



Riktningsavvikelse

Kontroll av brunnsnivå

- Metoder/Instrument
- Mätnoggrannhet
- P91/p122

Kontroll av riktningsavvikelse

- Historik
- P91/P122
- Metoder
- Tekniken
- Kvalitetsnivåer
- Utförande
- Toleransklasser
- Kalibrering
- Problemsökning



Kontroll av brunnsnivå

Metoder

- Mätsticka/Måttstock/Måttband

Sämre noggrannhet. Fungerar på fält för nedmätning av +vg vid känd locknivå. Ej godkänt inför besiktning. "Ungefärlig nivåskillnad"

- GPS/GNSS

Snabbt, smidigt. Men precisionen är ej godkänd inför besiktning. Noggrannhet på $\pm 2\text{cm}$.

- Totalstation

Noggrannhet på millimeternivå. Godkänt för profilmätning inför besiktning

4.1 Bedömningsgrunder

Inom varje toleransklass har indelning skett med utgångspunkt från projekterad lutning I_p hos ledning som ansluter till brunnen. Lutning hos projekterad, flackaste ansluten ledning är därvid bestämmande för bedömningen.

4.2 Provningens utförande

Nivå mäts i punkter som höjdsatts på ritning eller på annat sätt som överenskommits för mätningen.

Om det i teknisk beskrivning föreskrivs att provning skall göras av både brunnsnivå och riktningsavvikelse skall detta ske samordnat.

Projekterad lutning I_p ‰	Toleransklasser*		
	A	B	C
$I_p < 6$	+30	+40	+60
	-50	-80	-100
$6 \leq I_p \leq 20$	+40	+60	+80
	-80	-100	-120
$I_p > 20$	+60	+80	+100
	-100	-120	-140

Toleransklasser

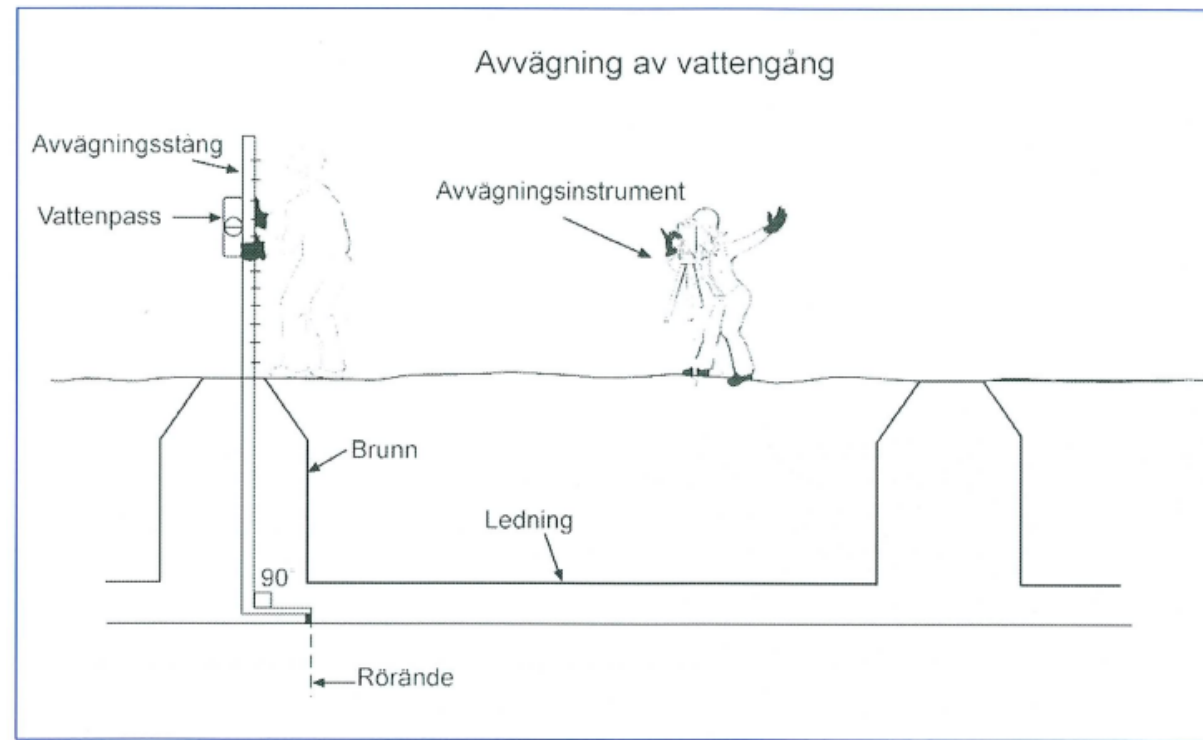
Nivåavvikelse, $\pm h$ mm, för brunnsbotten i förhållande till projekterad nivå anges i tabell 4.1.

- + avser högre nivå än den projekterade,
- avser lägre nivå än den projekterade,

* Har brunnar placerats i nivåer på sådant sätt att mellanliggande lednings verkliga medellutning blir mindre än hälften av den projekterade lutningen, hänförs utförandet till toleransklass C, även om i tabellen angivna mått för brunnsnivå innehålls.

Tabell 4.1 Toleransklasser för nivåavvikelse vid nivåkontroll av brunn.

För att minska mätfelen bör man enbart avväga höjdskillnaden mellan provningssträckans start- och slutpunkt med en avvägningstång som är konstruerad så att stången kan hållas i lod och samtidigt stå i rörets vattengång.



Figur 5.1: Exempel på anordning för avvägning av vattengång i anslutande rör.

Avvägning av start- och slutpunkt på aktuell provningssträcka förutsätts ske i samband med provningstillfället.

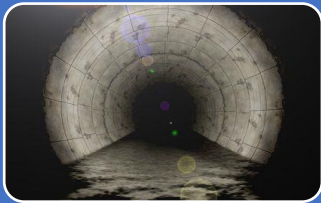
Riktningsavvikelse - Historik



Lysmetoden



Bollmetoden

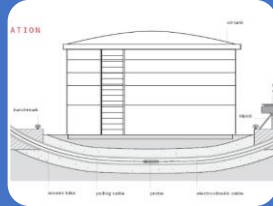


Vattenmetoden

Lutningsmätning – Två metoder som kan användas idag.

Riktningsavvikelse

Två metoder som klarar av kraven enligt p91



Slangsättningsmätning



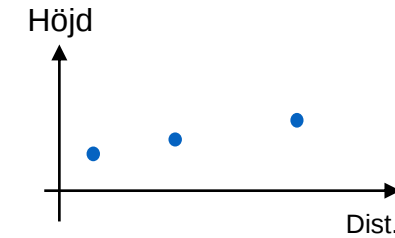
Lutningsmätning i samband med rörinspektion

Metoder för lutningsmätning

- Optisk_(ej godkänd enligt p91)

- vattennivå

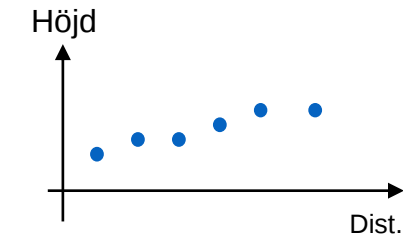
- subjektiv
- få mätvärden



- Hydrostatisk

- slangmätare

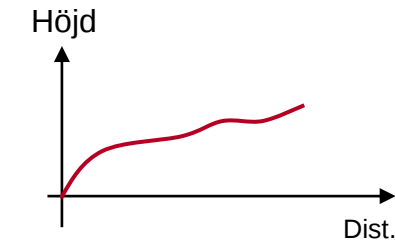
- noggrann i mätpunkt
- få mätvärden

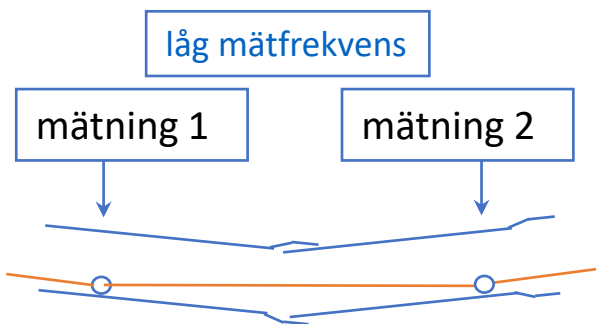


- Inklinometrisk

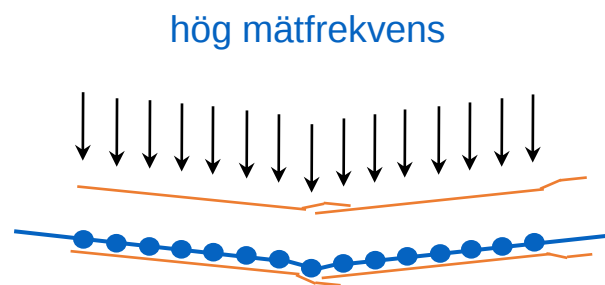
- inklinometer i kameravagn

- noggrann
- kontinuerlig mätning





Risk vid slangsettningsmätning

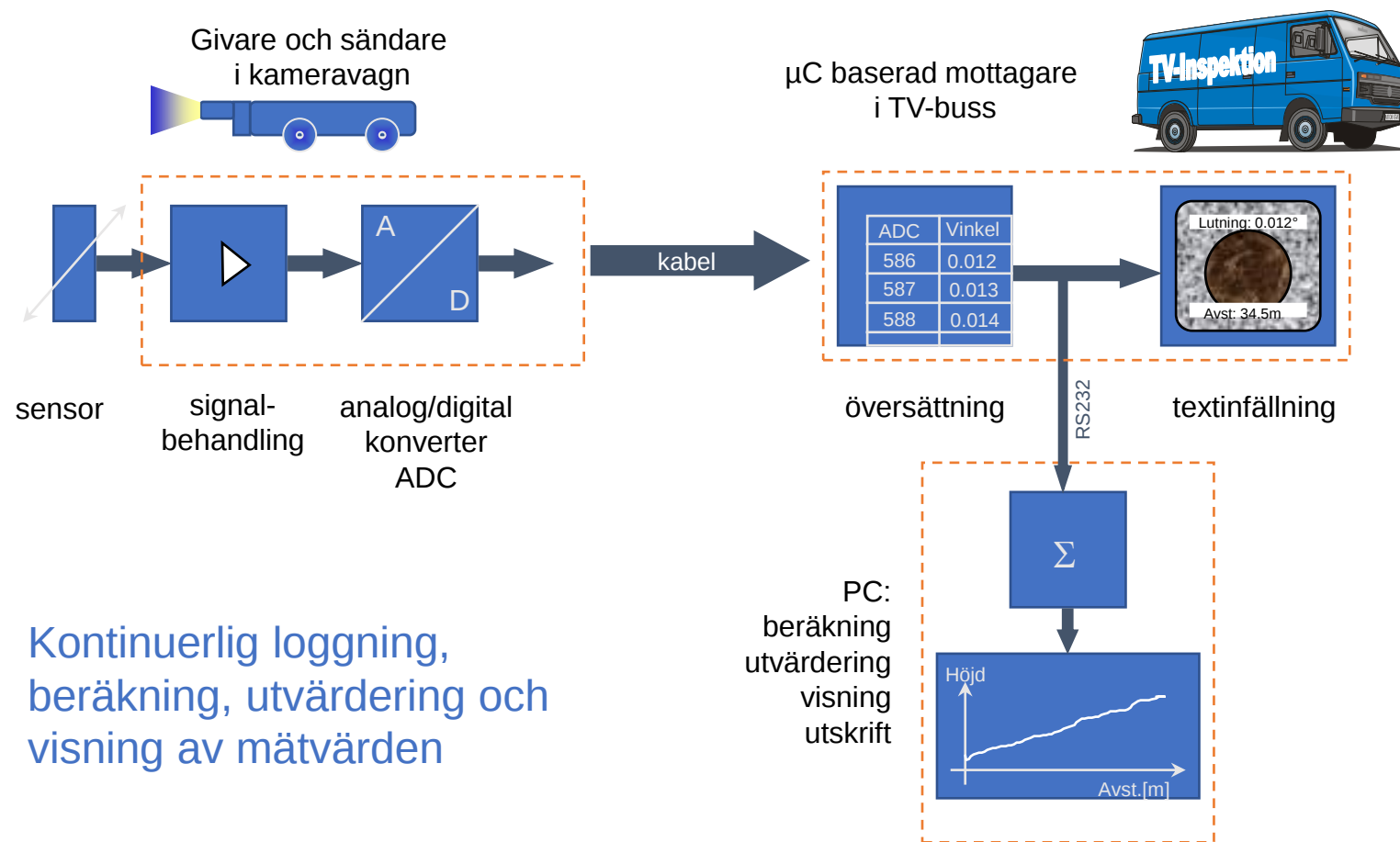


Inklinometer

Profilmätning med inklinometer

- Hög noggrannhet
- Mätning i samband med TV-inspektion
- Oberoende av längd
- Kontinuerlig mätning och dataprocessing i datorprogram
- Skalenlig utskrift av profilkurva
- Möjligt att använda olika kameratyper

Tekniken - Exempel på system



Kontinuerlig loggning,
beräkning, utvärdering och
visning av mätvärden

Karakteristiska värden

Tre värden som bestämmer kvalitén på mätningen

Mätområde	totalt mätområde som skall täckas?
Upplösning	minsta vinkeln som kan mätas?
Mätfrekvens	antal mätvärden per distans/tids-enhet?

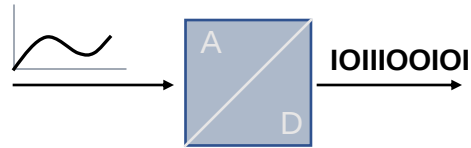
1. Mätområde

Avloppsledningar:

$\pm 5^\circ = \text{ca:}8\% = \text{ca: } 80\text{‰}$

$\pm 10^\circ = \text{ca:}17\% = \text{ca: } 170\text{‰}$

2. Upplösning I



konvertering av analog sensorsignal
till digital dataström

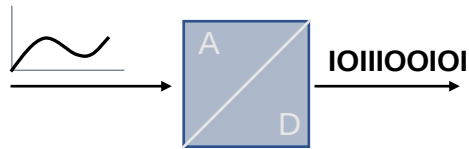
Karakteristiskt värde: bit-upplösning

Hur stort är det totala mätområdet?

I hur många steg kan det totala mätområdet delas upp?

Vilken är den minsta vinkel som kan mätas?

2. Upplösning II

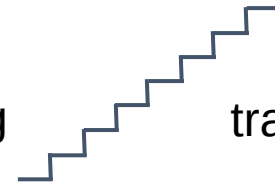


Tummregel:

Mätinstrumentet skall vara
 $10 \times$ bättre än önskat mätvärde

En rät analog linje

blir efter konvertering



trappstegsformad

Upplösning i antal bitar bestämmer antal steg i trappan

2. Upplösning III

Formel:

$$A [^\circ] = \frac{B [^\circ]}{2^n - 1}$$

A: upplösning i [°]
B: mätområde [°]
n: bit-upplösning

$$2^8 = 256 \quad 2^9 = 512 \quad 2^{10} = 1024 \quad 2^{11} = 2048 \quad 2^{12} = 4096$$

Omvandla till [%]:

$$C = (\tan A) * 100$$

C : upplösning i [%]

2. Upplösning iv

Exempel på olika system:

exempel 1: mätområde: 10 °
 bit-upplösning: 12 bit

$$A [^\circ] = \frac{B [^\circ]}{2^n - 1}$$

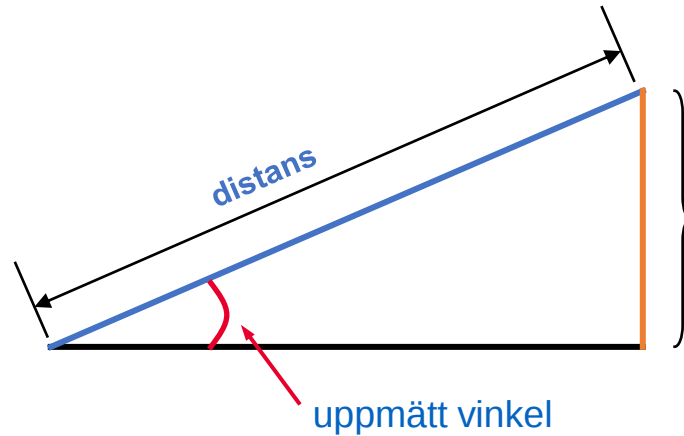
$$C = (\tan A) * 100$$

minsta möjliga vinkel: $A = \frac{10^\circ}{2^{12} - 1} = 0,002^\circ \Rightarrow 0,004 \% \quad (0,04 \text{ ‰})$

exempel 2: 15 ° 10 bit = 0,014° $\Rightarrow$ 0,025 % (0,25 ‰)

exempel 3: 60 ° 8 bit = 0,235° $\Rightarrow$ 0,410 % (4,10 ‰)

2. Upplösning v



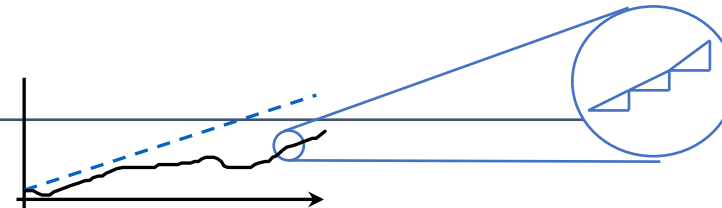
Konvertering av **vinkel** till **höjd**:

$$\text{höjd} = \text{distans} * \sin \text{vinkel}$$

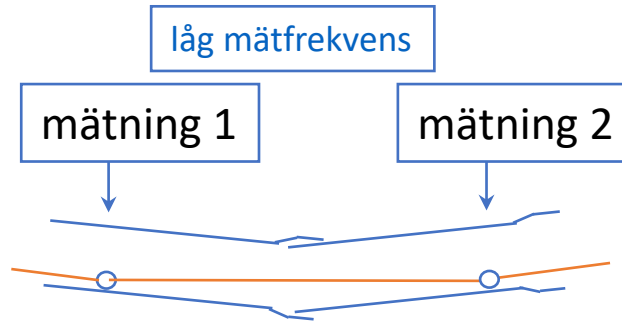
$$(\sin 1 = 0,0175) * 10 = 0,175$$

slutsats:

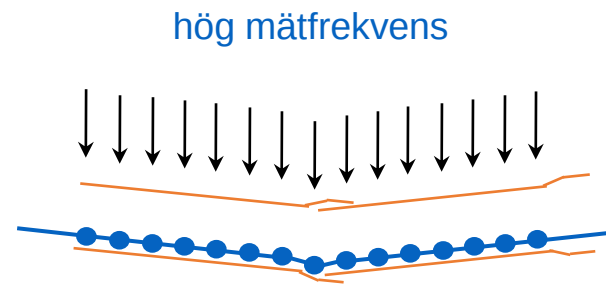
Högre upplösning ger mindre höjdförändring per given distans



3. Mätfrekvens I

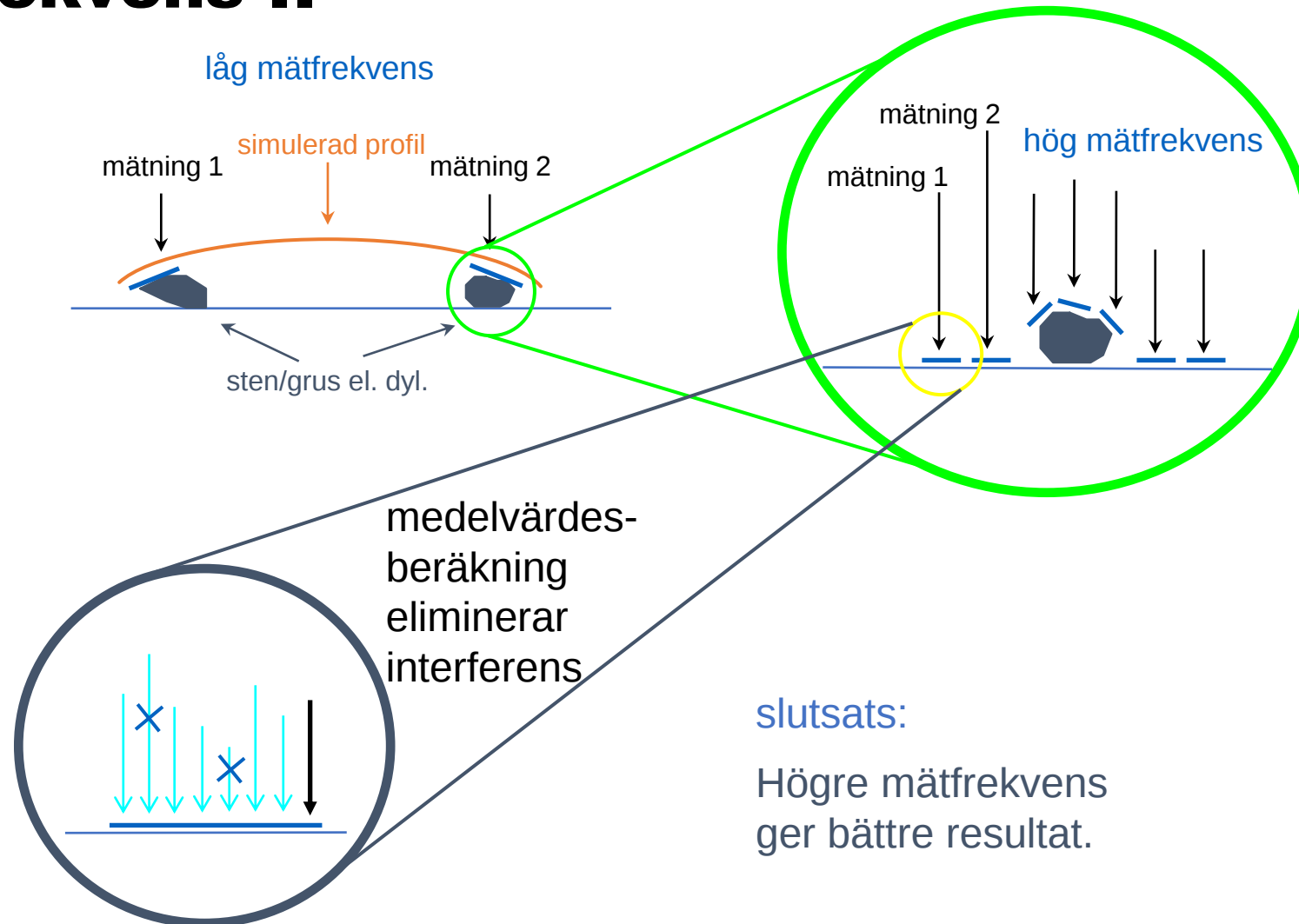


skapar en felaktig profil



skapar en mer riktig profil

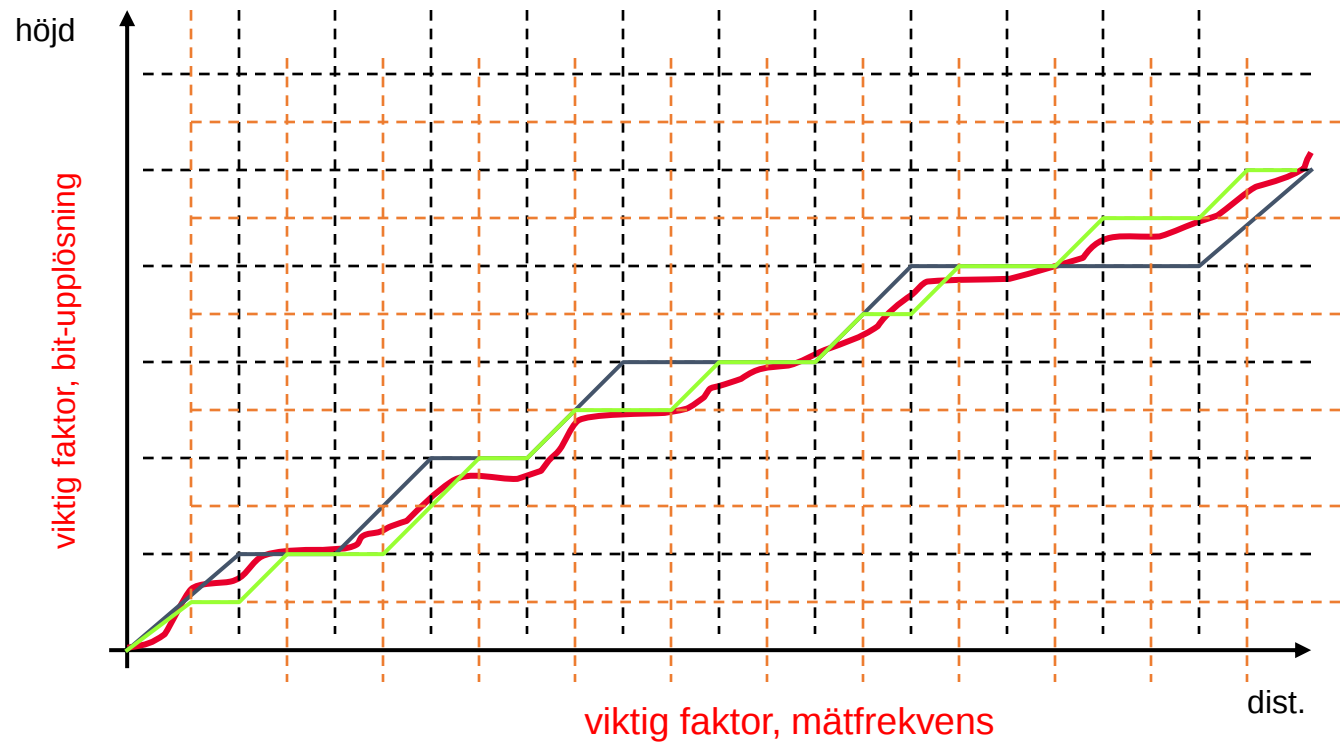
3. Mätfrekvens II



Summering

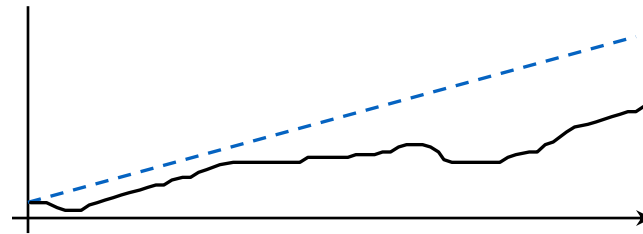
låg upplösning – inkorrekt mätning

hög upplösning – korrekt mätning

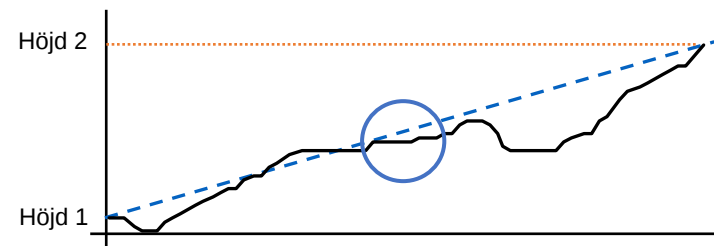


Korrigering av mätvärde

Det finns det alltid ett antal felkällor i varje enskild sträcka som adderas med längd.



Med hjälp av kända höjder i start och slutpunkt är det möjligt att minimera felet. Kurvan dras till ändpunkterna



Teoretiskt är felet störst
på mitten.

Lutningsmätning – P91/P122

P91 - Anvisningar för provning i fält av allmänna avloppsledningar

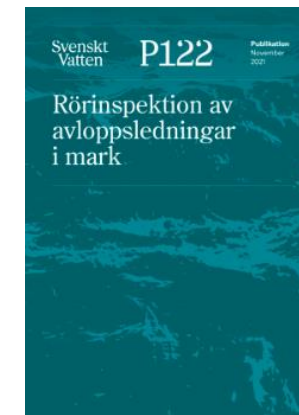
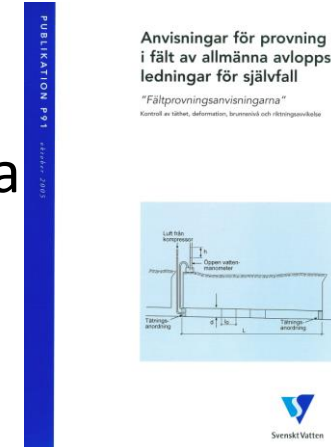
- Bedömningsgrunder
- Toleransklasser
- Provningens utförande

"Regelboken", "mätningar"

P122 – Rörinspektion av avloppsledningar i mark.

- Vägledning för inspektören vid genomförande av riktningsavvikelse i samband med rörinspektion
- Verktyg för beställare i samband med beställning av profilmätning
- Vad skall redovisas
- Tips vid provningens utförande och hur vi kan undvika fel

"Vägledning för beställare och utförare", "hur vi utför och bedömer"



Kontroll av riktningsavvikelse, P91



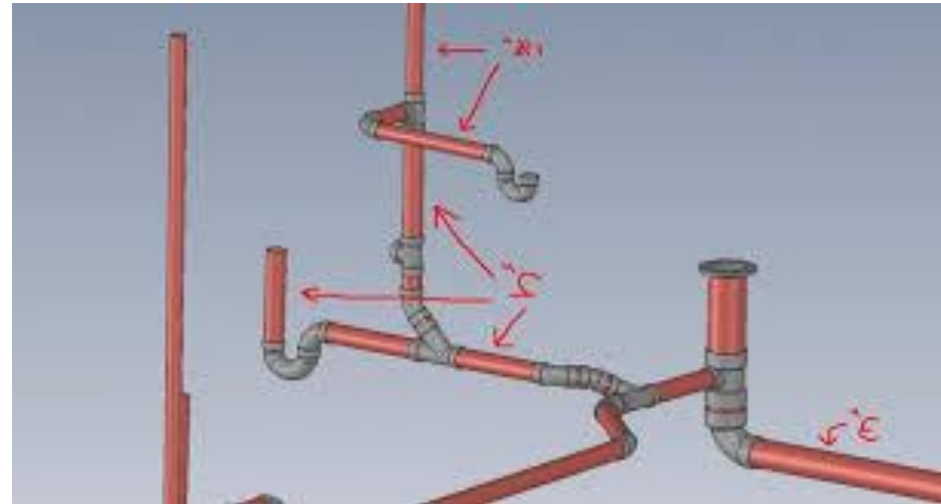
5.1 Bedömningsgrunder:

Provsträcka bedöms med hänsyn till horisontal avvikelse från sträckning i plan och med hänsyn till vertikal avvikelse från nivå i profil.

Sträckning i plan och nivå i profil definieras såsom en rät linje mellan provsträckans anslutning till brunnarna. Om krokrör ingår vid anslutningen skall linjen bestämmas från krokrörets ändpunkt.

Riktningsavvikelse vid böj på ledningen

Om krokrör ingår vid anslutningen skall linjen bestämmas från krokrörets ändpunkt.



Kontroll av riktningsavvikelse

5.1 Toleransklasser:

Största tillåtna avvikelse i respektive toleransklass är enligt tabell 5.1.

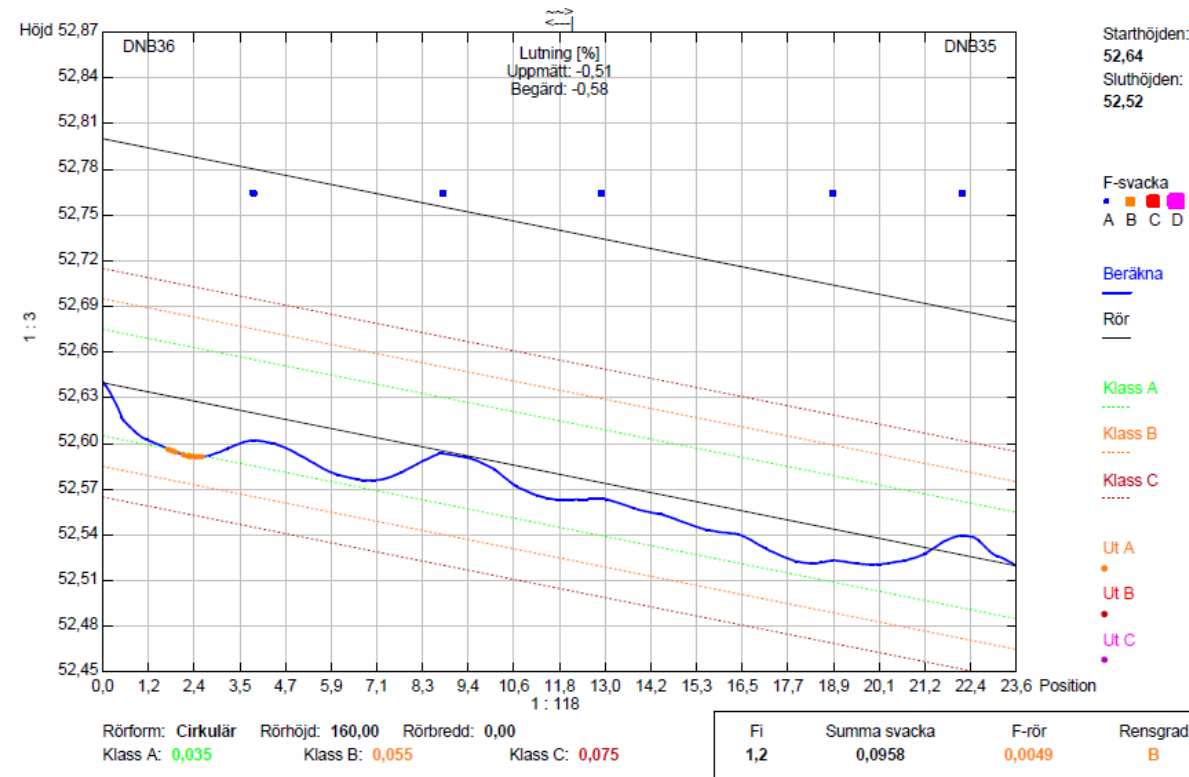
ledning	Innerradiometer rör, d_i	Toleransklass $\pm$ mm		
		A	B	C
	$d_i \leq 225$	35	55	75
	$225 < d_i \leq 400$	40	60	80
	$d_i > 400$	45	65	85
	$d_i \leq 225$	40	60	80
	$225 < d_i \leq 400$	45	65	85
	$d_i > 400$	50	70	90
	$d_i \leq 225$	45	65	85
	$225 < d_i \leq 400$	50	70	90
	$d_i > 400$	55	75	95

Bakfall får inte förekomma oavsett uppnådd toleransklass. Vid förekommande bakfall bedöms ledningens självrensningss förmåga från fall till fall för uppskattning av värdeminskningssavdragets storlek.

Vinkeländringen i en fog på ledningen får inte vara större än den för vilken fogen konstruerats för.

Kontroll av riktningsavvikelse.

Vad är bakfall och hur upptäcker vi dem lättast?



Kontroll av riktningsavvikelse



5.2 Provningens utförande:

Mätmetoden som mäter höjd skall ha en mätnoggrannhet i fält som inte är sämre än $\pm 10\text{mm}$ i höjddled och $1\text{m}/100\text{m}$ i längdled. De uppmätta avvikelserna mellan uppmätt profil får reduceras med 10mm innan toleransklassen bestäms enligt tabell 5.1.

Vid beräkningen av avvikelserna skall längdmätningen ske längs ledningens profil, dvs. enligt mätutrustningens längdmätare.

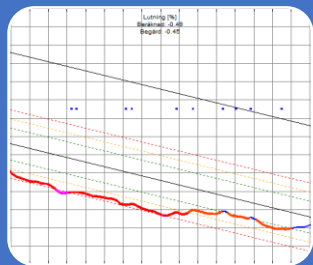
Kontroll av riktningsavvikelse.

Verklig lutning ‰	Innerdiameter rör, d_i	Toleransklass ± mm		
		A	B	C
<6	$d_i \leq 225$	35	55	75
	$225 < d_i \leq 400$	40	60	80
	$d_i > 400$	45	65	85
6-20	$d_i \leq 225$	40	60	80
	$225 < d_i \leq 400$	45	65	85
	$d_i > 400$	50	70	90
>20	$d_i \leq 225$	45	65	85
	$225 < d_i \leq 400$	50	70	90
	$d_i > 400$	55	75	95

Kontroll av riktningsavvikelse

5.2 Provningens utförande:

Mätanordningen skall åtföljas av ett service- och grundkalibreringsintyg. Mätanordningen skall kunna kalibreras på mätplatsen.



I redovisningen av resultatet för varje provningssträcka skall en bedömd lägsta mätnoggrannhet anges samt kommentarer kring faktorer som kan ha påverkat provningens resultat. Avståndet mellan mätpunkterna skall vara högst 1m. Om det föreskrivs att provning skall utföras för både brunnsnivå och riktningsavvikelse skall detta ske samordnat.

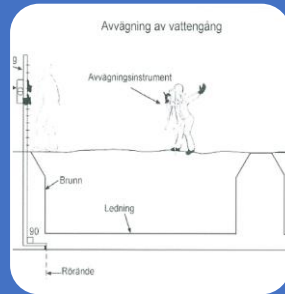
Kontroll av riktningsavvikelse

Mätanordningen skall åtföljas av ett service- och grundkalibreringsintyg.

Mätanordningen skall kunna kalibreras på mätplatsen.
I redovisningen av resultatet för varje provningssträcka skall en bedömd lägsta mätnoggrannhet anges samt kommentarer kring faktorer som kan ha påverkat provningens resultat.

Kontroll av riktningsavvikelse

TV-Inspektion utförs före provningen för att kunna bedöma om rengöring erfordras. Rengöring skall utföras för att provningen skall ge rättvisande resultat.



Avvägning av start- och slutpunkt på aktuell provningssträcka förutsätts ske i samband med provningstillfället.

För att minska mätfelen mellan provningssträckans start- och slutpunkt med en avvägningsstång som är konstruerad så att stangen kan hållas i lod och samtidigt stå i rörets vattengång.

Om provningsresultatet visar avvikelser som överstiger kravet för godkänd toleransklass för ledningen skall utföraren av mätningen ges möjligheten att upprepa mätningen innan slutlig åtgärd.

Kontroll av riktningsavvikelse

Om provningsresultatet visar avvikelser som överstiger kravet för godkänd toleransklass för ledningen skall utföraren av mätningen ges möjligheten att upprepa mätningen innan slutlig åtgärd.



Kontroll av riktningsavvikelse, P122

Profilmätning görs ofta i samband med vanlig rörinspektion eftersom mätinstrumentet är inbyggd i kameratraktorn.

Profilmätning utförs enligt tre kvalitetsnivåer:

- Nivå A – vid besiktning
- Nivå B - vid normal inspektion, kontroll av kondition
- Nivå C – vid normal inspektion, kontroll av funktion

Kvalitetsnivåer för profilmätningar (minimikrav)		
Nivå A	Nivå B	Nivå C
Tillämpas vid besiktning	Tillämpas vid mätning av befintliga ledningar	Tillämpas ev. vid bedömning av driftfunktion
Renspolad ledning*	Spolad ledning	Ett eller flera kriterier i Nivå B uppfylls inte. Vilka kriterier som ej uppfylls anges i mätningsprotokollet
Inspekterad ledning	Inspekterad ledning	
Avvägd höjdskillnad i samband med kontroll	Vattengångshöjder från ledningskarta ***	
Kalibrering före mätning	Kalibrering enligt normal kalibreringsrutin****	
Utjämningsfaktor anges vid redovisning**		

* Så ren att mätresultatet ej påverkas

** Differens mellan avvägd och uppmätt höjdskillnad (med kameratraktor)

*** Äldre inmätta vattengångshöjder

**** Enligt tillverkarens rekommendationer

Tabell 4-1

Kvalitetsnivåer för
profilmätning.

Profilmätningen kan påverkas av:

- Start och stopp med traktorn
- Riktningsändringar där traktorn kan klättra på rörväggen
- Främmande föremål i ledningen
- Öppna fogar Vägledning för inspektören vid genomförande av rörinspektion
- Felaktig längdmätning
- Ryckig framdrift
- Obalans i drivaxlarna, skeva hjul eller olika däck beroende på typ eller slitage.

Traktorn måste ha runda hjul med likvärdigt slitage.

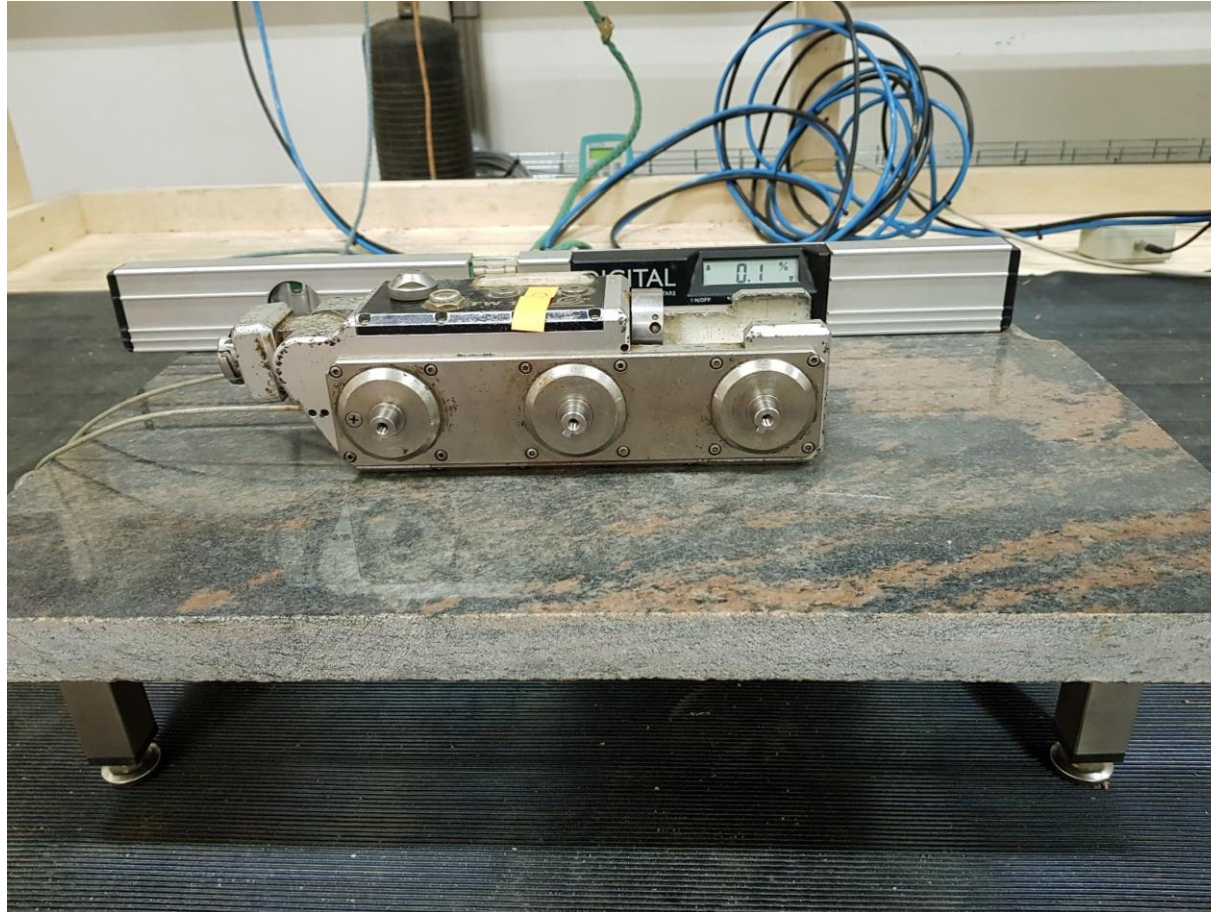
- Felkalibrerad utrustning.

Redovisning:

Följande ska finnas med i redovisningen av profilmätning:

- Start- och sluthöjd
- Om nivåer är inmätta eller ej
- Uppmätt lutning
- Eventuell bearbetning av profilen måste framgå
- Korrigeringsfaktor
- Toleransklasser
- Eventuellt funktionsklassning (men den ska inte användas vid besiktning)
- Om nivån för slutpunkt saknas ska anges att det är en relativ profil, det vill säga en indikation på ledningens lutning

Kalibrering



Kalibrering

Systemkalibrering

Utföres på serviceverkstad i samband med service eller vid behov.
Kontroll bör dock göras en gång per år.

Fältkalibrering

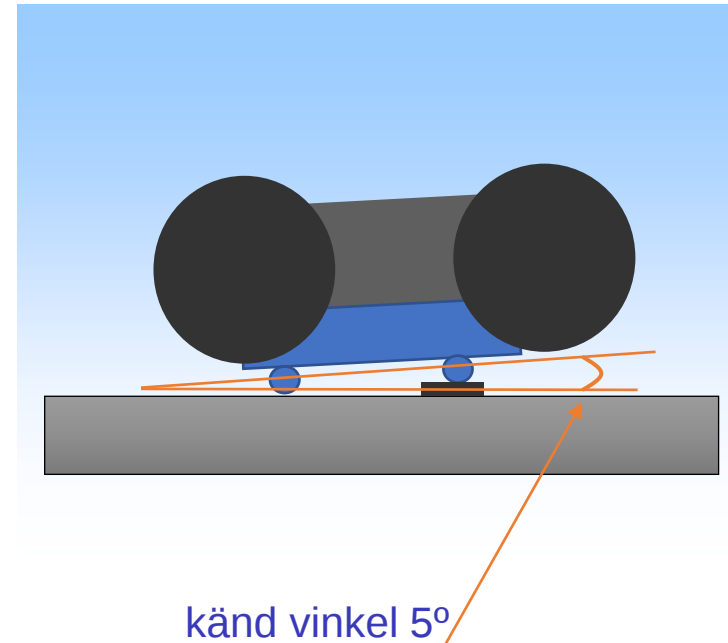
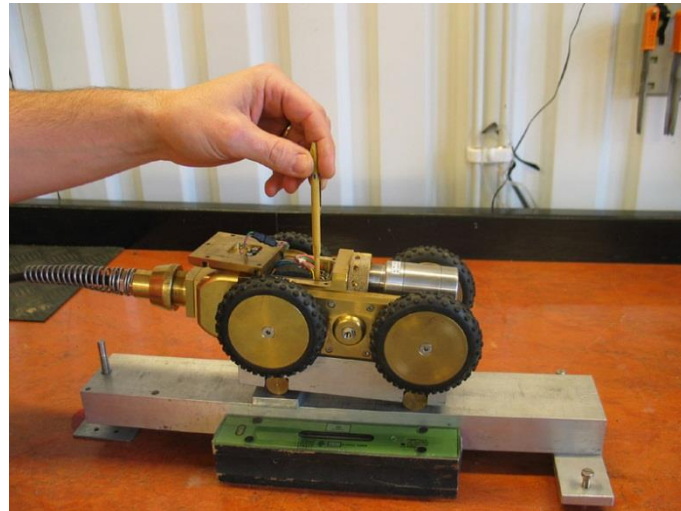
Utföres i fält före mätning.

Systemkalibrering

Syfte:

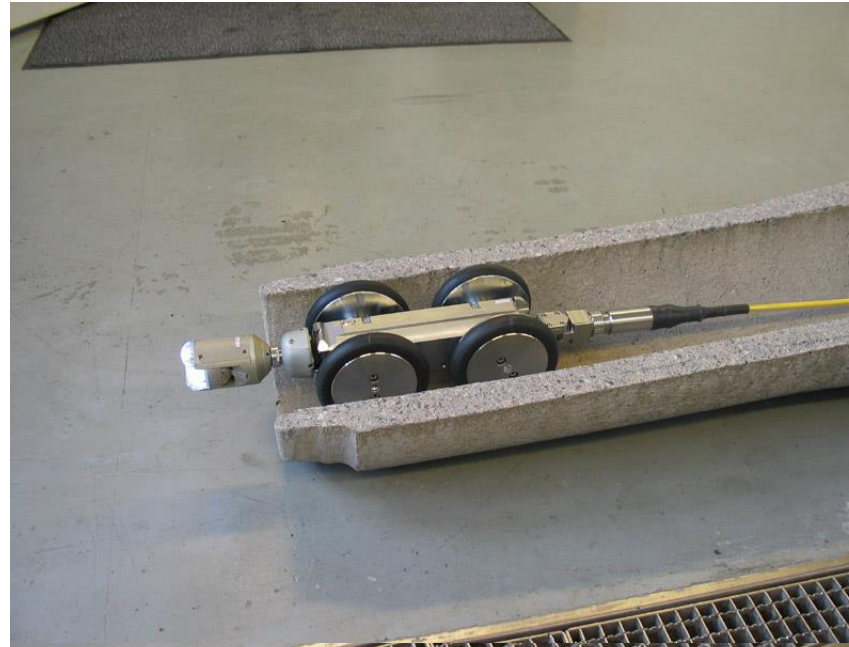
Intrimmning av kameravagnens givare och mätförstärkare med en känd vinkel mot horisontalplanet.

trimmning av mätförstärkare



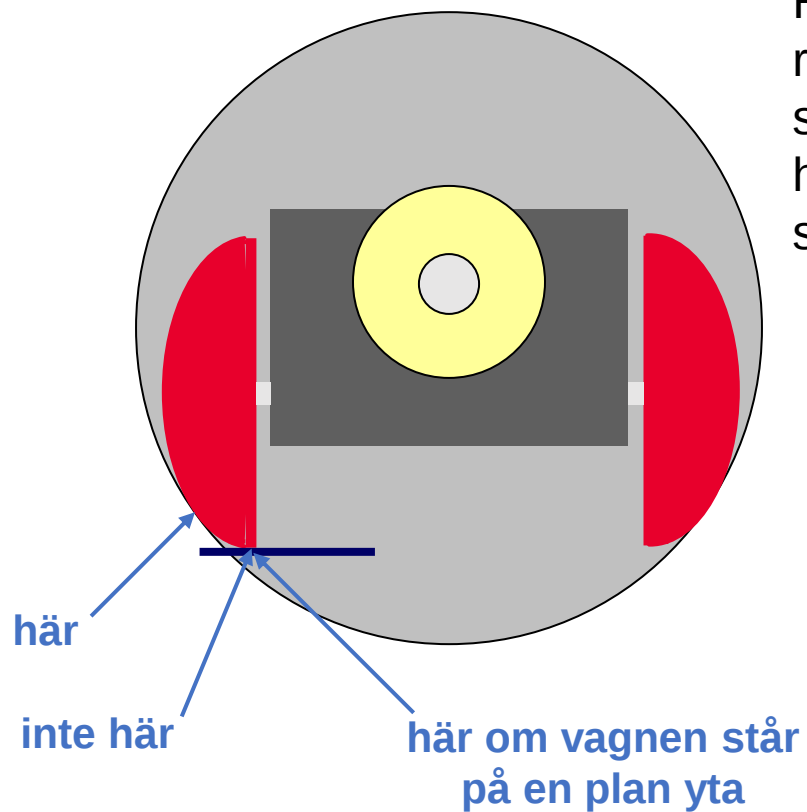
Fältkalibrering

Syfte: Kalibrera utrustningen med en viss kombination av hjul och rördimension.



bäst resultat om
vagnen körs i röret
vid kalibrering

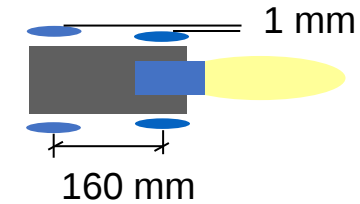
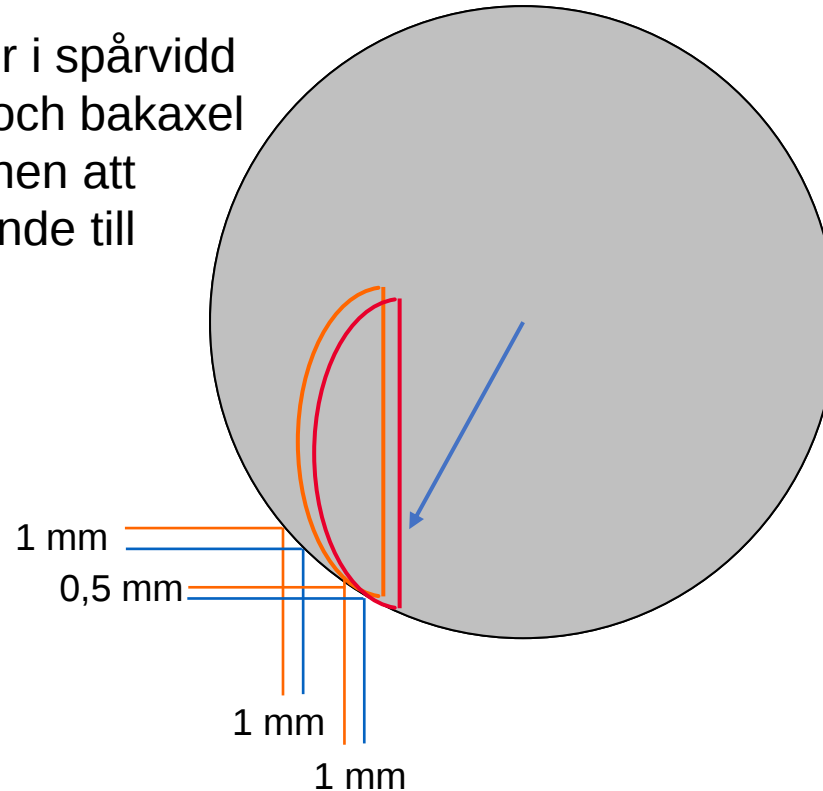
Varför kalibrera i rör?



Hjulen ligger an mot rörväggen på olika ställen beroende på hjulens storlek och form samt rördimensionen

Spårviddens påverkan

Om det skiljer i spårvidd mellan fram och bakaxel kommer vagnen att luta i förhållande till ledningen.



Om kameravagnens axelavstånd är 160 mm och skillnaden i spårvidd mellan axlarna är 2 mm är den bredare axeln högre upp på rörväggen.

1 mm högre = 0,63 %

0,5 mm högre = 0,32 %

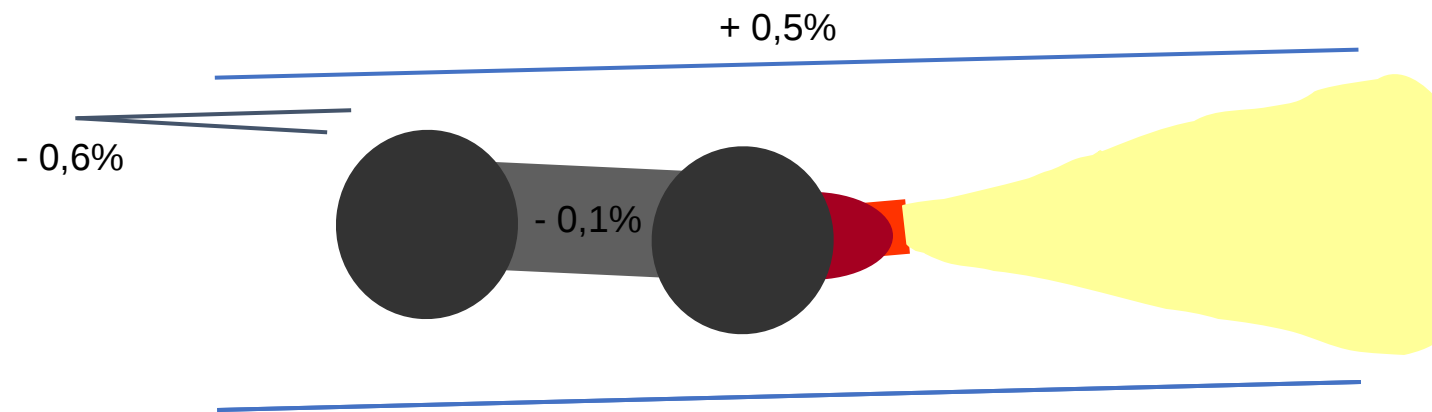
Hur upptäcker vi fel i utrustningen?

Vad kan orsaka fel?

Hur upptäcker/förebygger vi fel i möjlighet till utförande?

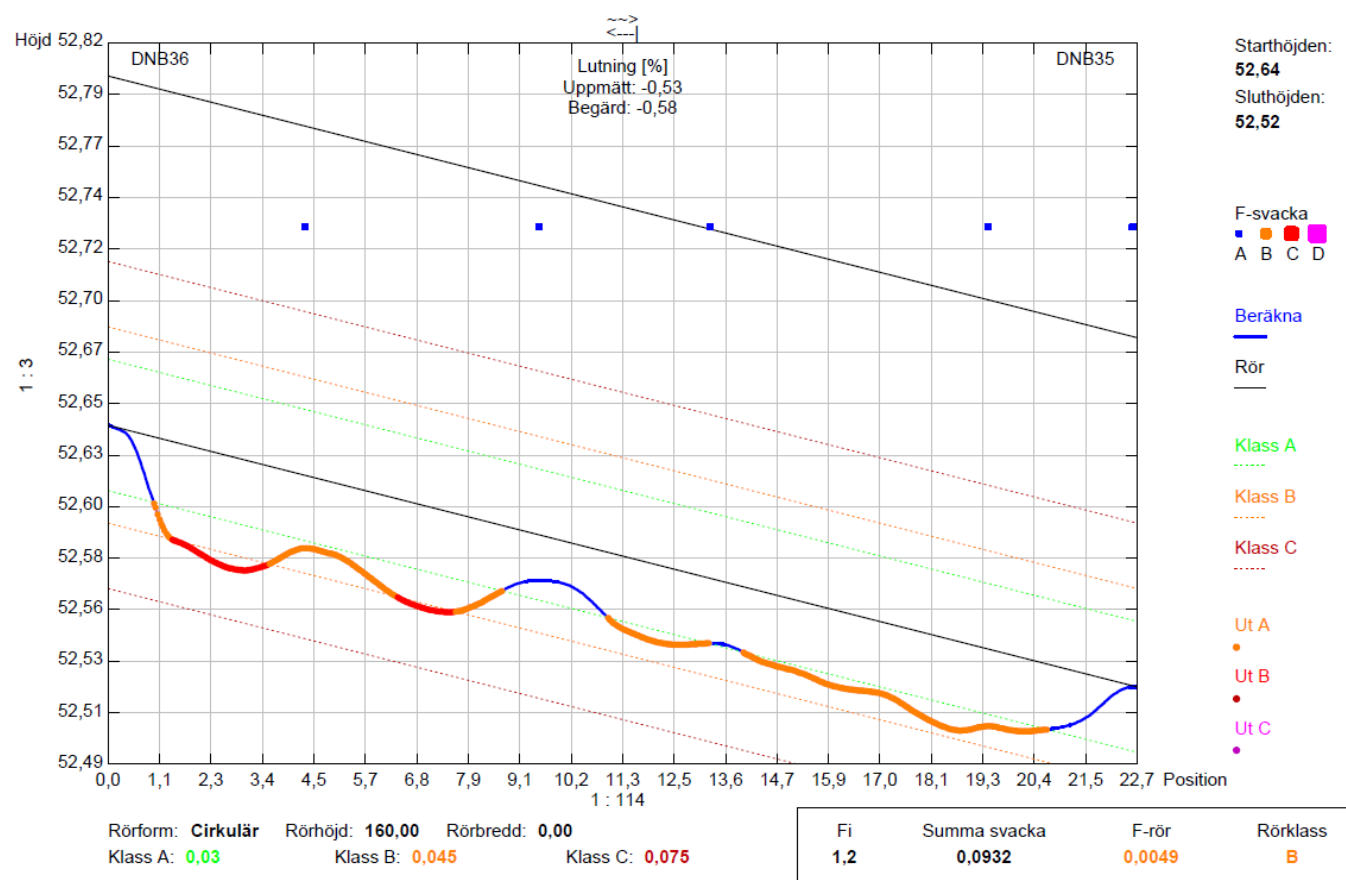
Platsfel p.g.a spårvidd eller hjulstorlek

Om en kameravagn står med nosen ner -0,6% i en ledning med + 0,5% lutning, kommer mätningen att visa - 0,1%

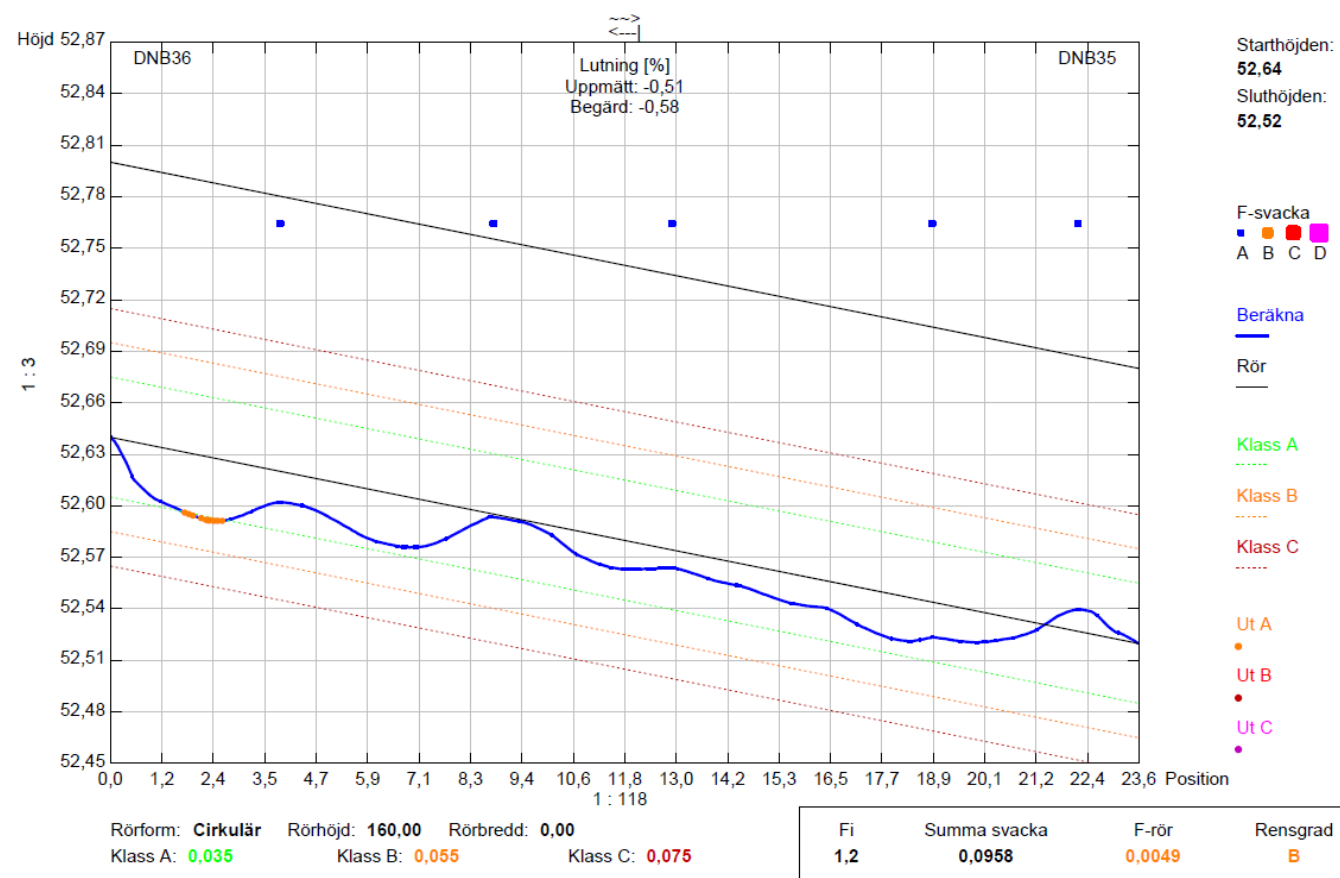


Hur upptäcker/förebygger vi fel i utförande?

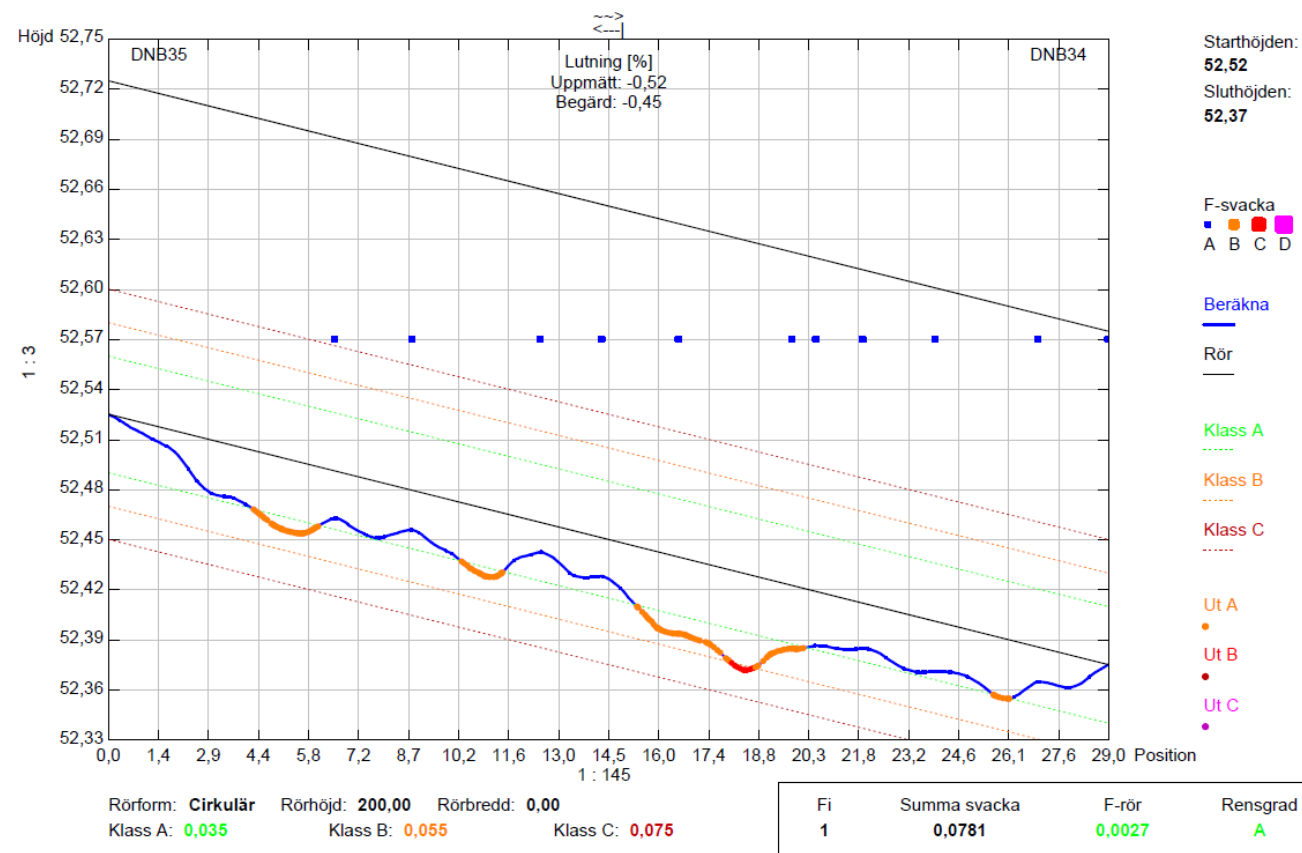
Hur upptäcker/förebygger vi fel i utförande?



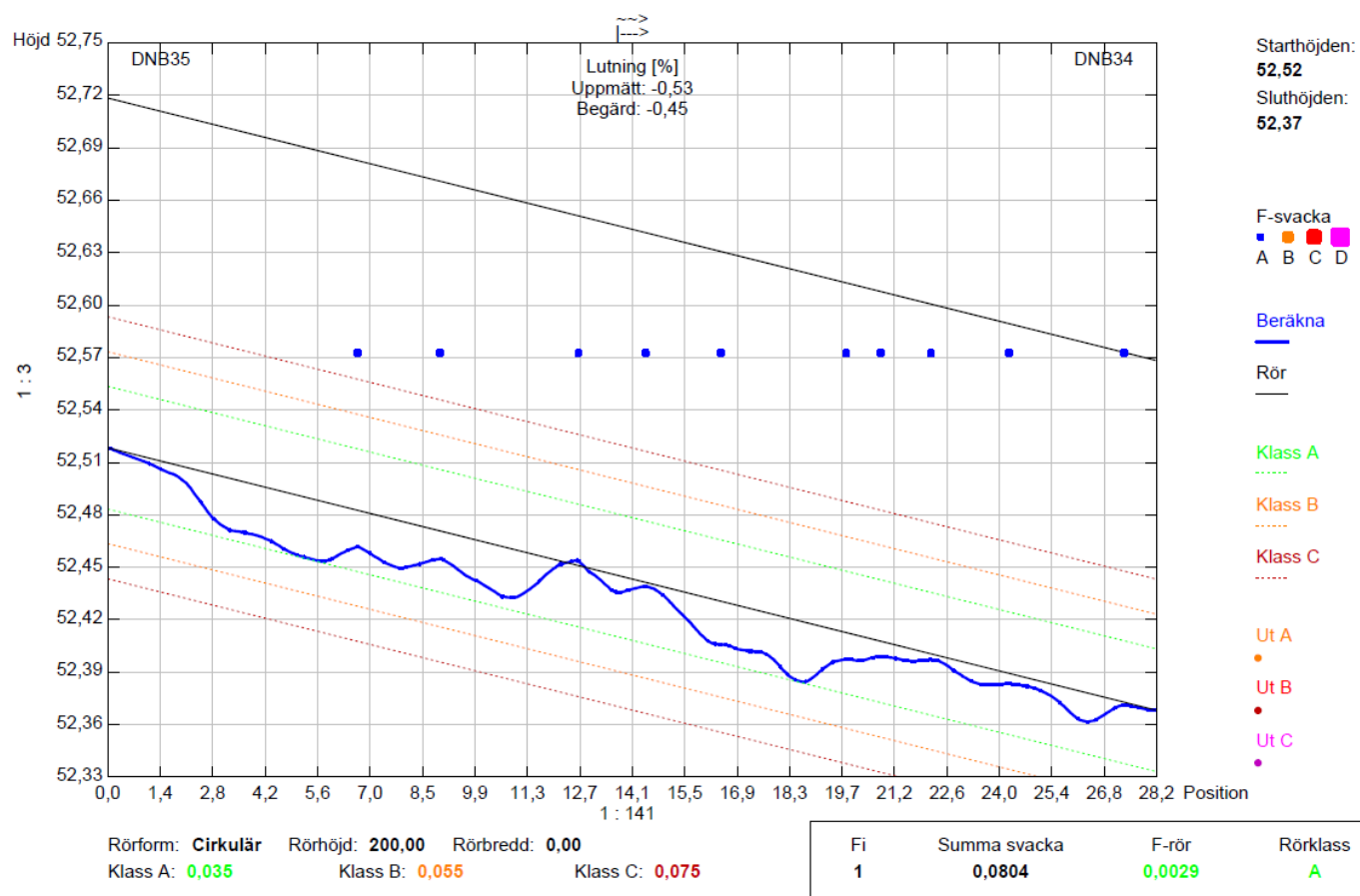
Hur upptäcker/förebygger vi fel i utförande?



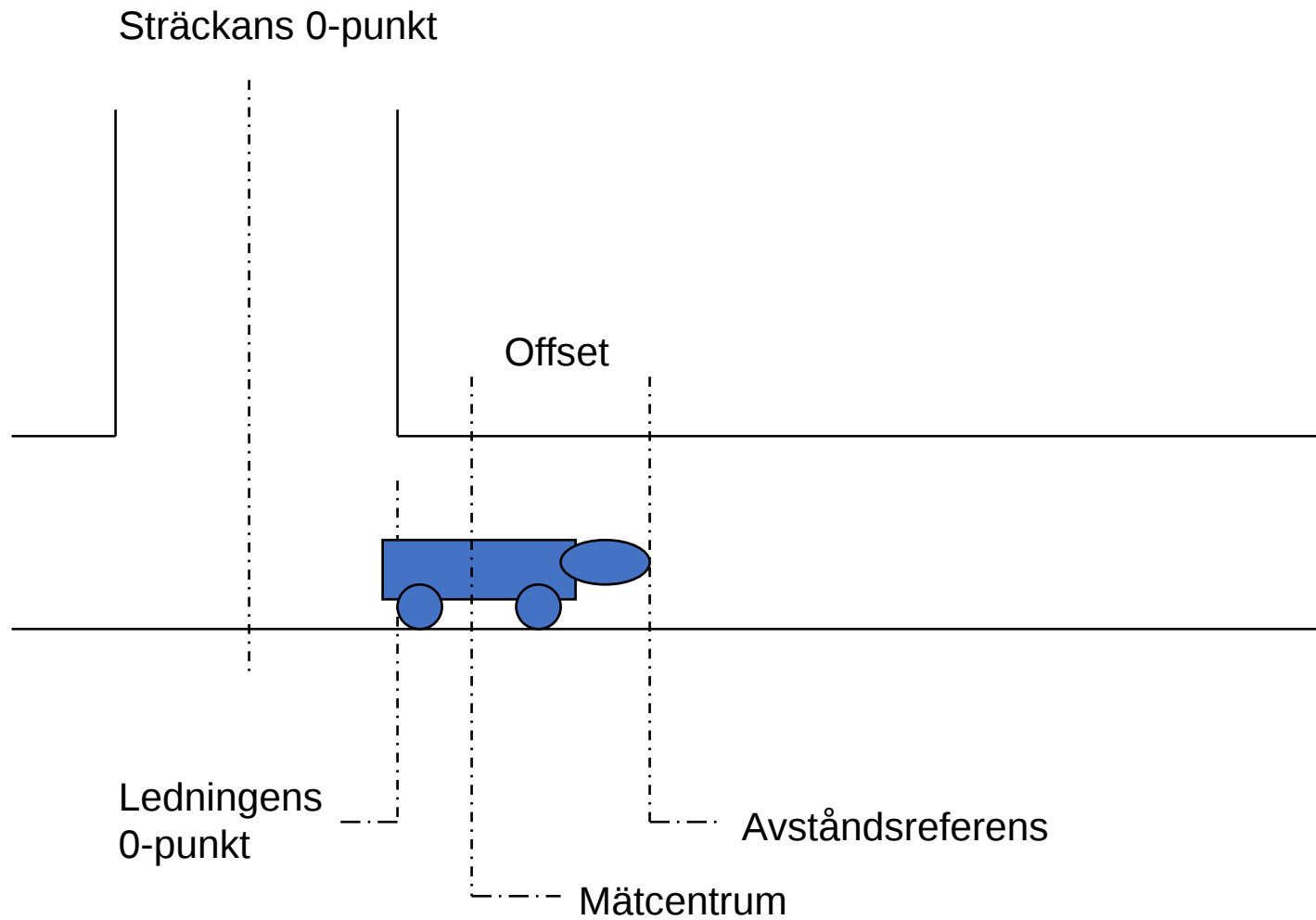
Hur upptäcker/förebygger vi fel i utförande?



Hur upptäcker/förebygger vi fel i utförande?

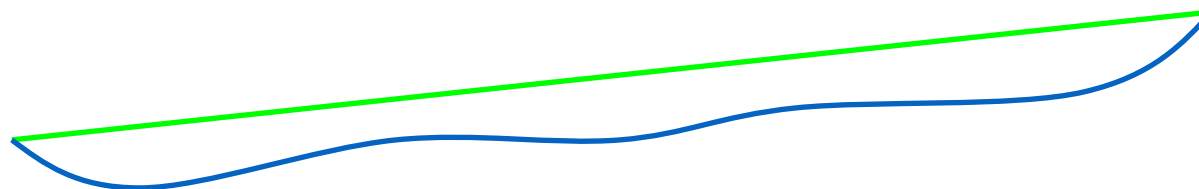
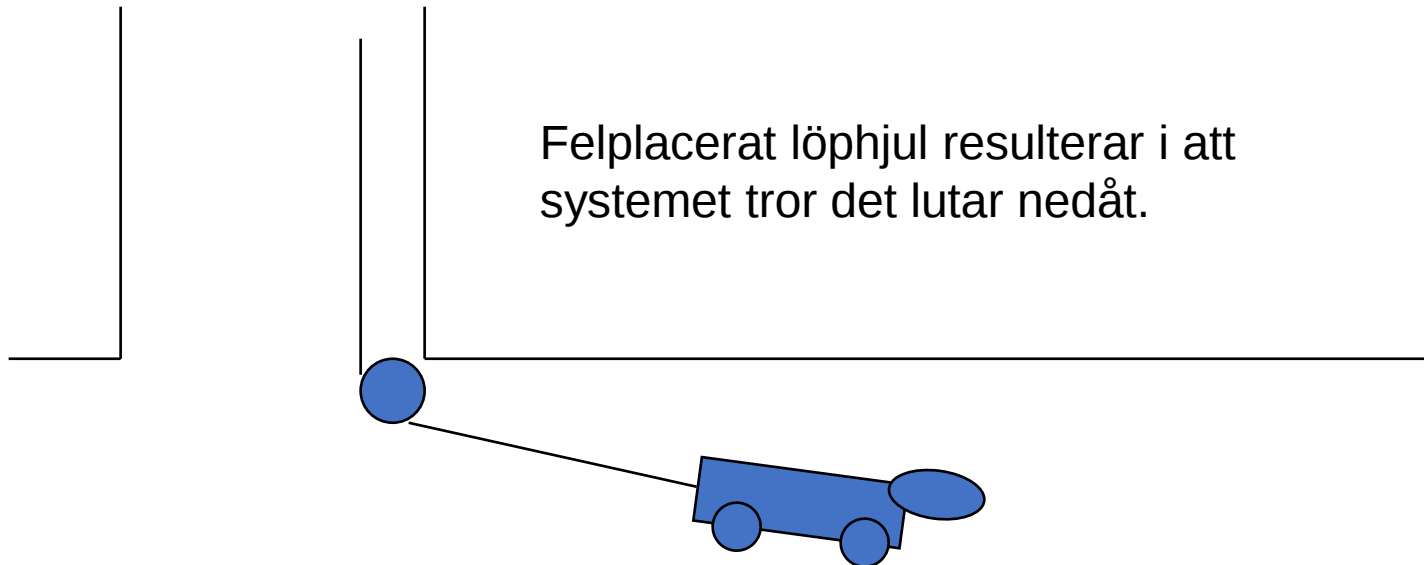


Start av mätning



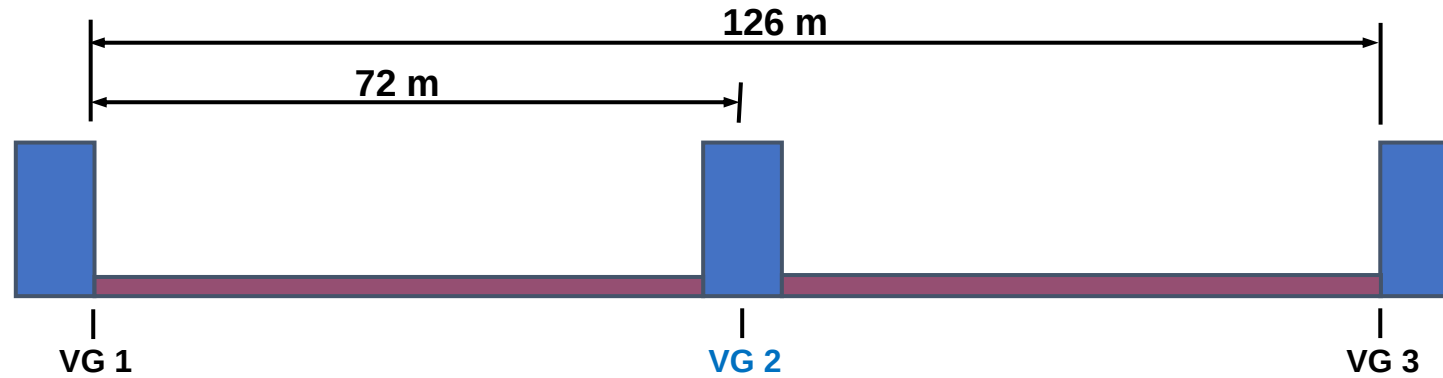
Tänk på vid start

Felplacerat löphjul resulterar i att systemet tror det lutar nedåt.



Exempel

Teststräcka med 3 brunnar totalt 126 m



Avvikelse vid VG 2:

Systemkalibrerad utrustning: 11 mm

System och fältkalibrerad utrustning: 3 mm

Sträckan avvägd
med totalstation
VG 2 och VG 3
relativt VG 1

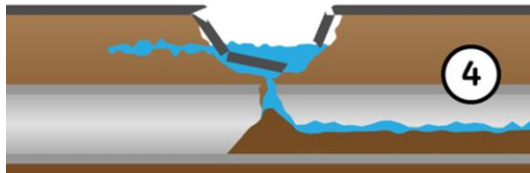
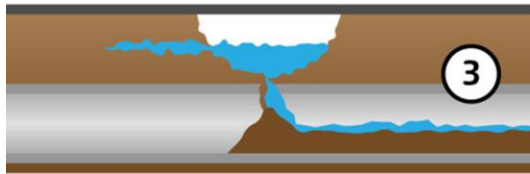
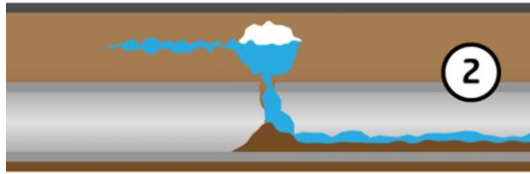
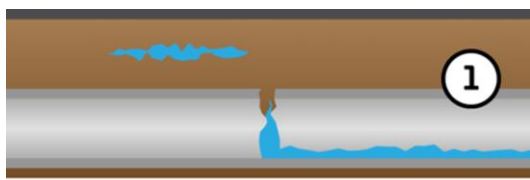
Hur upptäcker/förebygger vi fel i informationen?

Vad gör vi om det skulle bli fel ändå?

Kontroll av riktningsavvikelse

Om provningsresultatet visar avvikelser som överstiger kravet för godkänd toleransklass för ledningen skall utföraren av mätningen ges möjligheten att upprepa mätningen innan slutlig åtgärd.





Ansvar

Det är du som operatör som är ansvarig för att din utrustning är fungerande.

- Använd endast kalibrerad utrustning
- Kallibrera alltid utrustningen före besiktningsfilmning.
- Är v.g. höjder aktuella?
- Mät bara i rena ledningar
- Ställ dig frågan. Är resultatet rimligt?
- Vid tveksamhet, gör ny mätning.

Frågor / Diskussion

