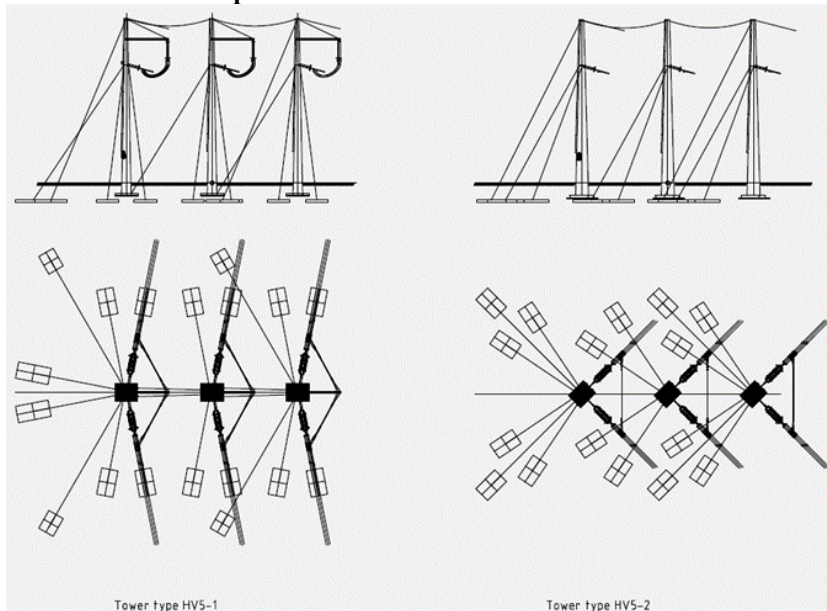


Figur 4-4. Stolpe typ BV4.



4.5 Övriga stolptyper

4.5.1 HV5-stolpar



Figur 4-5. Stolptyper HV5.

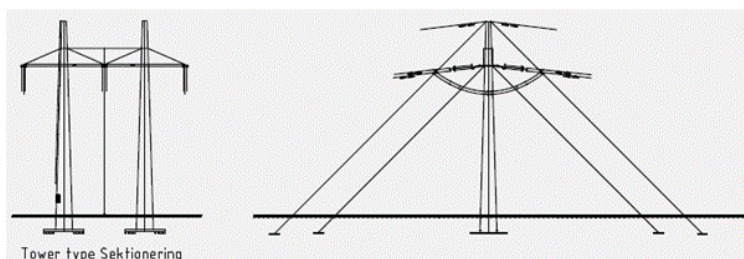
Undersökning för fundament enligt samma principer som för B-stolpar, se 4.2.

Undersökning för stag enligt samma principer som för A-stolpar, se 4.1.2.

4.5.2 Avspännings- och sektioneringsstolpar

Undersökning för fundament enligt samma principer som för B-stolpar, se 4.2.

Undersökning för stag enligt samma principer som för A-stolpar, se 4.1.2.



Figur 4-6. Stolpe typ sektionering/avspänning.

4.5.3 Stubbe och övriga specialstolpar

För stolpar där markförhållandena är olika för stolpens fundament utförs speciell utredning.

Sondering ska utföras i minst en sonderingspunkt per fundament/stolpfot.

Sonderingspunkten ska om möjligt lokaliseras i fundamentcentrum. I övrigt hänvisas till sonderingar för B-stolpar, se 4.2.



4.6 Sondering för pålning

Vid pålning av fundament ska sondering utföras för att bestämma pållängder samt dimensionering av pålgrupp.

För stora sonderingsdjup ska en bedömning av maximalt sonderingsdjup göras i samråd med beställaren.

Vid dimensionering av pålgrupp ska en kombination av Hejarsondering (alt jord- och bergsondering), CPT-sondering, Fältvingförsök (Vingborrning, Vb), kolvprovtagning och skruvprovtagning utföras.

Hejarsondering utförs i minst fem punkter, där första punkten utförs i läge för MD (mittdubb). Övriga fyra punkter utförs i ytterkant/hörn på fundamenten. De fem punkterna utgör underlag för bestämning av pållängder och dimensionering av pålgrupp. Om sonderingsresultatet i någon av de fem sonderingspunkterna väsentligt avviker från övriga ska kompletterande hejarsondering utföras. Denna komplettering utförs lämpligen på större avstånd från MD än den avvikande sonderingspunkten. Minst en av de sonderade punkterna ska utföras som Jb-sondering. Bergnivåer och andra tydliga skikt nivåer kan sedan extrapoleras inom området för grundläggning.

5 Undersökningsmetoder

5.1 Allmänt

I kapitel 4 har beskrivits förslag på vilka metoder som kan vara lämpliga beroende av stolptyp. Andra metoder får användas där dessa bedöms vara bättre för val av fundament. I förekommande fall rådgörs med ansvarig projektör för uttagning av fundament.

Ansvarig borrningsledare ska föra dagbok och dokumentera:

- > Plats och projektinformation.
- > Väderförhållanden.
- > Utförda borrhål.
- > Operatörer - vilka som utför sondering.
- > Eventuella avsteg från borrarprogram.

Följande undersökningar och bedömningar ska alltid utföras:

- > Jordlagerföljd från markytan ned till minst 4,5 m eller till stopp.
- > Grundvattennivå om det inte tydligt framgår att det är torrt ned till 4 m djup.
- > Tjälfarlighetsklass.



- > Dokumentera närliggande vattendrag som kan influera grundläggningen.
- > Dokumentera förekomst av block på markytan som kan bedömas väsentligt påverka entreprenaden.
- > Dokumentera om befintliga byggnader och övriga anläggningar som upptäcks i undersökningsplatsens närhet och kan misstänkas påverka schaktningsarbeten.

Alla geotekniska undersökningar ska utföras på ett sådant sätt att använd maskinutrustning eller personal aldrig kommer inom ledningens säkerhetsavstånd. Exempelvis vid skruvprovtagning invid kraftledning ska samtliga sonderingsstänger tas isär vid uppdragning av provtagaren så att sonderingsstängerna ej kommer farligt nära ledning. Se även 3.2.2.

Förslag till metodik och val av sonderingsmetod framgår av Figur 5-1.

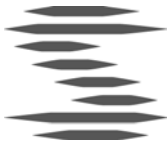
Sonderingar:			
Bedömt berg på djup < 3,5m	Jb2 3m in i berg	Om berg inte nås inom 3,5m djup	=> utför enligt "Bedömning ej berg ned till 3,5m djup"
Bedömning ej berg ned till 3,5m djup	Viktsondering ned till minst 5m djup. Vid lösmark CPT-sondering.	Om kohesionsjord => sondera 7m in i friktionsjord eller stopp	Om stopp innan 7m friktionsjord => Jb2 minst 3m in i berg.
		Om kohesionsjord mellan 1-4m djup => bedömning skjuvhållfasthet varje 0,5m.	Om erforderligt komplettera med Vingförsök
→	→	→	→

Figur 5-1. Förslag till val av sonderingsmetodik.

5.2 Viktsondering (Vim)

Viktsondering kan endast göras i lösa till medelfasta sten- och blockfattiga jordarter för bestämning av jordlagerföljd och relativ fasthet. Viktsonderingen ger information hur löst det är i jorden, och om den kan betraktas som tillräckligt hållfast för att göra normala jordfundament som kräver fastare lera eller inslag av morän, friktionsjord.

Normalt kan man utföra jordfundament när viktsondering kräver vridning med vikt 100 kg för att sjunka. Sjunkning utan vridning blir ofta en teoretisk gräns för att utföra jordfundament men kan i vissa fall även göras i sämre mark efter förstärkningsåtgärder.



Viktsondering görs där det är möjligt till fast botten (stopp). Om sonderingsstopp inte är definitivt ska sondering fortsätta med slag till stopp. Misstänks stolpplatsen behöva pålade fundament ska sondering utföras enligt 4.6.

Om viktsondering visar lös jord (sjunkning utan vridning) ska kompletterande sonderingar utföras med CPT-sondering i flera punkter. Om CPT-sonderingar inte ger entydiga svar kompletteras dessa med vingsondering se 5.6.

I övrigt hänvisas till SGF Rapport 3:99 "Metodbeskrivning för viktsondering".

5.3 DPSH-A - Hejarsondering (Hfa)

I de fall viktsondering (Vim) ej kan utföras till större djup än 3 m kan Jb2-sondering utföras. Om en Jb2-sondering visar på stort djup till berg kan resterande Jb2-sonderingar ersättas med Hejarsonderingar som då utförs till minst 6 m djup.

Syftet med Hejarsondering är att de jordartsp parametrar som eftersträvas bestäms med högre noggrannhet från Hejarsondering än jord- och bergssondering.

Hejarsondering ska alltid utföras i de fall pålning av fundament är aktuell, se 4.6. För generella anvisningar se SS-EN/ISO 22476 "Hejarsondering".

5.4 Jord- och bergssondering (Jb2)

Jord- och bergssonderingens syfte är främst att bestämma bergytans nivå och ge indikation om bergets kvalitet och därmed lämplighet som lastbärare. Om det på plats tydlig ses att det är berg i dagen behöver normalt ingen sondering utföras. Ligger berget på några decimeter djup och lätt kan friläggas mäts endast djupet ned till bergytan. Det är av synnerlig vikt att bedömningen av berg, där ingen sondering är nödvändig, registreras samt införs i rapporten så att det inte utelämnas.

För generella anvisningar se SGF Rapport 4:2012 "Metodbeskrivning för jord-bergssondering".

5.4.1 Sondering

Där sondering görs i närheten av befintlig luftledning ska tryckluft användas som spolmedia.

De inställningar som ställs in vid kalibreringsborrningarna ska gälla för alla sonderingar, även vid borrning i jord. Om motorvarvtalet varierar under sonderingarna blir det vanskligt att utvärdera bergnivå m.m. eftersom motorvarvtalet påverkar spindelns rotation, krafter m.m. Det är därför viktigt att alla maskiner som utför Jb-sonderingar i projektet är kalibrerade enligt 5.4.2.

5.4.2 Kalibreringsborrning

Jord- och bergundersökning, Jb2, ska utföras med kalibrerad utrustning.



Kalibreringsborra Jb-sonderingsutrustningen i fält i enlighet med metodbeskrivningen för Jb-sondering, SGF Rapport 4:2012. Kalibrering utförs så att sondering utförs med konstant tryck- och vridkrafter på borrsträngen. Sikta in kalibreringsborrningen på 0,3 - 0,4 m/min i berg, dvs. 30 - 40 slag per 0,2 m.

Rapport/registrering av kalibreringsborrning ska överlämnas tillsammans med sonderingsrapportering.

5.4.3 Tolkning

Underlag och värdering av möjlighet till utvärdering, ska ske i fält innan undersökningspunkt överges – dvs. rådata ska kontrolleras i fält innan arbetsområdet avetableras.

5.5 CPT-sondering

CPT-sondering (Cone Penetrating Test) föreskrivs i de fall marken redan vid okulärbesiktning (eller vid utförd viktsondering eller sticksondering) förväntas bestå av kohesiva jordar såsom lera, silt och torv eller liknande. CPT-sonderingen ska tolkas och redovisas med dataprogrammet Conrad och resultaten bifogas som bilagor vid leverans.

För generella anvisningar se SGF Rapport 1:93 "Rekommenderad standard för CPT-sondering".

5.6 Fältvingförsök (Vb)

När sondering visar på mindre hållfasta jordtyper som lera, silt och liknande, är jordens skjuvhållfasthet en viktig parameter.

Vingborrning ska göras där det behövs på djupen 1,5 – 2,0 – 2,5 – 3,0 m samt på några djup jämt fördelade mellan djupet 3,0 m och ner till djupet för sonderingsstopp.

I övrigt hänvisas till SGF Rapport 2:93 "Rekommenderad standard för vingförsök i fält".

5.7 Provgrop

Provgrop utförs normalt inte i samband med markundersökningar inför uttagning av fundament. Provgropsgrävning förekommer oftast under entreprenadfasen inför schaktning för fundament i svagt bärande marker, där tveksamhet råder om lämpligheten av valt fundament.

Utförs av någon anledning provgropsgrävning i syfte att visuellt undersöka markförhållanden är det viktigt att bärigheten för fundamentet inte förstörs på grund av att provgrop schaktats.



Schaktning för provgröp bör göras i närheten av platsen för fundamentet så att markförhållandena kan antas vara likvärdiga med förhållanden på platsen för fundamentet, men tillräckligt långt bort för att säkerställa att grundförhållanden för fundamentet inte försämras.

5.8 Skruvprovtagning (Skr)

Skruvprov utförs för bestämning av jordlagerföljd. Bedömd jordlagerföljd ska dokumenteras i sonderingsstapel. Misstänks jordlagerföljden variera mellan undersökningsplatserna inom samma stolpplats kan det vara nödvändigt att utföra flera skruvprov. Prover ska undersökas i ackrediterat geotekniklaboratorium.

5.9 Grundvattennivåer

Behovet av grundvattenrör ska bedömas individuellt för varje stolpplats. Där grundvattenrör har installerats och det inte klart visar sig att jorden är torr ned till minst 4 m djup ska grundvattennivån mätas i varje undersökningspunkt och dokumenteras. Nivån avläses och registreras vid installation efter att nivån stabiliserats. Ytterligare avläsningar bör göras med längre tids mellanrum. Där nivån registrerats ovan eller nära grundläggningsnivån (ca 3 m djup) bör platsen betecknas som att grundvattennivån är ovan grundläggningsnivå och inga ytterligare avläsningar är nödvändiga.

Av utomordentlig vikt är att inte utelämna uppgift om grundvatten då det har visat sig att det alltför ofta tolkats som att det är torrt på platsen. Om av någon anledning grundvattennivån inte har mätts ska detta anges. Görs ingen mätning av grundvattennivå pga. att den bedöms ligga djupare än 4 m ska den bedömningen dokumenteras.

Det är viktigt att bedömningen grundvatten inte förväxlas med ytvatten. Om vattennivå bedöms som ytvatten ska det anges.

Förekomst av vattendrag i närhet, som bedöms påverka grundvattennivåer, ska iakttas och dokumenteras. Om det bedöms att vatten i närliggande vattendrag kan komplicera schaktarbeten (ned till ca 3,5 m) ska vattennivån mätas och dokumenteras.