



# Replica Tape: Linearisering van Ruwheidsmetingen

---

Technische Documentatie

**Checkline Europe B.V.**

Dennenweg 225 B, 7545 WE Enschede, Nederland

+31 (0)53 8200245 | [sales@checkline.eu](mailto:sales@checkline.eu)

Documentreferentie: RT-LIN-NL | Revisie: 1.0 | Datum: 30 oktober 2013

# Inhoudsopgave

---

|                            |   |
|----------------------------|---|
| 1. Inleiding / Achtergrond | 2 |
| 2. Replica Tape            | 2 |
| 3. Linearisering           | 4 |
| 4. Figuren                 | 5 |
| 5. Contact                 | 7 |

## 1. Inleiding / Achtergrond

Veel sensoren die worden gebruikt om fysische parameters te meten, reageren op manieren die niet rechtstreeks evenredig zijn met de eigenschappen die zij zijn ontworpen om te kwantificeren. Apparaten waarvoor dit het geval is, worden niet-lineair genoemd. Fotografische film, bepaalde typen thermometers en chemische detectie-instrumenten zijn voorbeelden van sensoren die inherent niet-lineair zijn.

Digitale processors kunnen worden gebruikt om te compenseren voor niet-lineaire sensorrespons en worden voor dit doel algemeen toegepast in moderne meetapparatuur.

Replica tape, die op grote schaal en al geruime tijd wordt gebruikt om het oppervlakteprofiel in de coatings- en voeringsindustrie te beoordelen, vertoont een enigszins niet-lineaire replicatiereactie op ruwheid.

Dit document beschrijft procedures die kunnen worden gebruikt om ruwheidsmetingen uitgevoerd met replica tape te lineariseren.

---

## 2. Replica Tape

Replica tape bestaat uit een laag samendrukbaar microfoam dat is aangebracht op een duurzaam, onsamendrukbaar polyestersubstraat van uniforme dikte. Wanneer de tape wordt samengedrukt tegen een oppervlak dat is gereinigd en opgeruwd door stralen, neemt het foam een indruk van het oppervlakte"profiel" aan, zodanig dat de hoogste pieken van het originele oppervlak komen te rusten tegen de polyesterlaag en de diepste dalen worden gerepliceerd als pieken in het foam. Het meten van de dikte van de resulterende replica, en het aftrekken van de dikte van het onsamendrukbare substraat, geeft een goede maat voor de piek-tot-dal-hoogte van het profiel, een parameter die belangrijk is voor het bepalen of verf zal hechten.

Het standaardmechanisme voor het meten van de dikte van een replica is een veermicrometers.

De meest gebruikte kwaliteit, of dikte, van replica tape heeft de aanduiding "**X-Coarse**". Deze kwaliteit omvat, bij benadering, het bereik van profielhoogten van 38  $\mu\text{m}$  tot 115  $\mu\text{m}$  (1,5 tot 4,5 mils).

Omdat sommige toepassingen metingen bij lagere profielen vereisen, kan een tweede kwaliteit, "**Coarse**", worden gebruikt om het bereik naar beneden uit te breiden tot 20 µm (0,8 mils). De Coarse-kwaliteit omvat het bereik van 20 µm tot 63 µm (0,8 tot 2,5 mils).

Elke kwaliteit tape reageert niet-lineair aan het onderste uiteinde van zijn bereik — waar het foam volledig wordt samengedrukt — en aan het bovenste uiteinde van zijn bereik — waar de piekhoogten groter zijn dan de dikte van het foam.

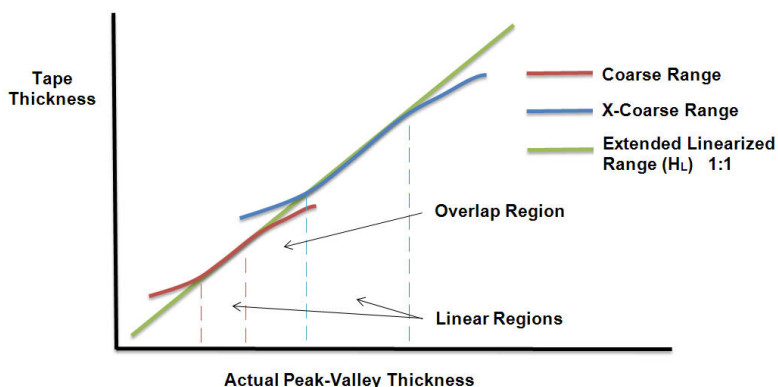
Naarmate de respons van de tape toenemend niet-lineair wordt, worden metingen steeds onnauwkeuriger. Dit wordt ondervangen door conservatieve grenzen te stellen aan het bruikbare bereik van de tape. Voor "**X-Coarse**" is dit bereik 63 µm tot 115 µm (2,5 tot 4,5 mils). Voor "**Coarse**" is het bereik 20 tot 38 µm (0,8 tot 1,5 mils). Kleine onnauwkeurigheden treden op aan het bovenste uiteinde (115 µm, of 4,5 mils) van "**X-Coarse**" en het onderste uiteinde (20 µm, of 0,8 mils) van "**Coarse**". In het overlappingsgebied tussen de twee kwaliteiten moet een omslachtige middelingsprocedure worden toegepast.

---

### 3. Linearisering

Het gebruik van een diktemeter met een digitale processor biedt de mogelijkheid om een gelineariseerd piek-tot-dal-profiel weer te geven, indien de responsfunctie van het replica foam — die de replica-dikte relateert aan de hoogte van het profiel — bekend is.

Geschikte "responscurven" kunnen worden afgeleid uit experimenten waarin replica tape-bepalingen van het profiel worden uitgezet tegen profielen verkregen met elektronische stijlsurweidsinstrumenten voor vele verschillende abrasief gestraalde testoppervlakken. Voor elke kwaliteit, of dikte, van replica tape wordt een afzonderlijke responscurve afgeleid. In het algemeen vertonen stijlsurmetingen meer statistische ruis dan replica tape, maar hebben zij het voordeel van betere lineariteit. Het lineariseren van de respons van replica tape combineert de lage statistische ruis van de replicamethode met het lineaire gedrag van de stijlsurmethode.



Figuur 1 — Schematische weergave van de responsfunctie voor elke kwaliteit tape. De blauwe curve (X-Coarse kwaliteit), de rode curve (Coarse kwaliteit) en de groene lijn (uitgebreid gelineariseerd bereik  $H_L$  1:1).

Figuur 1 illustreert, schematisch, de responsfunctie voor elke kwaliteit tape. De blauwe curve (**X-Coarse** kwaliteit) laat zien, aan het bovenste uiteinde van zijn bereik, hoe de tapemethode laag afleest wanneer pieken hoger zijn dan de dikte van het foam, en, aan het onderste uiteinde van het bereik, hoe de tape hoog afleest naarmate het volledige compressie nadert. Daartussen vertoont **X-Coarse** een relatief lineaire respons.

De rode curve (**Coarse** kwaliteit) vertoont soortgelijk gedrag, maar, omdat het foam dunner is, op een lager profielniveau.

In het ideale geval zou de gecombineerde respons van **X-Coarse** en **Coarse** kwaliteiten de groene lijn volgen. De procedure die hieronder wordt beschreven, illustreert hoe de werkelijke responscurven op deze lijn worden afgebeeld.

De oefening verloopt in twee stappen.

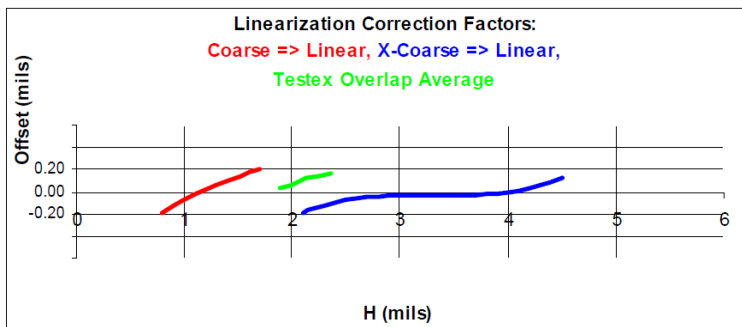
In de eerste vergelijkingen worden  $f_C$  en  $f_{XC}$ , de hierboven beschreven responsfuncties die de replica-dikte,  $H_o = H_{\text{observed}}$ , relateren aan de digitale stijlusruwheid,  $R_t$ , afgeleid voor elke kwaliteit tape:

$$R_t = f_C(H_o) \quad \text{en} \quad R_t = f_{XC}(H_o)$$

Mits de processor van het meetinstrument is ingesteld op de juiste kwaliteit, **Coarse** of **X-Coarse**, zal de toepassing door de processor van  $f_C$  of  $f_{XC}$  op een replica-dikte het effect hebben van het compenseren voor de niet-lineariteit van de foamrespons van die kwaliteit. Dit gebeurt echter door  $H_o$  om te zetten naar een  $R_t$ -equivalente waarde, die slechts bij benadering gelijk is aan een replica-profiel.

In een tweede stap wordt deze  $R_t$ -waarde afgebeeld op een kleinste-kwadratenlijnfit voor de gecombineerde **Coarse/X-Coarse** replica tape-responscurve, en het is de resulterende gelineariseerde waarde van het replicamethodeprofiel,  $H_{\text{lin}}$ , die door het instrument wordt gerapporteerd.

Over het grootste deel van het volledige toepassingsbereik van replica tape van 20 tot 115  $\mu\text{m}$  (0,8 tot 4,5 mils) zijn afwijkingen van lineariteit klein in vergelijking met de meetonzekerheid. De plaatsen waar het het meeste verschil maakt, bevinden zich aan het bovenste en onderste uiteinde van het bereik en aan de randen van het overlappingsgebied. In alle gevallen zijn de afwijkingen kleiner dan de vermelde meetfout van 5  $\mu\text{m}$  (0,2 mils). Dit wordt geïllustreerd in Figuur 2.



Figuur 2 — Linearisatiecorrectiefactoren: Coarse => Lineair (rood), X-Coarse => Lineair (blauw), Overlappingsgemiddelde (groen). Offset (mils) uitgezet tegen H (mils).

Op dit moment wordt aanbevolen om een middelingsalgoritme toe te passen wanneer aflezingen verkregen met de twee kwaliteiten beide vallen in het overlappingsvenster van 38 tot 64  $\mu\text{m}$  (1,5 tot 2,5 mils). Dit algoritme levert redelijk nauwkeurige profielen op (groene curve in Figuur 2), maar is omslachtig. Linearisering biedt het vooruitzicht van nauwkeurige profielmeting met behulp van een enkele kwaliteit, afhankelijk van of het profiel boven of onder 50  $\mu\text{m}$  (2,0 mils) ligt, het midden van het overlappingsvenster. Een op processor gebaseerde meter kan worden geprogrammeerd om een gebruiker te instrueren wanneer van kwaliteit moet worden gewisseld.

Over het geheel genomen wordt met linearisering het proces van het verkrijgen van een meting vereenvoudigd, wordt de betrouwbaarheid ervan vergroot, wordt de middelingsprocedure geëlimineerd, wordt de kans op operatorfout verminderd en worden gegevensregistratie en -analyse aanzienlijk handiger gemaakt.

## 4. Figuuroverzicht

| FIGUUR   | BESCHRIJVING                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Figuur 1 | Schematische weergave van de responsfunctie voor elke kwaliteit tape. Tapedikte (verticale as) uitgezet tegen werkelijke piek-dal-dikte (horizontale as). Toont het Coarse-bereik (rood), het X-Coarse-bereik (blauw), het overlappingsgebied en de lineaire gebieden, alsmede het uitgebreide gelineariseerde bereik $H_L$ 1:1 (groen). |
| Figuur 2 | Linearisatiecorrectiefactoren: offset (mils) uitgezet tegen H (mils). Toont de correctiecurven Coarse => Lineair (rood), X-Coarse => Lineair (blauw) en het overlappingsgemiddelde (groen).                                                                                                                                              |

## **5. Contact**

Voor vragen over dit document of de bijbehorende producten kunt u contact opnemen met:

|                 |                                              |
|-----------------|----------------------------------------------|
| <b>Bedrijf</b>  | Checkline Europe B.V.                        |
| <b>Adres</b>    | Dennenweg 225 B, 7545 WE Enschede, Nederland |
| <b>Telefoon</b> | +31 (0)53 8200245                            |
| <b>E-mail</b>   | sales@checkline.eu                           |