

XSITE® MASKINSTYRNING

MÄTINSTRUKTIONER FÖR EN MODELLBASERAD
BYGGARBETSPLATS – NOVATRON OY

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1.	Inledning	3
2.	Introduktion	4
3.	Mätmetoder	5
3.1.	Kontroll av basstation	5
3.2.	Kontroll av arbetsmaskin	7
3.2.1.	Totalstation, GNSS -mätning eller kontroll av känd punkt	9
3.3.	Dokumentation av kontrollmätning	10
3.3.1.	Realtidsdokumentation	11
3.4.	Exempel på kontroll av arbetsmaskin	12
3.5.	Asbuilt mätning med arbetsmaskin	16
3.6.	Mätpersonens asbuilt-mätning och kartläggning	18
3.7.	Mätpersonens utförande av inspektionsmätning	20
3.8.	Kontrollmätning	21
4.	Uppföljning av noggrannhet	22
4.1.	Noggrannhetskrav	22
4.2.	Noggrannhetsnivåer	23
4.3.	Mätinstrument	25
4.3.1.	Lämplig mätutrustning	25
4.4.	Arbetsmaskiner	25
4.4.1.	Lämpliga arbetsmaskiner	25
5.	Exempel på mätning av olika konstruktionslager	26
5.1.	Vägens underbyggnad (delar som bör mätas)	26
5.2.	Vägens överbyggnad (delar som bör mätas)	33
6.	Källor	35

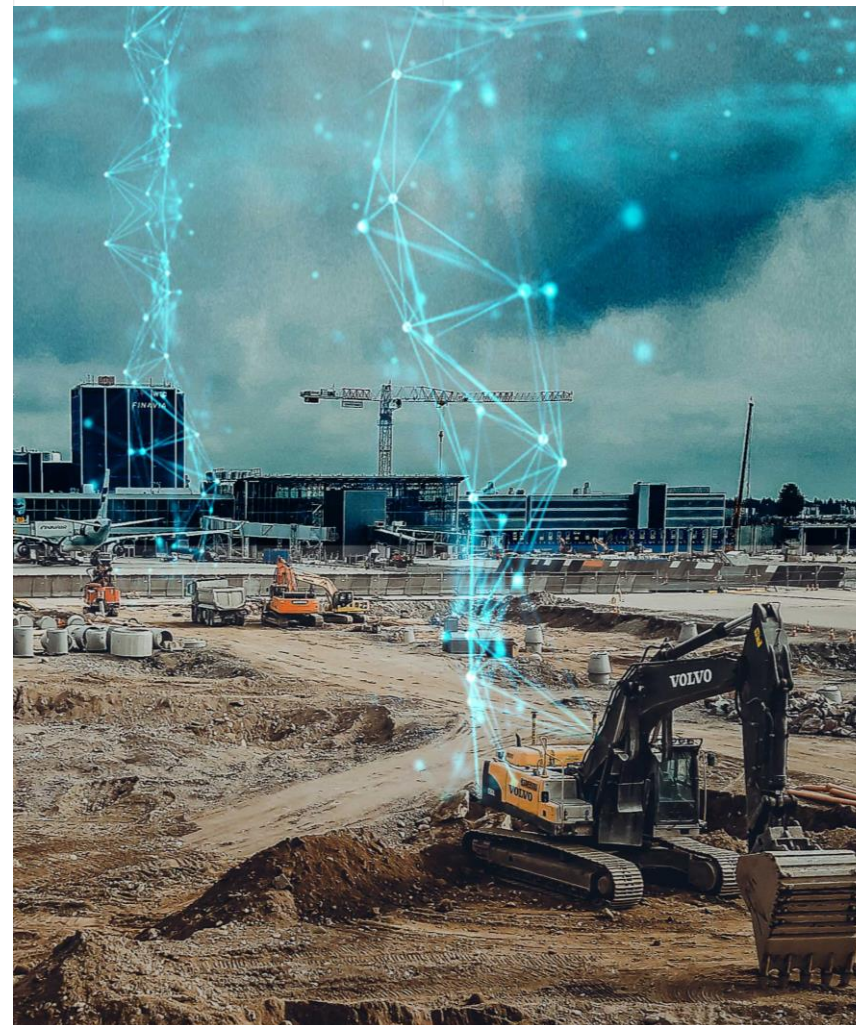
Denna guide är baserad på de allmänna modellkraven för infrastruktur som gäller i Finland

<https://buildingsmart.fi/infrabim/yiv/>



1. INLEDNING

- Målsättningen är en praktisk guide till de mätpersoner som jobbar på ett modellbaserat projekt, för att kontrollera arbetsmaskinerna och basstationer samt att kunna utföra asbuilt- och kontrollmätning på rätt sätt.
- Mätguiden baserar sig på metoder som har visat sig vara fungerande i praktiken. Genom att arbeta enligt de metoder som beskrivs i guiden så har man uppnått tillförlitligheten och noggrannheten som krävs för modellbaserad konstruktion. Denna guide stöder och kompletterar användningen av kvalitetssäkringsmetoden för vägprojekt.
- Det är tänkt att guiden ska utvecklas kontinuerligt för att ge bästa möjliga vägledning för modellbaserade arbetsplatser.



2. INTRODUKTION

- Mätpersonalen på ett modellbaserat projekt bör bekanta sig med arbetssättet för modellbaserade projekt.
- I introduktionen går man igenom modellbaserade byggandets kvalitetssäkringsfunktioner samt arbetsverktygens funktioner.
- I introduktionen går man också igenom hur man hanterar informationen, namngivningen av filerna och det datahanteringssystem som används.
- Arbetsledningen ansvarar för introduktionen men den utförs av projektets utsedda koordinator.
- Till maskinoperatörerna görs en beskrivande guide (med bilder), där man presenterar den asbuilt data som bör mätas med arbetsmaskinerna och där man ser vilka toleranser som gäller för de olika konstruktionslagren.
- Denna guide kan användas som grund för introduktionen till modellbaserade kvalitetssäkringen.



3. MÄTMETODER

3.1 Kontroll av basstation

- Basstationens position kontrolleras **1 gång/vecka** genom dokumenterad totalstationsmätning
 - Detta säkerställer att basstationen inte har flyttats efter initieringen
 - Noggrannhetskravet för basstationens position är $\pm 20\text{mm}$ (xyz)
 - Det kan hända att man måste mäta in nya koordinater för basstationen på grund av att t.ex. att frosten flyttat på basstationen
 - Ifall basstationens position har följts med genom inmätning av siktmärke, bör man komma ihåg att också mäta om siktmärkets position (se bild 2)
- RTK GNSS -basstationens noggrannhetskontroll görs också en gång per vecka genom att mäta med mätpersonalens RTK GNSS – mätinstrument, som också får korrektioner från RTK GNSS – basstationen, mot en känd punkt. Dessa mätresultat dokumenteras.
 - Vid användning av GNSS –virtualbasstation används samma kontrollmetod
 - Basstationens noggrannhets följs också kontinuerligt med att visuellt hålla ett öga på basstationen



Bild 1. Basstationens inspektionsmätning görs med totalstation på antennens mittpunkt.



Bild 2. Basstationens position kan också följas genom att mäta ett siktmärke, vars position bestäms när basstationen sätts upp.

3. MÄTMETODER

3.1 Kontroll av basstation

- Om det är flera basstationer i användning på arbetsfältet, bör man kontrollera deras inbördes positionsnoggrannhet
- Basstationernas inbördes positionsnoggrannhet kontrolleras genom att mäta samma punkt från två eller flera basstationer
- Basstationernas inbördes noggrannhetskontroll dokumenteras
- Basstationerna bör placeras så, att deras täckning överlappar varandra. På så sätt säkerställs basstationernas funktion över hela arbetsfältet.

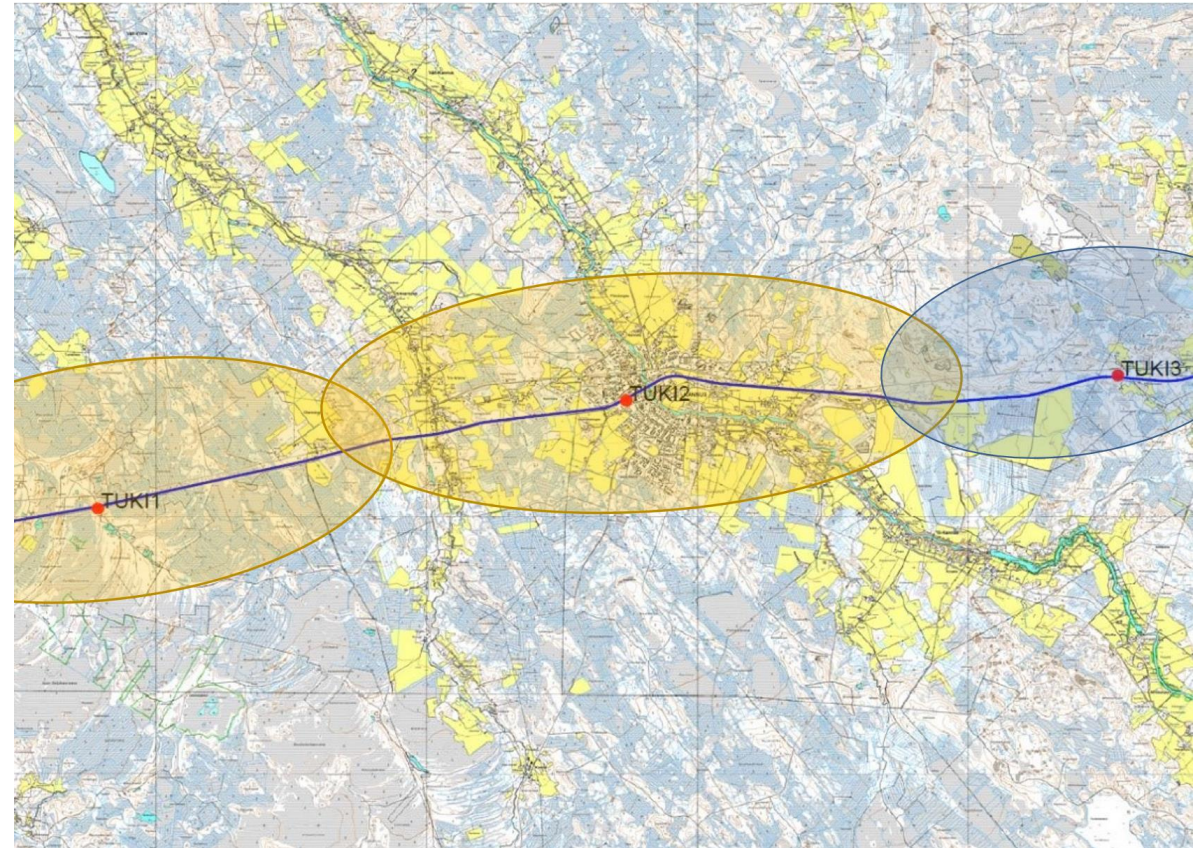


Bild 3. Riippa-Eskola RU2 –projektets basstationer. Där basstationernas täckning överlappar varandra mäts samma punkt, så att GNSS-mottagaren tar kontakt till båda basstationerna.

3. MÄTMETODER

3.2 Kontroll av arbetsmaskin

- Med kontroll av arbetsmaskinerna säkerställs, att den med 3D-maskinstyrningssystem utrustade arbetsmaskinens skopa eller blad, uppnår (Tabell 1) den positionsnoggrannhet som krävs på arbetsfältet.
- Kontrollen av arbetsmaskinen utförs alltid innan maskinen tas i bruk på arbetsfältet
- Kontrollmätningen av arbetsmaskinen utförs med totalstation, GNSS-mätinstrument eller på en känd punkt
- Kontrollmätningen ska vara bunden till arbetsfältets punktnät
- Om man vid kontrollmätningen märker avvikelser från toleranserna i tabell 1, bör man genast reagera genom att utföra kalibrerings-/serviceåtgärder

Järnvägskonstruktion					
Konstruktionslager	Mätavstånd (m)	InfraRYL mätkrav		Toleranser för arbetsmaskiner	
		XY(mm)	Z(mm)	XY(mm)	Z(mm)
Stödlager		Visuell			
Stödlagrets nedre del		Jämnhet med fyra meters vattpass +15 -15			
Mellanlager	20	0 ... +50	0 ... -30	+50 ... -50	+20 ... -20
Isoleringslager	20	0 ... +100	0 ... -50	+50 ... -50	+20 ... -20
Väg- och gatukonstruktion					
Bärande lager	20	-0 ... +150	+20 ... 20	+50 ... -50	+20 ... 20
Delande lager	20	-0 ... +150	+30 ... -30	+100 ... -100	+30 ... -30
Filterringslager	20	-0 ... +150	+40 ... -40	+100 ... -100	+30 ... -30
Lägsta kombinationslagret	20	-0 ... +200	+0 ... -100 Under sprängsten +0 ... -200	+100 ... -100	+30 ... -30

Tabell 1. Noggrannhetskraven på arbetsmaskinernas mätningar (YIV2019)

3. MÄTMETODER

3.2 Kontroll av arbetsmaskin

- Inspektion av arbetsmaskiner som är utrustade med endast en GNSS-mottagare är lite mera krävande:
 - Bulldozer, vält, vägghyvel, hjullastare
 - Med dessa maskiner bör man köra med jämn och långsam fart framåt ca 5 meter innan man utför inspektionsmätningen
 - Ifall de tidigare nämnda maskinerna är utrustade med två GNSS-mottagare, kan man kontrollera maskinen utan att köra sakta framåt
 - Rekommendationen är ändå, att man kör maskinen framåt 3-5 meter innan kontrollmätningen utförs
- När man kontrollerar en totalstations-positionerad arbetsmaskin, bör man säkerställa att totalstationen är låst mot arbetsmaskinens prisma
 - Rekommendationen är att man kör maskinen framåt 3-5 meter innan kontrollmätningen utförs
- Innan man utför kontrollmätningen, bör man säkerställa, att den skopan som är i användning på arbetsmaskinen är kalibrerad och vald i 3D-systemet
- I 3D-systemet bör man också säkerställa att den rätta mätpunkten är vald på skopan/bladet/valsen där kontrollmätningen kommer att utföras.

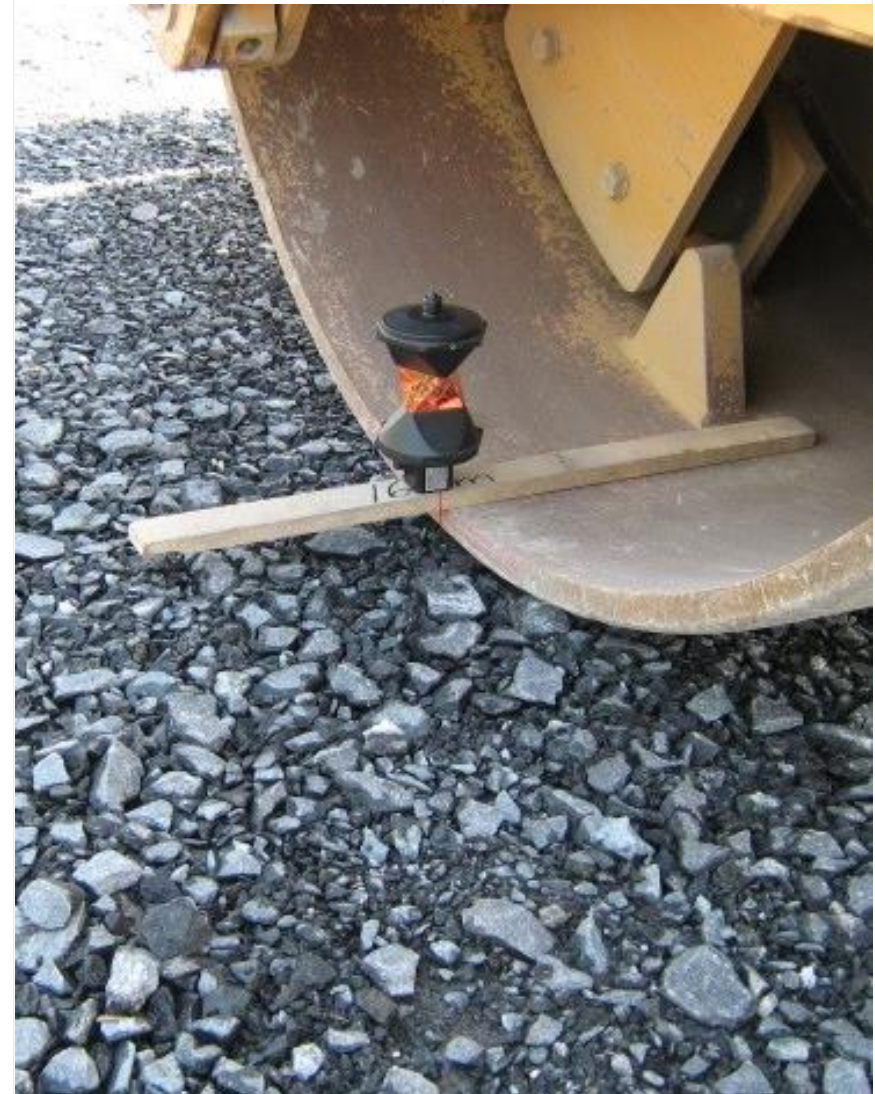


3. MÄTMETODER

3.2 Kontroll av arbetsmaskin

3.2.1 Totalstation, GNSS –mätning eller kontroll på en känd punkt

- Vid kontroll av maskiner som gör skärningar, vallning, filter- och delande lager (grävmaskiner, hjullastare, bulldozer, vält) kan man använda totalstation, GNSS –mätinstrument eller en känd punkt
 - Inspektionen utförs minst **1 gång/vecka**
- Vid inspektion av maskiner som gör bärande lager på vägar eller mellan- och isoleringslager på järnväg (väghyvel, hjullastare, asfaltläggare) bör man använda sig av totalstation eller en känd punkt
 - Inspektionen utförs **1 gång/dygn**
 - Mätresultaten för båda sidorna av väghyvelns blad och vältens vals dokumenteras
- Avståndet till basstationen får inte vara för stor för den väghyvel eller vält som använder sig av GNSS –position (Radio < 5km, NTRIP < 20 km, VRS ingen begränsning)
- Kontrollen utförs av arbetsfältets mätare tillsammans med arbetsmaskinens operatör



3. MÄTMETODER

3.3 Kontrollmätningens dokumentation

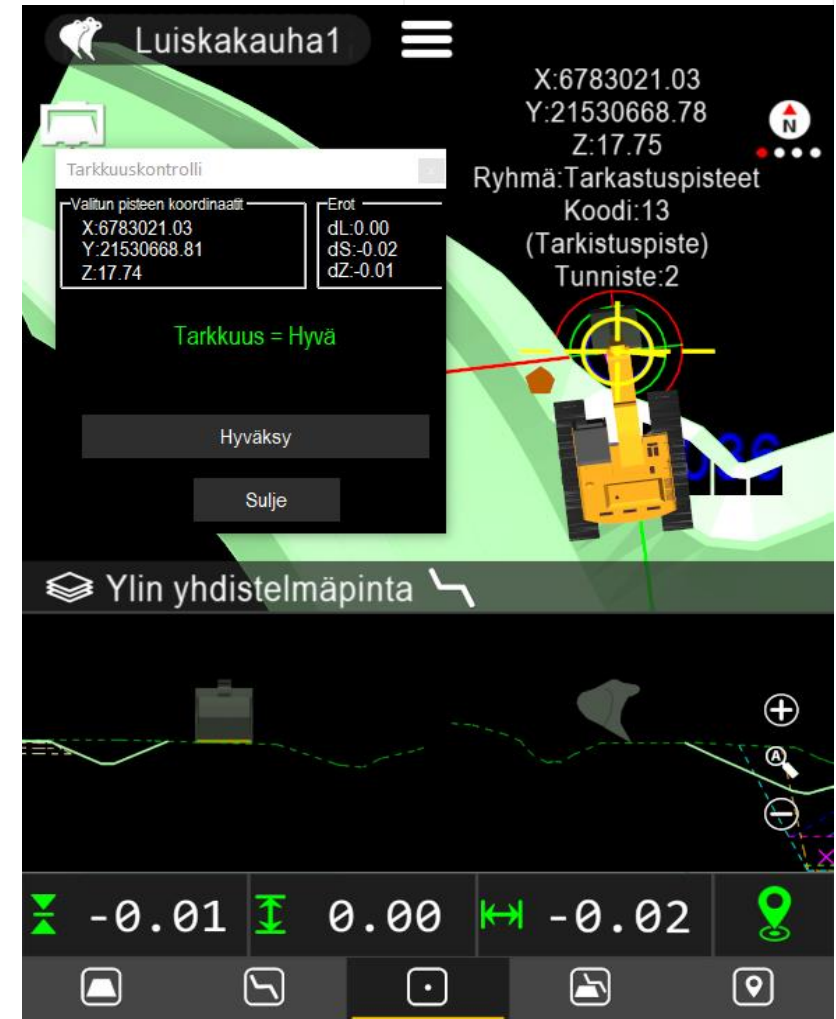
- Detta dokumenteras från kontrollen:
 - Basstationens ID/namn
 - Arbetsmaskinens ID/namn
 - Den använda skopan/utrustningen
 - Tidpunkt
 - XYZ –avvikelser
 - Inspektionsmetod
 - Noggrannhetsinformation
 - Kontrollerarens namn
 - Fri beskrivning av de följdåtgärder som gjorts efter inspektionen
- Resultaten bokförs i t.ex. Excel-tabeller

Pvä	Tarkastuspiste	Teoreettinen			Mitattu			Ero		Mittaaja	Työvaihe	Tehdyt kalibrointi toimenpiteet
		X	Y	Z	X	Y	Z	dXY	dZ			
1.6.2015	GNSS	6 782 354,580	21 530 512,491	12,407	6782354,59	21530512,51	12,42	0,021	0,013	Palviainen	Pintamaan poisto	Työmaalle tulo, takykalibrointi
12.6.2015	GNSS	6 782 548,697	21 531 106,346	21,491	6782548,73	21531106,39	21,52	0,055	0,029	J.Heikkinen	Pintamaan poisto	
18.6.2015	GNSS	6 782 415,623	21 530 930,005	18,947	6782415,58	21530930,01	18,97	0,043	0,023	J.Heikkinen	Pintamaan poisto	
25.6.2015	GNSS	6 782 276,654	21 530 689,580	17,210	6782276,63	21530689,55	17,19	0,038	-0,020	J.Heikkinen	Pintamaan poisto	
3.7.2015	GNSS	6 782 348,340	21 530 900,641	16,540	6782348,30	21530900,62	16,53	0,045	-0,010	J.Heikkinen	Maapenkereen vastaanotto	
10.7.2015	GNSS	6 782 303,474	21 530 836,831	15,977	6 782 303,47	21 530 836,85	15,96	0,019	-0,017	J.Heikkinen	Maapenkereen vastaanotto	
17.7.2015	GNSS	6 782 338,238	21 530 855,492	17,762	6 782 338,23	21 530 855,47	17,76	0,023	-0,002	J.Heikkinen	Maapenkereen vastaanotto	
24.7.2015								0,000	0,000	J.Heikkinen		Ei työmaalla
30.7.2015	GNSS	6 782 337,357	21 530 860,707	18,026	6 782 337,32	21 530 860,75	18,02	0,057	-0,006	J.Heikkinen	Maapenkereen vastaanotto	
7.8.2015	GNSS	6 782 474,206	21 530 725,349	15,931	6 782 474,24	21 530 725,34	15,92	0,035	-0,011	J.Heikkinen	Suodatink. vastaanotto	
14.8.2015	GNSS	6 782 297,170	21 530 749,749	16,444	6 782 297,18	21 530 749,72	16,43	0,031	-0,014	J.Heikkinen	Suodatink. vastaanotto	
20.8.2015	GNSS	6 782 361,829	21 530 903,586	18,081	6 782 361,88	21 530 903,56	18,08	0,057	-0,001	J.Heikkinen	Maapenkereen vastaanotto	
28.8.2015	GNSS	6 782 441,361	21 530 566,927	20,610	6 782 441,33	21 530 566,91	20,58	0,035	-0,030	J.Heikkinen	Luiskan muotoilu	
4.9.2015	GNSS	6 782 423,713	21 530 500,001	14,259	6 782 423,68	21 530 499,99	14,23	0,035	-0,029	J.Heikkinen	Luiskan muotoilu	
11.9.2015	GNSS	6 782 467,601	21 530 532,147	13,385	6 782 467,56	21 530 532,12	13,36	0,049	-0,025	J.Heikkinen	Luiskan muotoilu	
18.9.2015	GNSS	6 782 474,155	21 530 611,328	13,009	6 782 474,19	21 530 611,34	12,98	0,037	-0,029	J.Heikkinen	Luiskan muotoilu	
24.9.2015	GNSS	6 782 455,780	21 530 455,765	16,340	6 782 455,75	21 530 455,78	16,33	0,034	-0,010	J.Heikkinen	Luiskan muotoilu	
2.10.2015	GNSS	6 782 426,519	21 530 441,501	14,518	6 782 426,55	21 530 441,50	14,53	0,031	0,012	J.Heikkinen	Louheen lastaus	
7.10.2015	GNSS	6 782 473,143	21 530 473,859	13,051	6 782 473,11	21 530 473,88	13,03	0,039	-0,021	J.Heikkinen	Luiskan muotoilu	
15.10.2015	GNSS	6 782 416,711	21 530 605,756	21,681	6 782 416,67	21 530 605,75	21,71	0,041	0,029	J.Heikkinen	Kaivojen asennus	
22.10.2015	GNSS	6 782 451,762	21 530 647,327	21,379	6 782 451,780	21 530 647,330	21,380	0,018	0,001	J.Heikkinen	Murskeen vastaanotto	
30.10.2015								0,000	0,000	J.Heikkinen		Ei työmaalla
2.11.2015	GNSS	6 782 245,640	21 530 626,584	21,185	6 782 245,650	21 530 626,580	21,190	0,011	0,005	J.Heikkinen	Pintamaan poisto	
11.11.2015	Takymetri	6 782 187,676	21 530 416,452	14,144	6 782 187,680	21 530 416,440	14,140	0,013	-0,004	J.Heikkinen	Rummun arina	
17.11.2015	GNSS	6 782 329,181	21 530 497,494	12,915	6 782 329,220	21 530 497,550	12,920	0,068	0,005	J.Heikkinen	Kaapelikaivanto	kauhan kalibrointi
26.11.2015	GNSS	6 782 186,196	21 530 411,881	14,180	6 782 186,210	21 530 411,870	14,190	0,018	0,010	J.Heikkinen	Luiskan muotoilu	
3.12.2015	GNSS	6 782 169,758	21 530 436,496	13,998	6 782 169,750	21 530 436,500	13,990	0,009	-0,008	J.Heikkinen	Rumpukaivanto	
11.12.2015	GNSS	6 782 304,371	21 530 564,342	13,062	6 782 304,370	21 530 564,340	13,070	0,002	0,008	J.Heikkinen	Raakavesijohtokaivanto	
14.12.2015	GNSS	6 782 355,640	21 530 705,720	17,279	6 782 355,640	21 530 705,780	17,280	0,060	0,001	J.Heikkinen	Raakavesijohtokaivanto	
15.1.2016	GNSS	6 782 307,222	21 530 598,277	14,192	6 782 307,200	21 530 598,220	14,22	0,061	0,028	J.Jalavikko	Raakavesijohtokaivanto	Vaihtokauha
22.1.2016								0,000	0,000	J.Jalavikko		Routapiikkihomissa
28.1.2016	GNSS	6 782 204,413	21 530 523,891	12,433	6 782 204,420	21 530 523,880	12,430	0,013	-0,003	J.Jalavikko	Rummun teko	

3. MÄTMETODER

3.3 Kontrollmätningens dokumentation

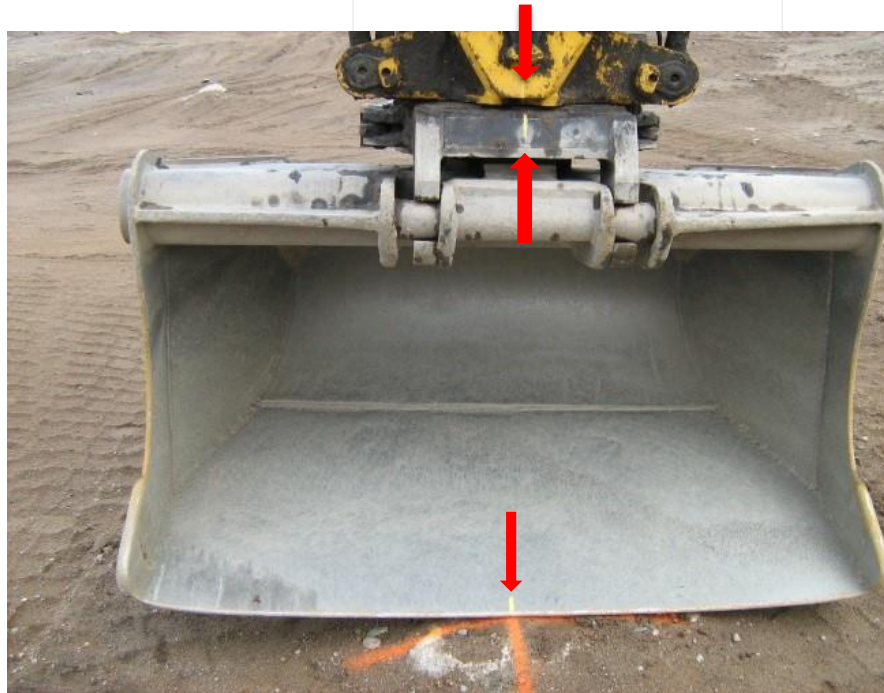
3.3.1 Realtidsdokumentation



Det är också möjligt att rapportera resultaten från inspektionsmätningar i realtid genom att använda funktionerna i en molntjänst så som t.ex. Xsite Manage® eller Infrakit.

3. MÄTMETODER

3.4 Exempel på kontrollmätning av arbetsmaskiner



! När grävmaskinen är utrustad med roto-tilt, bör man säkerställa att skopan är rak i jämförelse med bommen.

! Man bör kontrollera skopan i olika positioner.

! När man kontrollerar en maskin med tandskopa bör man säkerställa var mätpunkten finns. Det rekommenderas att man kalibrerar skopan så att mätpunkten finns där skopan slites så lite som möjligt, t.ex. vid tändernas fästningstapp.

3. MÄTMETODER

3.4 Exempel på kontrollmätning av arbetsmaskiner



! Kontrollen av hjullastare görs som på en grävmaskin.

! Skopan kan också kalibreras så, att mätpunkten finns i skopans bakre kant.

3. MÄTMETODER

3.4 Exempel på kontrollmätning av arbetsmaskiner



! Kontroll av vägghvel med totalstation, kontrollen utförs på båda sidorna och på bladets nedre kant.

! Kontroll av vält med totalstation, mitten av valsen och båda sidorna. Välten meter höjden från utsidan av valsen.

3. MÄTMETODER

3.4 Exempel på inspektionsmätning av arbetsmaskiner



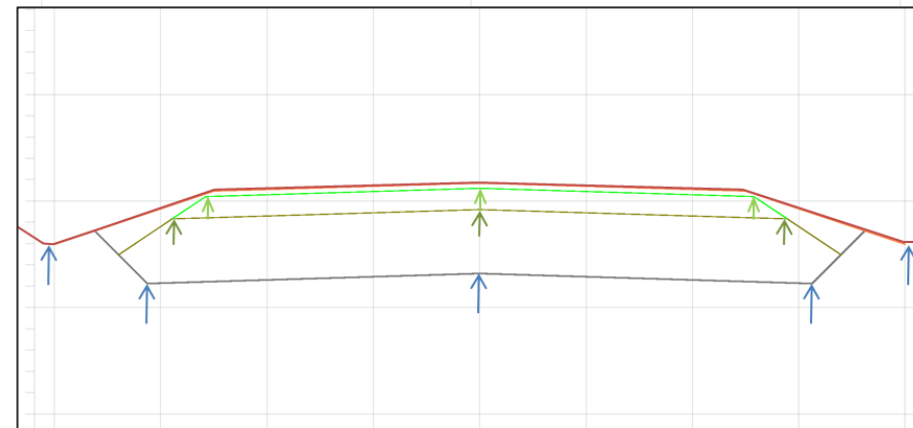
! Inspektion av mitten på bulldozerns blad.

! Det rekommenderas att också kontrollera bladets kanter nu och då.

3. MÄTMETODER

3.5 Asbuilt mätning med arbetsmaskin

- Med maskinstyrningen görs asbuilt mätningar på scaktbotten, vallningar och konstruktionslager, tryckledning, kabelskydds rör och kabel och och belysningsfundament.
- Med maskinstyrning görs asbuilt mätningar för brunnar, rörläggningar, batterier för kabelskydds rör och liknande utrustning
- Asbuilt mätningar görs i vägens riktning med 20 m mellanrum (Bild 1.)
- En arbetsmaskin som är utrustad med maskinstyrningssystem kan man använda till asbuilt mätning, när systemets positioneringsnoggrannhet har konstaterats vara tillräckligt bra enligt de noggrannhetskrav som ställs för de olika konstruktionslagren i tabell 2
- Maskinoperatörer som mäter asbuilt punkter med arbetsmaskinen introduceras i detta genom introduktion och rådgivning under arbetets gång
- Maskinstyrningens ansvarspersoner och arbetsledningen övervakar så att asbuiltmätningen görs på rätt sätt
- Till maskinoperatörerna görs en guide eller en bild som visar var asbuilt –punkterna ska mätas, denna bör vara tillgänglig i maskinhytten



Työkoneella suoritettavat toteumamittaukset rakenneosista

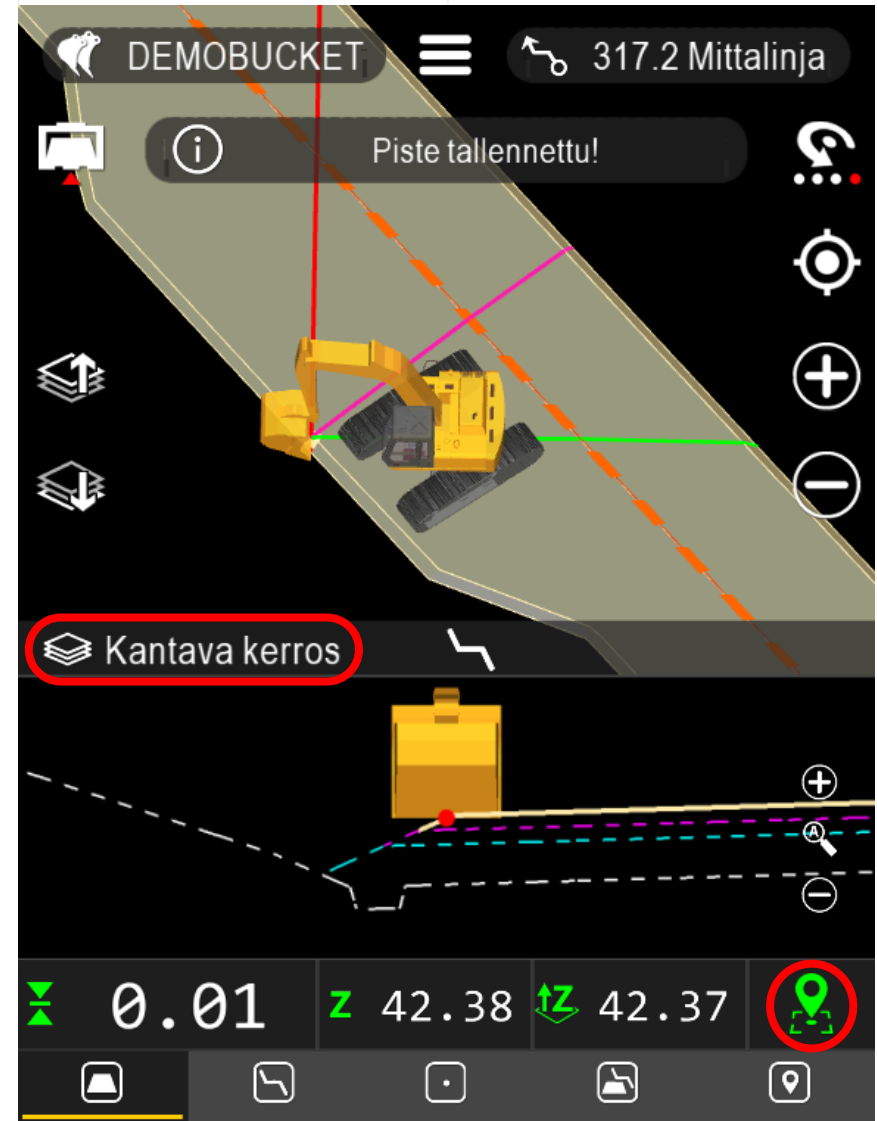


Kriterierna för den modellbaserade kvalitetssäkringen (se YIV-ohjeet) måste uppfyllas, innan arbetsmaskinernas mätningar kan användas för kvalitetskontroll för kundens godkännande under arbetets gång.

3. MÄTMETODER

3.5 Asbuilt mätning med arbetsmaskin

- Före mätningen bör följande saker säkerställas
 - Arbetsmaskinens maskinstyrningssystemets noggrannhet bör vara kontrollerad och konstaterad att den är tillräckligt bra enligt noggrannhetskraven
 - Maskinoperatören har introducerats i användningen av systemet och hur man mäter asbuilt punkter
- Utförande av mätningen
 - Maskinstyrningssystemets positionering (GNSS) är i RTK-FIX-läge
 - När man lagrar en punkt med totalstationsorienterad arbetsmaskin bör man säkerställa att totalstationen är låst på arbetsmaskinens prisma
 - Arbetsmaskinens rörelse är stoppad under mätningen
 - Skopans/bladets/valsens mätpunkt är vald där man tänker mäta asbuilt punkten
 - Botten av grävmaskinens skopa är mot marken
 - Asbuilt punkten sparas och syns i skärmen



Xsite Pro -koneohjausjärjestelmän kaivukoneen näkymä.

3. MÄTMETODER

3.6 Mätpersonens asbuilt- och inspektionsmätning

- Vid mätpersonens asbuilt-mätning används samma principer som arbetsmaskinernas asbuilt-mätning
- Asbuilt mätningar som utförts med mätinstrument kompletterar de asbuilt mätningar som gjorts med arbetsmaskin, men är också samtidigt en kvalitetssäkring för det arbete som gjorts med arbetsmaskinerna med maskinstyrning
- Förutom asbuilt mätning med mätinstrument så utförs också inspektionsmätningar, som innebär regelbundna inspektioner av basstationer och arbetsmaskiner (se punkterna 2.1 och 2.2)
 - Denna praxis identifierar möjliga avvikelser i positioneringssystemet eller fel i maskinstyrningssystemet så snabbt som möjligt och man kan omedelbart korrigera felen.
 - En väsentlig del av inspektionsmätningarna är inspektionspunkterna som mäts i projektområdet, med hjälp av inspektionspunkterna kan maskinoperatörerna själva kontrollera noggrannheten på sitt maskinstyrningssystem.



3. MÄTMETODER

3.6 Mätpersonens asbuilt- och inspektionsmätning

- Före mätning bör man säkerställa följande saker
 - Mätningssystemets positionsnoggrannhet har kontrollerats och konstaterats uppfylla de noggrannhetskrav som ställs för de olika konstruktionslagren
 - Mätaren har introducerats i användningen av mätinstrumentet och hur man utför mätningen
 - Mätaren känner till arbetsmaskinen och vet vilken konstruktion det är fråga om
- Utförande av mätningen
 - Positioneringsinstrumentet (GNSS-instrumentet) är i RTK-FIX –läge
 - Vid mätning med totalstation bör man säkerställa att totalstationen är låst på mätarens prisma
 - Rörelsen är stoppad medan man mäter
 - Kartläggningsstången är ordentligt placerad punkten ska mätas
 - Punkten sparas och och syns på mätprogrammets skärm



3. MÄTMETODER

3.7 Mätpersonens utförande av kontrollmätning

- Med kontrollmätningen konstateras att konstruktionernas noggrannhet uppfyller kraven
- Med kontrollmätning menas mätningar som utförs med en skild mätutrustning (totalstation eller RTK-GNSS-instrument) av mätpersonalen på arbetsplatsena
- Kontrollmätningar som utförs med totalstation görs så att de är bundna till arbetsfältets koordinatsystem och stomnät
- Vid användning av RTK-GNSS-mätinstrument konstateras dess noggrannhet genom att jämföra mot någon av arbetsfältets stomnätspunkter
- På de konstruktionslager som byggts med maskinstyrning utförs kontrollmätning på väg och järnväg med 200 m mellanrum och övriga enligt tabell 1
- På mindre projekt (< 200 m) mäts minst en tvärskäring för varje konstruktionslager
- Asbuilt mätningarna på konstruktionerna jämförs med noggrannhetskraven i tabell 2



Vägartyp	Mätintervall
Gata	50 m
Parkgång, spånbana m.m.	100 m
Väg, järnväg	200m

Tabell 1. kontrollmätningarnas mätintervall per vägartyp

3. MÄTMETODER

3.8 Kontrollmätningarna

- Beställaren eller beställarens mätkonsult ansvarar för kontrollmätningarna
- Med kontrollmätning avses modellbaserade kvalitetskontrollmätningar som verifierar tillförlitligheten för kvalitetssäkringsmätningar (inspektionsmätningar och asbuilt mätningar) som producerats av arbetsplatsorganisationen.
- Kontrollmätningarna binds alltid till arbetsfältets stomnät
- Kontrollmätningarna utförs alltid av en organisation utanför arbetsfältet, som beställaren eller beställarens anlitade mätkonsult
- Mätningarna kan jämföras med arbetsfältetsorganisationens producerade asbuilt- och inspektionsmätningar
- Till kontrollmätningarna är det speciellt viktigt att inkludera dokumentationen av mätningsnoggrannheten, som t.ex. totalstationens orienteringsresultat eller RTK-GNSS-instrumentens inspektionsmättningsresultat från mätningen mot projektets stomnätspunkter



4. UPPFÖLJNING AV NOGGRANNHETEN

4.1 Noggrannhetskrav

- Om man ska utföra asbulit mätningar med arbetsmaskiner förutsätter det att noggrannhetskraven på maskinen uppfylls för det konstruktionslager som ska mätas
- Med kontinuerliga inspektionsmätningar av arbetsmaskinerna så följer man arbetsmaskinernas noggrannhetsnivå, och på så sätt ser man till att arbetsmaskinerna uppfyller noggrannhetskraven enligt tabell 2
 - I tabellen presenteras toleranskraven för det arbete som utförts med maskinstyrning (kraven enligt InfraRYL) och den noggrannhet som maskinstyrningssystemen bör uppfylla.



Projektvis kan dessa anpassas och/eller preciseras.

Järnvägskonstruktion					
Konstruktionslager	Mätavstånd (m)	InfraRYL mätkrav		Toleranser för arbetsmaskiner	
		XY(mm)	Z(mm)	XY(mm)	Z(mm)
Stödlager		Visuell			
Stödlagrets nedre del		Jämnhet med fyra meters vattpass +15 -15			
Mellanlager	20	0 ... +50	0 ... -30	+50 ... -50	+20 ... -20
Isoleringslager	20	0 ... +100	0 ... -50	+50 ... -50	+20 ... -20
Väg- och gatukonstruktion					
Bärande lager	20	-0 ... +150	+20 ... 20	+50 ... -50	+20 ... 20
Delande lager	20	-0 ... +150	+30 ... -30	+100 ... -100	+30 ... -30
Filterringslager	20	-0 ... +150	+40 ... -40	+100 ... -100	+30 ... -30
Lägsta kombinationslagret	20	-0 ... +200	+0 ... -100 Under sprängsten +0 ... -200	+100 ... -100	+30 ... -30

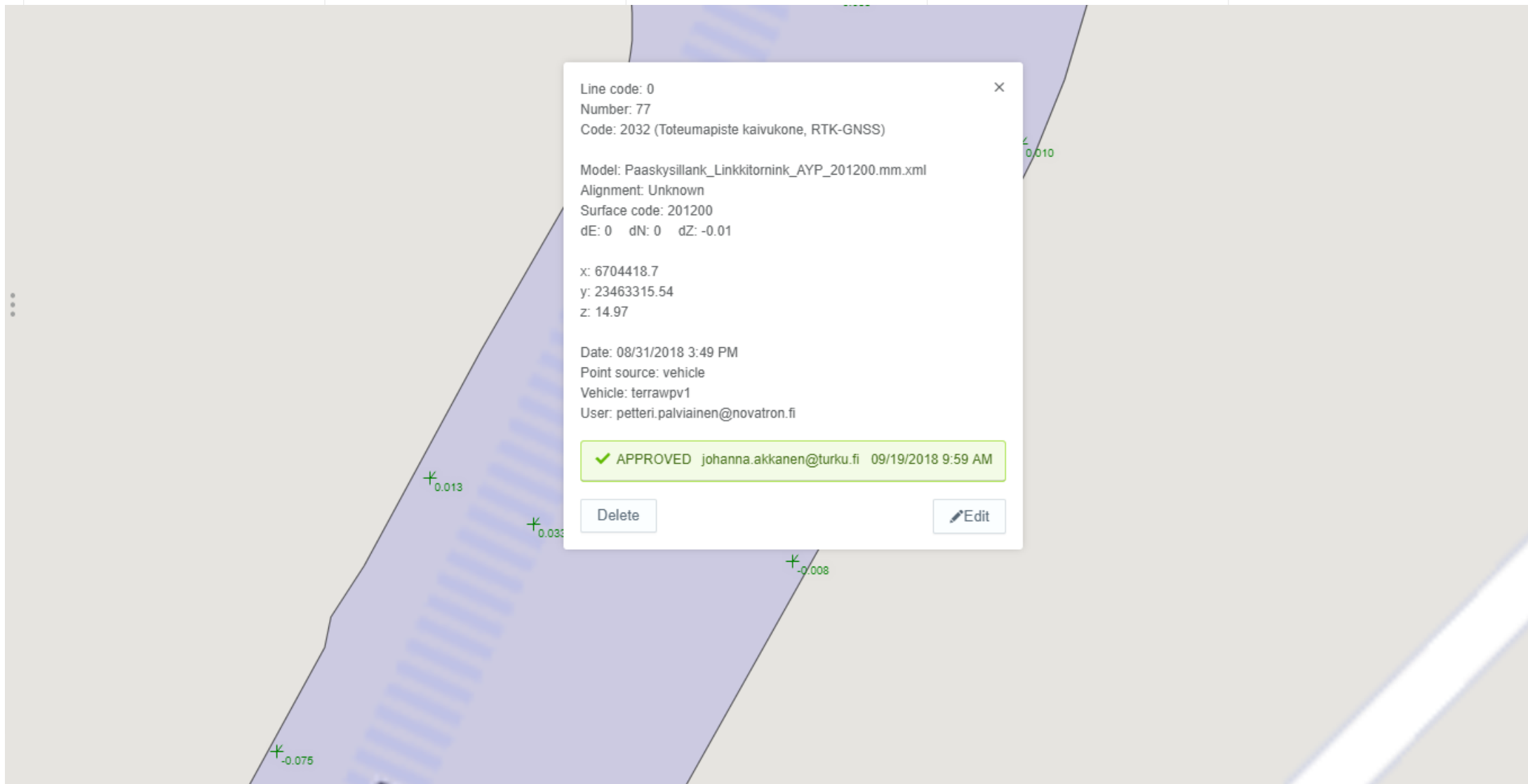
Tabell 2. Noggrannhetskraven på arbetsmaskinernas mätningar (YIV2019)

4. UPPFÖLJNING AV NOGGRANNHETEN

4.2 Noggrannhetsnivåer

Mätningarnas noggrannhetsnivåer ges följande koder enligt mätmetod:

2000	Inspektionspunkt mätare, ospecificerad	2050	Asbuilt-punkt hjullastare, ospecificerad
2002	Inspektionspunkt mätare, RTK-GNSS	2051	Asbuilt-punkt hjullastare, totalstationspositionerad
2003	Inspektionspunkt mätare, nät RTK-GNSS	2052	Asbuilt-punkt hjullastare, RTK-GNSS-positionering
2004	Inspektionspunkt mätare, höjdavvägning	2053	Asbuilt-punkt hjullastare, nät RTK-GNSS-positionering
2020	Asbuilt-punkt arbetsmaskin, ospecificerad	2060	Asbuilt-punkt väghyvel, ospecificerad
2021	Asbuilt-punkt arbetsmaskin, totalstationspositionerad	2061	Asbuilt-punkt väghyvel, totalstationspositionerad
2022	Asbuilt-punkt arbetsmaskin, RTK-GNSS-positionering	2062	Asbuilt-punkt väghyvel, RTK-GNSS-positionerad
2023	Asbuilt-punkt arbetsmaskin, nät RTK-GNSS-positionering	2063	Asbuilt-punkt väghyvel, nät RTK-GNSS-positionerad
2030	Asbuilt-punkt grävmaskin, ospecificerad	2070	Asbuilt-punkt vägvält, ospecificerad
2031	Asbuilt-punkt grävmaskin, totalstationspositionerad	2071	Asbuilt-punkt vägvält, totalstationspositionerad
2032	Asbuilt-punkt grävmaskin, RTK-GNSS-positionering	2072	Asbuilt-punkt vägvält, RTK-GNSS-positionerad
2033	Asbuilt-punkt grävmaskin, nät RTK-GNSS-positionering	2073	Asbuilt-punkt vägvält, nät RTK-GNSS-positionerad
2040	Asbuilt-punkt bulldozer, ospecificerad		
2041	Asbuilt-punkt bulldozer, totalstationspositionerad		
2042	Asbuilt-punkt bulldozer, RTK-GNSS-positionering		
2043	Asbuilt-punkt bulldozer, nät RTK-GNSS-positionering		



Mätningar gjord med en RTK GNSS positionerad grävmaskin och beställarens godkännande av asbuilt punkten . Åbo stads Pääskyvuori projektet presenterat i Infrakit.

4. UPPFÖLJNING AV NOGGRANNHETEN

4.3 Mätinstrument

4.3.1 Lämplig mätutrustning

- Instrument som passar för asbuilt-/inspektionsmätning är totalstation som är godkända och kalibrerade för byggmätning och RTK-GNSS-positionerat mätinstrument

4.4 Arbetsmaskiner

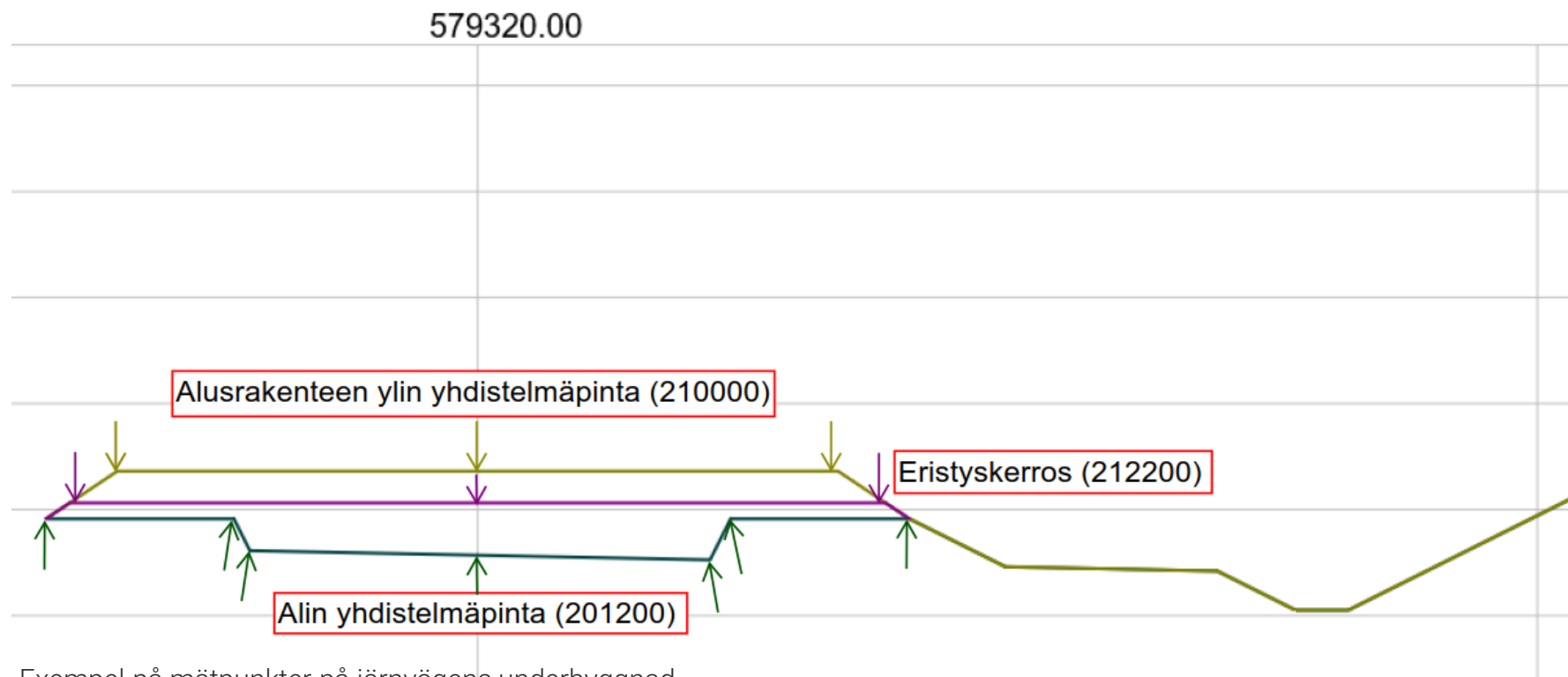
4.4.1 Lämpliga arbetsmaskiner

- Arbetsmaskiner som för tillfället lämpar sig för asbuilt-mätning är sådana med maskinstyrningssystem, oberoende av egenskaper, som är antingen totalstationspositionerade eller GNSS-positionerade. Grävmaskiner, bulldozers, hjullastare, väghyvel och vägvält
- Stabiliseringsmaskiner, pålningsmaskiner och borrhagnar kan också användas för asbuilt-mätning
- Möjligheterna att använda stabiliseringsmaskiner, pålmaskiner och andra maskiner kommer att specificeras senare enligt praktisk erfarenhet

5. EXEMPEL PÅ MÄTNING AV OLIKA KONSTRUKTIONSLAGER

5.1 Vägens underbyggnad (delar som bör mätas)

- Godkända mätinstrument för asbuilt-mätning på underbyggnad av väg är GNSS-mätinstrument och totalstation
- Vid asbuilt-mätning med makinstyrningssystem kan positioneringen antingen vara GNSS-positionering eller totalstationspositionering



Exempel på mätpunkter på järnvägens underbyggnad

5. EXEMPEL PÅ MÄTNING AV OLIKA KONSTRUKTIONSLAGER

5.1 Vägens underbyggnad (delar som bör mätas)

Massabyte

- Massabytets förverkligade botten mäts med tätt avstånd (ca 2 m) mellan punkterna, massabytets kanter och i mitten, enligt behov. Detta för att få massabytet så bra beskrivet som möjligt för att kunna använda till massaberäkningen
- Det är bra att följa med asbuilt mätningen kontinuerligt, man bör komma ihåg att maxinförarna inte har fått någon mätutbildning
- Varje arbetsmaskin som mäter asbuilt punkter bör inspekteras dagligen
- Arbetsverktyg för att följa med mätningen av asbuilt-punkter är t.ex. Infrakits tvärskärningsverktyg



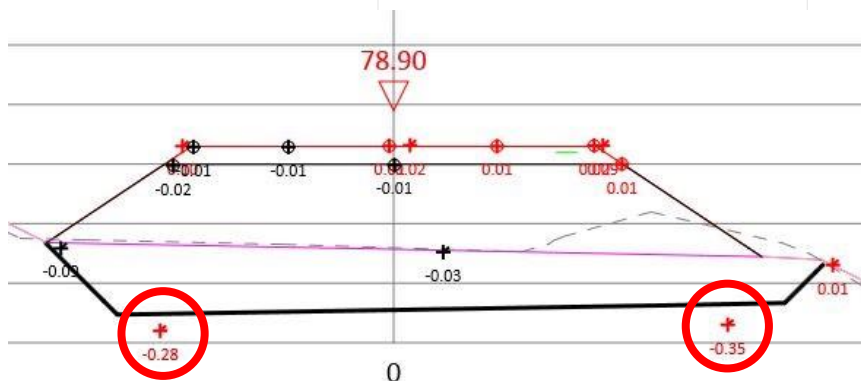
Exempel på massabyte där punkterna har mätts tillräckligt nära varandra.

5. EXEMPEL PÅ MÄTNING AV OLIKA KONSTRUKTIONSLAGER

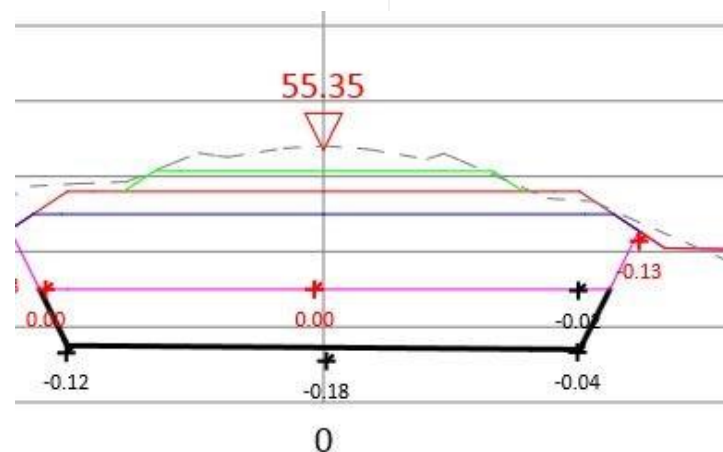
5.1 Vägens underbyggnad (delar som bör mätas)

Massabyte

- I fallet på föregående sida så är det fråga om massabyte, där fyllningen har gjorts omedelbart vartefter att massabytet har utförts
- Eftersom fyllningen har gjorts omedelbart, så baserar sig de verkliga massorna och kvalitetssäkringen på de asbuilt punkter som maskinföraren har mätt in
- I tvärskärningen kan man se, att skopans mätpunkt har av någon anledning varit vald i mitten av skopan
- Troligtvis har massabytet utförts korrekt, men på grund av ett misstag så kan man inte lita på att det utförts på rätt sätt och det går inte att bestämma de verkliga massorna som blivit bortgrävda



Massabytets asbuilt-punkter har blivit felmätta, mätpunkten har varit vald i mitten av skopan. Det har inte heller mätts någon punkt i mitten av massabytet.



Massabytets asbuilt-punkter har mätts på rätt sätt.

5. EXEMPEL PÅ MÄTNING AV OLIKA KONSTRUKTIONSLAGER

5.1 Vägens underbyggnad (delar som bör mätas)

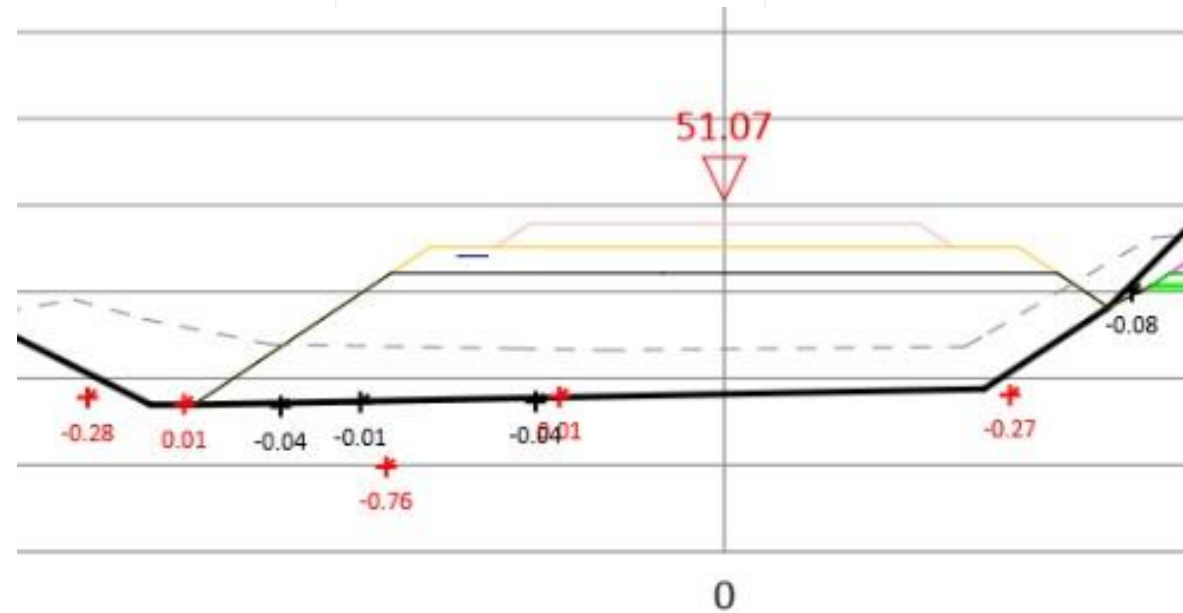
- Lägsta kombinationsytan mäts med minst 20 m mellanrum (minst 3 punkter) vid betydelsefulla brytpunkter och vid mittlinjen
- Ifall man blir tvungen att avvika från den planerade schaktningen (t.ex. djupare än planerat), bör man mäta tätare
- För att man ska få en så bra bild av verkligheten som möjligt, så bör man mäta alla betydelsefulla brytlinjer med tillräcklig täthet
- När man gräver överdjupt som senare fylls, bör man också komma ihåg att mäta in målnivån, när den nås
- Med denna asbuilt-mätning konstateras fyllnadsmassorna
- Om fyllningen görs med samma material som delande lagret, eller om fyllningen byts till sprängsten, behöver man för det mesta inte mäta in målnivån (bör kontrolleras per arbetsplats)

5. EXEMPEL PÅ MÄTNING AV OLIKA KONSTRUKTIONSLAGER

5.1 Vägens underbyggnad (delar som bör mätas)



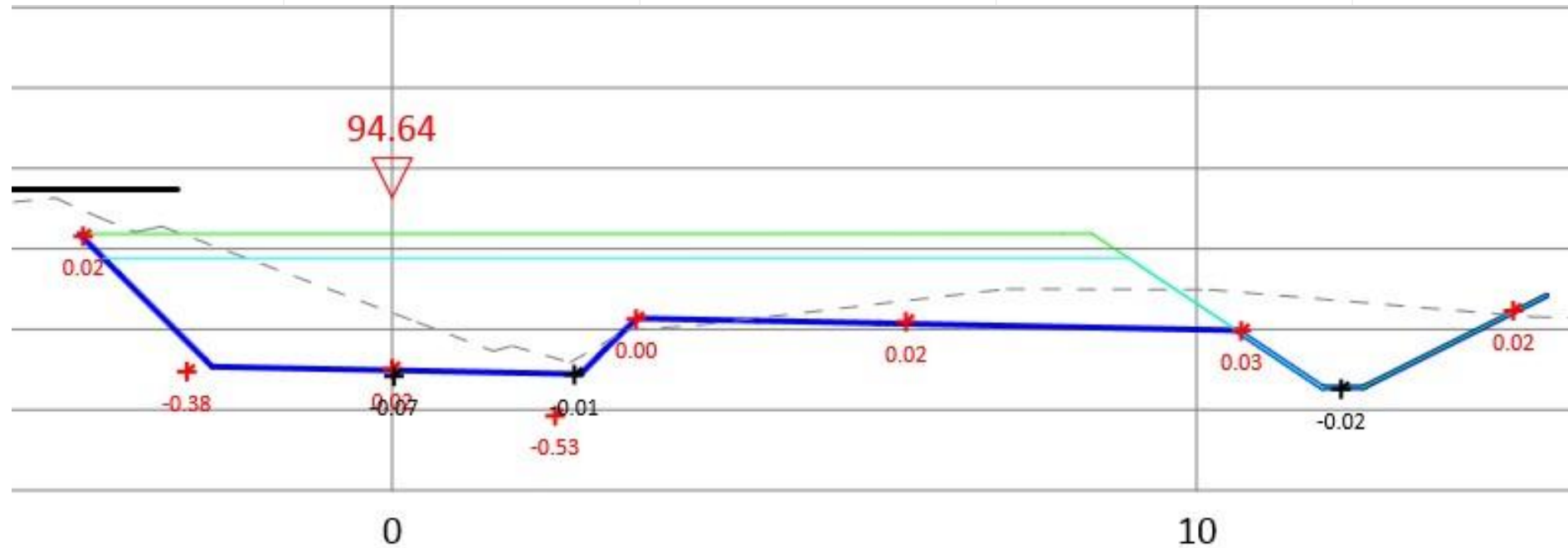
Lägsta kombinationsytan, där man på grund av ett befintligt dike har behövt avvika från målnivån.



Asbuilt punkter av överdjup grävning och senare också målnivån efter fyllningen, lägsta kombinationsytans asbuilt-punkter. .

5. EXEMPEL PÅ MÄTNING AV OLIKA KONSTRUKTIONSLAGER

5.1 Vägens underbyggnad (delar som bör mätas)

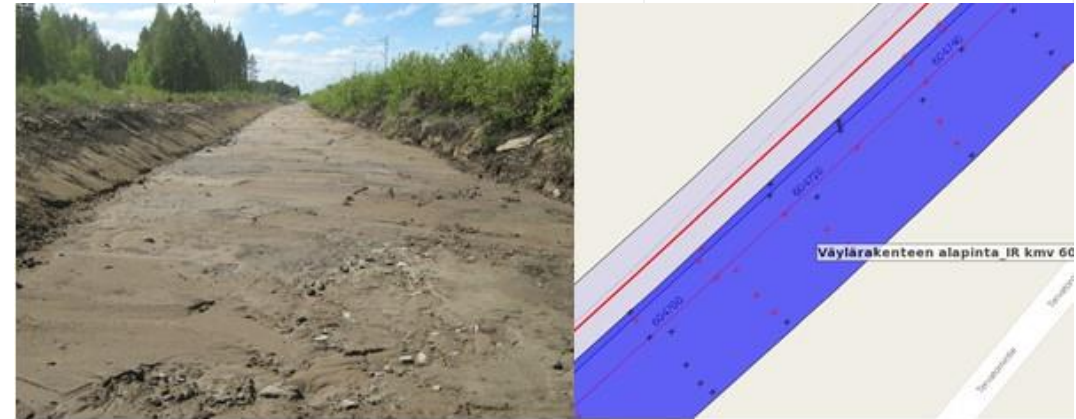


Asbuilt-mätningar gjord med grävmaskin på lägsta kombinationsytan.

5. EXEMPEL PÅ MÄTNING AV OLIKA KONSTRUKTIONSLAGER

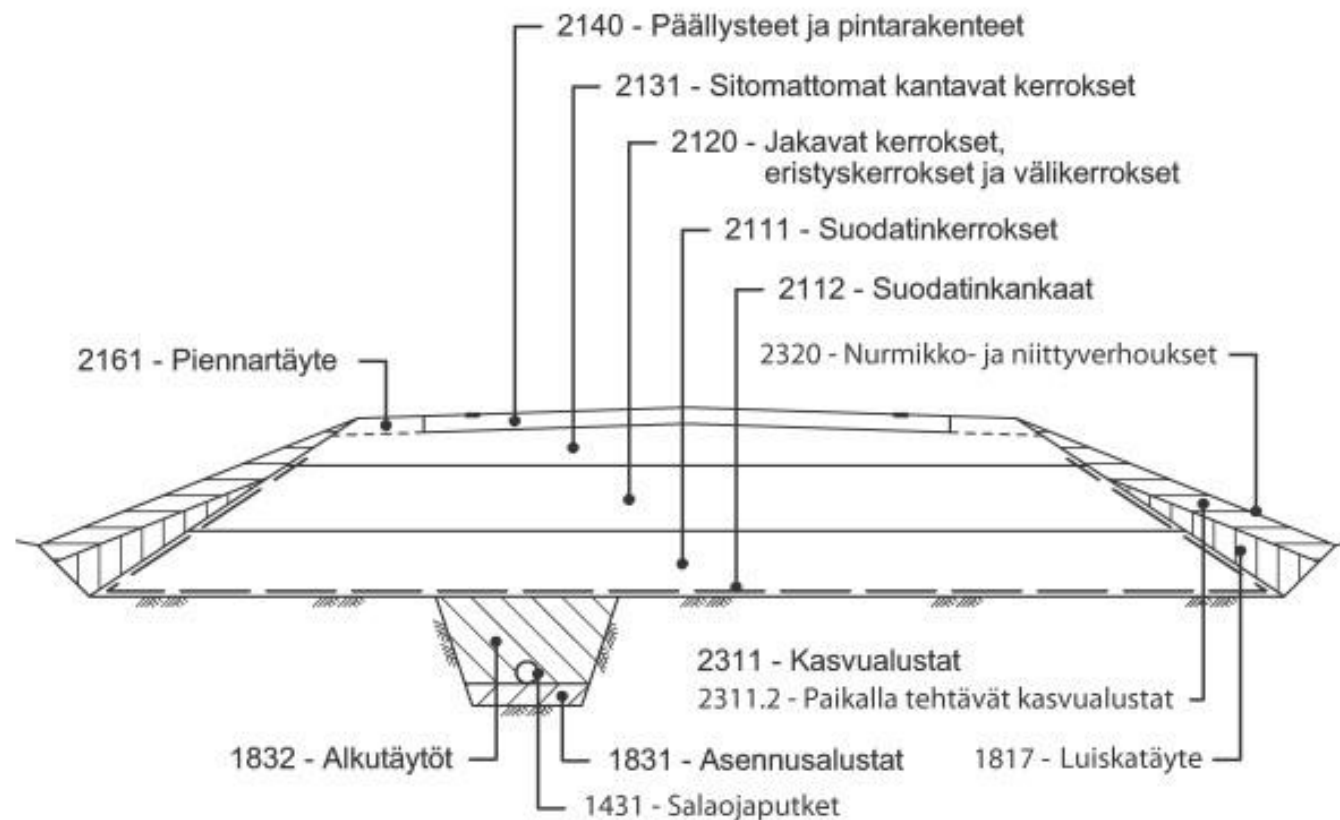
5.1 Vägens underbyggnad (delar som bör mätas)

- När schaktning/fyllning görs stegvis, t.ex. ett körfält åt gången, så måste asbuilt punkterna mätas tillräckligt tätt
- Då kan asbuilt mätningarna användas i kvalitetssäkring och eventuellt också i massaberäkning
- Noggrannare introduktion och guidning ges projekt-/områdesvis



5. EXEMPEL PÅ MÄTNING AV OLIKA KONSTRUKTIONSLAGER

5.2 Vägens överbyggnad (delar som bör mätas)



Kodning vid vägbyggande. INFRA 2015 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö/määrämittaushje

5. EXEMPEL PÅ MÄTNING AV OLIKA KONSTRUKTIONSLAGER

5.2 Vägens överbyggnad (delar som bör mätas)

- De konstruktionsdelar på vägens överbyggnad där man bör mäta asbuilt punkter än filtreringslager, delande lager och bärande lager
- På konstruktionerna mäts betydande brytpunkter och vägens mittlinje med 20 m mellanrum
- På vägens överbyggnader mäts asbuilt punkter på kanterna och på mittlinjen
- Till asbuilt mätningen på vägens överbyggnad kan man använda sig av GNSS-positionerad och totalstationspositionerad arbetsmaskin
- Bärande lagrets asbuilt mätning görs alltid med ett annat mätinstrument än vad själva arbetet har utförts med
- Bärande lagrets asbuilt mätningar bör göras med totalstation

6. KÄLLOR

- Mallipohjaisen laadunvalvontaprosessin kuvaus RU2, M. Jaakkola, Destia Oy
- buildingSMART Finland: YIV2015, YIV2019
- INFRA 2015 Rakennusosa- ja hankenimikkeistö/määrämittausohje
- Novatron sakkunniga

DENNA GUIDE BASERAR SIG PÅ DE ALLMÄNNA MODELLKRAVEN FÖR INFRASTRUKTUR

Läs mera <https://buildingsmart.fi/infrabim/yiv/>