

TDOK-nummer
TDOK 2014:0571
Fastställt av
Chef VO Underhåll
Skapat av
Jansson Patric, UHjrm

Dokumentdatum
2026-06-22
Gäller från
2026-06-17

Konfidentialitetsnivå
1 Ej känslig
Version
6.0
Ersätter
[Ersätter]

Geodetiska mätningsarbeten och geografisk lägesbestämning - Väg och järnväg

Innehållsförteckning

Geodetiska mättningsarbeten och geografisk lägesbestämning - Väg och järnväg.....	1
Syfte.....	5
Omfattning.....	5
Definitioner.....	6
Läsanvisning.....	9
1 Generella krav.....	10
1.1 Teknisk kompetens.....	10
1.2 Geodetiska referenssystem.....	10
1.3 Koordinattransformationer.....	10
1.4 Kontroll av mätningstekniska instrument.....	11
1.5 Dokumentation.....	11
1.6 Kodning.....	11
1.7 Mättningsprogram.....	12
1.8 Mätningsteknisk redogörelse.....	12
2 Stomnät och stommätning.....	13
2.1 Tillståndsbedömning av befintliga stomnät.....	13
2.2 Rekognosering av stomnät.....	13
2.3 Hantering av stomnät i projekt.....	14
2.4 Markering, punktnummering och punktbeskrivning.....	14
2.4.1 Markering.....	14
2.4.2 Punktnummering.....	15
2.4.3 Punktbeskrivning.....	16
2.5 Redovisning av stomnätsarbete.....	16
2.6 Anslutningsnät i plan.....	17
2.7 Anslutningsnät i höjd.....	19
2.8 Bruksnät i plan.....	20
2.9 Bruksnät i höjd.....	22
2.10 Nät för tunnelbyggnad.....	23
2.10.1 Allmänt.....	23
2.10.2 Nät i plan.....	23
2.10.3 Nät i höjd.....	23

2.11	Nät för byggande av bro och broliknade konstruktioner	24
2.11.1	Allmänt	24
2.11.2	Nät i plan	25
2.11.3	Nät i höjd	25
3	Detaljmätning och datainsamling.....	27
3.1	Bedömning av förväntad lägesosäkerhet.....	27
3.2	Totalstationsmätning.....	27
3.3	GNSS-RTK.....	29
3.3.1	Etablering av referensstation för RTK-mätning.....	29
3.3.2	RTK-mätning	30
3.4	Avvägning	31
3.5	Laserskanning	32
3.5.1	Flygburen laserskanning	32
3.5.2	Fordonsburen laserskanning	34
3.5.3	Terrester laserskanning	35
3.6	Fotografering	36
3.6.1	Flygburen fotografering.....	36
3.7	Kartering från insamlad data	37
3.7.1	Fotogrammetrisk detaljmätning.....	37
4	Produkter.....	38
4.1	Detaljmätning – särskilda objekt	38
4.1.1	Höjdbestämnning av avvägningsdubbar för bro	38
4.1.2	Inmätning till underlag för relationshandling.....	38
4.1.3	Inmätning till underlag för bestämning av mängder.....	38
4.2	Kartor och vektormodeller	39
4.2.1	Detaljmättningsmodell	39
4.2.2	Bakgrundskarta.....	39
4.3	Markmodell	40
4.3.1	Upprättande av markmodell	40
4.3.2	Kontroll av markmodell	42
4.4	Ortofoto.....	43
4.5	Rörelsemätning	43

4.6	Redovisning	44
4.6.1	Mätningsteknisk rapport	44
4.6.2	Mätningstekniskt underlag.....	44
5	Lägesbestämning och toleranser vid detaljmätning	45
5.1	Lägesbestämning och skattning av lägesosäkerhet	45
5.2	Tolerans vid jämförelse med projekterat läge	46
5.3	Tolerans vid jämförelse med tidigare bestämt läge	47
	Referenser	48
	Versionslogg	50
	Bilagor	51
	Bilaga A - Unikonsol	51
	Bilaga B - Rubrikstruktur Mätningsteknisk rapport	52
	Bilaga C - Leveransstruktur Mätningstekniskt underlag.....	53

Syfte

Dokumentet ingår i Trafikverkets infrastrukturregelverk. Syftet med Trafikverkets infrastrukturregelverk är att beskriva de krav som ställs på infrastrukturanläggningens egenskaper och skötsel. Regelverk åberopas vid ny- och ombyggnation samt drift och underhåll, exempelvis vid planering, projektering, genomförande och förvaltning.

Krav ska säkerställa att Trafikverkets anläggning får rätt funktion och kvalitet samt en säker och robust anläggning.

Användare av regelverken är såväl Trafikverkets egen organisation som externa entreprenörer och leverantörer. För användning av regelverket krävs fackkunskap om det teknikområde och anläggningstyp som behandlas och om byggprocessens skeden och villkor.

Omfattning

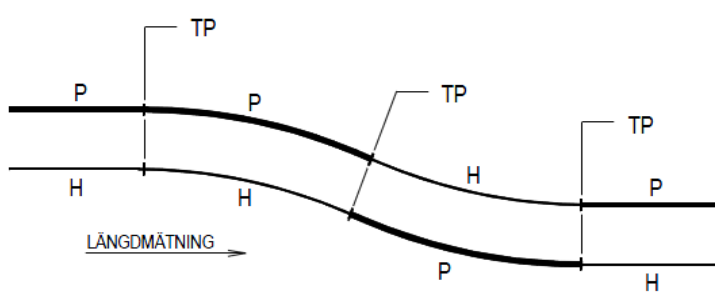
Dokumentet omfattar krav på geodetiska mättningsarbeten och lägesbestämning med geodetiska mätmetoder samt mätningstekniska produkter för väg och järnväg.

Definitioner

Termer med definitioner för detta dokument redovisas i Tabell 1. För andra definitioner hänvisas till HMK Ordlista 2022.

Tabell 1. Definitioner.

Term	Definition
Bakgrundskarta	Karta som används som redovisningsbakgrund på plankarta i väg- och järnvägsplan samt på andra planritningar. Redovisas i 2D.
Bergmodell	Benämning på markmodell som endast redovisar berg i dagen och avtäckt berg. Se även Markmodell.
Beräkningshandling	Dokumentation som ingår samt utgör resultat i en beräkningsprocess.
Beställare	I detta dokument avses ansvarig teknisk specialist inom geodetisk mätningsteknik hos Trafikverket.
Nät för tunnelbyggnad	De successivt uppbyggda stomnät för tunnels framdrivning och utgår från anslutningsnät vid tunnels påslag. Benämns som byggnät för tunneldrivning i SIS-TS 21143:2016.
Datainsamling	Insamling av bild- och laserdata eller liknande mätdata som efter georeferering ska ligga till grund för att t.ex. tolka och lägesbestämma enskilda objekt och företeelser.
Detaljmättningsmodell	En modellfil som redovisar all kvalitetssäkrad och klassificerad lägesbestämd data avseende befintliga objekt och företeelser som utförts i ett uppdrag och som ska utgöra underlag för projektering. Kan även innehålla tilläggsinformation t.ex. dimensioner, material, tolkningsinformation.
Dubbelavvägning	Höjdtåg som avvägs två gånger, en gång i vardera riktningen.
Fri station	Georeferering av totalstation vid stationsetablering genom mätning och beräkning mot ≥ 3 utgångspunkter.
Geosp	Kompletterande utrustning som används för att lägesbestämma spårmitt relativt referensräl.
GNSS-utrustning	Mottagare och antenn avsedd för geodetisk mätning som hanterar både kod- och bärvågsobservationer.
Kompletterande utgångspunkt	Lägesbestämd tillfällig punkt som utgör komplettering av utgångspunkter inom ramen för terrester detaljmätning. Avser inte etablering av stompunkt.
Kompletterande utrustning	Avser utrustning som behövs för att utföra mätning med mätningstekniskt instrument och kan ha inverkan på mätresultatet.
Markmodell	Numerisk beskrivning av markens överyta i tre dimensioner som byggs på inmätt data. Inkluderar inte mark under byggnader och anläggningar samt vattenytor. Inkluderar även bergets överyta "i dagen" eller efter avtäckning. Se även Bergmodell.

Mätningsprogram	Handling som avser program för att säkerställa förutsättningar och genomförande av mätningar som ska upprätthållas och utföras över tid eller där flera mätningstekniska moment behöver samordnas.
Mätningsteknisk rapport (MätR)	Rapport som sammanställer och beskriver allt utfört mätningstekniskt arbete och dess resultat i ett uppdrag.
Mätningsteknisk redogörelse	Skriftlig redogörelse som sammanfattande redovisar ett avgränsat utförande eller upprättande av en produkt. Redovisar både genomförandet och dess resultat.
Mätningstekniskt underlag (MätU)	Handling som innehåller förutsättningar och mätningstekniskt underlag som ska tillhandahållas vid upphandling. Handlingen består av ett dokument (PM Mätningstekniskt Underlag) samt de dokument och produkter som utgör mätningstekniskt underlag så som modellfiler, koordinatlistor, specifikationer, kartor, redovisningar.
Omlottpunkt	Väldefinierad punkt som mäts in från två närliggande stations-etableringar. Punkten är normalt belägen mitt emellan stationerna. Används för kontroll av samstämmighet för mätning från de två intilliggande stationsetableringarna.
Produkt	I detta dokument; ett avgränsat mätningstekniskt utförande eller resultat för ett visst ändamål.
Projekterat läge	Geografiskt läge som skapats vid projektering, konstruktion eller angivits i beslut. Om osäkerhet inte angetts förutsätts lägesosäkerheten vara 0 (noll). Även teoretiskt läge.
Referensräl	Den räl som utgör referens för mätning av spårläge i plan respektive höjd. - Referensräl för planläge: vänster räl i längdmätningsriktningen på rakspår och i högerkurva. I vänsterkurva är höger räl referensräl. - Referensräl för höjdläge: höger räl i längdmätningsriktningen på rakspår och i högerkurvor. I vänsterkurva är vänster räl referensräl. Byte av referensräl sker vid tangeringspunkt för kurva.  <i>Figur 1. Illustration av referensräl.</i> <i>P = referensräl i plan</i> <i>H = referensräl i höjd</i> <i>TP= tangeringspunkter där referensräl kan bytas</i>

Rörelsemätning	Mätning av ett mätobjekts läge relativt ett referenssystem vid olika tidpunkter i syfte att bestämma dess förflyttning. Rörelsemätning inkluderar sättningsmätning (rörelsemätning i höjd) och deformationsmätning (relativ rörelsebestämning mellan flera mätobjekt).
Stomnät	Nätverk av stompunkter sammankopplade med observationer mellan de i nätet ingående punkterna och där stompunkternas koordinater har beräknats i en utjämningsberäkning där ingående delar får en samstämmighet och närsamband säkerställs. Utgör en passiv realisering av ett geodetiskt referenssystem.
Stommättningsplan	Grafisk redovisning av de tänkta observationerna vid kommande stommätning så att nätets utformning åskådliggörs. Kan redovisas schematiskt.
Teoretiskt läge	Se projekterat läge.
Tillståndsbedömning	Aktivitet som utförs i fält för att bedöma och klassificera avvikelser mellan ett godtagbart tillstånd och det aktuella tillståndet för stompunkter.
Trafikverkets standardnivåer	Trafikverkets indelning i standardnivåer för lägesosäkerhet vid geodetiska mättningsarbeten.
Utökad lägesosäkerhet	Konfidensintervall för lägesosäkerhet med en högre konfidensnivå än för standardosäkerhet. Åstadkoms genom att standardosäkerheten multipliceras med en täckningsfaktor. I det här dokumentet används täckningsfaktor 2 för begreppet utökad lägesosäkerhet.
Åtgärdsförslag	Sammanställd dokumentation av tillståndsbedömning och planerade stomnätsarbeten för järnväg.

Läsanvisning

Krav med förled **Järnväg** eller **Väg** används då kravet endast gäller för anläggning för respektive trafikslag - järnvägsanläggning respektive väganläggning.

Krav som anges med förled **Järnväg** gäller för:

- byggande av järnväg
- åtgärd på befintlig järnväg
- förvaltning och underhåll av befintlig järnväg.

Krav som anges med förled **Väg** gäller för:

- byggande av väg
- åtgärd på befintlig väg
- förvaltning och underhåll av befintlig väg.

Krav som innehåller lista ska tillämpas enligt följande:

- punktlista – delkrav där alla ska uppfyllas men inte kräver hantering i angiven ordning
- numrerad lista – delkrav där alla ska uppfyllas i angiven ordning
- alfabetisk lista – alternativa krav där något av dem ska uppfyllas.

Krav som innehåller formulering att en hänvisad text ska beaktas innebär att Trafikverket anser att innehållet har en möjlig betydelse för ett utförande i aktuellt avsnitt. Avvikelse kan behöva motiveras.

1 Generella krav

- K1. Kravtext enligt detta dokument gäller före hänvisat krav vid motsägelse.
- K2. Om inget anges kopplat till uttrycket osäkerhet är det täckningsfaktor 2 som avses.

1.1 Teknisk kompetens

- K1. Ansvarig för geodetiska mättningsarbeten som innefattas i detta dokument ska inneha giltigt behörighetsintyg utfärdat av Trafikverket enligt TDOK 2018:0008 med den behörighetstyp som kravställs i aktuellt uppdrag.
- K2. **Järnväg:** Ansvarig för geodetiska mättningsarbeten ska ha dokumenterad erfarenhet av likartat järnvägsprojekt.
- K3. **Järnväg:** Ansvarig för geodetiska mättningsarbeten ska ha dokumenterad erfarenhet av mätning i järnvägsmiljö.

1.2 Geodetiska referenssystem

- K1. Referenssystem i plan ska vara enligt TDOK 2016:0257 kapitel 1.
- K2. Referenssystem i höjd ska vara enligt TDOK 2016:0257 kapitel 1.
- K3. Referenssystem ska realiseras enligt TDOK 2016:0257 kapitel 2.
- K4. Geoidmodell ska vara enligt TDOK 2016:0257 kapitel 2.

1.3 Koordinattransformationer

- K1. Koordinattransformation via inpassning ska utföras enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 5.4 med underliggande avsnitt.
- K2. Koordinattransformation mellan projektionszoner ska utföras via överräkning enligt Lantmäteriets anvisningar för Sweref 99.
- K3. Vid koordinattransformation via överräkning ska gränser mellan olika projektionszoner enligt TDOK 2016:0257 kapitel 3 med underliggande avsnitt gälla för såväl stornät som övriga geografiska objekt.
- K4. Koordinattransformation av geometrier får inte utföras med metod som innebär skaländring.
- K5. Restfelsinterpolering får inte användas för geometrier.
- K6. **Järnväg:** Koordinattransformation av spårgeometrier eller objekt med nära läge samband till spår får ej utföras via överräkning eller via inpassning.

K7. **Järnväg:** Vid behov av koordinattransformation av geografiskt lägesbunden information från annat geodetiskt referenssystem till Sweref 99 ska kontakt tas med Trafikverkets förvaltning av det geodetiska stomnätet.

K8. **Järnväg:** Vid behov av koordinattransformation av geografiskt lägesbunden information från annat geodetiskt referenssystem till RH 2000 ska kontakt tas med Trafikverkets förvaltning av det geodetiska stomnätet.

1.4 Kontroll av mätningstekniska instrument

- K1. Mätningstekniska instrument och kompletterande utrustning ska vara justerade, kalibrerade och funktionskontrollerade så att deras nominella specifikationer uppfylls under perioden för arbetenas utförande.
- K2. Kontrollprogram för kontroll av mätningstekniska instrument och kompletterande utrustning ska tas fram i enlighet med SIS-TS 21143:2016 avsnitt 4.2.2 innan de mätningstekniska arbetena påbörjas.
- K3. Kontroll av mätningstekniska instrument och kompletterande utrustning ska utföras och dokumenteras i enlighet med framtaget kontrollprogram.
- K4. Kontrollprogram samt dokumentation av utförda kontroller av mätningstekniska instrument och kompletterande utrustning ska kunna levereras till beställaren vid begäran.

1.5 Dokumentation

- K1. Dokumentation ska utföras fortlöpande under arbetsprocessen av mätningstekniska arbeten.
- K2. Dokumentation ska ligga till grund för redovisning.
- K3. Dokumentation ska lagras på ett strukturerat sätt så att spårbarhet möjliggörs.

1.6 Kodning

- K1. **Järnväg:** Kodning av objekt, detaljer och företeelser ska utföras enligt TDOK 2019:0215.
- K2. **Väg:** Kodning av objekt, detaljer och företeelser ska utföras enligt BH 90 del 7 bilaga D.1.

1.7 Mätningsprogram

K1. Ett mätningsprogram ska minst innehålla följande:

- beskrivning av mätningarnas syfte
- beskrivning av mätningarnas omfattning
- befintliga förutsättningar och underlag
- tider som mätningsprogrammet ska förhålla sig till
- referenssystem
- beskrivning av planerat genomförande
- vad som ska dokumenteras
- vad som ska redovisas
- hur redovisning ska ske.

K2. Mätningsprogram ska godkännas av beställaren innan utförande påbörjas.

1.8 Mätningsteknisk redogörelse

K1. Mätningsteknisk redogörelse ska beskriva det genomförda arbetet och dess resultat.

K2. Mätningsteknisk redogörelse ska minst innehålla följande:

- omfattning och syfte
- gällande föreskrifter
- tekniska grundfakta
- instrument, utrustning och programvaror
- personal
- utgångs- och underlagsmaterial
- tidpunkt för genomförande
- genomförande och resultat
- leverans.

2 Stomnät och stommätning

2.1 Tillståndsbedömning av befintliga stomnät

- K1. Innan mättningsarbeten påbörjas ska punkter i befintligt stomnät som berörs av kommande arbeten tillståndsbedömas.
- K2. Tillståndsbedömning ska utföras genom okulär kontroll i fält där stompunkter bedöms i någon eller några av följande kategorier:
- ingen synbar påverkan
 - misstänkt rubbad
 - ej återfunnen
 - borta, raserad
 - bör raseras.
- K3. Vid tillståndsbedömning ska siktförhållande mellan stompunkter bedömas.
- K4. Vid tillståndsbedömning av stompunkter som ska ingå i anslutningsnät i plan ska siktförhållanden för GNSS-mätning bedömas.
- K5. Tillståndsbedömning ska minst redovisa följande:
- punktnummer
 - kategorier för tillstånd
 - siktförhållande
 - tidpunkt för tillståndsbedömning.
- K6. Tillståndsbedömning ska redovisas till beställare för beslut om eventuella åtgärder.

2.2 Rekognosering av stomnät

- K1. Rekognosering ska utföras i fält på planerat stomnät och säkerställa:
- att de nya näten omsluter planerad eller befintlig anläggning
 - att de planerade stomnäten kan mätas enligt ställda krav
 - möjlighet till detaljmätning av anläggningen från det planerade bruksnätet.

2.3 Hantering av stomnät i projekt

- K1. Det ska säkerställas att befintligt stomnät uppfyller åtgärdens behov.
- K2. Stomnät i plan och höjd ska skyddas.
- K3. Om stomnät påverkas ska det återställas så att ursprunglig funktion och användbarhet återfås.
- K4. Utfört stomnätsarbete ska dokumenteras och redovisas till beställaren.
- K5. Stompunkt i höjd som inte är markerade i berg eller konstruktion med motsvarande stabilitet ska kontrollmätas innan användning efter varje tjälperiod.

2.4 Markering, punktnummering och punktbeskrivning

2.4.1 Markering

- K1. Befintlig markering som bedömts som lämplig vid tillståndsbedömning ska användas.
- K2. Markering av stoppunkt ska anläggas för god varaktighet och stabilitet.
- K3. Vid markering av ny stoppunkt ska markeringstyp väljas och utföras enligt Tabell 2.

Tabell 2. Markeringstyper.

Typkod	Markeringstyp	Krav på utförande
PP	Dubb i berg	Enligt HMK-Ge:M.F:5
	Dubb i betong (horisontell)	Enligt HMK-Ge:M.F:6
	Dubb i betong (vertikal)	Enligt HMK-Ge:M.F:5
	Dubb i sten	Enligt HMK-Ge:M.F:5
	Markeringsspik i asfalt eller betong	Enligt HMK-Ge:M.F:10
	Rör i mark med däcksel	Enligt HMK-Ge:M.F:7
	Unikonsol (standard)	Enligt Bilaga A - Unikonsol
FIX	Dubb i berg	Enligt HMK-Ge:M.F:5
	Dubb i betong (vertikal)	Enligt HMK-Ge:M.F:5
	Dubb i sten	Enligt HMK-Ge:M.F:5
	Järn i foderrör	Enligt HMK-Ge:M.F:8

- K4. **Järnväg:** Markering med unikonsol används endast för stoppunkt i plan i tunnlar, tunneltråg och bergskärning.

- K5. **Järnväg:** Monteringsplatta för unikonsol ska föras med skyddskåpa.
- K6. Vid markering med unikonsol ska förvaring av lösa delar som krävs för mätning i plan samt höjdsättning av punkter anordnas i nära anslutning till utförda markeringar.
- K7. Dokumentation av förvaringslösning för lösa delar till unikonsol ska upprättas och ingå i redovisning av stomnät.
- K8. Markering med dubb som ska användas för stompunkt i plan ska alltid föras med markerat centrumhål.
- K9. Innan markering med rör i mark med däcksel eller järn i foderrör ska förekomst av ledningar i mark undersökas och ledningarnas lägen utmärkas så att risk för skada inte uppkommer.
- K10. Innan markering i anläggning eller konstruktion utförs ska förutsättningar undersökas så att risk för skada inte uppkommer.
- K11. **Järnväg:** Stompunkter ska anläggas så att mätningsspersonal kan arbeta fritt utan att hamna inom säkerhetszonen, 2,20 meter från närmaste räl.
- K12. Markeringsmaterial i tunnlar och vid tunnelpåslag ska vara av syrafast rostfritt stål.

2.4.2 Punktnumrering

- K1. **Järnväg:** Stompunkt för järnväg ska tilldelas unik punktnumrering genom att beställning skickas till verksamhetsbrevlåda:
geodesi.jarnvagsdata@trafikverket.se
- K2. **Järnväg:** Stompunkt i plan som nybestäms ska få ett nytt punktnummer.
- K3. **Järnväg:** Stompunkt i höjd som nybestäms ska behålla befintligt punktnummer men datum för höjdrevidering ska uppdateras.
- K4. **Väg:** Punktnumrering ska utföras i samråd med beställaren.
- K5. **Väg:** Stompunkt för projekt ska tilldelas unikt punktnummer:
- a) stompunkt i anslutningsnät: 5 siffror enligt ÅÅTNN
 - b) stompunkt i bruksnät: 6 siffror enligt ÅÅTXNN
- där ÅÅ avser etableringsår, T stompunktstyp, X fri position, NN löpnummer.
- K6. **Väg:** Stompunkt som nybestäms ska få ett nytt punktnummer.
- K7. Samma punktnumrering ska användas från upprättande av åtgärdsförslag och vidare genom uppdraget.

2.4.3 Punktbeskrivning

K1. Vid upprättande av punktbeskrivning ska Trafikverkets mall för punktbeskrivning användas.

2.5 Redovisning av stomnätsarbete

K1. **Järnväg:** Redovisning av åtgärdsförslag ska minst omfatta följande:

- mätningsteknisk redogörelse enligt avsnitt 1.8 i detta dokument
- dokumenterad tillståndsbedömning enligt avsnitt 2.1 i detta dokument
- stommättningsplan.

K2. **Väg:** Redovisning av planerat stomnät ska minst omfatta:

- sammanfattning av planeringen:
 - nätets syfte
 - anslutningslösning
 - planerat genomförande
- utgångspunkter för anslutning
- planerade lägen för nypunkter och markeringstyper
- nätskiss eller stommättningsplan
- tidplan samt eventuell sessionsindelning vid GNSS-mätning
- instrument, mottagare/antennor och kompletterande utrustning
- programvaror för beräkning och analys.

K3. Redovisning av etablerat stomnät ska omfatta:

- mätningsteknisk redogörelse enligt avsnitt 1.8 i detta dokument
- översiktskarta
- nätskiss
- instrument och utrustning
- fältanteckningar
- rådata
- beräkningshandlingar
- punktbeskrivningar
- raserade punkter
- stompunktsinformation
- **Järnväg:** åtgärdsförslag
- **Väg:** planering.

- K4. Rådata för GNSS-observationer ska levereras i mottagarens originalformat samt RINEX-format.
- K5. Beräkningshandlingar ska innehålla samtliga indata och beräkningsfiler som skapats under arbetet från rådata till slutlig nätutjämning.
- K6. **Järnväg:** Stompunktsinformation ska redovisas med TMALL 0496 som beskriver samtliga förändringar i stomnätet.
- K7. **Väg:** Stompunktsinformation ska redovisas som koordinatförteckning minst innehållande:
- projekt och skede
 - stomnätstyp
 - referenssystem
 - beräkningsdatum
 - punktinformation: Punktnummer, koordinater, markeringstyp.

2.6 Anslutningsnät i plan

Planering

- K1. Vid planering av anslutningsnät i plan ska HMK Stommätning 2024 avsnitt 3.2.4 och 3.5 beaktas.
- K2. Vid rekognosering av anslutningsnät i plan ska HMK Stommätning 2024 avsnitt 3.4 beaktas.
- K3. Anslutning till nationellt referensnät ska utföras med virtuella referensstationer (VRS).
- K4. Planering och val av virtuella referensstationer ska följa beskrivning i VRS-metoden – Metodbeskrivning avsnitt 2.1.
- K5. För att säkerställa koppling mot angränsande stomnät ska lämpliga punkter i befintliga stomnät ingå.
- K6. Anslutningsnät i plan för långsträckta objekt ska utformas som parpunktsnät enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.1.2.
- K7. Optisk sikt ska finnas mellan punkter som ingår i samma par.
- K8. **Järnväg:** Minsta avstånd mellan punkter som ingår i samma par ska vara 500 meter.
- K9. **Väg:** Minsta avstånd mellan punkter som ingår i samma par ska vara 300 meter.
- K10. Avstånd mellan intilliggande punktpar ska inte understiga 1 km och inte överstiga 3 km.

- K11. Vid tunnelpåslag ska punktpar förstärkas med minst en tredje punkt.
- K12. Alla punkter vid tunnelpåslag ska ha inbördes sikt samt sikt till tunnels påslag.
- K13. **Järnväg:** Tillståndsbedömning, rekognosering och planering ska dokumenteras i ett åtgärdsförslag enligt avsnitt 2.5 i detta dokument.
- K14. **Järnväg:** Åtgärdsförslag ska redovisas till beställaren och godkännas innan markering, siktröjning eller andra åtgärder utförs.
- K15. **Väg:** Redovisning av planering ska utföras enligt avsnitt 2.5 i detta dokument.
- K16. **Väg:** Planeringen ska redovisas till beställaren och godkännas innan markering, siktröjning eller andra åtgärder utförs.

Mätning

- K17. Vid mätning av anslutningsnät i plan ska HMK Stommätning 2024 avsnitt 5.1 beaktas.
- K18. Mätning av anslutningsnät i plan ska följa beskrivning i VRS-metoden - Metodbeskrivning avsnitt 2.2.
- K19. Mätning ska uppfylla krav enligt mätklass SA1 enligt SIS-TS 21143:2016 Tabell A.10.
- K20. Antenner ska vid mätningstillfället vara orienterade mot norr.
- K21. Antennhöjd ska mätas med avsedd höjdmätare före och efter mätningstillfället.
- K22. Mätning för kontroll av satellitmätt baslinjelängd i punktpar ska utföras enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.2.4.

Beräkning

- K23. Vid beräkning av anslutningsnät i plan ska HMK Stommätning 2024 avsnitt 5.2 beaktas.
- K24. Beräkning av anslutningsnät i plan ska utföras enligt VRS-metoden - Metodbeskrivning avsnitt 2.3.
- K25. Befintliga punkter i angränsande stomnät ska hållas fasta vid utjämning av nytt anslutningsnät i plan.

Redovisning

- K26. Redovisning av etablerat stomnät ska utföras enligt avsnitt 2.5 i detta dokument.

2.7 Anslutningsnät i höjd

Planering

- K1. Vid planering av anslutningsnät i höjd ska HMK Stommätning 2024 avsnitt 3.2.1, 3.4 och 3.5 beaktas.
- K2. Anslutningsnät i höjd ska planeras enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.7.1.
- K3. Alla höjdtåg i ett höjdnät påbörjas och avslutas i kända utgångspunkter eller knutpunkter, med olika start- och slutpunkt.
- K4. **Järnväg:** Om andra än av Trafikverket förvaltade punkter krävs för anslutning ska dessa vara Lantmäteriets stompunkt i höjd, kvalitetsklass 0.
- K5. **Järnväg:** Tillståndsbedömning, rekognosering och planering ska dokumenteras i ett åtgärdsförslag enligt avsnitt 2.5 i detta dokument.
- K6. **Järnväg:** Åtgärdsförslag ska redovisas till beställaren och godkännas innan markering, siktröjning eller andra åtgärder utförs.
- K7. **Väg:** Redovisning av planering ska utföras enligt avsnitt 2.5 i detta dokument.
- K8. **Väg:** Planeringen ska redovisas till beställaren och godkännas innan markering, siktröjning eller andra åtgärder utförs.

Mätning

- K9. Vid mätning av anslutningsnät i höjd ska HMK Stommätning 2024 avsnitt 4.1 beaktas.
- K10. Klass på avvägningssutrustning ska vara A1 enligt SIS-TS 21143:2016 Tabell A.3.
- K11. Avvägning ska utföras enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.6.3.
- K12. Punkter i anslutningsnät i höjd ska lägesbestämmas i plan med Trafikverkets standardnivå P3 (se Tabell 4) och redovisas med en decimal.

Beräkning

- K13. Vid beräkning av anslutningsnät i höjd ska HMK Stommätning 2024 avsnitt 6.2 beaktas.
- K14. Beräkning ska utföras enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.6.4.

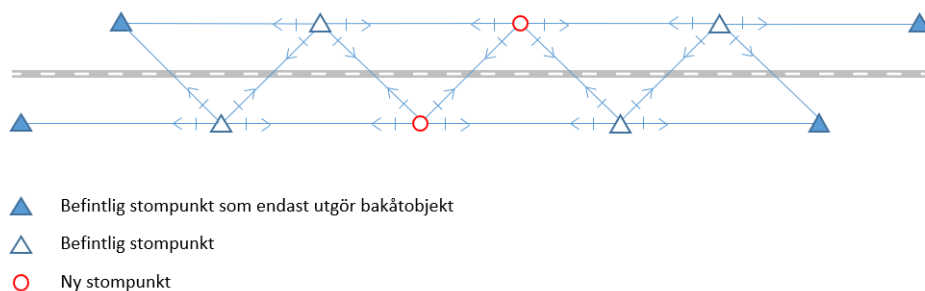
Redovisning

- K15. Redovisning av etablerat stomnät ska utföras enligt avsnitt 2.5 i detta dokument.

2.8 Bruksnät i plan

Planering

- K1. Vid planering av bruksnät i plan ska HMK Stommätning 2024 avsnitt 3.2.2 och 3.3 beaktas.
- K2. Bruksnät i plan ska utformas enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.1.2.
- K3. Bruksnät i plan ska utformas så att k-tal för nätet är större än 0,5 och enskilda mätningar större än 0,35.
- K4. **Järnväg:** Bruksnät i plan ska vara utformat som fackverksnät enligt SIS-TS 21143:2016 figur 2.
- K5. **Järnväg:** I tunnel ska bruksnät utformas enligt SIS-TS 21143:2016 figur 8 och med stationsuppställning i samtliga punkter.
- K6. **Väg:** I tunnel ska bruksnät utformas enligt SIS-TS 21143:2016 figur 7 eller 8.
- K7. Bruksnät i plan ska planeras enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.4.1.
- K8. Vid komplettering av en eller flera punkter ska mätning och beräkning utföras med minst två stationsuppställningar på befintliga punkter med längd- och vinkelmätning mot ytterligare två befintliga punkter i vardera riktning från nya punkter (Figur 2).



Figur 2. Princip för komplettering av bruksnät.

- K9. **Järnväg:** Tillståndsbedömning, rekognosering och planering ska dokumenteras i ett åtgärdsförslag avsnitt 2.5 i detta dokument.
- K10. **Järnväg:** Åtgärdsförslag ska redovisas till beställaren för godkännande innan fortsatt arbete med stomnät utförs.
- K11. **Väg:** Redovisning av planering ska utföras enligt avsnitt 2.5 i detta dokument.
- K12. **Väg:** Planeringen ska redovisas till beställaren och godkännas innan markering, siktröjning eller andra åtgärder utförs.

Mätning

- K13. Vid mätning av bruksnät i plan ska HMK Stommätning 2024 avsnitt 4.2 beaktas.
- K14. Mätning för bruksnät i plan ska utföras enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.4.3.
- K15. Instrument och signaler ska tvångscentreras.
- K16. Mätning ska uppfylla mätklass G3 enligt SIS-TS 21143:2016 Tabell A.9.
- K17. Mätning ska utföras så att fullständig anslutning erhålls till av beställaren anvisade punkter.
- K18. Vid mätning ska PPM-värde för atmosfäriska korrekationer vara nollställt.
- K19. Temperatur och lufttryck ska mätas med kalibrerad termometer och barometer samt dokumenteras.

Beräkning

- K20. Vid beräkning av bruksnät i plan ska HMK Stommätning 2024 avsnitt 6.4 beaktas.
- K21. Om mätning pekas ut som grovt fel vid fri utjämning ska samtliga mätningar för berörd station ersättas med nya mätningar.
- K22. Korrekationer ska påföras mätningar vid utjämningsberäkning.
- K23. Beräkning av bruksnät i plan ska utföras enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.2.6.
- K24. **Väg:** Viktsättning vid utjämning ska vara enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.2.2.
- K25. **Järnväg:** Värderna för standardosäkerhet enligt Tabell 3 ska användas som underlag vid viktsättning.

Tabell 3. Standardosäkerheter som underlag för viktsättning, järnväg.

Horisontalvinklar	0,5 mgon
Vertikalvinklar	1,0 mgon
Längder	3 mm + 3 ppm
Centrering i plan för station respektive alla objekt	2 mm
Instrument- och signalhöjder	2 mm

Redovisning

- K26. Redovisning av etablerat stomnät ska utföras enligt avsnitt 2.5 i detta dokument.

2.9 Bruksnät i höjd

Planering

- K1. Vid planering av bruksnät i höjd ska HMK Stommätning 2024 avsnitt 3.2.1, 3.4 och 3.5 beaktas.
- K2. Bruksnät i höjd ska planeras enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.8.1.
- K3. Bruksnät i höjd ska utformas enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.1.2.
- K4. Där topografiska eller andra förhållanden inte möjliggör avvägning kan höjdbestämnning genom trigonometrisk höjdmätning användas.
- K5. Redovisning av planering ska utföras enligt avsnitt 2.5 i detta dokument.
- K6. Planering ska redovisas till beställaren och godkännas innan markering utförs.

Mätning

- K7. Avvägning ska utföras enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.6.3.
- K8. Avvägning ska utföras med avvägningsinstrument av minst instrumentklass A2 enligt SIS-TS 21143:2016 Tabell A.3.
- K9. Trigonometrisk höjdmätning ska utföras med minst mätklass G2 enligt SIS-TS 21143:2016 Tabell A.9.
- K10. Vid trigonometrisk höjdmätning ska instrument och prismor tvångscentreras.
- K11. Trigonometrisk höjdmätning ska utföras genom dubbelmätning, dvs. mätning i båda riktningarna.

Beräkning

- K12. Som underlag vid viktsättning ska formel 1 i SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.6.2 användas.
- K13. Vid trigonometrisk höjdmätning ska observationer viktsättas enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.2.2.
- K14. Beräkning ska utföras enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.6.4.

Redovisning

- K15. Redovisning av etablerat stomnät ska utföras enligt avsnitt 2.5 i detta dokument.

2.10 Nät för tunnelbyggnad

2.10.1 Allmänt

- K1. Samtliga stomnät för respektive tunnel ska vara samplanerade.
- K2. Mättningsprogram för nät i plan respektive höjd ska vara samordnade.
- K3. Nät ska utformas enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.1.2.

2.10.2 Nät i plan

Planering

- K1. Mättningsprogram för nät i plan ska upprättas enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.5.3.2 och 6.5.4.2 samt inkludera hantering av riktningskontroll enligt avsnitt 6.5.3.7.
- K2. Simulering av nät ska utföras enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.2.5.
- K3. Avstånd mellan stompunkter i tunnel ska inte överstiga 200 meter.
- K4. Mättningsprogram ska redovisas till beställaren för godkännande innan markering utförs.

Mätning

- K5. Mätning av nät i plan ska utföras enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.2.2 och avsnitt 6.5.4.2.

Beräkning

- K6. Beräkning av nät i plan ska utföras enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.5.3.9.
- K7. Nät för enskilda tunneldelar som ansluter till varandra ska räknas samman.
- K8. Gyroobservationer ska utvärderas tillsammans med övriga observationer.
- K9. Viktsättning vid utjämning av nät i plan ska vara enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.2.2.

Redovisning

- K10. Utvärdering av gyroobservationer ska redovisas separat.
- K11. Redovisning av succesivt etablerade nät ska utföras enligt mättningsprogram.
- K12. Redovisning av slutliga sammanmätta nät ska utföras enligt mättningsprogram.

2.10.3 Nät i höjd

Planering

- K1. Nät i höjd ska planeras enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.9.4 och 6.9.5.

- K2. Mättningsprogram för nät i höjd ska upprättas enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.9.2 och 6.5.4.2.
- K3. Där topografiska eller andra förhållanden inte möjliggör avvägning kan höjdbestämmning genom trigonometrisk höjdmätning användas.
- K4. Mättningsprogram ska redovisas till beställaren för godkännande innan markering utförs.

Mätning

- K5. Avvägning ska utföras enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.6.3.
- K6. Avvägning ska utföras med avvägningsinstrument av minst instrumentklass A2 enligt SIS-TS 21143:2016 Tabell A.3.
- K7. Trigonometrisk höjdmätning ska utföras med minst mätklass G2 enligt SIS-TS 21143:2016 Tabell A.9.
- K8. Vid trigonometrisk höjdmätning ska instrument och prismor tvångscentreras.
- K9. Trigonometrisk höjdmätning ska utföras genom dubbelmätning, dvs. i båda riktningarna.

Beräkning

- K10. Beräkning ska utföras enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.6.4.
- K11. Nät för enskilda tunneldelar som ansluter till varandra ska räknas samman.
- K12. Som underlag vid viktsättning ska formel 1 i SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.6.2 användas.
- K13. Vid trigonometrisk höjdmätning ska observationer viktsättas enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.2.2.

Redovisning

- K14. Redovisning av succesivt etablerade nät ska utföras enligt mättningsprogram.
- K15. Redovisning av slutliga sammanmätta nät ska utföras enligt mättningsprogram.

2.11 Nät för byggande av bro och broliknade konstruktioner

2.11.1 Allmänt

- K1. Nät för flera bro och broliknande konstruktioner som samverkar ska samplaneras.
- K2. Nät ska utformas enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.1.2.

2.11.2 Nät i plan

Planering

- K1. Nät i plan ska planeras enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.5.1 och 6.5.5.
- K2. Nät i plan ska utgöras av minst 4 punkter som omsluter byggnadsverket.
- K3. Stompunktsantal och nätkonfiguration ska säkerställa att toleranser för lägesbestämning vid detaljmätning och kontrollmätning kan innehållas.
- K4. **Järnväg:** Minst 2 markeringar för nät i plan för bro och broliknande konstruktion ska vara gemensamma med punkter i stomnät i plan för järnväg.
- K5. Simulering av nät i plan ska utföras enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.2.5.
- K6. Mättningsprogram för nät i plan ska upprättas enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.5.5.
- K7. Mättningsprogram ska redovisas till beställaren och godkännas innan markering utförs.

Mätning

- K8. Mätning av nät i plan ska utföras enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.2.2.

Beräkning

- K9. Beräkning av i plan ska utföras enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.2.6 och 6.5.2.
- K10. Viktsättning för nät i plan vid utjämning ska vara enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.2.2.

Redovisning

- K11. Redovisning av etablerade nät ska utföras enligt mättningsprogram.

2.11.3 Nät i höjd

Planering

- K1. Nät i höjd ska planeras enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.8.1.
- K2. Nät i höjd ska anslutas till minst 2 av beställaren angiva utgångspunkter.
- K3. Där topografiska eller andra förhållanden inte möjliggör avvägning kan höjdbestämning genom trigonometrisk höjdmätning användas.
- K4. Antalet punkter ska vara minst 3 stycken.
- K5. Punkter ingående i nät i höjd ska ha ett maximalt inbördes avstånd på 250 meter.
- K6. Planering ska redovisas till beställaren och godkännas innan markering utförs.

Mätning

- K7. Avvägning ska utföras enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.6.3.
- K8. Avvägning ska utföras med avvägningsinstrument av minst instrumentklass A2 enligt SIS-TS 21143:2016 Tabell A.3.
- K9. Trigonometrisk höjdmätning ska utföras med minst mätklass G2 enligt SIS-TS 21143:2016 Tabell A.9.
- K10. Vid trigonometrisk höjdmätning ska instrument och prismor tvångscentreras.
- K11. Trigonometrisk höjdmätning ska utföras genom dubbelmätning, dvs. i båda riktningarna.

Beräkning

- K12. Beräkning av i höjd ska utföras enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.6.4.
- K13. Som underlag vid viktsättning ska formel 1 i SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.6.2 användas.
- K14. Vid trigonometrisk höjdmätning ska observationer viktsättas enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.2.2.

Redovisning

- K15. Redovisning av etablerade nät ska utföras enligt avsnitt 2.5 i detta dokument.

3 Detaljmätning och datainsamling

3.1 Bedömning av förväntad lägesosäkerhet

- K1. Innan detaljmätning och datainsamling påbörjas ska utföraren göra en bedömning av den lägesosäkerhet som kan förväntas med den tänkta mätmetoden och med användning av tillgänglig geodetisk infrastruktur.
- K2. Förväntad lägesosäkerhet ska relatera till Trafikverkets realisering av referenssystem.
- K3. Befintliga stompunkter som behövs för detaljmätning och datainsamling ska vara tillståndsbedömda enligt 2.1 i detta dokument.
- K4. Om lägesbestämning av kompletterande utgångspunkter krävs för att utföra detaljmätning och datainsamling ska utförandet av dessa samrådas med beställare.
- K5. Lägesbestämning av kompletterande utgångspunkt ska dokumenteras och redovisas till beställare.

3.2 Totalstationsmätning

Planering

- K1. Vid detaljmätning med totalstation ska HMK Terrester detaljmätning 2021, kapitel 4 beaktas.
- K2. Utgångspunkter ska ha känd lägesosäkerhet relaterad till Trafikverkets realisering av referenssystem.
- K3. **Järnväg:** Utgångspunkter ska vara stompunkter som godkänts av Trafikverkets förvaltare av stomnät på VO Underhåll.
- K4. Instrumentval och krav vid mätning och centrering ska vara enligt SIS-TS 21143:2016 Tabell A.25.
- K5. **Järnväg:** Instrumentval och krav vid mätning och centrering för detaljmätning av spåranläggning ska vara:
 - totalstation klass T2 enligt SIS-TS 21143:2016 Tabell A.1
 - standardosäkerhet i centrering prisma för mätobjekt ≤ 3 mm
 - instrument och signalhöjd ska vara bestämd inom 2 mm
 - maximal mätlängd 120 m.

Korrektioner

- K6. Atmosfärskorrektion, lufttryck och temperatur, ska påföras mätning.
- K7. Prismakorrektion ska påföras mätning.

K8. Korrektion för jordkrökning och refraktion ska påföras mätning vid trigonometrisk höjdmätning.

K9. Höjd- och projektionskorrektion ska påföras mätning vid:

- a. fri stationsetablering
- b. kontrollmätningar av avstånd mot bakåtojekt
- c. vid detaljmätning.

K10. Påförda korrektioner ska dokumenteras.

K11. Vid etablering av fri station eller detaljmätning utgående från stompunkter ingående i korrektionsfritt nät ska inga geometriska korrektioner påföras vid mätning eller beräkning.

Stationsetablering

K12. Stationsetablering ska utföras på känd punkt enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 7.3.1 eller som överbestämd fri station enligt avsnitt 7.3.2.

K13. Vid varje stationsetablering ska temperatur och lufttryck mätas och dokumenteras.

K14. Stationsetablering ska dokumenteras enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 7.3.3.

Mätning

K15. Inmätning ska utföras av minst en omlottpunkt vid detaljmätning från två intilliggande stationsetableringar.

K16. **Järnväg:** Inmätning av omlottpunkter ska utföras av spårpunkter enligt TDOK 2019:0215 bilaga 3 med max 150 meter längdmätning och ≥ 2 omlottpunkter.

K17. **Järnväg:** Inmätning av spårmitt ska utföras relaterat till referensräl med spårsmätutrustning innehållande centreringskravet ± 2 mm.

K18. Kontroll av utsättning ska utföras fortlöpande genom inmätning av utsatt punkt och utvärderas mot krav på tolerans.

Beräkning

K19. Indata till koordinatberäkning ska vara kontrollerad och korrigerad avseende punktnummering och kodning.

K20. Alla erforderliga korrektioner ska vara påförda vid beräkning.

K21. Beräkning och utvärdering av kontroller ska utföras avseende:

- stationsetablering
- inmätta omlottpunkter och kända punkter
- vid utsättning: inmätt läge jämfört med teoretiskt läge.

K22. Kontroll av omlottpunkter ska beräknas som medeltal av koordinat- och höjduppgifter samt avvikelse i plan och höjd mellan de två mätningarna.

Redovisning

K23. Följande ska redovisas:

- mätningsteknisk redogörelse enligt avsnitt 1.8 i detta dokument
- utgångspunkter
- indata till koordinatberäkning
- dokumentation av påförda korrekationer
- utförda kontroller utvärderade mot krav
- beräkningshandlingar
- stationsetableringar inkl. utvärdering mot gränsvärden
- koordinatlista med detaljmätta punkter redovisande punktbeteckning, koordinater och kod
- eventuella kompletterande utgångspunkter.

3.3 GNSS-RTK

3.3.1 Etablering av referensstation för RTK-mätning

Planering

- K1. Vid etablering av referensstation ska SIS-TS 21143:2016 bilaga F beaktas.
- K2. Referensstation ska etableras i god mätmiljö.
- K3. Referensstation ska etableras stabilt.
- K4. GNSS-utrustning ska kunna ta emot signaler från minst GPS- och Glonass-satelliter.
- K5. Mätutrustning ska uppfylla grundutförande och rekommendationer enligt HMK Stommätning 2024, avsnitt 3.6, 3.6.3 och 3.6.4.

Lokal referensstation

- K6. Etablering av referensstation ska ske på utgångspunkt med kända koordinater i plan och höjd.
- K7. Etablering av referensstation ska ske på godkänd stompunkt ingående i Trafikverkets passiva realisering för projektet eller anläggningen.
- K8. Centrering och horisontering av GNSS-antenn ska göras med trefot och lod.
- K9. För tillfälligt etablerad referensstation ska antennhöjd mätas och centrering kontrolleras före och efter mätningen.

K10. För fast referensstation ska kontrollprogram innehållande kontroll- och drifrutiner för säkerställande av dess funktion tas fram.

Nätverks-RTK

K11. Etablering av projektanpassade nätverk av referensstationer för nätverks-RTK ska föregås av utredning av förutsättningar samt planering av genomförandet.

K12. Utredning och planering enligt K11 ska godkännas av beställaren innan genomförandet påbörjas.

K13. Projektanpassade nätverk av referensstationer för RTK-mätning ska ha kända samband med Trafikverkets realiseringar av de geodetiska referenssystemen i plan och höjd.

K14. Samband till Trafikverkets realiseringar av referenssystem ska bestämmas med tillräckligt många överbestämningar för att möjliggöra tillförlitliga skattningar av skillnaderna över hela det aktuella området.

K15. Kontrollprogram innehållande kontroll- och driftsrutiner ska tas fram.

K16. Kontrollprogram ska godkännas av beställare.

3.3.2 RTK-mätning

Planering

K1. Krav och rekommendationer i HMK GNSS-baserad detaljmätning 2021 avsnitt 3 och 4 ska beaktas vid genomförande av detaljmätning.

K2. RTK-mätning får endast utföras i mätmiljökategori A och B enligt HMK GNSS Detaljmätning 2021 avsnitt 3.3, Tabell 4.

K3. Parametervärden för datafiltrering i GNSS-mottagare ska vara enligt HMK GNSS-baserad detaljmätning 2021 avsnitt 3.6.2, Tabell 5, där fixlösning är den enda typen av positionsberäkning som accepteras.

Mätning

K4. Lägesosäkerhet med RTK ska kontrolleras mot minst tre kända punkter väl fördelade inom mätområdet före och efter mätningsspass. Resultat ska utvärderas och dokumenteras.

K5. Varje registrerad position ska utgöras av en medeltalsbildning av minst fem (5) positioner.

K6. Verifierande kontroll av detaljmätning ska utföras som ”upprepad mätning med tidsseparation”, HMK GNSS-baserad detaljmätning avsnitt 4.2.2.

K7. Registrerade positioner ska dokumenteras tillsammans med minst tidpunkt, PDOP-tal och antennhöjd.

K8. Kontroll av utsättning ska utföras fortlöpande genom inmätning av utsatt punkt och utvärderas mot krav på utsättningstolerans.

K9. Utsättning ska dokumenteras enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 7.5.1.

Redovisning

K10. Mätningsteknisk redogörelse enligt avsnitt 1.8 i detta dokument, där följande ska inkluderas:

- typ av RTK-referens
- vid lokal referensstation: utgångspunkt för referensstation
- mottagare, antenn och mjukvaruversion
- använda GNSS (GPS; Galileo; Glonass; Beidou)
- referenssystem och geoidmodell
- mottagares parametervärden för datafiltrering.

K11. För genomförda kontroller av RTK mot realisering av referenssystem, ska resultat och analys redovisas.

K12. För verifierande kontroll av detaljmätning ska resultat och analys redovisas.

K13. Koordinatlista med detaljmätta punkter redovisande punktbeteckning, koordinater och kod.

3.4 Avvägning

Planering

K1. Vid detaljmätning genom avvägning ska HMK Terrester detaljmätning 2021 avsnitt 5, beaktas.

K2. Utgångspunkter ska ha känd lägesosäkerhet relaterad till Trafikverkets realisering av referenssystem.

K3. **Järnväg:** Utgångspunkter ska vara stompunkter som godkänts av Trafikverkets förvaltare av stomnät på VO Underhåll.

K4. Instrumentval vid avvägning ska vara enligt SIS-TS 21143:2016 Tabell A.26.

Mätning

K5. Vid detaljmätning genom avvägning ska tåg eller enstaka stationsetablering starta och sluta i känd utgångspunkt, med olika start- och slutpunkt.

Beräkning

K6. Vid beräkning och slutlig kontroll av avvägning ska HMK Terrester detaljmätning 2021 avsnitt 5.4 beaktas.

Redovisning

K7. Följande ska redovisas:

- mätningsteknisk redogörelse enligt avsnitt 1.8 i detta dokument
- indata till beräkning
- utgångspunkter
- beräkningsresultat
- resultat från utförda kontrollmätningar samt analys av dessa.

3.5 Laserskanning

3.5.1 Flygburen laserskanning

Förutsättning

Flygburen laserskanning enligt detta avsnitt avser framställning av georefererat punktmoln med laserskanner från luften och som ska ligga till grund för underlag för detaljprojektering och byggande.

Detta avsnitt avser skanning av mark ovanför vattenyta.

Planering

- K1. Vid planering, utförande och leverans av luftburen laserskanning ska HMK Flygburen laserskanning 2024 beaktas.
- K2. Som grund för planering och utförande gäller HMK Flygburen laserskanning 2024, HMK-standardnivå 3.
- K3. Om samtidig fotografering ska utföras ska HMK-Flygfotografering 2017 beaktas.
- K4. Krav för punkttäthet, lägesosäkerhet och träffyta ska vara enligt HMK Flygburen laserskanning 2024, Tabell 2.3.1.a, HMK-standardnivå 3.
- K5. Laserskanning ska täcka aktuellt område med god marginal så att kanteffekter för efterföljande bearbetning och produktframställning inte uppstår.
- K6. Planering av flyghöjd ska följa HMK Flygburen laserskanning 2024 avsnitt 3.1.1.
- K7. Planering av öppningsvinkel ska följa HMK Flygburen laserskanning 2024 avsnitt 3.1.2.
- K8. Planering av stråk ska följa HMK Flygburen laserskanning 2024 avsnitt 3.1.3.
- K9. Planering av markstöd ska följa HMK Flygburen laserskanning 2024 avsnitt 3.1.4.

- K10. Utformning av markstöd och kontrollobjekt ska utföras enligt HMK Flygburen laserskanning 2024 avsnitt 3.2.1.
- K11. Lägesbestämning av markstöd och kontrollobjekt ska utföras i Trafikverkets realisering av referenssystem i plan och höjd.
- K12. Planering av laserskanning ska redovisas för beställaren för godkännande innan utförandet påbörjas och minst innehålla:
- stråkplan inkl. övertäckning mellan stråk, eventuella tvärstråk. Stråkplanen ska redovisas grafiskt med planerat område inlagt samt planerade lägen för markstöd och kontrollobjekt.
 - skanninghöjd (flyghöjd)
 - skanningvinkel
 - förväntad punkttäthet (förstareturer)
 - accepterad avvikelse vid kontroll mellan stråk
 - förväntad lägesosäkerhet för slutligt georefererat punktmoln
 - utformning, lägesbestämningsmetod och referens för markstöd och kontrollobjekt.

Utförande

- K13. Insamling av laserdata ska utföras enligt HMK Flygburen laserskanning 2024 avsnitt 3.3.
- K14. Efterbearbetning av laserdata ska utföras enligt HMK Flygburen laserskanning 2024 avsnitt 3.4.1.
- K15. Bearbetning av punktmoln ska utföras enligt HMK Flygburen laserskanning 2024 avsnitt 3.4.2.
- K16. Punktmoln ska georefereras mot markstöd. Differenser innan och efter inpassning ska redovisas per markstöd och redovisas i text och grafiskt på karta.
- K17. Efter georeferering ska kontroll mot kontrollobjekt utföras. Differenser ska redovisas per kontrollobjekt och redovisas i text och grafiskt på karta.

Redovisning

- K18. Mätningsteknisk redogörelse enligt avsnitt 1.8 i detta dokument.
- K19. Produktionsdokumentation enligt HMK Flygburen laserskanning 2024 bilaga B inkluderande redovisning av eventuella avvikelser från planering.
- K20. GNSS/INS-data och laserdata enligt HMK Flygburen laserskanning 2024 avsnitt 3.4.3.

3.5.2 Fordonsburen laserskanning

Förutsättning

Fordonsburen laserskanning enligt detta avsnitt avser framställning av georefererat punktmoln med laserskanner i rörelse monterad på fordon och som ska ligga till grund för underlag för detaljprojektering och byggande.

Planering

- K1. Vid fordonsburen laserskanning ska HMK Fordonsburen laserskanning 2017 kapitel 3 beaktas.
- K2. Fordonsburen laserskanning ska planeras, utföras och levereras enligt HMK Fordonsburen laserskanning 2017, HMK-standardnivå 3.
- K3. Lägesbestämning av markstöd och kontrollobjekt ska utföras i Trafikverkets realisering av referenssystem i plan och höjd.
- K4. Laserskanning ska täcka aktuellt området med god marginal så att kanteffekter för efterföljande bearbetning och produktframställning inte uppstår.
- K5. Markstöd och kontrollobjekt ska planeras och utföras i anslutning till hela det område som ska skannas i den omfattning som behövs för att säkerställa och verifiera slutligt punktmolns lägesosäkerhet.
- K6. Planering av laserskanning ska redovisas för beställaren för godkännande innan utförandet påbörjas och minst innehålla:
 - stråk- eller körspårsplan med eventuella tvärstråk. Planen ska redovisas grafiskt med planerat område inlagd samt planerade lägen för markstöd och kontrollobjekt.
 - systemhöjd för laserskannrar
 - förväntad punkttäthet (förstareturer)
 - skannerplacering och dess vinklar i förhållande till färdriktningen
 - förväntad användbar skanningbredd
 - accepterad avvikelse vid kontroll mellan stråk/körspår
 - förväntad lägesosäkerhet för slutligt georefererat punktmoln
 - utformning, lägesbestämningsmetod och referens för markstöd och kontrollobjekt.

Utförande

- K7. Insamling av laserdata ska utföras enligt HMK Fordonsburen laserskanning 2017 avsnitt 3.3.3.
- K8. Bearbetning av positions- och orienteringsdata (GNSS/INS) ska utföras enligt HMK Fordonsburen laserskanning 2017 avsnitt 3.3.4.

K9. Beräkning av punktmoln ska utföras enligt HMK Fordonsburen laserskanning 2017 avsnitt 3.3.5.

K10. Efter georeferering ska kontroll mot kontrollobjekt utföras. Differenser ska redovisas per kontrollobjekt och redovisas i text och grafiskt på karta.

Redovisning

K11. Mätningsteknisk redogörelse enligt avsnitt 1.8 i detta dokument inkluderande redovisning av eventuella avvikelser från planering.

K12. Produktionsdokumentation enligt HMK Fordonsburen laserskanning 2017:

- bilaga B.2 exklusive ”kontrollprofiler enligt SIS TS 21144:2016”
- bilaga B.3.

K13. Leverans av laserdata och GNSS/INS-data ska vara enligt HMK Fordonsburen laserskanning 2017 avsnitt 3.3.6.

3.5.3 Terrester laserskanning

Planering

K1. Vid terrester laserskanning ska HMK Terrester laserskanning 2021 kapitel 2 och 3 beaktas.

K2. Slutligt punktmoln ska vara georefererat i Trafikverkets realisering av referenssystem i plan och höjd.

K3. Planering av terrester laserskanning ska omfatta:

- beskrivning av metod för georeferering (utgångspunkter, konfiguration och metod för lägesbestämning av signaler/måltavlor)
- förväntad lokal och absolut lägesosäkerhet för slutligt punktmoln
- beskrivning av hur verifiering av punktmolnets absoluta och lokala lägesosäkerhet planeras att utföras
- förväntad punkttäthet på objekt som skanningen ska avse.

K4. Planeringsrapport ska redovisas för beställaren innan mätning påbörjas.

Utförande

K5. Insamling av laserdata ska utföras enligt HMK Terrester laserskanning 2021 avsnitt 3.3.3.

K6. Verifiering av punktmolnets absoluta och lokala lägesosäkerhet ska utföras.

Redovisning

K7. Mätningsteknisk redogörelse enligt avsnitt 1.8 i detta dokument.

K8. Produktionsdokumentation enligt HMK Terrester laserskanning 2021 bilaga B.3 inkluderande:

- utgångspunkter
- beräkningshandlingar för kompletterande utgångspunkter, signaler/måttavlor och kontrollmätningar
- resultat från verifiering av absolut och lokal lägesosäkerhet
- eventuella avvikelser från planering.

K9. Leverans av laserdata ska utföras enligt HMK Terrester laserskanning 2021 avsnitt 3.3.6.

3.6 Fotografering

3.6.1 Flygburen fotografering

Förutsättning

Flygburen fotografering enligt detta avsnitt avser fotografering av lodbilder som ska ligga till grund för underlag för detaljprojektering och byggande så som ortofoto, fotogrammetrisk detaljmätning och fotogrammetriskt punktmoln.

Planering

K1. Vid flygfotografering ska krav och rekommendation enligt HMK-Flygfotografering 2017 avsnitt 2.3 och 3 beaktas.

K2. Lägesbestämning av markstöd och kontrollobjekt ska utföras relativt Trafikverkets realisering av referenssystem i plan och höjd.

K3. Parametrar för insamling av lodbilder för stereokartering och höjdmodeller ska vara enligt HMK-standardnivå 3 i HMK-Flygfotografering 2017, Tabell 2.3.1a eller Tabell 2.3.1b med följande tillägg:

- lägesosäkerhet i plan/höjd vid ideala förhållanden ska vara högst 0,02/0,03 m
- terrängen ska vara snöfri.

K4. Planering av flygfotografering ska redovisas för beställaren för godkännande innan utförandet påbörjas och minst innehålla:

- planerad flyghöjd
- förväntad geometrisk upplösning (GSD)
- mätmetod för lägesbestämning av markstöd och kontrollobjekt samt förväntad absolut lägesosäkerhet
- övertäckning mellan bilder, inom och mellan stråk

- stråk- och stödplan (grafiskt) enligt HMK-Flygfotografering 2017 avsnitt 3.1.3.

Utförande

- K5. Fotografering ska utföras enligt HMK Flygfotografering 2017 avsnitt 3.3.1.
- K6. Bearbetning av bilder ska utföras enligt HMK Flygfotografering 2017 avsnitt 3.3.2.
- K7. Beräkning av orientering ur GNSS/INS-data ska utföras enligt HMK Flygfotografering 2017 avsnitt 3.3.3.

Redovisning

- K8. Mätningsteknisk redogörelse enligt avsnitt 1.8 i detta dokument inkluderande redovisning av eventuella avvikelser från planering.
- K9. Produktionsdokumentation enligt HMK-Flygfotografering 2017 bilaga B.
- K10. Markstöd enligt HMK-Flygfotografering 2017 avsnitt 3.2.1.
- K11. Bild- och GNSS/INS-data enligt HMK-Flygfotografering 2017 avsnitt 3.3.4.
- K12. Blocktriangulering enligt HMK-Flygfotografering 2017 avsnitt 3.4.3.

3.7 Kartering från insamlad data

3.7.1 Fotogrammetrisk detaljmätning

Planering

- K1. Fotogrammetrisk detaljmätning ska utföras enligt HMK Fotogrammetrisk detaljmätning 2017.
- K2. En kvalitetsplan för uppdragets genomförande ska tas fram enligt HMK Fotogrammetrisk detaljmätning 2017 kapitel 3.
- K3. Kvalitetsplanen ska godkännas av beställaren innan arbetet påbörjas.

Utförande

- K4. Detaljmätta objekt och företeelser ska utföras enligt HMK Fotogrammetrisk detaljmätning 2017 avsnitt 3.2.

Redovisning

- K5. Mätningsteknisk redogörelse enligt avsnitt 1.8 i detta dokument.
- K6. Produktionsdokumentation enligt HMK Fotogrammetrisk detaljmätning 2017 bilaga B inkluderande redovisning av eventuella avvikelser från planering.
- K7. Inmätta objekt ska levereras som koordinater samt mätdata enligt TDOK 2012:35 Tabell 2.

4 Produkter

4.1 Detaljmätning – särskilda objekt

4.1.1 Höjdbestämning av avvägningsdubbar för bro

- K1. Bestämning av höjd för avvägningsdubbar för bro ska utföras genom dubbelavvägning från verifierad fixpunkt för bro.
- K2. Vid brolängder överstigande 200 m ska höjdbestämning utgå från minst två verifierade fixpunkter för bro.
- K3. Avvägning ska utföras enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 6.6.3.
- K4. Klass på avvägningsutrustning ska vara A1 enligt SIS-TS 21143:2016 Tabell A.3.
- K5. För dubbelmätta höjdskillnader mellan enskilda avvägningsdubbar gäller tolerans $\leq 4\sqrt{L}$ (mm), där L är tågets längd i km.
- K6. Mätning ska utföras med samma avvägningsstång för både avvägning i tåg och eventuella sidoavläsningar.

4.1.2 Inmätning till underlag för relationshandling

- K1. Inmätning ska utföras enligt:
 - a) krav enligt teknisk beskrivning till aktuellt uppdrag
 - b) kapitel 3 i detta dokument.
- K2. Inmätning till underlag för relationshandling ska minst omfatta:
 - produktionsresultat där byggplatstolerans avseende läge har överskridits
 - anordning som ska fyllas över eller på annat sätt blir dold.

4.1.3 Inmätning till underlag för bestämning av mängder

- K1. Inmätning som underlag för att bestämma mängder ska planeras i samråd med beställaren.
- K2. Inmätning ska utföras enligt:
 - a) krav enligt entreprenaduppdraget
 - b) kapitel 3 i detta dokument.
- K3. Inmätning som underlag för att bestämma volym ska utföras som sektioner eller som markmodell.

K4. Inmätning som underlag för att bestämma volymer ska utföras så att beräkning kan utföras med ett maximalt sektionsavstånd enligt SIS-TS 21143:2016 avsnitt 7.4.4.

K5. Utförd detaljmätning ska dokumenteras enligt krav för respektive metod under kapitel 3 i detta dokument.

4.2 Kartor och vektormodeller

4.2.1 Detaljmättningsmodell

Planering

K1. Inmätta objekt och företeelser som uppfyller krav på lägesosäkerhet ska sammanställas i en detaljmättningsmodell.

Utförande

K2. Underlag i detaljmättningsmodell ska kontrolleras avseende innehåll och aktualitet.

Redovisning

K3. Mätningsteknisk redogörelse enligt avsnitt 1.8 i detta dokument.

K4. Detaljmättningsmodell ska redovisas i 3D.

K5. **Järnväg:** Lagernamn och symboler ska vara enligt TDOK 2019:0215.

K6. **Väg:** Symboler och linjestilar ska följa SIS Bygghandlingar avsnitt 8.10.

K7. **Väg:** Klassificering ska följa TDOK 2012:35 avsnitt 5.2.1.

4.2.2 Bakgrundskarta

Planering

K1. Innehållet i bakgrundskarta ska vara aktuellt.

K2. Bakgrundskarta ska vara framtagen för redovisning i skalområde 1:500 - 1:2000.

K3. Inom område för projektering och planläggning ska objekt och företeelser stämma överens med den detaljmätta information som finns i projektet.

K4. Bakgrundskarta ska minst innehålla:

- byggnader och andra anläggningar
- fastighetsinformation
- vägar och järnvägar

- nivåkurvor med 1 m ekvidistans redigerade för byggnader, anläggningar, vägar och järnvägar
- gränser för markslag
- fornminnen
- vattenområden och vattendrag
- större kraftledningar
- orienteringsinformation.

Utförande

K5. Underlag till bakgrundskarta ska kontrolleras avseende innehåll och aktualitet.

K6. Saknat och inaktuellt innehåll ska kompletteras.

Redovisning

K7. Mätningsteknisk redogörelse enligt avsnitt 1.8 i detta dokument.

K8. Bakgrundskarta ska redovisas i 2D.

K9. **Järnväg:** Lagernamn, linjestilar och symboler ska vara enligt TDOK 2019:0215.

K10. **Väg:** Klassificering ska följa TDOK 2012:35 avsnitt 5.2.1.

K11. **Väg:** Symboler och linjestilar ska följa SIS Bygghandlingar avsnitt 8.10.

4.3 Markmodell

4.3.1 Upprättande av markmodell

Förutsättning

Detta avsnitt avser mark- och bergmodell med en medelavvikelse i höjd på maximalt 0,20 m för:

- projektering i uppdrag avseende väg-/järnvägsplan och systemhandling
- detaljprojektering och mängdning inför byggande (bygghandling)
- underlag för utförande och byggande
- relationshandling och relationsmodell.

Detta avsnitt avser ytmodeller där ett läge i plan inte kan ha flera höjdvärden.

Planering

- K1. Vid skapande av markmodell ska SIS-TS 21144:2016, avsnitt 6, 8 och 9 med respektive underliggande avsnitt, beaktas.
- K2. Markmodell ska vara heltäckande triangelmodell där hål endast får förekomma där höjdinformation inte finns.
- K3. Indata ska utgöras av punkter och brytlinjer som representerar markytan.
- K4. Indata ska inkludera detaljmätta objekt som avser höjd på marken.
- K5. Indata till modell ska omfatta alla karakteristiska brytlinjer avseende vägar, markytor inom spårområde och övrig mark.
- K6. Indata ska ha sådan omfattning och lägesosäkerhet att krav på modellens medelavvikelse i höjd kan uppnås.
- K7. Indata ska ha en täthet och fördelning så att logisk triangelbildning erhålls.
- K8. Indata ska klassificeras utefter mätmetod, med beteckning enligt SIS-TS 21144:2016 Tabell 5.
- K9. Avståndet mellan närliggande punkter i indata ska normalt inte understiga 0,5 meter och inte överstiga 10 meter.
- K10. Punkt och linjehantering ska utföras enligt SIS-TS 21144:2016 avsnitt 9.2.
- K11. Indata ska kontrolleras enligt SIS-TS 21144:2016 avsnitt 9.4.

Utförande

- K12. Triangulering av modell ska utföras som linjär interpolering.
- K13. Modellens ytterkant ska inte innehålla extrapolerande trianglar utanför indatas yttre begränsning.

Redovisning

- K14. Mätningsteknisk redogörelse enligt avsnitt 1.8 i detta dokument samt innehållande uppgifter om:
- modellens förväntade eller provade medelavvikelse i höjd
 - modellens storlek i hektar (ha)
 - eventuell uppdelning i delmodeller
 - punkttäthet i medeltal för modellen
 - indata och dess mätmetod/er
 - tidpunkt för detaljmätning och datainsamling av indata till modellen.
- K15. Begränsningslinjer för modellens yttre begränsning och inre hål ska redovisas i vektorformat.
- K16. Indata för markmodell ska redovisas separat.

K17. Markmodell ska redovisas som ytmodell.

4.3.2 Kontroll av markmodell

Planering

- K1. Vid kontroll av mark-och bergmodeller ska SIS-TS 21144:2016 avsnitt 10 med underliggande avsnitt beaktas.
- K2. Markmodell ska kontrolleras avseende marktyper enligt SIS-TS 21144:2016 Tabell 10.
- K3. Kontroll av markmodell ska vara provningsutförande B enligt SIS-TS 21144:2016 avsnitt 10.4.1.
- K4. Minsta antal kontrollprofiler ska beräknas enligt SIS-TS 21144:2016 Tabell 11.
- K5. Kontrollprofiler ska fördelas så jämnt som möjligt över modellens yta och respektive marktyp.
- K6. Kontrollprofiler ska ges unika beteckningar för identifiering.
- K7. Sammanställning av planeringen ska redovisas grafiskt och innehålla:
- modellens begränsningslinje
 - område eller stäcka för planerad åtgärd
 - schematisk indelning i marktyper
 - planerade lägen för kontrollprofiler
 - redovisningsbakgrund i form av ortofoto.
- K8. Planering ska redovisas för beställaren för godkännande innan mätning påbörjas.

Mätning

- K9. Kontrollprofiler ska uppfylla krav i SIS-TS 21144:2016 avsnitt 10.6.2.
- K10. Undantagsobjekt enligt SIS-TS 21144:2016 Tabell 14 ska inte ingå i kontrollprofil.
- K11. Inmätning av kontrollprofiler ska utföras enligt SIS-TS 21144:2016 avsnitt 10.6.3 med underliggande avsnitt.

Beräkning

- K12. Beräkning av kontrollen ska utföras enligt SIS-TS 21144:2016 avsnitt 10.8.1 – 10.8.7.

Redovisning

- K13. Redovisning av kontrollen ska utföras enligt SIS-TS 21144:2016 avsnitt 10.9 med tillägg att:

- översiktskarta även ska redovisa medelavvikelse i höjd per profil samt dess identifieringsbeteckning
- till redovisning för varje enskild profil ska identifieringsbeteckning anges.

4.4 Ortofoto

Planering

- K1. Vid framställning av ortofoto ska HMK Ortofoto 2017 beaktas.
- K2. Ortofoto för ska utföras enligt HMK Ortofoto 2017, HMK-standardnivå 3.
- K3. Bilder som används som indata ska ha mindre eller samma geometriska upplösning (GSD) som krav på ortofoto.

Utförande

- K4. Kontroll av utgångsmaterial ska utföras enligt HMK Ortofoto 2017 avsnitt 3.1.
- K5. Ortofotoframställning ska utföras enligt HMK Ortofoto 2017 avsnitt 3.2.

Redovisning

- K6. Mätningsteknisk redogörelse enligt avsnitt 1.8 i detta dokument.
- K7. Ortofoto i format enligt TDOK 2012:35 Tabell 2.

4.5 Rörelsemätning

- K1. Vid rörelsemätning ska ett mättningsprogram upprättas.
- K2. Mättningsprogram ska omfatta grundinformation enligt avsnitt 1.7 i detta dokument.
- K3. För beskrivning av utförande ska även följande minst beskrivas:
 - erforderlig mätosäkerhet för att kunna detektera rörelse med tillräcklig säkerhet
 - hur stomnät och utgångspunkter ska etableras och säkerställs
 - hur mätpunkter ska etableras och säkerställas
 - val av mätmetod, instrumentklass och utförande för rörelsemätning så att efterfrågad mätosäkerhet uppnås
 - beräkningsförfarande
 - rutiner vid överskridande av tröskel-, larm- och stoppvärden.
- K4. Mättningsprogrammet ska redovisas för beställaren för godkännande innan markering och mätning påbörjas.

4.6 Redovisning

4.6.1 Mätningsteknisk rapport

- K1. Allt utfört mätningstekniskt arbete och framtagna produkter ska sammanställas och redovisas i en mätningsteknisk rapport (MätR).
- K2. Rapporten ska ha rubrikstruktur och innehåll enligt Bilaga B - Rubrikstruktur Mätningsteknisk rapport.
- K3. Mätningstekniska redogörelser för utförda produkter och utföranden ska bifogas.
- K4. Rapporten ska på ett entydigt sätt hänvisa till tillhörande bilagor och produkter.

4.6.2 Mätningstekniskt underlag

- K1. Handlingen Mätningstekniskt underlag ska sammanställas avseende mätningstekniska förutsättningar och mätningstekniskt underlag som kommer att tillhandahållas vid upphandling.
- K2. Handlingen ska bygga på redovisningar i Mätningsteknisk Rapport, Mätningstekniska redogörelser samt redovisning och dokumentation från tidigare utfört mätningstekniskt arbete.
- K3. I handlingen ska PM Mätningstekniskt underlag ingå som beskriver förutsättningar och underlag.
- K4. PM Mätningstekniskt underlag ska utföras i mall som tillhandahålls av beställaren.
- K5. Handlingen Mätningstekniskt underlag ska redovisas i leveransstruktur enligt Bilaga C - Leveransstruktur Mätningstekniskt underlag.

5 Lägesbestämning och toleranser vid detaljmätning

5.1 Lägesbestämning och skattning av lägesosäkerhet

- K1. Läge i plan ska bestämmas i Trafikverkets realisering av geodetiskt referenssystem i plan enligt TDOK 2016:0257.
- K2. Läge i höjd ska bestämmas i Trafikverkets realisering av geodetiskt referenssystem i höjd enligt TDOK 2016:0257.
- K3. Vid skattning av mått på lägesosäkerhet ska tillräckligt många oberoende mätningar av läge utföras för att erhålla en tillförlitlig skattning.
- K4. Lägesosäkerhet i plan ska bestämmas i Trafikverkets realisering av geodetiskt referenssystem i plan.
- K5. Lägesosäkerhet i höjd ska bestämmas i Trafikverkets realisering av geodetiskt referenssystem i höjd.
- K6. Trafikverkets standardnivåer för utökad lägesosäkerhet i plan är enligt Tabell 4.

Tabell 4. Trafikverkets standardnivåer för utökad lägesosäkerhet i plan.

Trafikverkets standardnivå Plan	Utökad lägesosäkerhet Plan, radiellt (m)
P0	> 1
P1	≤ 1
P2	≤ 0,5
P3	≤ 0,1
P4	≤ 0,05
P5	≤ 0,025
P6	≤ 0,010
P7	≤ 0,005

- K7. Trafikverkets standardnivåer för utökad lägesosäkerhet i höjd är enligt Tabell 5.

Tabell 5. Trafikverkets standardnivåer för utökad lägesosäkerhet i höjd.

Trafikverkets standardnivå Höjd	Utökad lägesosäkerhet Höjd (m)*
H0	> 1
H1	≤ 1
H2	≤ 0,5
H3	≤ 0,1
H4	≤ 0,05
H5	≤ 0,025
H6	≤ 0,010
H7	≤ 0,005
H8	≤ 0,002

* Värden avser absolutbelopp för lägesosäkerhet i en dimension (höjd).

5.2 Tolerans vid jämförelse med projekterat läge

- K1. Standardosäkerhet i kontrollmätt läge ska vara max 1/3 av toleransen för det aktuella objektet om inte annat kravställs i annan del av Trafikverkets infrastrukturregelverk.
- K2. Vid kontrollmätning av läge för specificerade objekt i Tabell 6 gäller toleranser enligt hänvisning.

Tabell 6. Toleranser - Tabell innehållande krav på maximal avvikelse från projekterat (teoretiskt) läge.

Objekt	Tolerans	
	Plan	Höjd
Spårets absoluta läge	TRVINFRA-00013	TRVINFRA-00013
Plattform, lastkaj	TRVINFRA-00398, avsnitt 7.2.2.1	TRVINFRA-00398, avsnitt 7.2.2.2
Kontaktledningsfundament	TRVINFRA-00136, avsnitt 6.4	TRVINFRA-00136, avsnitt 6.4

- K3. Kontrollen ska dokumenteras.

5.3 Tolerans vid jämförelse med tidigare bestämt läge

K1. Standardosäkerhet i kontrollmätt läge ska vara max 1/3 av standardosäkerhet för tidigare bestämt läge för det aktuella objektet om inte annat kravställs i annan del av Trafikverkets infrastrukturregelverk. Tolerans vid jämförelse mellan läge från kontrollmätning och tidigare bestämt läge:

$$Tolerans = 2 \cdot u_{\text{tidigare bestämt läge}}$$

där

$u_{\text{tidigare bestämt läge}}$ = standardosäkerhet i tidigare bestämt läge.

K2. Vid jämförelse mellan läge från kontrollmätning och läge bestämt med lägesosäkerhet enligt Trafikverkets standardnivå gäller toleranser i Tabell 7 och Tabell 8.

Tabell 7. Toleranser i plan för Trafikverkets standardnivåer.

Trafikverkets standardnivå Plan	Tolerans Plan, radiellt (m)
P1	1
P2	0,5
P3	0,1
P4	0,05
P5	0,025
P6	0,010
P7	0,005

Tabell 8. Toleranser i höjd för Trafikverkets standardnivåer.

Trafikverkets standardnivå Höjd	Tolerans Höjd (m)
H1	± 1
H2	± 0,5
H3	± 0,1
H4	± 0,05
H5	± 0,025
H6	± 0,010
H7	± 0,005
H8	± 0,002

K3. Kontrollen ska dokumenteras.

Referenser

Tabell 9. Dokument som hänvisas till i krav.

Beteckning	Titel	Identifikation
BH 90 del 7	Bygghandlingar 90 del 7 Redovisning av anläggning, utgåva 2	Svenska institutet för standarder, 2011. sis.se
HMK Flygburen laserskanning 2024	HMK Flygburen laserskanning 2024	Lantmäteriet, 2024 Lantmateriet.se
HMK Flygfotografering 2017	HMK Flygfotografering 2017	Lantmäteriet, 2017 Med ändring 2021-12-01 Lantmateriet.se
HMK Fordonsburen laserskanning 2017	HMK Fordonsburen laserskanning 2017	Lantmäteriet 2017 Med ändring 2021-12-01 Lantmateriet.se
HMK Fotogrammetrisk detaljmätning 2017	HMK Fotogrammetrisk detaljmätning 2017	Lantmäteriet, 2017 Med ändring 2021-12-01 Lantmateriet.se
HMK GNSS-baserad detaljmätning 2021	HMK GNSS-baserad detaljmätning 2021	Lantmäteriet, 2021 Lantmateriet.se
HMK Ordlista 2022	HMK-Ordlista april 2022	Lantmäteriet, 2022 Lantmateriet.se
HMK Ortofoto 2017	HMK Ortofoto 2017	Lantmäteriet, 2017 Med ändring 2021-12-01 Lantmateriet.se
HMK Stommätning 2024	HMK Stommätning 2024	Lantmäteriet, 2024 Lantmateriet.se
HMK Terrester detaljmätning 2021	HMK Terrester detaljmätning 2021	Lantmäteriet, 2021 Lantmateriet.se
HMK Terrester laserskanning 2021	HMK Terrester laserskanning 2021	Lantmäteriet, 2021 Lantmateriet.se
SIS-TS 21143:2016	Byggmätning – Geodetisk mätning, beräkning och redovisning av byggnadsverk och infrastruktur	SIS, 2016 Utgåva 5
SIS-TS 21144:2016	Byggmätning – Specifikationer vid framställning och kontroll av digitala markmodeller	SIS, 2016 Utgåva 4
SIS Bygghandlingar	SIS Bygghandlingar	SIS, sis.se/sis-bygghandlingar/
TRVINFRA-00013	Banöverbyggnad, Spårläge	Trafikverket, TRVINFRA-00013

TDOK-nummer
TDOK 2014:0571

Version
6.0

Beteckning	Titel	Identifikation
TRVINFRA-00136	Elkraftanläggning Kontaktledning Fundament och stagförankring	Trafikverket, TRVINFRA-00136, version 1
TRVINFRA-00398	Ban- och stationsutformning Banutformning	Trafikverket, TRVINFRA-00398, version 3
TDOK 2012:35	Digital projekthantering	Trafikverket, TDOK 2012:35, version 12
TDOK 2016:0257	Koordinatbaserade referenssystem - Väg och järnväg	Trafikverket, TDOK 2016:0257, version 4
TDOK 2019:0215	Kodning av geografiska objekt – Järnväg	Trafikverket, TDOK 2019:0215
VRS-metoden - Metodbeskrivning	VRS-metoden - Metodbeskrivning	Trafikverket 2025 Trafikverkets publikation 2025:108. Publiceringsplats: Diva. ISBN: 978-91-8045-475-9

Versionslogg

Fastställd version	Dokumentdatum	Ändring	Namn
1.0	2014-12-04	Första versionen	Mats Karlsson, clVt
2.0	2015-04-01	Uppdatering i samband med konvertering av Banverks-dokument till TDOK	Rebecka Göras Königsson
3.0	2015-05-21	Förtydligat referenser till SIS-TS 21143:2013 under avsnitt 2.4.1.1	Per Isaksson
4.0	2016-10-01	Förtydligat referenser till SIS-TS 21143:2016	Sven G Johansson, UHjja
5.0	2019-09-01	Resultat av projekt Anpassat regelverk	Patric Jansson, UHjja
6.0	2026-06-17	Införande av krav VRS-metoden för att minska beroende av Rix95. Komplettering krav för att minska kravmassa i AKJ. Komplettera krav för att minska återkommande dispenser. Ta bort hänvisning via sammanställningstabeller i SIS-TS 21143:2016. Införande av GUM.	Patric Jansson, UHjja

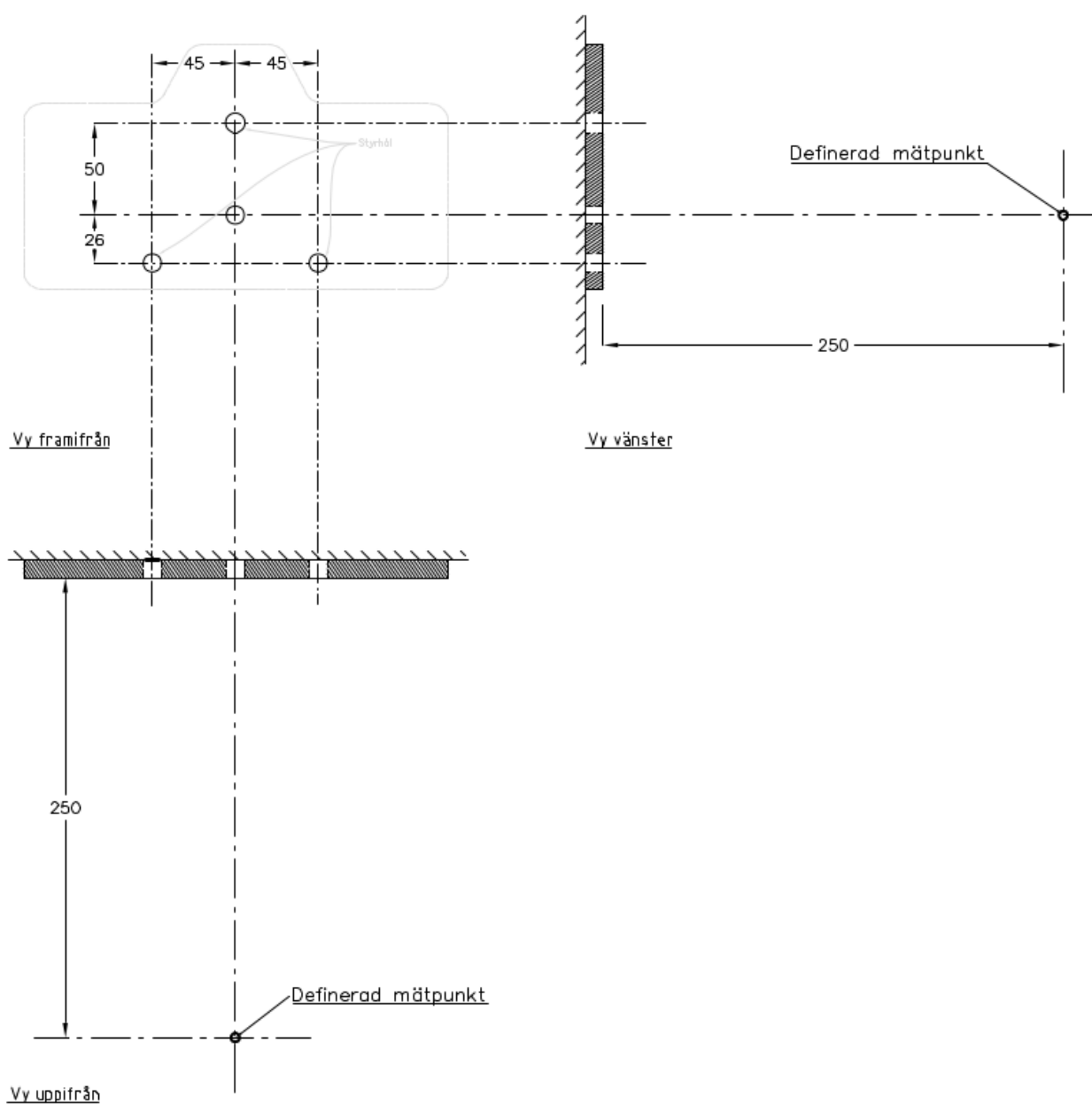
Bilagor

Bilaga A - Unikonsol

Definition av mätpunkt för unikonsol-systemet:

- Mätpunkt relaterar vinkelrätt mot monteringsplattans tre styrhål och dess "anläggningsyta" enligt Figur 13.

Monteringsplatta ska monteras i våg och lod.



Figur 3. Definierad mätpunkt för unikonsol relativt monteringsplattan och dess styrhål. Mått i mm.

Bilaga B - Rubrikstruktur Mätningsteknisk rapport

Mätningsteknisk rapport ska ha rubrikstruktur enligt nedan:

Nr	Huvudrubriker	Innehållsbeskrivning
1.	Uppdrag	Sammanfattande beskrivning av projektet, uppdraget och vilka mätningstekniska arbeten som utförts.
2.	Krav och föreskrifter	Mätningstekniska krav i UB/TB. (Kan bifogas.) I uppdraget gällande regelverk och föreskrifter. Godkända dispenser från regelverk samt överenskomna ändringar från upphandlade mätningstekniska krav.
3.	Tekniska grundfakta	Referenssystem Geoidmodell Kodsystem
4.	Underlagsmaterial	Tillhandahållet och inhämtat underlag som utgjort grund för de mätningstekniska arbetena.
5.	Personal	Ansvarig för de mätningstekniska arbetena. Utförande personal med roll/ arbetsuppgifter.
6.	Genomförande och resultat	Kompletteras med underrubriker för respektive utförande och produkt där genomförande och resultat sammanfattas. För varje utförande eller produkt ska minst beskrivas: - Omfattning - Genomförande - Beskrivning av resultat - Ställningstagande och avvikelser i förhållande till uppdraget.
7.	Bilagor	Förteckning med bilagda mätningstekniska redogörelser och andra bilagor.
8.	Leverans	Leveransyta och i leveransen ingående handlingar och filer.

Bilaga C - Leveransstruktur Mätningstekniskt underlag

Leveransstruktur för mätningstekniskt underlag.

Mappnamn som anges med asterisk (*) tas endast med om angivet underlag ska tillhandahållas. Ska annat underlag tillhandahållas som inte inkluderas i tabellen nedan ska nya mappar skapas för dessa.

Vid tillhandahållande av en stor mängd underlag ska understruktur till mappnamn skapas för tydlighet och logisk gruppering.

Innehåll och struktur ska samrådas med beställaren.

Nr	Mappnamn	Innehållsbeskrivning
1.	PM Mätningstekniskt underlag	PM Mätningstekniskt underlag enligt avsnitt 4.6.2 i detta dokument.
2.	Utgångspunkter och stomnät	Koordinatförteckningar, översiktskartor, nätskisser, punktbeskrivningar för tillhandahållna utgångs-punkter och stomnät. Eventuella projektspecifika transformationssamband.
3.	*Markmodell	Markmodell. Eventuell indata till mark-modellen som ska tillhandahållas.
4.	*Kartor och vektormodeller	
4.1.	*Bakgrundskarta	Bakgrundskarta enligt avsnitt 4.2.2 i detta dokument. Eventuell indata till bakgrundskarta som ska tillhandahållas.
4.2.	*Detaljmättningsmodell	Detaljmättningsmodell enligt avsnitt 4.2.1 i detta dokument. Eventuell annan information som redovisar detaljmätning så som koordinatlistor.
5.	*Ortofoto	Ortofoto.
6.	*Punktmoln	Punktmoln.
7.	*Sättnings- och rörelsemätning	Resultat från tidigare utförda sättnings- och rörelsemätningar. Eventuella kontroll- och mättningsprogram som ska tillhandahållas.

TDOK-nummer
TDOK 2014:0571

Version
6.0

Dokumentegenskaper, TDOK-nummer TDOK 2014:0571, Fastställt av Chef VO Underhåll, Skapat av *Jansson Patric, UHjlm*, Dokumentdatum 2026-06-22, Gäller från 2026-06-17, Konfidentialitetsnivå 1 Ej känslig, Version 6.0, Ersätter *[Ersätter]* Dokumenttyp KRAV.

Ovanstående textfält är endast avsett att läsas digitalt och får ej tas bort. Det innehåller uppgifter från sidhuvudet och gör att dokumentets egenskaper blir tillgängliga enligt Lag (2018:1937) om tillgänglighet till digital offentlig service.