

GEODESI

RÅD

Geodetiska mätningsarbeten och geografisk lägesbestämning – Väg och järnväg

TDOK 2014:0572

Version 3.0

2019-09-01

TDOK-nummer
TDOK 2014:0572

Fastställt av
Chef VO Underhåll

Skapat av
Jansson Patric, UHjja

Dokumentdatum
2019-09-01

Gäller från
2019-09-01

Version
3.0

Ersätter

Konfidentialitetsnivå
Ej begränsad

Geodetiska mättningsarbeten och geografisk lägesbestämning – Väg och järnväg

Innehåll

1	Regelverket för Geodetiska mättningsarbeten och geografisk lägesbestämning	6
1.1	Omfattning	6
1.2	Ansvar och förvaltning	6
2	Termer och definitioner.....	7
3	Tekniska förutsättningar	8
3.1	Teknisk kompetens.....	8
3.1.1	Behörighetskrav	8
3.2	Geodetiska referenssystem.....	8
3.2.1	Referenssystem i plan	8
3.2.2	Referenssystem i höjd.....	8
3.2.3	Realisering av referenssystem	8
3.3	Koordinattransformation, inpassning och överräkning.....	8
3.3.1	Allmänt.....	8
3.3.2	Geometrier	9
3.3.3	Överräkning mellan projektionszoner	9
3.3.4	Restfelsinterpolering	9
3.4	Kontroll och provning av instrument	9
3.4.1	Allmänt.....	9
3.4.2	Kontroll och provning av särskilda instrument och utrustning.....	9
3.4.3	Program för kontroll och provning.....	9
4	Stomnät.....	10
4.1	Kontroll av befintliga stomnät	10
4.2	Underhåll av stomnät i projekt	10
4.3	Markering, punktnummering och punktbeskrivning.....	10
4.3.1	Markering	10
4.3.2	Punktnummering.....	10
4.3.3	Punktbeskrivning.....	10

DokumentID
TDOK 2014:0572

Version
3.0

4.4	Anslutningsnät i plan.....	11
4.4.1	Anslutningsnät i plan – allmän typ.....	11
4.4.2	Anslutningsnät i plan för tunnel.....	11
4.5	Anslutningsnät i höjd	12
4.5.1	Anslutningsnät i höjd – allmän typ.....	12
4.5.2	Anslutningsnät i höjd för tunnel.....	12
4.6	Bruksnät i plan.....	13
4.6.1	Bruksnät i plan – fackverksnät.....	13
4.6.2	Bruksnät i plan – tågformad struktur	14
4.6.3	Bruksnät i plan för tunnel	14
4.6.4	Byggnät i plan för tunneldrivning.....	14
4.6.5	Nät i plan för bro och trafikplats.....	15
4.6.6	Nät i plan för rörelsemätning	15
4.6.7	Utgångspunkter i plan för rörelse- och deformationsmätning.....	15
4.7	Bruksnät i höjd	16
4.7.1	Bruksnät i höjd – allmän typ.....	16
4.7.2	Bruksnät i höjd för tunnel.....	16
4.7.3	Byggnät i höjd för tunneldrivning	16
4.7.4	Nät i höjd för bro och trafikplats.....	17
4.7.5	Nät i höjd för sättnings- och hävningsmätning.....	17
4.7.6	Utgångspunkter i höjd för sättnings-/hävning- och deformationsmätning	18
4.8	Referenser för RTK-mätning.....	18
4.8.1	Lokala referensstationer.....	18
4.8.2	Nätverks-RTK.....	19
4.8.3	Projektanpassat nätverks-RTK.....	19
5	Insamling av mätdata	20
5.1	Geodetisk inmätning.....	20
5.1.1	Korrekationer.....	20
5.1.2	Kontrollprogram	20
5.1.3	Kodning och kvalitetsmärkning.....	20
5.1.4	Inmätning – underlag till kartor	20
5.1.5	Inmätning – markmodell	20
5.1.6	Inmätning – bergmodell.....	20
5.1.7	Inmätning – geoteknik	20
5.1.8	Inmätning – rörelser, sättningar och deformationer	20
5.1.9	Inmätning kontroller	21
5.2	Laserskanning	21
5.2.1	Luftburen laserskanning.....	21
5.2.2	Fordonsburen laserskanning	21

DokumentID
TDOK 2014:0572

Version
3.0

5.2.3	Terrester laserskanning.....	22
5.3	Flygfotografering	22
5.3.1	Utföra	23
5.3.2	Redovisa	23
5.4	Fotogrammetrisk bildmätning	23
5.4.1	Utföra	23
5.4.2	Redovisa	23
5.5	Fotografering/video	23
5.5.1	Utföra	23
5.5.2	Redovisa	23
5.6	Märkning med metadata	23
6	Produkter.....	24
6.1	Utsättningsarbeten	24
6.1.1	Utsättning – geoteknik.....	24
6.1.2	Utsättning för avverkning och röjning	24
6.1.3	Utsättning – projekterad anläggning.....	24
6.2	Ortofoto.....	24
6.2.1	Kontrollera	24
6.2.2	Upprätta	24
6.2.3	Redovisa	24
6.3	Kartor.....	24
6.3.1	Projekteringskarta	24
6.3.2	Bakgrundskarta	25
6.4	Mark- och bergmodeller.....	26
6.4.1	Allmänt.....	26
6.4.2	Underlag för mark- och bergmodeller	26
6.4.3	Markmodell	26
6.4.4	Bergmodell.....	26
6.5	Geodetisk mätningsteknisk redovisning.....	27
6.5.1	Mät R.....	27
6.5.2	Mät U.....	29
7	Toleranser vid detaljmätning	31
8	Entreprenadspecifika arbeten.....	32
8.1	Järnväg	32
8.1.1	Utsättning	32
8.1.2	Inmätning	32
8.2	Väg.....	32
8.2.1	Utsättning	32
8.2.2	Inmätning	32

DokumentID
TDOK 2014:0572

Version
3.0

8.3	Bro	32
8.3.1	Utsättning	32
8.3.2	Inmätning	32
8.4	Tunnel	32
8.4.1	Utsättning	32
8.4.2	Inmätning	32
8.5	Kontrollmätningar	32
8.5.1	Upprätta	32
8.5.2	Redovisa	33
8.6	Mark- och bergmodell	33
8.6.1	Inmätning – komplettering och dokumentation	33
8.7	Underlag för relationshandling	33
8.8	Mätning av rörelser, sättningar och deformationer	33
8.9	Mättningsarbeten under garanti- och underhållsskede	33
	Referenser	34
	Versionslogg	34
	Bilaga 1 Mall för punktbeskrivning	35

DokumentID
TDOK 2014:0572

Version
3.0

1 Regelverket för Geodetiska mättningsarbeten och geografisk lägesbestämning

1.1 Omfattning

Detta dokument innehåller råd till de krav som finns i kravdokumentet TDOK 2014:0571. Omfattningen framgår av samma kravdokument.

1.2 Ansvar och förvaltning

Dokumentet tillhör och förvaltas av Trafikverkets förvaltningsobjekt ”Samla in och bearbeta information om vägar och järnvägar / Informationshantering”.

Eventuella frågor och förslag på förbättringar av dokumentet ställs till den gemensamma brevlådan fo.informationshantering@trafikverket.se.

DokumentID
TDOK 2014:0572

Version
3.0

2 Termer och definitioner

För termer med definitioner hänvisas till kravdokumentet med korresponderande dokumentID och titel. Tillkommande termer redovisas i tabell 2.

Tabell 2

Term	Definition
Spåranläggningar	Bantekniska objekttyper som utgör (alternativt ingår i) spåranläggning inom 6 meter från spårmitt: - spår växlar - stoppbockar, isolskarvar - kontaktledningsstolpar - plattformar - lastkajer - kabelrännor och kabelbrunnar - korsande vägar - vägskyddsanläggning - kilometertavlor - belysningsstolpar - baliser - skåp, kurar, kiosker - staket, räcken - vägbroar - järnvägsbroar - stödmurar - dräneringsbrunnar - trummor - tunnlar - övriga fasta objekt
Väganläggningar	Vägtekniska objekttyper som utgör (alternativt ingår i) väganläggning med tillhörande väganordningar och sidoanläggningar. - vägbana - vägbro - vägtunnel - refuger - busshållsplats - vändplan - trafikskylt - belysningsstolpe - trumma - ledningar (Avvattning) - staket, räcken - mittavskiljare - stödmur - sidoslänther - övriga fasta objekt

3 Tekniska förutsättningar

3.1 Teknisk kompetens

3.1.1 Behörighetskrav

Beskrivning av de krav som ställs för att erhålla behörighet för mätningstekniska arbeten inom Trafikverket, samt hantering och tillämpning av dessa, finns i ”Mätningsteknisk behörighet i Trafikverket” TDOK 2018:0008 (KRAV). I anslutning till det här dokumentet finns dokumentet ”Mätningsteknisk behörighet i Trafikverket” TDOK 2018:0009 (RÅD), som ger förklaringar till hur krav tolkas och exempel på vad som förväntas av en redovisning för kravuppfyllelse.

3.2 Geodetiska referenssystem

3.2.1 Referenssystem i plan

3.2.2 Referenssystem i höjd

Om starka skäl föreligger kan dispens sökas för användning av äldre höjdsystem.

3.2.2.1 Geoidmodell

3.2.3 Realisering av referenssystem

Referenssystem realiseras genom ett referensnät. Dessa nät kan vara passiva eller aktiva. Passiva referensnät representeras av markerade punkter i terrängen. Sådana nät benämns vanligen stomnät och sättet att bestämma de ingående stompunkterna kallas stommätning. Det finns såväl stomnät i plan som i höjd.

Mer utförlig beskrivning av ovan finns i TDOK 2016:0257.

3.3 Koordinattransformation, inpassning och överräkning

3.3.1 Allmänt

Koordinattransformation av punkter i stomnät får ske efter medgivande av beställaren, se även SIS–TS 21143:2016 5.4.

Dokumentation från sådan beräkning redovisas beställaren innan transformerat stomnät tas i bruk.

DokumentID
TDOK 2014:0572

Version
3.0

3.3.2 Geometrier

3.3.3 Överräkning mellan projektionszoner

Där objekt ansluter till projektionsmeridian anges normalt en övergångszon som skapas med visst mått för respektive lägesbunden information.

Trafikverket har utvecklat anpassade projektionszoner i SWEREF 99 för järnvägsinformation med tillhörande restfelsmodell och transformationsparametrar så att övergången till nytt referenssystem kan genomföras med så hög noggrannhet som möjligt.

Detta innebär att endast den av Trafikverket utvecklade restfelsmodellen används vid överräkning och transformationer av järnvägsinformation inom Trafikverket för referenssystembyte mellan RT 90 och SWEREF 99.

Trafikverkets anpassade projektionszoner för järnvägsinformation finns beskrivna i TDOK 2016:0257 kapitel 6 och underliggande avsnitt.

3.3.4 Restfelsinterpolering

För att rätta upp ett deformerat koordinatsystem kan restfelsinterpolering användas. Genom att använda restfelen i ett antal passpunkter kan koordinaterna för stompunkter och andra geografiska data korrigeras så att deformationer minimeras.

3.4 Kontroll och provning av instrument

3.4.1 Allmänt

3.4.2 Kontroll och provning av särskilda instrument och utrustning

Kontrollen kan vara utförd i egen regi eller hos instrumentfabrikant.

3.4.3 Program för kontroll och provning

4 Stomnät

I HMK Re-Ge 2013 används även benämningen referensnät för stomnät.

Beträffande typer av stomnät och hierarkier se SIS-TS-21143:2016 tabell 1.

4.1 Kontroll av befintliga stomnät

Kontroll avser stomnätskontroll i både plan och höjd av befintligt stomnät. Vid avvikelser underrättas beställaren enligt regler för Underrättelsehantering i AB, ABK och ABT.

4.2 Underhåll av stomnät i projekt

Stompunkter är skyddade enligt Svensk lag, se Brottsbalken kap. 14 § 9.

4.3 Markering, punktnummering och punktbeskrivning

4.3.1 Markering

Följande aspekter används vid placering och markering av enskilda punkter:

- Planerat mätningsbehov för projektering och/eller byggnation.
- Krav på konfiguration av stomnätet.
- Risk för åverkan och sättningar.
- Möjlighet till stabil markering med god varaktighet.

Markeringsspik kan användas som markering för arbetspunkt eller tillfällig punkt.

Gemensam stompunkt i plan och höjd får användas vid bergmarkering och om markeringens utformning medger säker höjdbestämmning, se HMK-Ge: M, bilaga F:5.

Vid behov kan särskilda markeringstyper respektive återfinningsmärken användas.

Exempel på markering som kräver lösa delar vid orientering på punkten är UNI-konsol, PP-stav och polygon-spade. Om behov av denna typ av markering föreligger måste en dispensansökan göras. Varje ansökan behandlas individuellt men att de lösa delarna kan förvaras tillgängligt i anslutning till punktens markering värderas högt vid bedömningen.

4.3.2 Punktnummering

4.3.3 Punktbeskrivning

Järnväg: Rekommenderad mall för punktbeskrivning, se bilaga 1.

DokumentID
TDOK 2014:0572

Version
3.0

4.4 Anslutningsnät i plan

4.4.1 Anslutningsnät i plan – allmän typ

Anslutningsnät i plan etableras lämpligen under arbetet med vägplan/järnvägsplan.

Anslutningsnät i plan, allmän typ, kan utformas som parpunkter eller friliggande enskilda punkter.

Beakta att anslutningsnät i plan för tunnel behandlas under 4.4.2.

4.4.1.1 Planering

4.4.1.2 Mätning

4.4.1.3 Kontrollmätning av baslinje

4.4.1.4 Beräkning

4.4.1.5 Redovisning av etablerat anslutningsnät i plan

4.4.2 Anslutningsnät i plan för tunnel

4.4.2.1 Allmänt

Punkterna placeras med hänsyn till stabil markering, optisk sikt mellan punkter samt sikt till tunnelpåslag.

4.4.2.2 Mätningsprogram

Till anslutningsnät för tunnel, som ingår i tunnelns entreprenad, upprättas ett mätningsprogram gemensamt för anslutningsnätet och samtliga stomnät i tunnel enligt SIS-TS 21143:2016 tabell A.8, där varje enskilt nät beskrivs separat.

Vid planering av anslutningsnät bör aktiviteter relaterade till tunnel beaktas inklusive de rekommendationer som anges i SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.5.3.7.

4.4.2.3 Mätningsprogram för kontroll av tidigare etablerat nät

Vägledning för kontroll ges under SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.5.3.5.

DokumentID
TDOK 2014:0572

Version
3.0

4.5 Anslutningsnät i höjd

4.5.1 Anslutningsnät i höjd – allmän typ

4.5.1.1 Planering

Anslutningsnät i höjd etableras lämpligen under arbetet med vägplan/järnvägsplan.

Allmän typ kan vara generellt långsträckt nät eller ha särskild utformning för större broar och dylikt.

Beträffande anslutningsnät i höjd för tunnel, se 4.5.2.

Anslutningsnät i höjd etableras genomgående längs hela det planerade arbetsområdet.

Vid planering av anslutningsnät i höjd för ett större vägobjekt bör läget av enskilda punkter förläggas i närhet av anläggningar/konstruktioner såsom broar, tunnlar, trafikplatser eller dylikt.

4.5.1.2 Mätning

4.5.1.3 Trigonometrisk höjdbestämning

Beställaren kan godkänna att trigonometrisk höjdmätning får användas i särskilda fall. Trigonometrisk höjdbestämning bör utföras enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.6.3.

4.5.1.4 Beräkning

4.5.1.5 Redovisning

4.5.2 Anslutningsnät i höjd för tunnel

4.5.2.1 Allmänt

Samtliga stomnät för tunnel bör vara samplanerade och i förekommande fall simulerade.

4.5.2.2 Mättningsprogram

Till anslutningsnät för tunnel, som ingår i tunnelns entreprenad, upprättas ett mättningsprogram gemensamt för anslutningsnätet och samtliga stomnät i tunnel enligt SIS-TS 21143:2016 tabell A.12, där varje enskilt nät beskrivs separat.

4.5.2.3 Trigonometrisk höjdbestämning

Beställaren kan godkänna att trigonometrisk höjdmätning får användas i särskilda fall, till exempel flyttning av höjd från avvägt stomnät i tunnel till

konsolnät. Därför behövs ett upprättat mättningsprogram i vilket redovisas att tillräcklig noggrannhet uppnås.

4.6 Bruksnät i plan

Bruksnätet i plan bör så långt som möjligt vara anpassat till anläggningsområdet.

Mätning bör planeras så att överbestämningar erhålls i sådan omfattning att ett fåtal enskilda mätningar med inte godkänt resultat, kan uteslutas vid beräkning, utan att nätets eller enskilda observationers k-tal underskrider godkännandnivåer.

4.6.1 Bruksnät i plan – fackverksnät

Denna typ av bruksnät används för järnväg.

4.6.1.1 Planering

4.6.1.2 Viktsättning och särskilda krav

Viktsättning som normalt används vid plan och höjdmätning.

Kvalitetsparameter	Kommentar
HV noggrannhet.	Standardosäkerhet (medelfel) för riktningar, 0,0005 gon. Anges med medelfel för stationsmedeltal. Värdet utgår från mätning i två helsatser med ett instrument med standardavvikelse 0,0008 gon (för en helsats).
VV noggrannhet	Standardosäkerhet (medelfel) för vertikalvinklar, 0,0010 gon. Anges med medelfel för stationsmedeltal.
Längdnoggrannhet	Standardosäkerhet (medelfel), 0,003 m. Anges med medelfel för stationsmedeltal, med ett konstant värde för alla längder.
Längd PPM	Standardosäkerhet (medelfel), 3 ppm. Anges med medelfel för stationsmedeltal, ett variabelt och avståndsberoende värde som adderas till Längdnoggrannhet, ovan.
Centrering i plan	Punktmedelfel 0,003 m
Centrering i höjd (för totalstation)	Standardosäkerhet (medelfel) i höjd, 0,002 m. Medelfelet för Z (Höjd) avser osäkerheten i mätning av instrument- och prismahöjd.
Noggrannhet avvägning	Standardosäkerhet (medelfel) dubbelavvägning, 1,5 mm/ $\sqrt{\text{km}}$.

4.6.1.3 Simulering

Simulering av bruksnät bör utföras och redovisas innan arbetet påbörjas.

I SIS-TS-21143:2016 avsnitt 6.2.5 beskrivs motiv för simulering och det innehåll som bör redovisas.

DokumentID
TDOK 2014:0572

Version
3.0

4.6.1.4 Mätning

Beakta förekomst av sidorefraktion vid mätning utmed tunnelväggar.

4.6.1.5 Beräkning

4.6.1.6 Redovisning av etablerat bruksnät i plan

4.6.2 Bruksnät i plan – tågformad struktur

Väg: Denna typ av bruksnät används i första hand för vägar och gator.

4.6.2.1 Planering

4.6.2.2 Viktsättning och felgränser

4.6.2.3 Simulering

Simulering av bruksnät i tågform utförs vanligen inte.

4.6.2.4 Mätning

4.6.2.5 Beräkning

4.6.2.6 Redovisning av etablerat bruksnät i plan

4.6.3 Bruksnät i plan för tunnel

4.6.3.1 Allmänt

4.6.3.2 Mätningsprogram

Innehåll i mätningsprogram anges i SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.5.3.2.

4.6.4 Byggnät i plan för tunneldrivning

4.6.4.1 Allmänt

Nät för tunneldrivning bör ges sådan utformning att sidorefraktion vid mätning av stomnätet samt vid stationsetableringar för inmätning och utsättning under byggandet minimeras.

Nyttjat nät i plan för tunnel kan innehålla gyroobservationer, jfr 4.6.4.3.

4.6.4.2 Mätningsprogram

Innehåll i mätningsprogram anges i SIS-TS 21143:2016 6.5.3.2.

4.6.4.3 Kontroll

Om gyrokontroll utförs bör plats och omfattning anges i mätningsprogram.

DokumentID
TDOK 2014:0572

Version
3.0

Geodetiska principer bör beaktas vid använd metod för beräkning och kontroll av korrektioner för överräkning/transformation av azimut till bäring i aktuellt referenssystem.

Korrektioner för överräkning av azimut till bäring bör inte enbart baseras på observationer i baslinje mellan kända punkter.

4.6.5 Nät i plan för bro och trafikplats

4.6.5.1 Större bro

Vid utvärdering om det finns behov av korrektionsfria nät bör beaktas att olika ämnesområden/teknikområden redovisar projekterade objekt olika med hänsyn till projektkorrektion.

Gällande allmän information om nät i plan för byggnadsverk, se SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.5.1.

4.6.5.2 Mindre bro

4.6.5.3 Trafikplats väg

4.6.6 Nät i plan för rörelsemätning

4.6.6.1 Allmänt

Nät för rörelsemätning avser vanligen ett större objekt som kontrolleras och där ett flertal sammanmätta utgångspunkter behövs för kontroll och egen verifikation. Detta benämns då för ett nät.

Koordinatsystem för rörelse-/deformations-/konvergensmätning kan upprättas i objektets koordinatsystem eller i helt lokalt koordinatsystem. Eventuella korrektioner på mätdata, som kan inverka på lägesuppgifter, beaktas särskilt.

Beträffande konvergensmätning och deformationsmätning, se SIS-TS 21143:2016 avsnitt 7.4.6.3 och 7.4.6.1.

4.6.6.2 Mättningsprogram

4.6.6.3 Utförande

4.6.6.4 Redovisning

4.6.7 Utgångspunkter i plan för rörelse- och deformationsmätning

4.6.7.1 Allmänt

Se 4.6.6.1. avseende nät.

DokumentID
TDOK 2014:0572

Version
3.0

Vid mindre omfattande mätning används minst 2 utgångspunkter. Kan i särskilda fall enbart vara en punkt med avlägsna stabila detaljer som referensriktningar.

4.6.7.2 Mätningsprogram

4.6.7.3 Ajourhållning under definierad mätperiod

Vid mätningar under längre perioder bör program för ajourhållning och kontroll av utgångspunktens stabilitet upprättas.

4.6.7.4 Redovisning

4.7 Bruksnät i höjd

4.7.1 Bruksnät i höjd – allmän typ

4.7.1.1 Allmänt

Ett genomgående bruksnät i höjd, som anpassats för byggande, bör finnas etablerat vid entreprenadstart. Bruksnätet i höjd etableras lämpligen i skedet för upprättande av vägplan/järnvägsplan.

Järnväg: För arbetsnät i höjd (bruksnät i plan) kan instrument och utrustning enligt klass A3 i SIS-TS 21143:2016 tabell A.3 användas.

4.7.1.2 Trigonometrisk höjdbestämmning

Trigonometrisk mätning av bruksnät i höjd utförs endast i undantagsfall.

4.7.1.3 Kontroll

4.7.2 Bruksnät i höjd för tunnel

4.7.2.1 Allmänt

Information om de olika stomnäten i tunnel ges i SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.5.3.1 och 6.9.2.

4.7.2.2 Mätningsprogram

4.7.3 Byggnät i höjd för tunneldrivning

4.7.3.1 Allmänt

Information om de olika stomnäten i tunnel ges i SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.5.3.1 och 6.9.2.

DokumentID
TDOK 2014:0572

Version
3.0

4.7.3.2 Mätningsprogram

Trigonometrisk höjdbestämmning av byggnät i plan kan användas som kontroll av byggnät i höjd.

4.7.4 Nät i höjd för bro och trafikplats

4.7.4.1 Allmänt

Ett genomgående bruksnät i höjd, som anpassats för byggande, bör finnas etablerat vid entreprenadstart. Bruksnätet i höjd etableras lämpligen i skedet för upprättande av vägplan/järnvägsplan.

4.7.4.2 Trigonometrisk höjdmätning

4.7.4.3 Kontroll

Tjälskontroll avser i första hand markeringar i jord eller instabila konstruktioner.

4.7.4.4 Fixpunkt för större bro

Benämningen brofixpunkt förekommer bland annat i AMA. Brofixpunkt är här ersatt av benämningen fixpunkt.

Fixpunkt kan utgöras av höjdfixpunkt i anslutnings- eller bruksnät om kraven på läge, noggrannhet och stabilitet kan erhållas.

4.7.4.5 Fixpunkt för mindre broar/plattrambroar

Fixpunkt bro kan utgöras av höjdfixpunkt i anslutnings-, bruks- eller nät om kraven på läge, noggrannhet och stabilitet kan erhållas.

4.7.5 Nät i höjd för sättnings- och hävningsmätning

4.7.5.1 Allmänt

Nät för rörelse- och sättningsmätning avser vanligen ett större objekt som kontrolleras och där ett flertal sammanvägda utgångspunkter behövs för kontroll och egen verifikation. Detta benämns då för ett nät.

4.7.5.2 Mätningsprogram

Mätningsprogram bör påvisa metodik för hur utgångspunkternas eventuella rörelser eller sättningar kan detekteras och bestämmas.

DokumentID
TDOK 2014:0572

Version
3.0

4.7.5.3 Utförande

4.7.5.4 Ajourhållning under definierad mätperiod

4.7.5.5 Kontroll

4.7.6 Utgångspunkter i höjd för sättnings-/hävning- och deformationsmätning

4.7.6.1 Allmänt

Utgångspunkter avser normalt 3 punkter som behövs för objekt med mindre omfattning av mätning. Tillräckligt antal utgångspunkter bör etableras med hänsyn till tidsperioden för kontroll. Mättningsprogram bör redovisa antal utgångspunkter.

4.7.6.2 Mättningsprogram

Mättningsprogram bör påvisa metodik för hur utgångspunkternas eventuella rörelser eller sättningar kan detekteras och bestämmas.

4.7.6.3 Utförande

4.7.6.4 Ajourhållning under definierad mätperiod

4.7.6.5 Redovisning

4.8 Referenser för RTK-mätning

4.8.1 Lokala referensstationer

Beakta de rekommendationer som anges i SIS-TS 21143:2016 Bilaga F.

Egenkontroll

Ett egenkontrollprogram bör som minimum innehålla följande:

- Kontroll genom inmätning av punkt med känd position innan och efter utförd mätning.
- Kontroll av doslibell för att undvika centreringsfel vid mätning med mätstång.
- Dokumentation på genomförd kontrolls utförande och använd utrustning.
- Redovisning av utrustning, tidpunkt, utförare och avvikelser relativt teoretiskt läge.

Instrument med tillhörande utrustning samt mättningsmetodik anpassas till enskilda komponenters toleranser och krav på lägesbestämningens noggrannhetsbehov.

DokumentID
TDOK 2014:0572

Version
3.0

4.8.2 Nätverks-RTK

Kontrollprogram för daglig kontroll bör granskas av beställaren innan RTK-mätningen utförs.

4.8.3 Projektanpassat nätverks-RTK

Projektanpassat nätverk tillhandahålls normalt av beställaren.

PA-NRTK utgör, tillsammans med etablerade anslutningspunkter i plan och höjd, projektets stomnät i plan och höjd.

Beställaren svarar för att avtal med LM/SWEPOS gällande administration och drift finns upprättat.

Systemet försörjer projekteringen/entreprenaden med lägesuppgifter till grund för inmätning, utsättning, kontroller samt guidning/styrning av entreprenadmaskiner.

Tjänsten PA-NRTK är specifikt anpassad för projektet och omfattas inte av ett vanligt SWEPOS-abonnemang.

Leverantör av etablerat PA-NRTK bör leverera en projektspecifik systemmanual.

Beställaren bör bjuda in antagen konsult/entreprenör för en teoretisk och praktisk genomgång av tillhandahållet system, dess tillämpning, möjligheter och risker. Det åligger konsult/entreprenör att påkalla behov av sådan informationsträff till beställaren vid uppstart av projektet.

Systemets tillgänglighet samt möjliga störningar och avbrott beskrivs för leverantören så att denne har möjlighet att planera och ha en organisation för att hantera sådana situationer.

DokumentID
TDOK 2014:0572

Version
3.0

5 Insamling av mätdata

5.1 Geodetisk inmätning

Kontrollera om kompletterande detaljer behövs till innehållet i TDOK 2014:0571 kapitel 7.

5.1.1 Korrektioner

5.1.2 Kontrollprogram

Kontrollprogram upprättas om särskilda behov finns.

5.1.3 Kodning och kvalitetsmärkning

5.1.4 Inmätning – underlag till kartor

5.1.4.1 Utföra

5.1.4.2 Redovisa

5.1.5 Inmätning – markmodell

Denna inmätning avser vanligtvis terrester komplettering av fotogrammetriskt underlag eller underlag från laserskanning.

5.1.6 Inmätning – bergmodell

Denna inmätning avser vanligtvis terrester komplettering av fotogrammetriskt underlag eller underlag från laserskanning.

5.1.7 Inmätning – geoteknik

5.1.7.1 Utföra

I SGF:s Geoteknisk fälthandbok beskrivs kartor och geofysiska metoder under avsnitt 3 och teknik vid inmätning och utsättning under avsnitt 4.

SGF:s handbok kan hämtas hem från: www.sgf.net.

5.1.7.2 Redovisa

5.1.8 Inmätning – rörelser, sättningar och deformationer

5.1.8.1 Utföra

Vid mätning av rörelser, sättningar och deformationer anges vanligen värden som bör beaktas på olika sätt.



Stoppvärde: Pågående arbeten avbryts och orsak till överskridande utreds och åtgärder vidtas. Arbeten får sättas igång enbart efter godkännande av beställaren eller dennes särskilda ombud för riskhantering.

Riktvärde: Riktvärde är ett värde som om det överskrids medför skyldigheter för part att utföra åtgärder så att ytterligare överskridanden inte upprepas.

Larmvärde: Meddelande och mätvärde tillsänds beställaren eller dennes särskilda ombud för riskhantering. Orsak till överskridande utreds och åtgärder vidtas i samråd.

Vid angivande av värden enligt ovan bör även mätosäkerheten anges, så att den korresponderar med mätosäkerheten i mätningen.

5.1.8.2

Redovisa

5.1.9

Inmätning kontroller

5.2

Laserskanning

5.2.1

Luftburen laserskanning

Samtidigt eller i direkt samband med den luftburna laserskanningen genomförs med fördel luftburen fotografering för att erhålla flygfotografier.

För Trafikverkets syfte genomförs luftburen laserskanning vanligtvis för att erhålla data med tillräcklig kvalitet och täthet för att kunna generera markmodell för projektering.

5.2.1.1

Utföra

Trafikverket bör tillhandhålla följande material digitalt, för planering och genomförande av laserskanningen:

- Aktuellt karteringsområde (KML-fil).
- Stompunkter i plan och höjd.
- GSD-Terrängkartan i rasterform med statligt vägnät.
- GSD-Fastighetskartan i shape- och dwg-format.

5.2.1.2

Redovisa

5.2.2

Fordonsburen laserskanning

Fordonsburen insamling använd i befintliga miljöer, primärt där fokus ligger på att upgradera befintlig anläggning. Fordonsburen laserskanning kompletteras normalt med samtidig bildinsamling. Antingen väljer man vanliga stillbilder eller stereobilder som man kan mäta i, alternativt väljer man 360-graders bilder. Eftersom fokus ligger på den befintliga anläggningen ställs höga krav på mätosäkerheten. Mätosäkerheten blir sämre ju längre bort från fordonet man kommer, därför är det rekommenderat att begränsa korridoren.

DokumentID
TDOK 2014:0572

Version
3.0

För Trafikverkets syfte genomförs fordonsburen laserskanning vanligtvis för att erhålla data med tillräcklig kvalitet och täthet för att kunna generera markmodell. Syftet kan också vara att erhålla lägesbunden data för inventering, analyser med mera.

5.2.2.1 Utföra

5.2.2.2 Redovisa

5.2.3 Terrester laserskanning

5.2.3.1 Utföra

Terrester laserskanning genomförs främst i syfte att erhålla data för modellering av enskilda objekt såsom broar, bergsskärningar, byggnadsfasader med mera. Insamlingsmetoden genererar sådan mängd data att modellering av avancerade strukturer möjliggörs.

Krav på punkttäthet/relativ noggrannhet definieras genom att beställaren ställer krav på vad som bör kunna utläsas av data.

5.2.3.2 Redovisa

5.3 Flygfotografering

Bilderna syfte är att användas för fotogrammetrisk mätning i 3D samt för framtagning av ortofoton och höjdmodeller.

DokumentID
TDOK 2014:0572

Version
3.0

5.3.1 Utföra

5.3.2 Redovisa

5.4 Fotogrammetrisk bildmätning

5.4.1 Utföra

5.4.2 Redovisa

5.5 Fotografering/video

5.5.1 Utföra

5.5.2 Redovisa

5.6 Märkning med metadata

I HMK Bilddata 2015 bilaga A.2 och HMK Laserdata bilaga A.2 anges rekommendationer gällande metadata. Dessa rekommendationer används i tillämpliga delar.

DokumentID
TDOK 2014:0572

Version
3.0

6 Produkter

6.1 Utsättningsarbeten

Produkter är resultatet av användningen av stornät och insamling av mätdata.

Med produkter avses utsättning under projektering, framställning av ortofoto, kartor, mark- och bergmodeller samt framtagande av Mät R och Mät U.

6.1.1 Utsättning – geoteknik

I SGF:s Geoteknisk fälthandbok beskrivs kartor och geofysiska metoder under avsnitt 3 och teknik vid inmätning och utsättning under avsnitt 4.

SGF:s handbok kan hämtas hem från: www.sgf.net.

6.1.2 Utsättning för avverkning och röjning

6.1.3 Utsättning – projekterad anläggning

6.2 Ortofoto

Fotografering för produktion av ortofoto beskrivs under 5.3.

6.2.1 Kontrollera

6.2.2 Upprätta

6.2.3 Redovisa

6.3 Kartor

6.3.1 Projekteringskarta

6.3.1.1 Kontrollera

6.3.1.2 Upprätta

Detaljer bör redovisas i tillämpliga delar enligt TDOK 2014:0571 kapitel 7.

6.3.1.3 Redovisa

Kvalitetsmärkning

Kartan bör innehålla kvalitetsmärkning avseende ursprung, aktualitet och noggrannhet.

Ledningar och kablar

Inventerade ledningar och kablar bör lägesbestämmas och redovisas.

DokumentID
TDOK 2014:0572

Version
3.0

Täckdikning

Uppgifter om täckdikning och dess lägesdata i jordbruksmark bör inhämtas och redovisas.

Nivåkurvor och höjdangivelse

Projekteringskarta bör redovisas med nivåkurvor och höjdangivelse med ekvidistans 1 meter om inte annat värde angivits.

Vattenområde

Projekteringskartan bör redovisas med lägsta och högsta förekommande vattenyta. Hur dessa uppgifter inhämtats bör redovisas i en kompletterande redogörelse.

6.3.2 Bakgrundskarta**6.3.2.1 Kontrollera****6.3.2.2 Upprätta**

Detaljer bör redovisas i tillämpliga delar enligt TDOK 2014:0571 kapitel 7.

6.3.2.3 Redovisa**Kvalitetsmärkning**

Kartans bör innehålla kvalitetsmärkning avseende ursprung, aktualitet och noggrannhet.

Fastighetsinformation

Fastighetsgränser och fastighetsbeteckningar bör redovisas.

Ledningar och kablar

Inventerade ledningar och kablar bör lägesbestämmas och redovisas.

Nivåkurvor och höjdangivelse

Nivåkurvor och höjdangivelse bör redovisas med ekvidistans 1 meter om inte annat värde angivits.

Vattenområde

Vattenområden bör redovisas.

DokumentID
TDOK 2014:0572

Version
3.0

6.4 Mark- och bergmodeller

6.4.1 Allmänt

6.4.1.1 Kvalitetsmärkning av mark- och bergmodeller

6.4.2 Underlag för mark- och bergmodeller

6.4.2.1 Omfattning

6.4.2.2 Indata

6.4.2.3 Brytlinjer

Karaktistiska brytlinjer i terrängen kan vara vägmitt, vägkanter, beläggningsskanter, slänkrön, släntfot, dikeskanter, dikesbotten och dylikt.

6.4.2.4 Punkt och linjehantering

6.4.2.5 Redovisa

6.4.3 Markmodell

6.4.3.1 Kontrollera

6.4.3.2 Upprätta

Underlag, yt- och linjebildning

Modell för järnvägs- eller vägplan samt bygghandling skapas av karaktistiska brytlinjer som åtskiljer höjdskillnader i anläggningar samt linjer och punkter enligt

SIS-TS 21144:2016 tabell 9 vid befintliga vägar och diken.

Ytbildning och markklassning bör utföras enligt SIS-TS 21144:2016 tabell 3 avseende naturliga och anlagda markslagstyper. Ytbildning och klassning av mark bör redovisas på särskild karta benämnd ”Karta markslag”.

6.4.3.3 Kontroll av markmodell

6.4.3.4 Redovisa

6.4.4 Bergmodell

6.4.4.1 Kontrollera

6.4.4.2 Upprätta

Underlag, yt- och linjebildning

DokumentID
TDOK 2014:0572

Version
3.0

I modell redovisas vilken bergyta som avses. Begränsningslinjer redovisas mellan naturligt berg i dagen, framschaktad/avtäckat bergyta, tolkad bergyta med mera.

6.4.4.3 Redovisa

Leveransformat anges av beställaren.

6.5 Geodetisk mätningsteknisk redovisning

6.5.1 Mät R

Utfört uppdrag bör innehålla tillämpliga delar och uppställning enligt tabell 6.5.1.

Tabell 6.5.1 Detaljerad tabell avseende innehåll/underrubriker och anmärkning gällande Mät R.

Rubrik/avsnitt	Innehåll/Underrubrik	Anmärkning
Utfört uppdrag	Uppdragets omfattning Gällande föreskrifter och referenser Underlagsmaterial Tekniska grundfakta - Referenssystem - Tidpunkt för genomförande Personal - Ansvarig person inkl. kompetenskrav Genomförande - Stomnät - Flygfotografering - Laserskanning - Kartor - Ortofoto - Sättning- och rörelsemätning - Mark- och bergmodell - Inmätningar - Utsättning Utrustning Programvaror Leverans Leveransformat	Beskrivning av ingående redovisning från mätningstekniska arbeten vid projekteringsuppdraget.
Beställarens uppdragsbeskrivning		Den i förfrågningsunderlaget tillhandahållna uppdragsbeskrivningen/ tekniska beskrivningen biläggs i informativt syfte.

DokumentID
TDOK 2014:0572

Version
3.0

Stomnät	Enligt SIS-TS 21143:2013 Bilaga B avgivet under R	
Flygfotografering	Redovisning som beskriver planering, utförande inkl. system/utrustning, programvara, kontroller, resultat samt leverans.	HMK- Bilddata 2016 bilaga A.1
Laserskanning	Redovisning som beskriver planering, utförande inkl. system/utrustning, programvara, kontroller, resultat samt leverans.	HMK Laserdata 2015 bilaga A.1
Detaljmätning	Redovisning som beskriver vilken inmätning samt utsättning som utförts upprättas, inkl. omfattning, metodik, utgångspunkter, kontroller samt leverans	
Sättning och rörelsemätning	Omfattning Underlagsmaterial Tekniska grundfakta Mättningsprogram Utrustning Programvaror Personal Leverans	
Kartor, Ritningar, bilder	Redovisning som beskriver utförande inkl. system/utrustning, underlag, programvara, kontroller, resultat samt leverans.	
Ortofoto	Redovisning som beskriver utförande inkl. system/utrustning, underlag, programvara, kontroller, resultat samt leverans.	HMK Ortofoto 2015 bilaga A.1
Mark- och bergmodell	Regelverk och projekteringsföresättningar Beskrivningar Programvaror Insamlingsmetod Underlag Kvalitetsmärkning Avvikelser (kända) Personal Leverans Översikt	
Kontroll av markmodell	Beskrivning av provningsmetodik, utförande, tidpunkt Underlag Resultat Personal Översiktskarta provytor	
Kontroll och verifiering	Av underlag Av instrument Av egenkontroll Av produkter	

DokumentID
TDOK 2014:0572

Version
3.0

6.5.2 Mät U

Utfört uppdrag bör innehålla tillämpliga delar och uppställning enligt tabell 6.5.2.

Tabell 6.5.2 Detaljerad tabell avseende innehåll/underrubriker och anmärkning gällande Mät U.

Rubrik/avsnitt	Underrubrik	Anmärkning
Utfört uppdrag	Uppdragets omfattning Gällande föreskrifter och referenser Underlagsmaterial Tekniska grundfakta - Referenssystem - Tidpunkt för genomförande Personal - Ansvarig person inkl. kompetenskrav Genomförandet - Stomnät - Flygfotografering - Laserskanning - Kartor - Ortofoto - Sättning- och rörelsemätning - Markmodell med underliggande modeller - Anläggningsmodell - Inmätningar - Utsättning Utrustning Programvaror Leverans Leveransformat	Avsnittet ger en allmän beskrivning av de mätningstekniska arbeten som utförts i tidigare skeden.
Stomnät (befintligt)	Redogörelse Översiktskartor Koordinatförteckning inkl. markeringstyp Punktbeskrivningar Nätkartor	Underlaget ger entreprenören tillräckliga uppgifter om stomnätet inför fortsatt nyttjande och förvaltande av detta.
Kartor	Redovisning som beskriver levererade kartor.	

DokumentID
TDOK 2014:0572

Version
3.0

Mark- och bergmodell (befintliga)	Teknisk specifikation av markmodell/indata till modell inkl. beskrivning, insamlingsmetod, kvalitetsmärkning, kända avvikelser och leverans. Även resultat från kontroll av markmodell ska redovisas. Motsvarande dokumentation redovisas för bergmodell.	
Utsättningsdata	Linjeberäkningar Koordinatförteckningar	
Objektorienterad informationsmodell	Enligt TDOK 2015:0181	
Anläggningsmodell	Redovisning av levererad och använd anläggningsmodell.	
Sättnings- och rörelsekontroller	Mättningsprogram (fortsättning alt nytt mättningsprogram)	Beskrivning av vilka mätningar som utförs med tillhörande mättningsprogram



DokumentID

TDOK 2014:0572

Version

3.0

7

Toleranser vid detaljmätning

DokumentID
TDOK 2014:0572

Version
3.0

8 Entreprenadspecifika arbeten

8.1 Järnväg

8.1.1 Utsättning

8.1.2 Inmätning

8.1.2.1 Fastighetsgränser

8.1.2.2 Underlag för mängdreglering

8.2 Väg

8.2.1 Utsättning

8.2.2 Inmätning

8.2.2.1 Fastighetsgränser

8.2.2.2 Statistisk acceptanskontroll

8.2.2.3 Underlag för mängdreglering

8.3 Bro

8.3.1 Utsättning

8.3.2 Inmätning

8.3.2.1 Brodubb

8.4 Tunnel

8.4.1 Utsättning

8.4.2 Inmätning

8.5 Kontrollmätningar

8.5.1 Upprätta

Se SIS-TS 21143:2016, avsnitt 7.4.7.

DokumentID
TDOK 2014:0572

Version
3.0

8.5.2 Redovisa

8.6 Mark- och bergmodell

Modellen ska underhållas och kompletteras under arbetets utförande avseende förändrade ytor samt med nymätningar som utförts.

8.6.1 Inmätning – komplettering och dokumentation

8.7 Underlag för relationshandling

8.8 Mätning av rörelser, sättningar och deformationer

8.9 Mätningsarbeten under garanti- och underhållsskede

Entreprenören bör upprätta ett förslag till program för mätningar under garanti- och underhållsskedet som tillgodoser de mättningsbehov som behövs i samband med inspektioner, besiktningar och verifieringar.

Följande delar bör kunna ingå i programmet:

- Entreprenören bör i god tid före angivna besiktningstillfällen utföra kontrollavvägning av det genomgående bruksnätet i höjd på samtliga aktuella sträckor samt fixpunkter för bro. Kontrollmätningen bör i första hand avse fixpunkter som inte markerats i berg. Mätning, beräkning och dokumentation bör utföras på motsvarande sätt som vid bruksnätets och brofixpunkternas etablering.
- Kontrollmätningar bör i första hand utföras när marken inte är tjälad.
- Dokumentation från kontrollmätning bör redovisas till beställaren.
- Kontrollmätning av brodubbar bör utföras enligt kontrollprogram.
- Entreprenören bör upprätta förslag till framtida kontrollprogram för brodubbar. Kontrollprogrammet ska redovisas för beställaren.
- Tidigare under entreprenaden utförda sättnings- och rörelsekontroller bör fortsätta under underhålls- och garantitid om beställaren så önskar.
- Program bör i så fall upprättas av entreprenören och förslås beställaren.

DokumentID
TDOK 2014:0572

Version
3.0

Referenser

TDOK 2015:0181 Objektorienterad informationsmodell
TDOK 2016:0257 Koordinatbaserade referenssystem
TDOK 2014:0571 Geodetiska mättningsarbeten och geografisk lägesbestämning
TDOK 2012:0090 Begäran om dispens från tekniska regelverk
HMK-Ge: M
HMK Laserdata
HMK Ortofoto 2015
HMK Bilddata 2015
SIS-TS 21143:2016
SIS-TS 21144:2016
Brottsbalken

Versionslogg

Version	Datum	Ändring	Namn
1.0	2014-12-04	Första versionen	Mats Karlsson, cIVt
2.0	2016-10-01	Förtydligat referenser till SIS-TS 21143:2016 <i>(Går direkt från version 1 till 4 pga. att krav och råd ska ha samma versionsnummer)</i>	Sven G Johansson, UHjja
3.0	2019-09-01	Resultat av projektet Anpassat regelverk	Patric Jansson, UHjja

DokumentID
TDOK 2014:0572

Version
3.0

Bilaga 1 Mall för punktbeskrivning

Beställaren kan tillhandahålla en digital version av mallen.


TRAFIKVERKET
PUNKTBESKRIVNING

Punktnummer:

PUNKTENS BELÄGENHET			
Region:	Sektion:		
Bandel/Sträcka (Stn):	Sidomått		
Kommun:	Markering:		
FÖRSÄKRINGSMARKERINGAR (DETALJER)	LÄGE I FÖRHÅLLANDE TILL PUNKTEN		
A=	Avstånd:		
B=	Avstånd:		
C=	Avstånd:		
D=	Avstånd:		
SKISS			
BESKRIVNING UPPRATTAD AV: KARTKLIPP I SKALA 1: 50 000			
		DATUM:	REVIDERAD:
		ANMARKNING:	