

The background of the slide is a deep blue gradient. At the top, there is a horizontal band showing a close-up of icebergs floating in water, with their jagged edges and reflections visible. This image is part of the overall design theme.

PREDIKTERING AV LAGERLIVSLÄNGD

- Tribologiskt beteende för självsmörjande
lagermaterial

Maria Rodiouchkina, SVC-Doktorand

Kim Berglund, Seniorforskare

Avd. Maskinelement
Luleå Tekniska Universitet

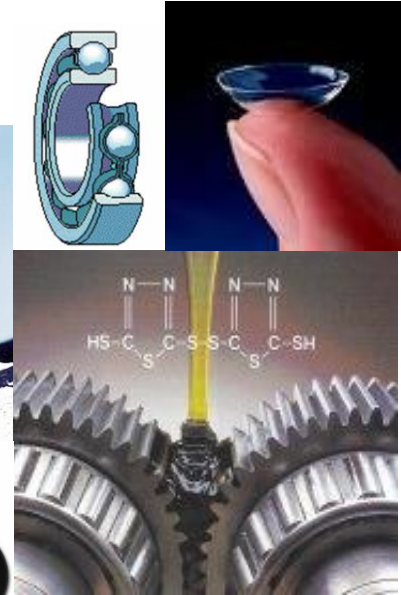
2020-10-06

Tribology

(from the Greek: tribos = rubbing)

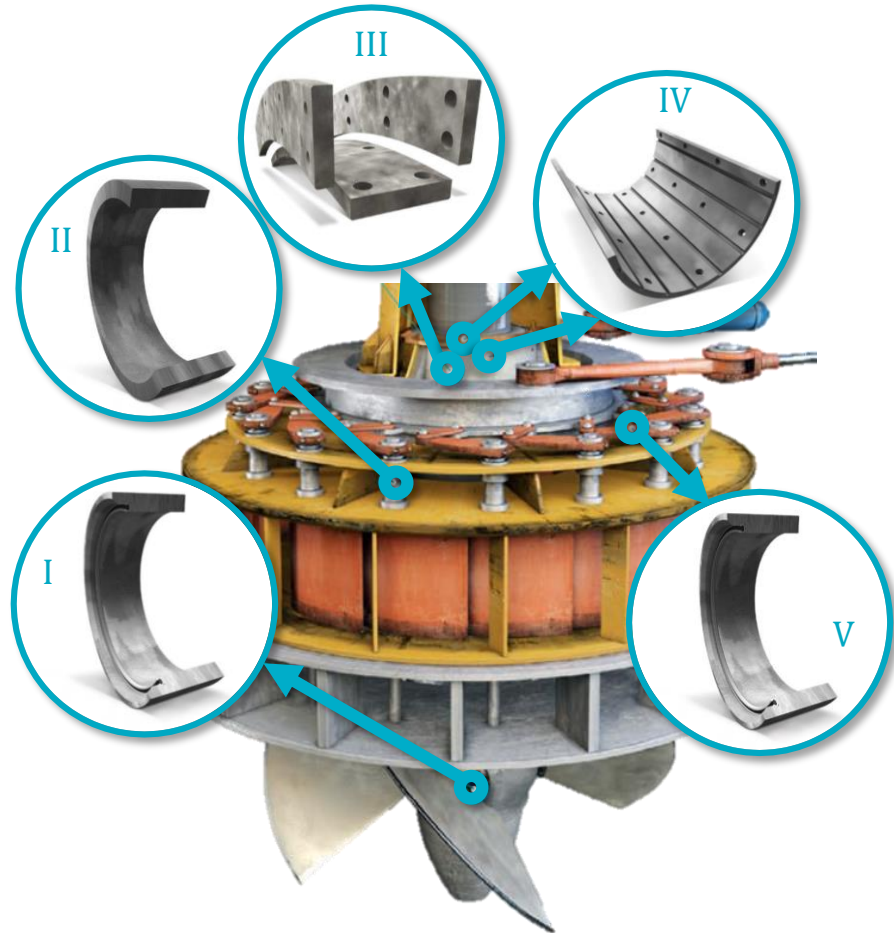
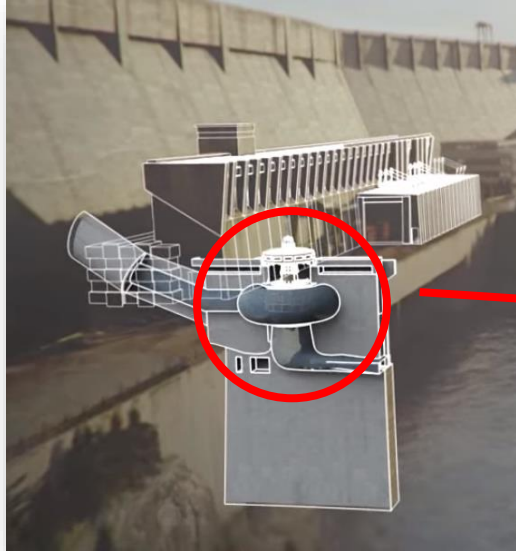
“The science and technology of interacting surfaces in relative motion”

- Principles of:
 - Wear
 - Friction
 - Lubrication



Introduktion

- Lager i en Kaplan turbin

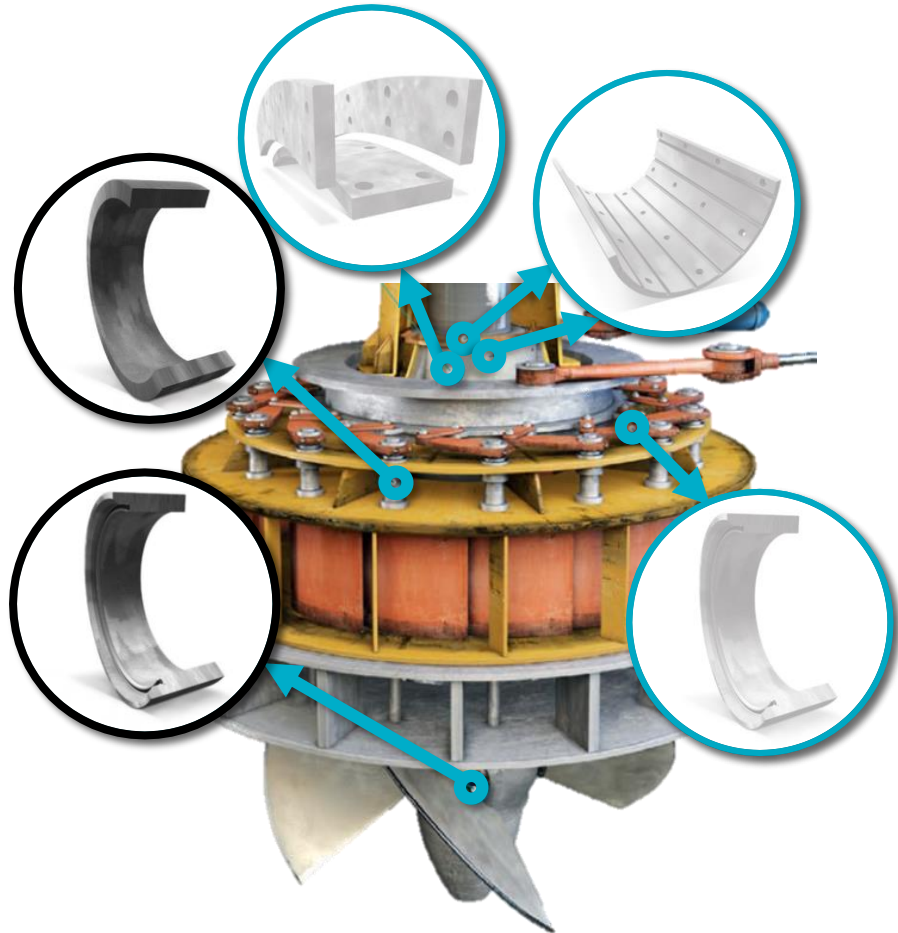


- I: Runner blade hub
- II: Wicket gate guide vane
- III: Distribution ring (wear pads)
- IV: Main guide
- V: Control linkages

Introduktion

- Lager i en Kaplanturbin

- Höga tryck:
 - 5 - 40 MPa
- Låga glidhastigheter:
 - 3 - 30 mm/s
- Små oscillerande rörelser:
 - Max 25 - 55°
 - Vanligtvis mindre än 1°



I: Runner blade hub

II: Wicket gate guide vane

III: Distribution ring (wear pads)

IV: Main guide

V: Control linkages

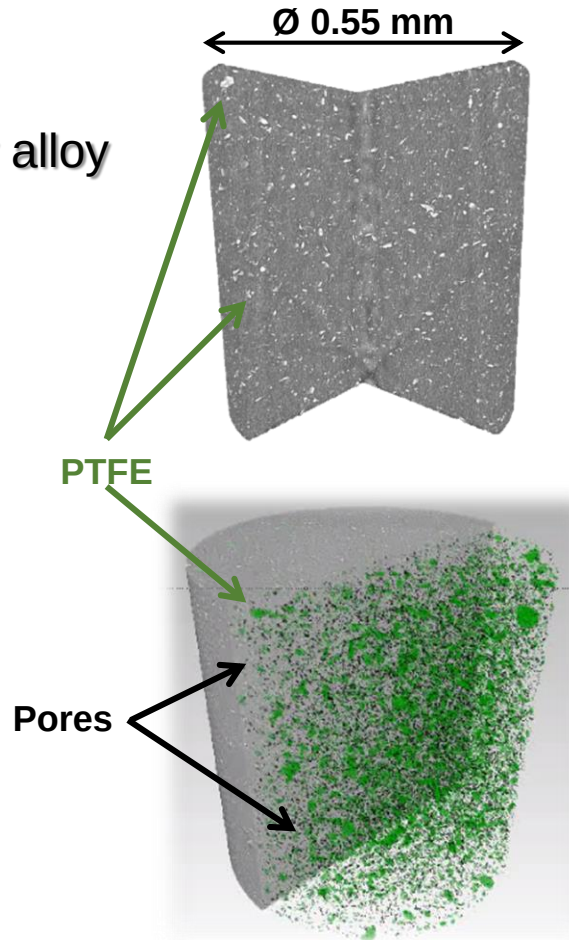
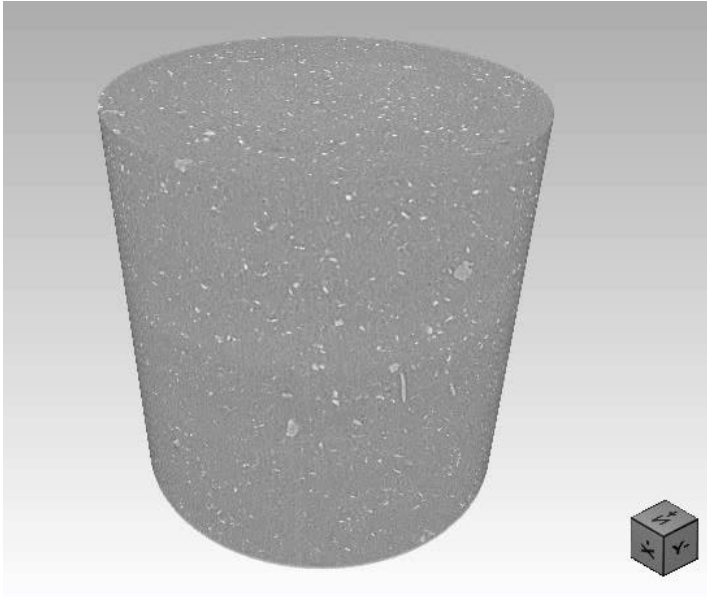
Material

- Thordon ThorPlas Blue (ThorPlas)

- Homogeneous thermoplastic polymer alloy

- Several resins
- Additives and solid lubricants

X-ray microtomography, 20x ($\varnothing=0.55$ mm)



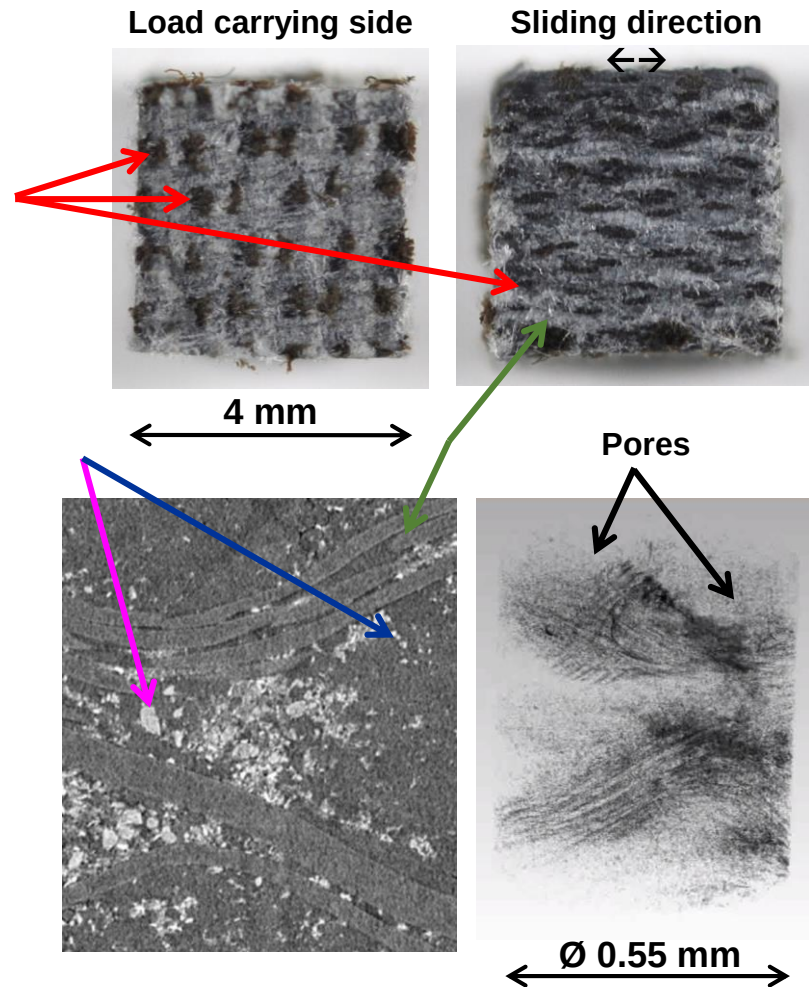
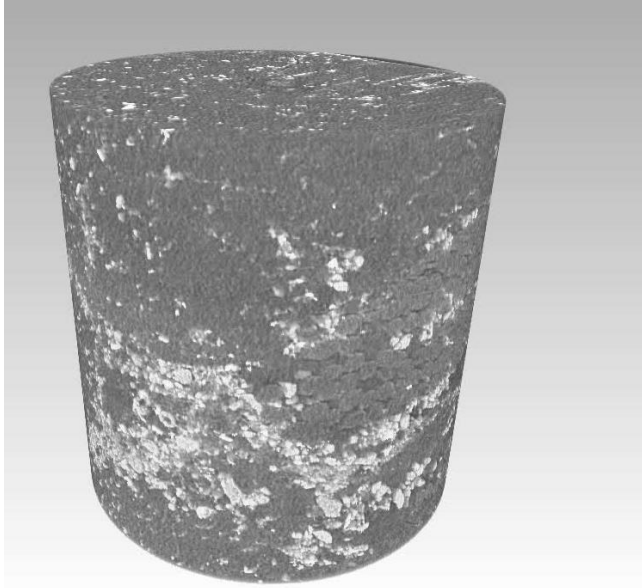
Material

- Orkot TXM Marine (Orkot)

- Fabric reinforced thermoset

- **PTFE** woven **Polyester** ID
- **MoS₂** and PTFE as solid lubricants
- **CaCO₃** as filler

X-ray microtomography, 20x (Ø=0.55 mm)



Material

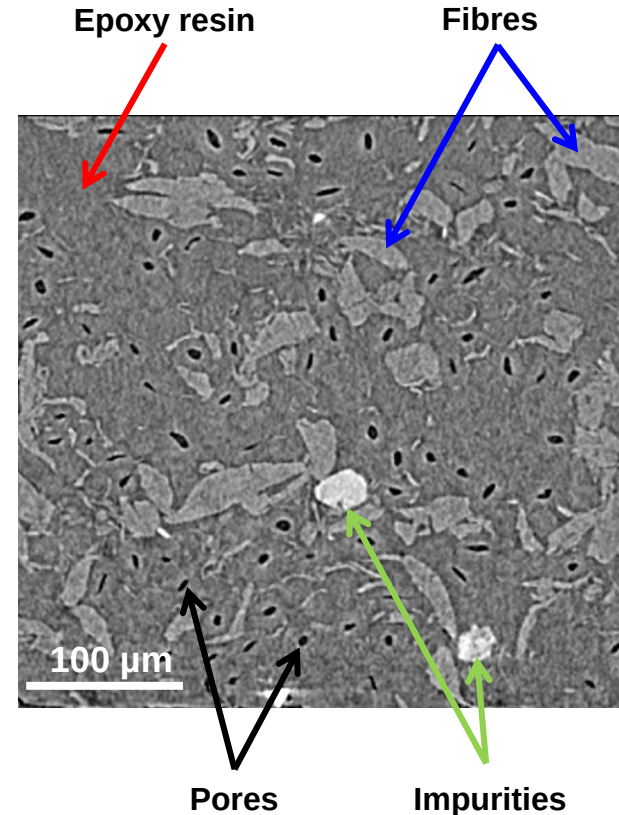
- Deva.tex 552 (Deva)

- Fibre reinforced thermoset
 - Epoxy resin containing graphite
 - Polyester fibres containing PTFE particles

X-ray microtomography, 20x ($\varnothing=0.55$ mm)

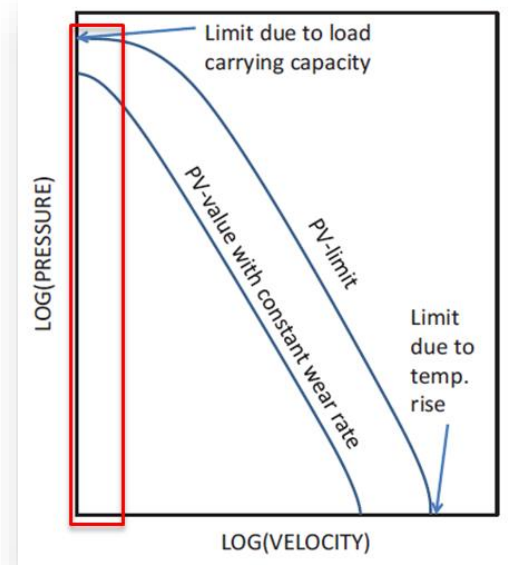


Cross-section in sliding direction



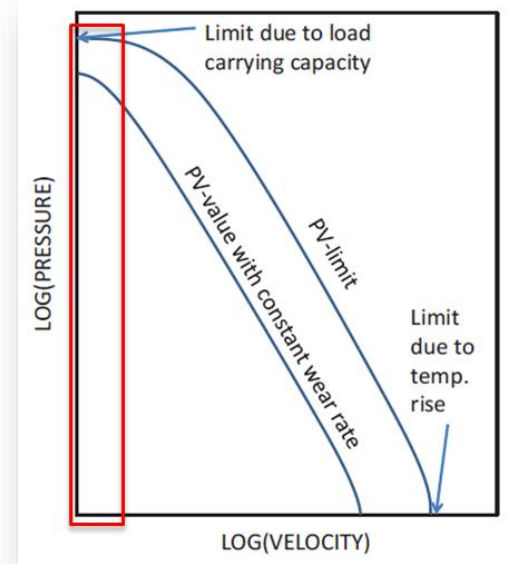
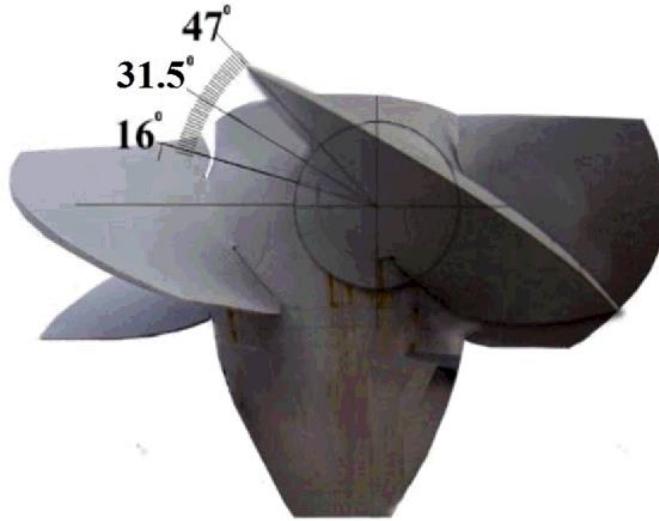
Parametrar som påverkar nötning och friktion → Lagerlivslängd

- Tryck
- Glidhastighet



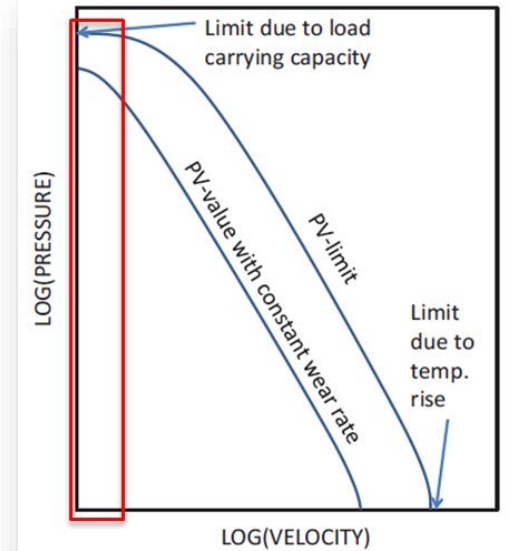
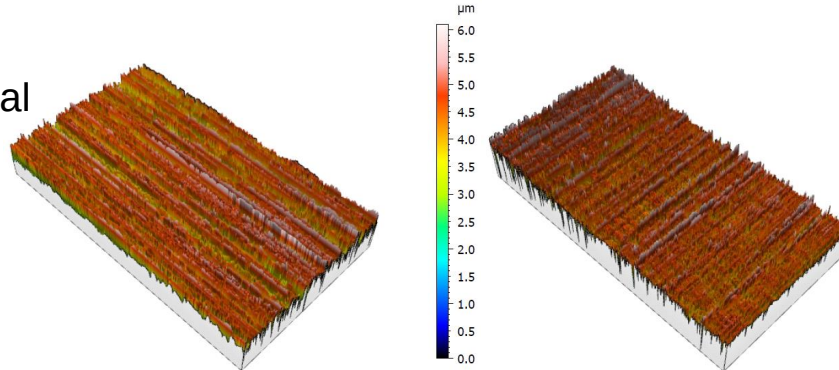
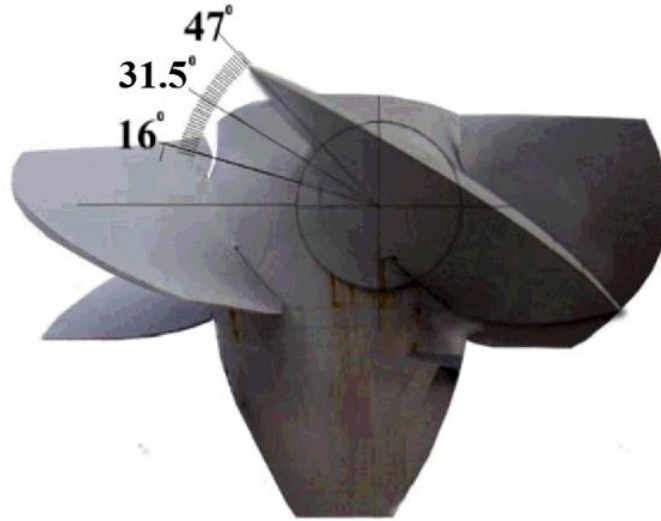
Parametrar som påverkar nötning och friktion → Lagerlivslängd

- Tryck
- Glidhastighet
- Glidamplitud (slaglängd)
- Val av lagermaterial



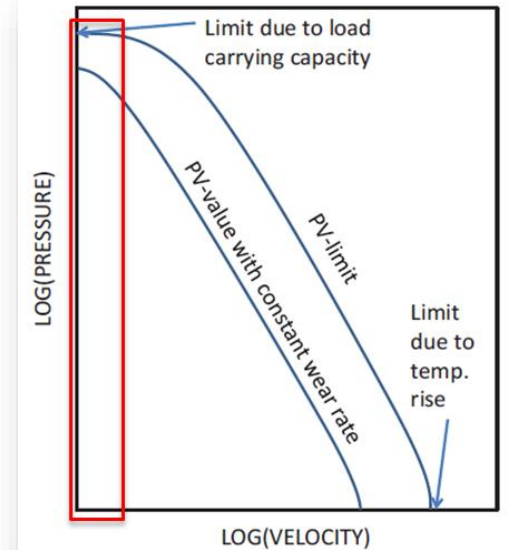
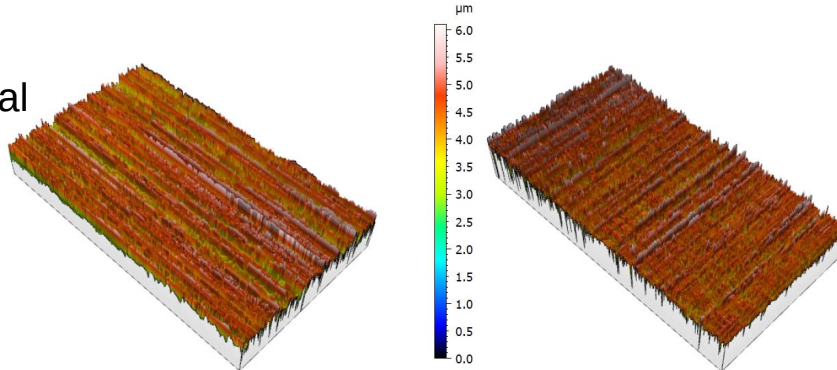
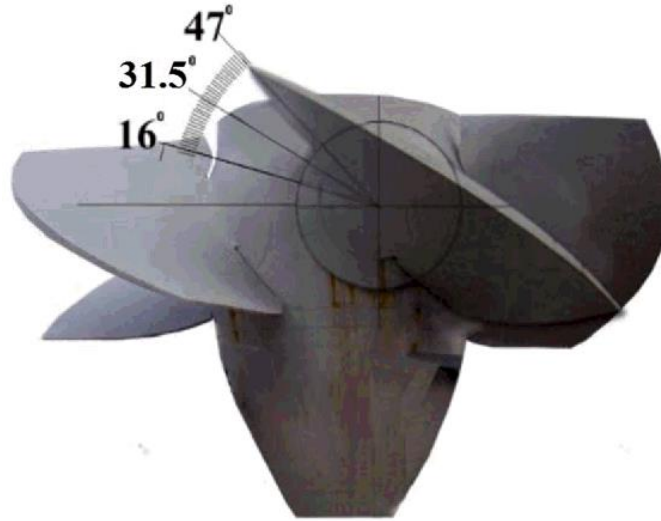
Parametrar som påverkar nötning och friktion → Lagerlivslängd

- Tryck
- Glidhastighet
- Glidamplitud (slaglängd)
- Val av lagermaterial
- Motytans egenskaper
 - Ytfinhet
 - Ytorientering
 - Hårdhet/Materialval
- Arbetsmedium
 - Luft
 - Vatten

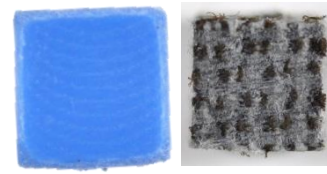


Parametrar som påverkar nötning och friktion → Lagerlivslängd

- Tryck
- Glidhastighet
- Glidamplitud (slaglängd)
- Val av lagermaterial
- Motytans egenskaper
 - Ytfinhet
 - Ytorientering
 - Hårdhet/Materialval
- Arbetsmedium
 - Luft
 - Vatten

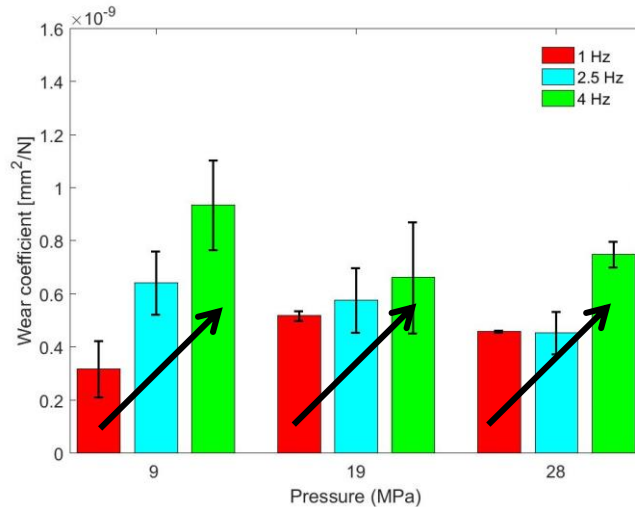


Effekten av glidhastighet och tryck [1]

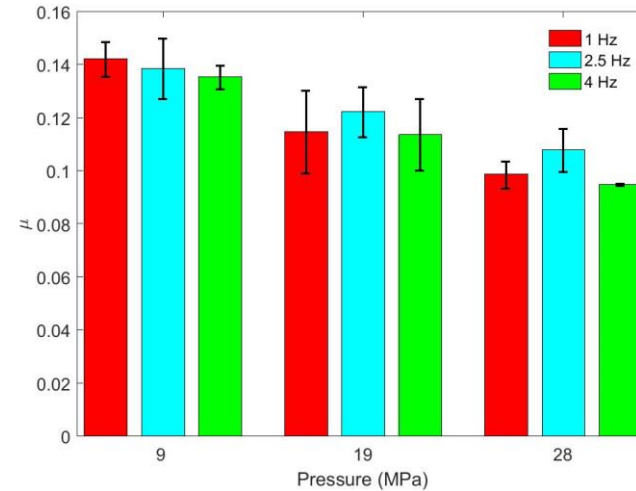


- Nötningskoefficient – ökar för högre glidhastigheter

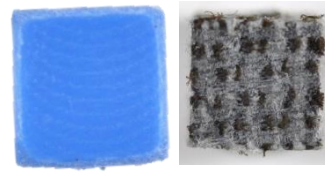
Wear coefficient



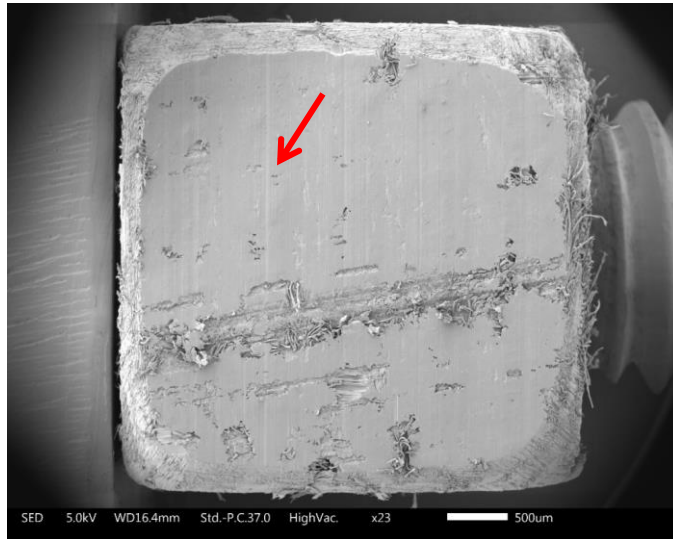
Friction coefficient



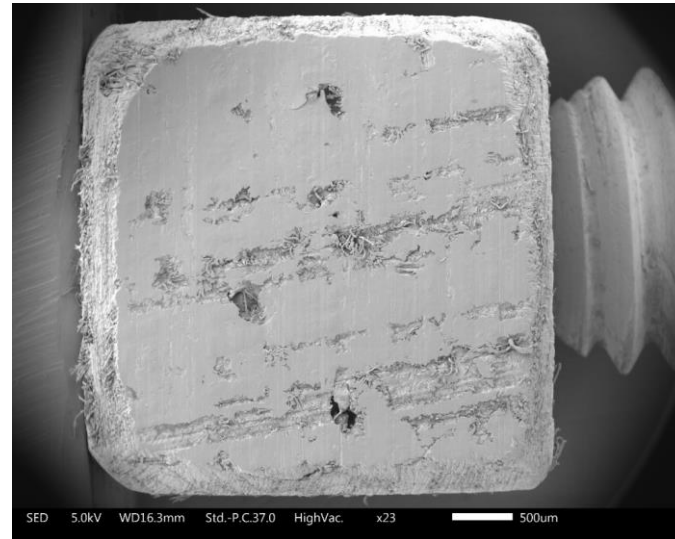
Effekten av glidhastighet och tryck [1]



- Nötningskoefficient – ökar för högre glidhastigheter
- Högre glidhastigheter → Högre temperatur i kontakten → mjukare material → lättare att skjuva → mer nötning

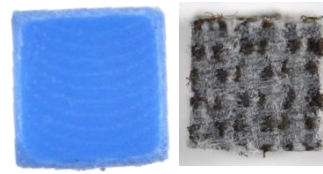


9 MPa, 10 mm/s



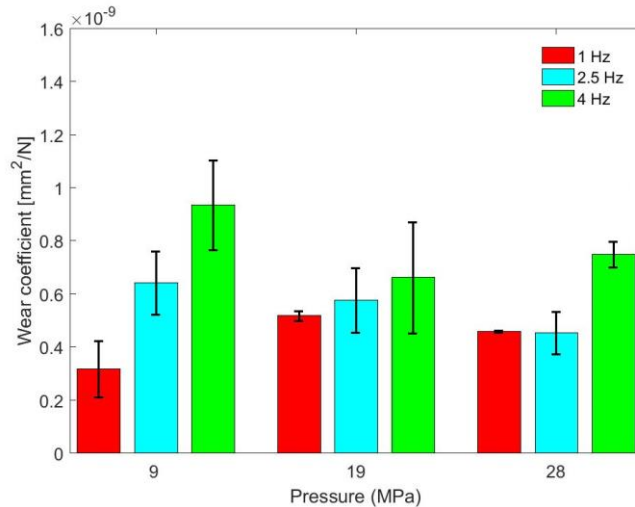
9 MPa, 40 mm/s

Effekten av glidhastighet och tryck [1]

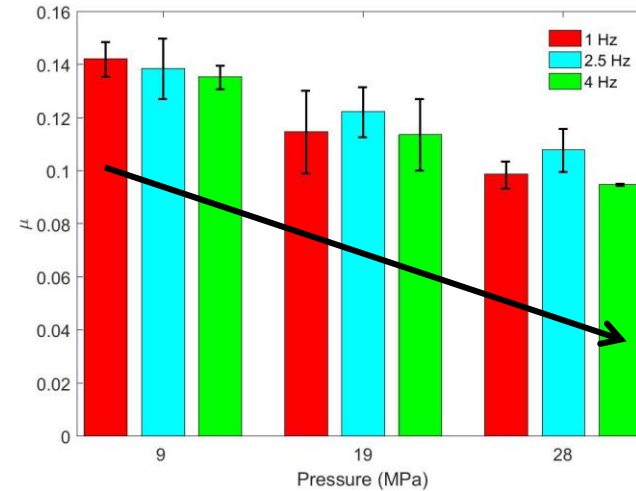


- Nötningskoefficient – ökar för högre glidhastigheter
- Friktionskoefficienten – minskar för högre tryck

Wear coefficient

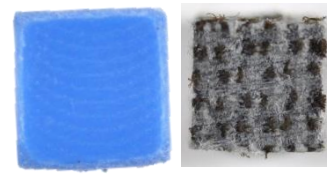


Friction coefficient



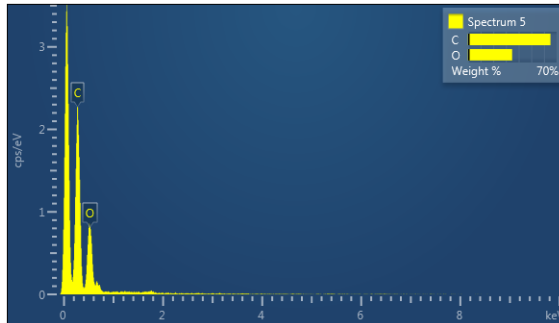
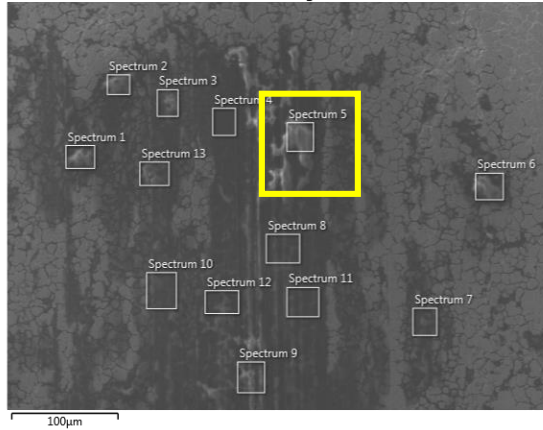
Effekten av glidhastighet och tryck [1]

- Friktionskoefficienten – minskar för högre tryck



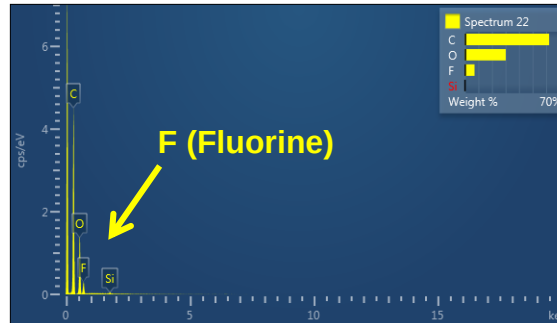
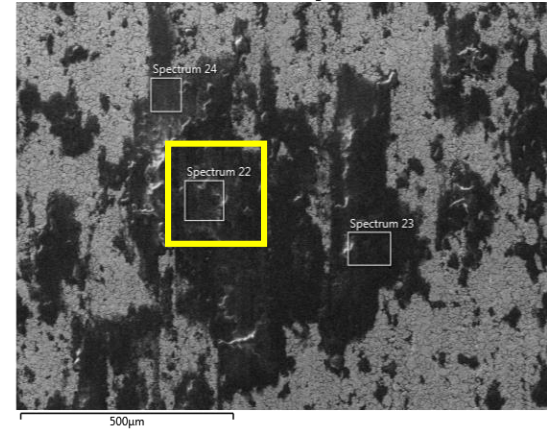
9 MPa

Electron Image 1

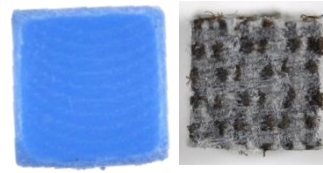


28 MPa

Electron Image 4

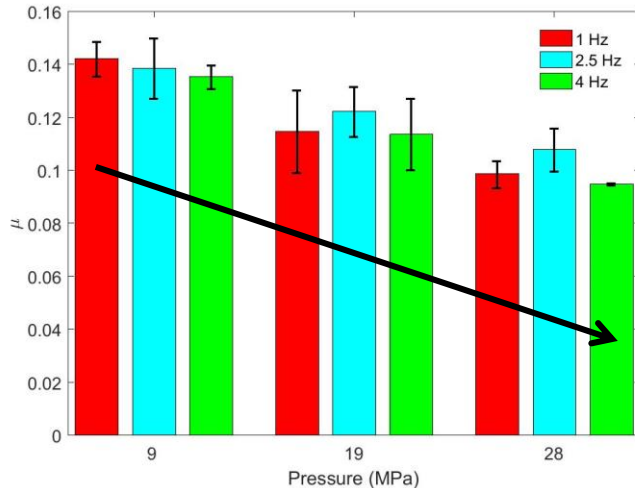


Effekten av glidhastighet och tryck [1]



- Friktionskoefficienten – minskar för högre tryck
- Högre tryck → mer solida smörjmedel → lägre friktionskoefficient
- Behöver ha i åtanke vid val av designtryck

Friction coefficient

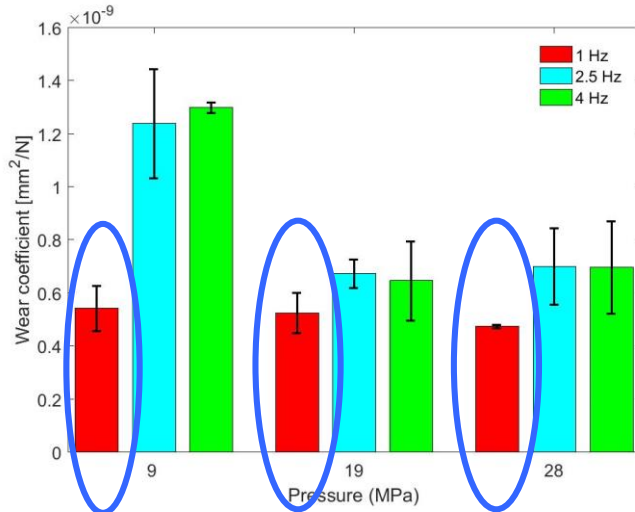


Effekten av glidhastighet och tryck [1]

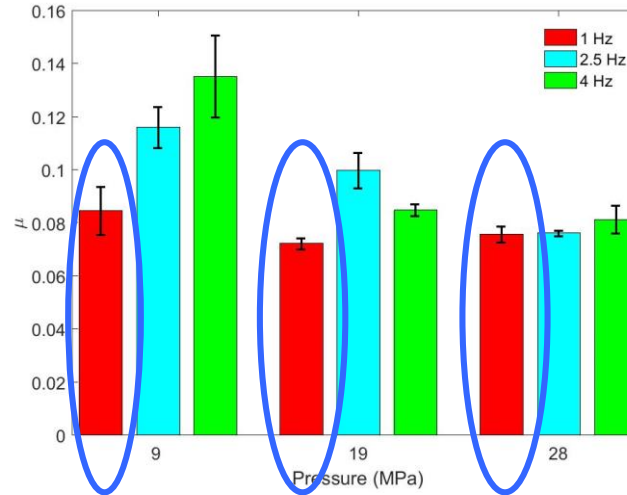
- För låga glidhastigheter (10 mm/s) för ThorPlas
 - Stabilt beteende för alla tryck
 - Lägst nötning- och friktionskoefficienter

Bra arbetsförhållande för
vattenkraftsapplikationer

Wear coefficient

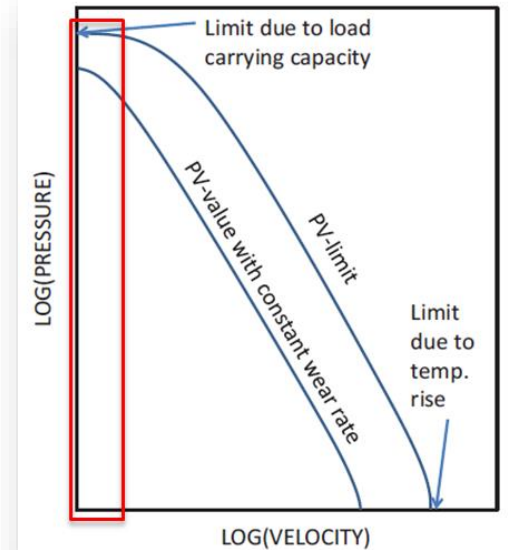
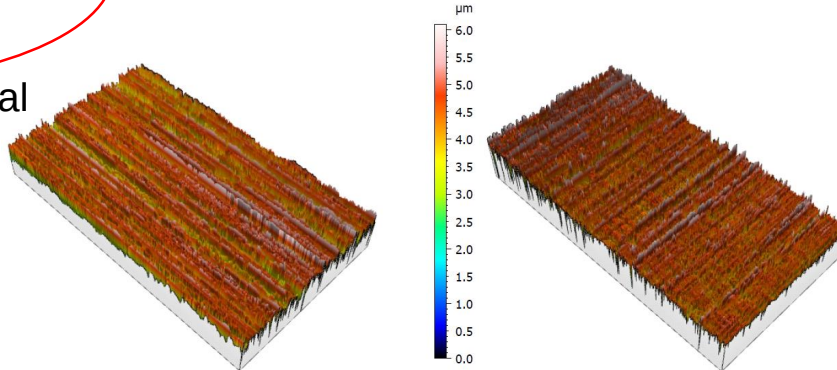
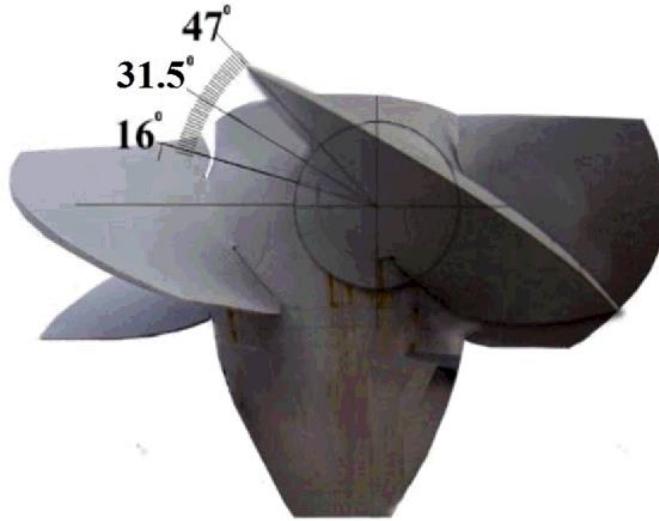


Friction coefficient



Parametrar som påverkar nötning och friktion → Lagerlivslängd

- Tryck
- Glidhastighet
- Glidamplitud (slaglängd)
- Val av lagermaterial
- Motytans egenskaper
 - Ytfinhet
 - Ytorientering
 - Hårdhet/Materialval
- Arbetsmedium
 - Luft
 - Vatten

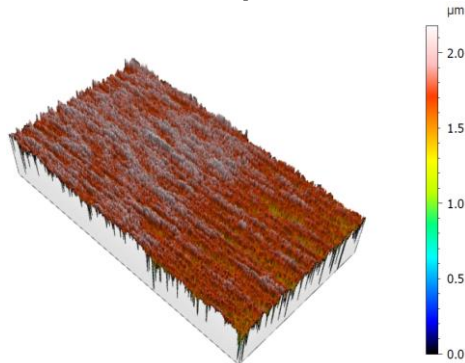


Effekten av ytfinhet och ytorientering på motytan

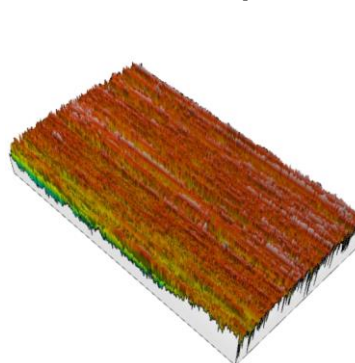
- 2+ tester per förhållande

Material	Surface Roughness Sa [μm]	Surface Orientation	Load [N]	Pressure [MPa]	Frequency [Hz]	Sliding Speed [mm/s]	Stroke [mm]	Time [h]
Orkot, ThorPlas, Deva.tex 552	1.1 ± 0.08	P, N	450	28	0.64	6.4	2.5	20
	0.7 ± 0.05	P, N	450	28	0.64	6.4	2.5	20
	0.3 ± 0.02	P, N	450	28	0.64	6.4	2.5	20

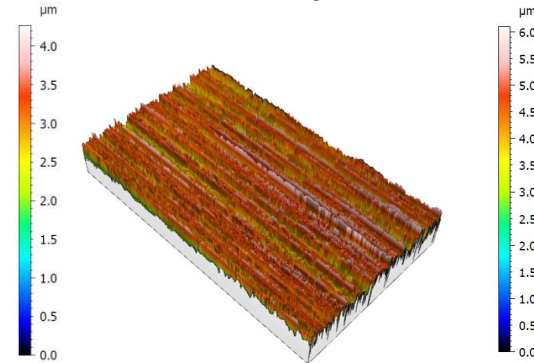
0.3 μm



0.7 μm



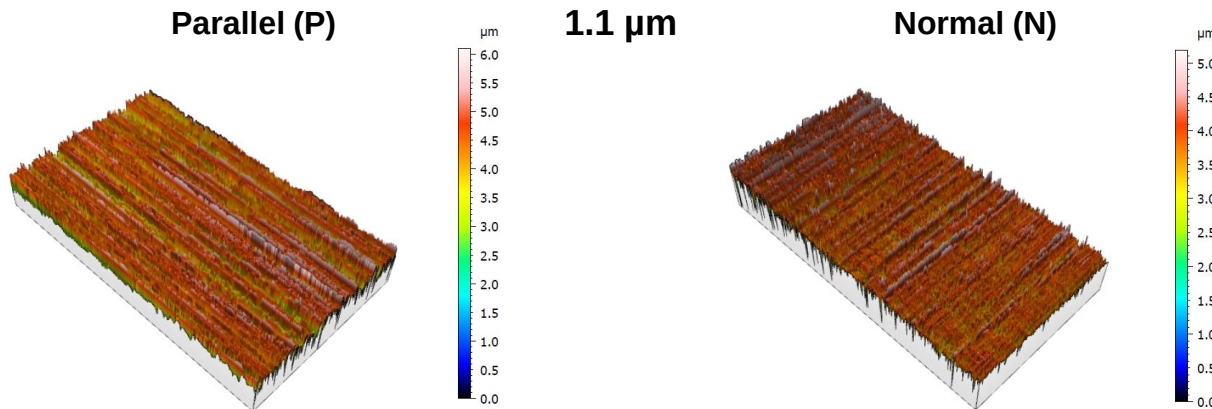
1.1 μm



Effekten av ytfinhet och ytorientering på motytan

- 2+ tester per förhållande

Material	Surface Roughness Sa [μm]	Surface Orientation	Load [N]	Pressure [MPa]	Frequency [Hz]	Sliding Speed [mm/s]	Stroke [mm]	Time [h]
Orkot, ThorPlas, Deva.tex 552	1.1 ± 0.08	P, N	450	28	0.64	6.4	2.5	20
	0.7 ± 0.05	P, N	450	28	0.64	6.4	2.5	20
	0.3 ± 0.02	P, N	450	28	0.64	6.4	2.5	20



P = Parallel orientation (parallel to sliding direction)
N = Normal orientation (perpendicular to sliding direction)

Summaring

- Högre glidhastighet → högre temperatur i kontakten → mer nötning
- Högre tryck → lägre CoF på grund av mera solida smörjmedel i kontakten
- Går att sänka nötning och friktion genom att optimera yttopografin på motytan

Framtida arbete

- Håller även bland annat på att studera effekten av:
 - Glidamplitud
 - Motytans hårdhet
 - Luft/vatten i kontakten
 - Högre tryck
 - Längre tester

Tack för er uppmärksamhet!

■ Kontaktuppgifter



Maria Rodiouchkina

Doktorand
Luleå tekniska universitet

Forskningsämne: Maskinelement
Avdelning: Maskinelement
Institutionen för teknikvetenskap och matematik

maria.rodouchkina@ltu.se
0920-491395
E841 Luleå



Kim Berglund

Universitetslektor
Luleå tekniska universitet

Forskningsämne: Maskinelement
Avdelning: Maskinelement
Institutionen för teknikvetenskap och matematik

kim.berglund@ltu.se
0920-493051
E839b Luleå

