

# Velkommen til fagdag i treningslære!

Simen Løkken,  
MSc Exercise Physiology,  
Tidligere elev på idrettslinja v/ Hadeland vgs

@simenlokken 

<https://sites.google.com/view/simen-lokken/>

# Overordnet plan for dagen

Tema – Intensitet, intensitetsstyring, fysiologiske tilpasninger og anvendt treningsvitenskap

Økt 1 (08:00-08:50):

- Introduksjon (plan for dagen)
- Hva bestemmer utholdenhetsprestasjon?
- Litt om laktat, terskel og oksygen
- **Litt matematikk for treningslære**

Økt 2 (09:00-09:50):

- Hva er intensitet, og hvordan måler man det?
- Fysiologiske tilpasninger som en funksjon av intensitet

Økt 3 (10:00-11:00):

- Anvendt treningsvitenskap, gjennomgang av treningsøkter og diskusjon

Økt 4 (11:45-14:15):

- Observasjonspraksis
- Oppgaveløsning

Økt 5 (14:15-15:15):

- Felles oppgaveløsning og oppsummering

**Spørsmål?**



Følge med



Følge nøye med, være  
nysgjerrig og stille spørsmål  
**hvis** du har noen



Ikke følge med

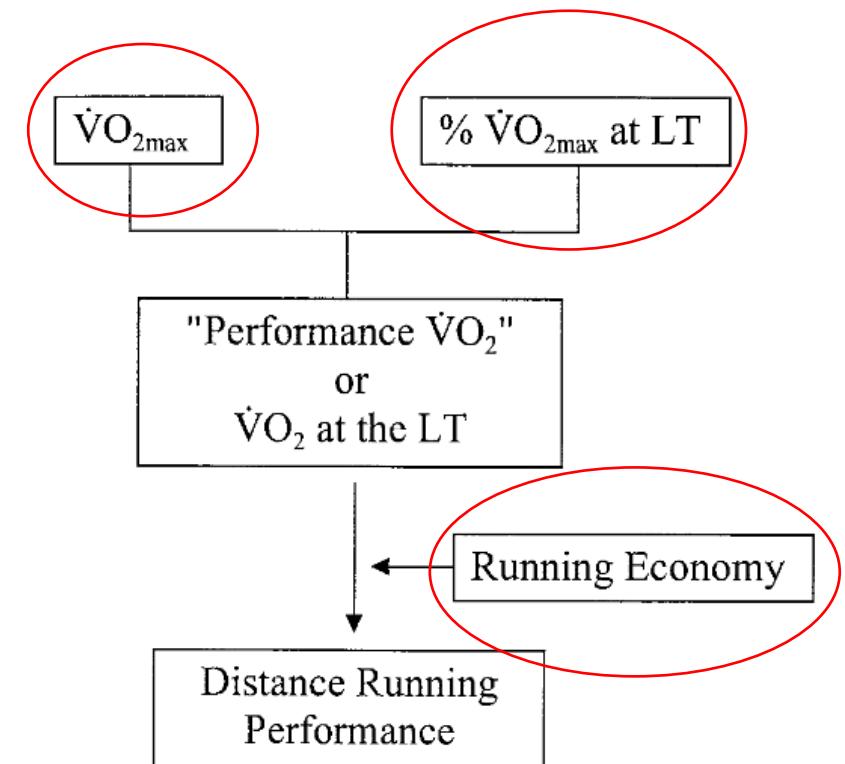
# Hva bestemmer utholdenhetsprestasjon?

## Trefaktormodellen – maksimalt oksygenopptak, laktatterskel og løpsøkonomi

Maksimalt oksygenopptak – det maksimale volumet av oksygen et individ klarer å ta opp per tidsenhet (oftest per minutt)

Laktatterskel – evnen til å opprettholde en viss intensitet uten at «melkesyre» samler seg opp. Måles ofte i km/t eller som prosent av det maksimale oksygenopptaket ( $\approx$  unyttingsgrad)

Løpsøkonomi – oksygenkostnad per distanse (ofte målt i km), dvs. hvor mye oksygen en benytter per km ( $\approx$  arbeidsøkonomi)



(Basset & Howley, 2000)

# Prestasjonsmodellering – 60 minutter løp

Jonas

Maksimalt oksygenopptak: **70 ml/kg/min**

Laktatterskel: **85 % av det maksimale oksygenopptaket,**  
**dvs. 60 ml/kg/min**

Løpsøkonomi: **200 ml/kg/km**

**Løpsmodellering**

$$Fart = \frac{60}{min} \times \frac{km}{200} = \frac{60 km}{200 min} \times 60 = 18 km/t$$

Petter

Maksimalt oksygenopptak: **70 ml/kg/min**

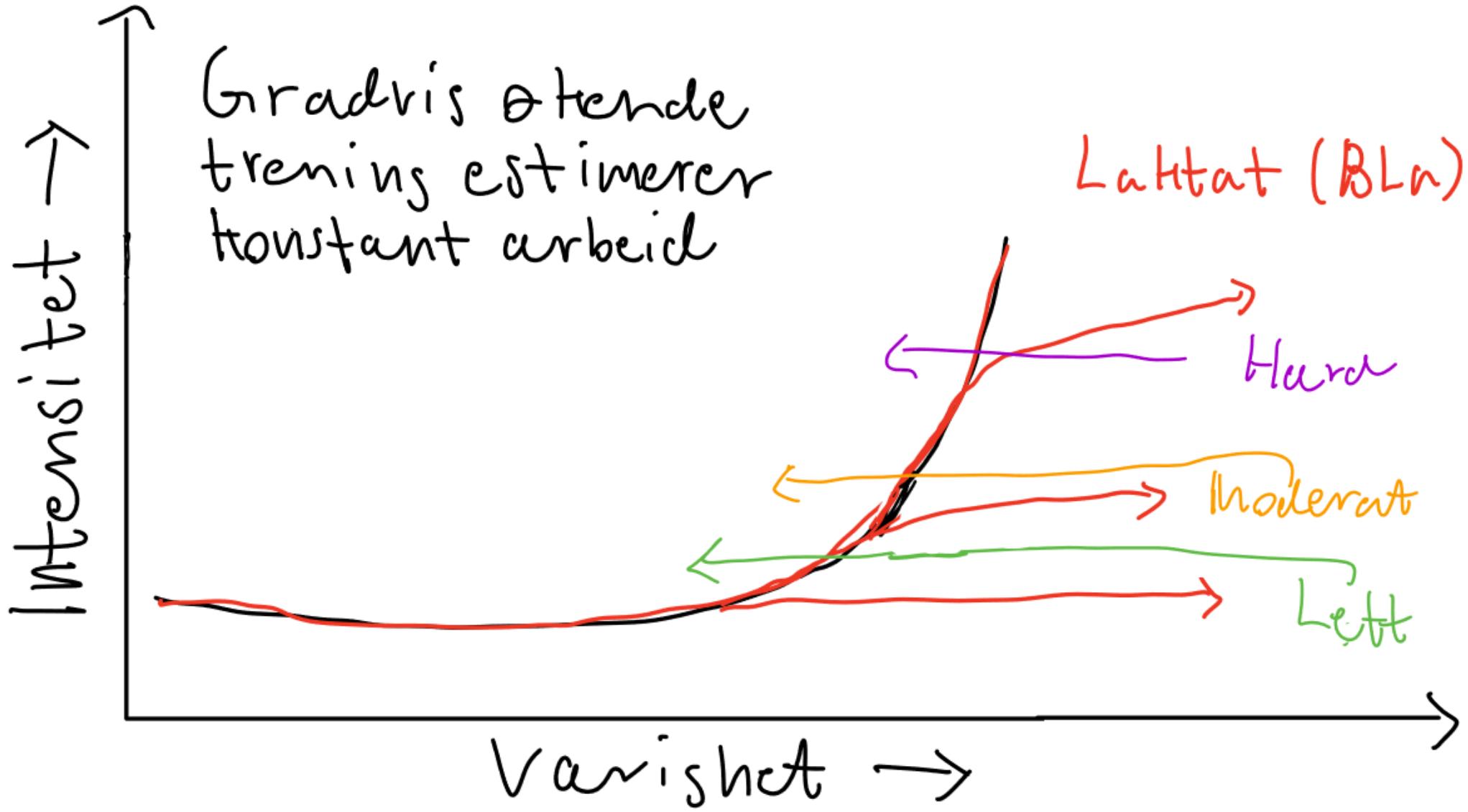
Laktatterskel: **80 % av det maksimale oksygenopptaket,**  
**dvs. 56 ml/kg/min**

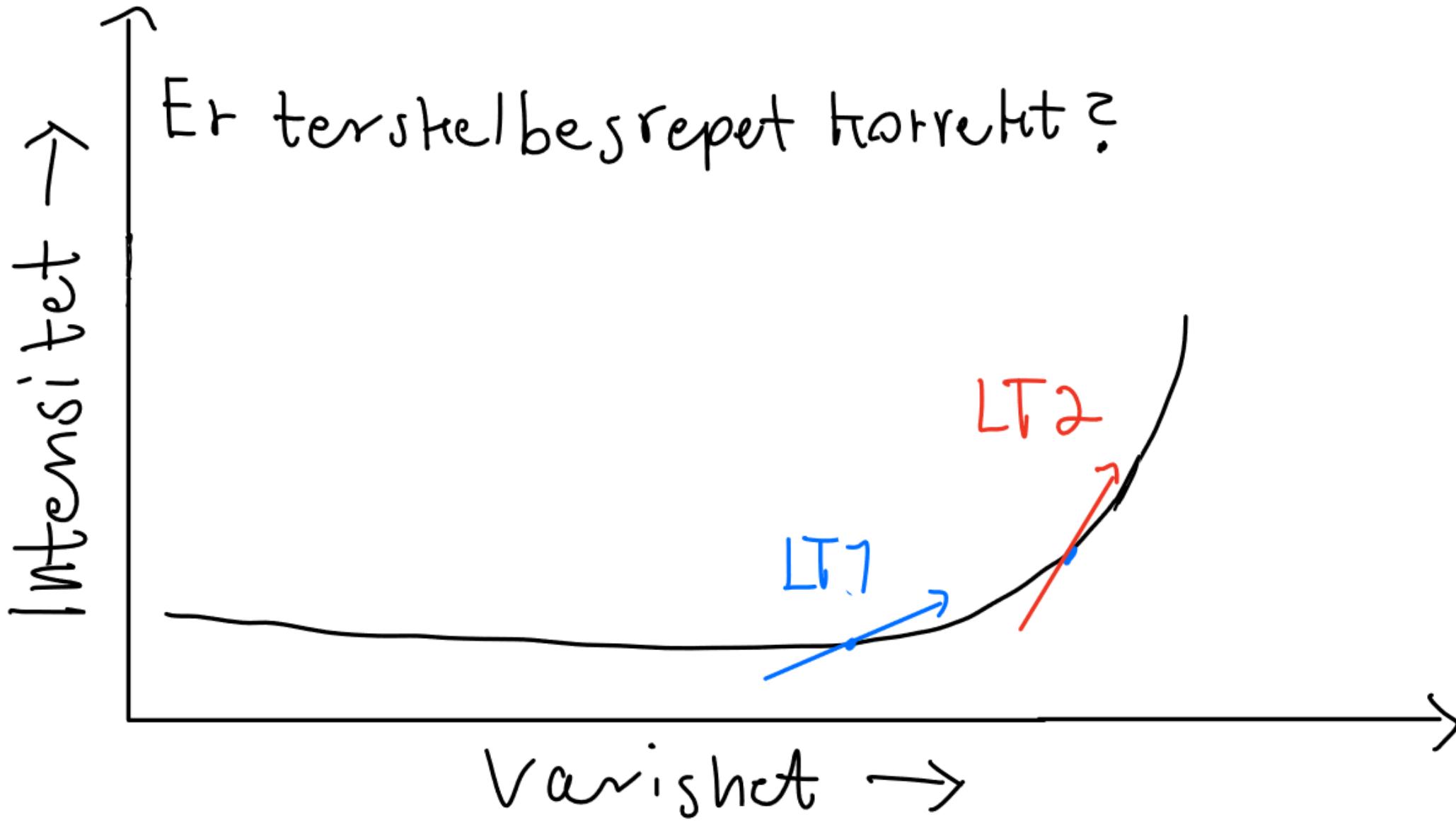
Løpsøkonomi: **186 ml/kg/km**

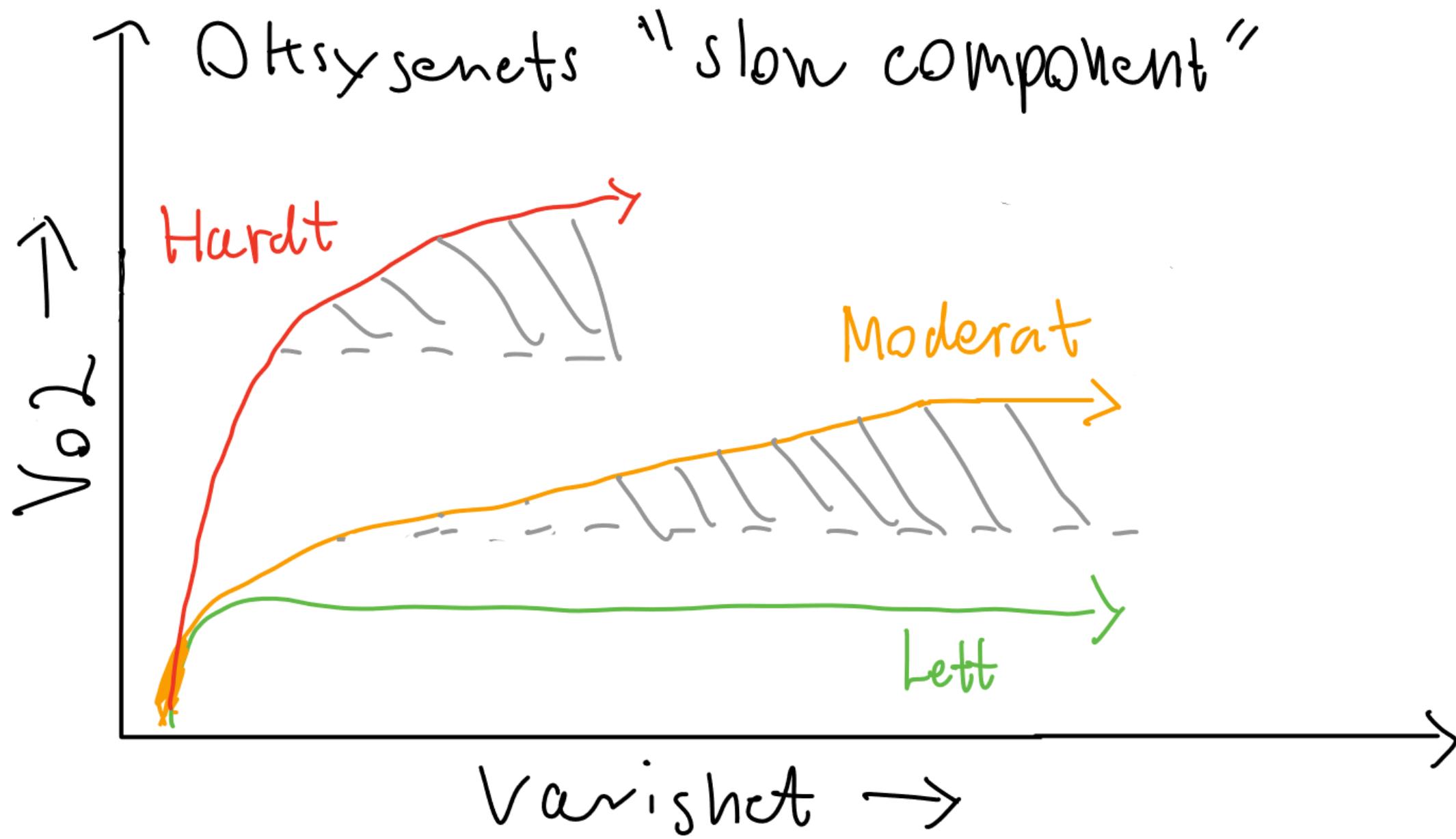
**Løpsmodellering**

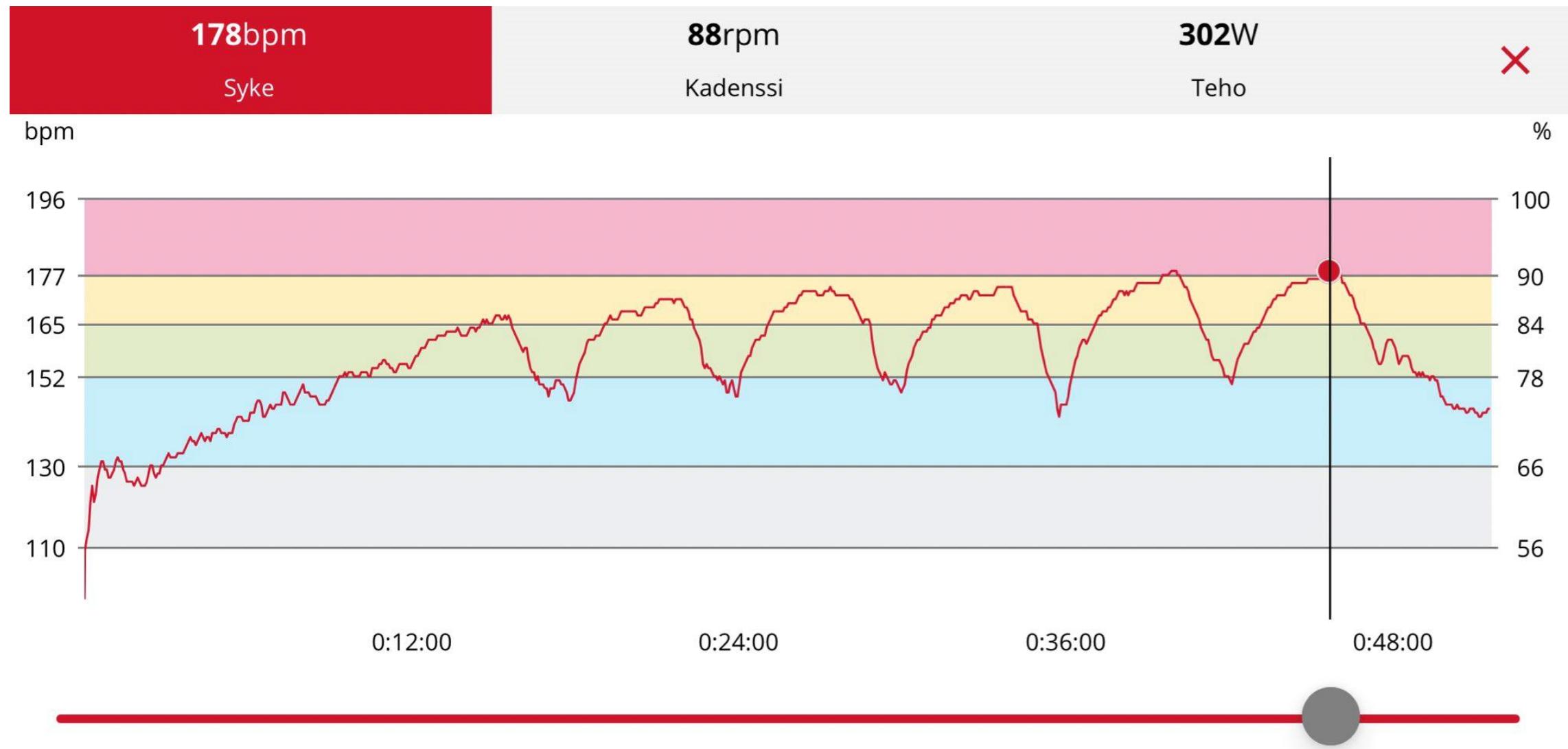
$$Fart = \frac{56}{min} \times \frac{km}{186} = \frac{56 km}{186 min} \times 60 = 18 km/t$$

To personer med likt maksimalt oksygenopptak løper like langt på 60 min – det er derfor vi må se på maksimalt oksygenopptak, laktatterskel og løpsøkonomi som et integrert system istedenfor hver enkelt faktor individuelt









X/Twitter: @ EliasLehtonen)

Når du kun kan treningslære



Når du kan treningslære,  
biologi og matematikk



Når du kan treningslære og  
biologi



Når du kan treningslære, biologi,  
matematikk og programering

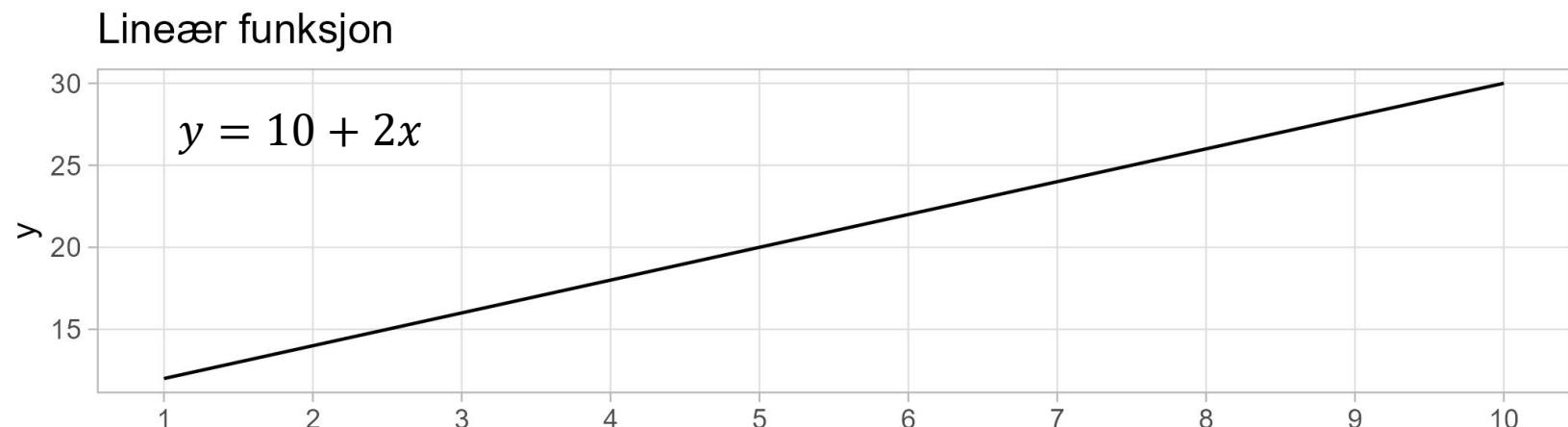


# Vi trenger å kunne litt matematikk!

Det er to typer matematiske funksjoner vi må kjenne til i dag – disse er nyttige i treningslæra!

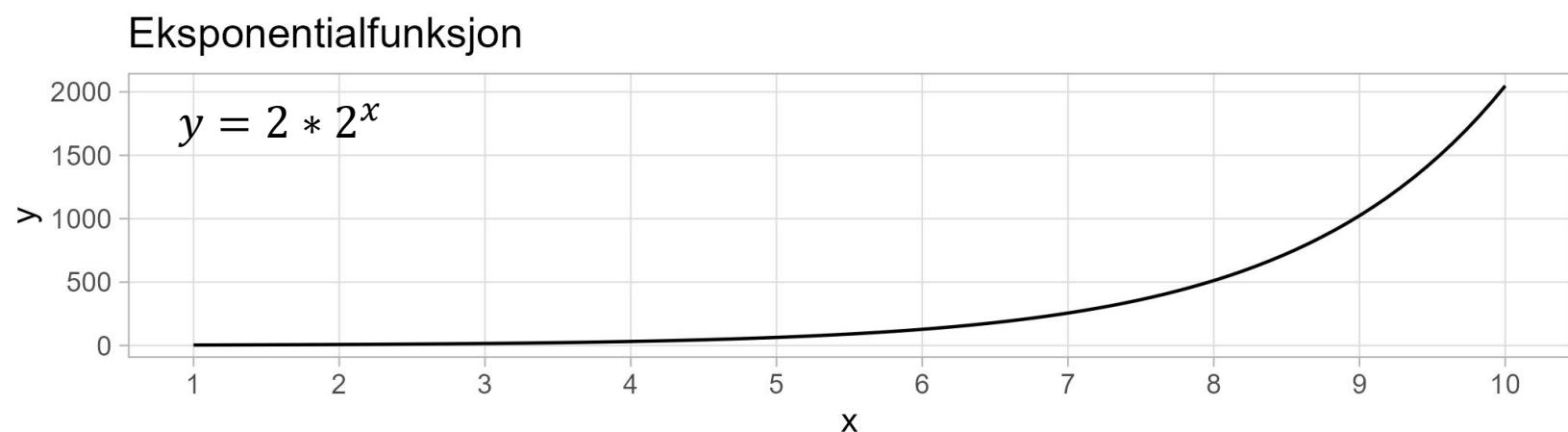
## 1. Lineære funksjoner

- $y = a + bx$



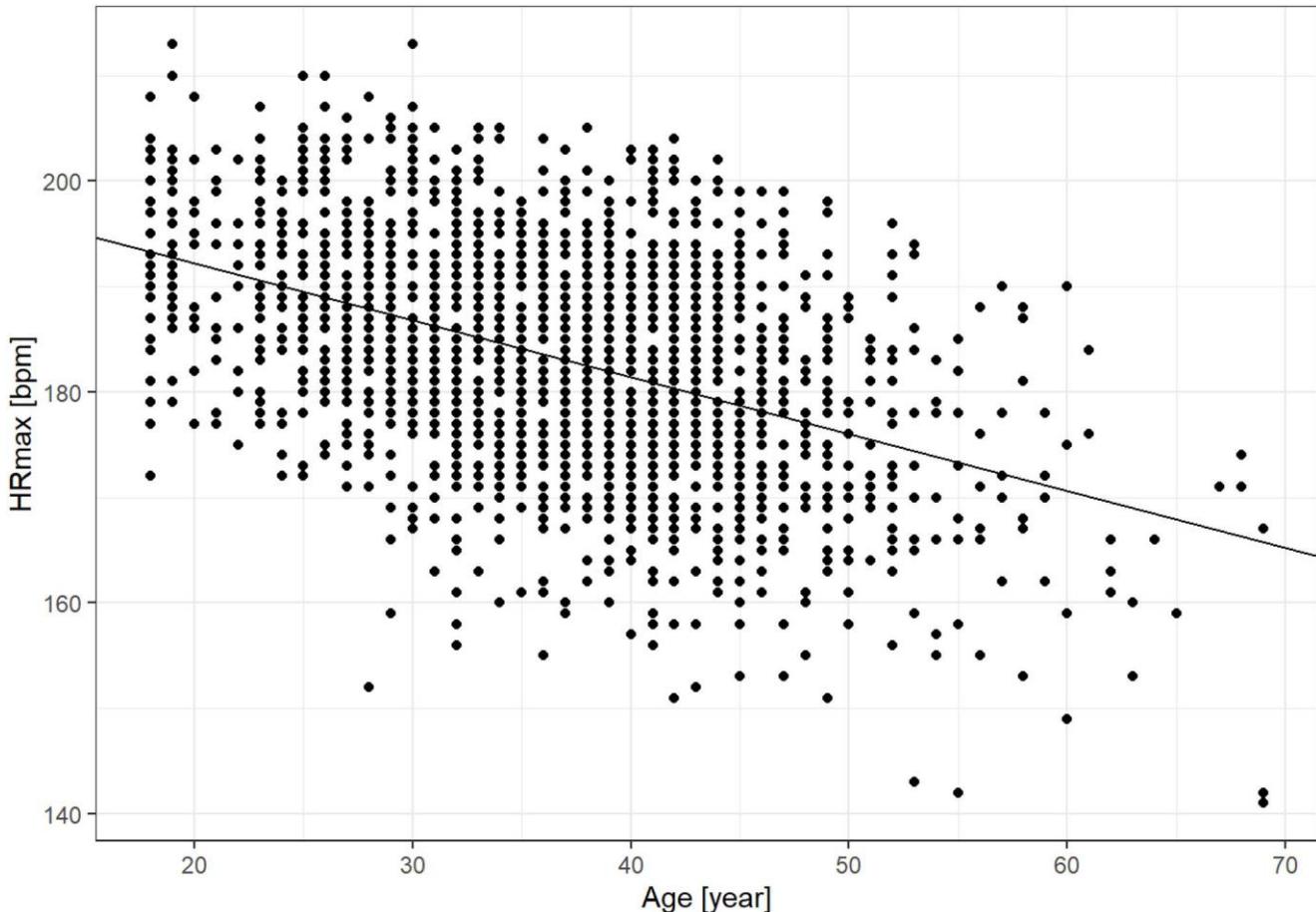
## 2. Eksponentialfunksjoner

- $y = ab^x$



# Motivasjon for å forstå litt matematikk

## Estimering av makspuls



Lineær funksjon:  $y = b + ax$

Er det noen som klarer å tenke seg til hvorfor man tester makspuls, og ikke bruker en lineær funksjon til å estimere den?

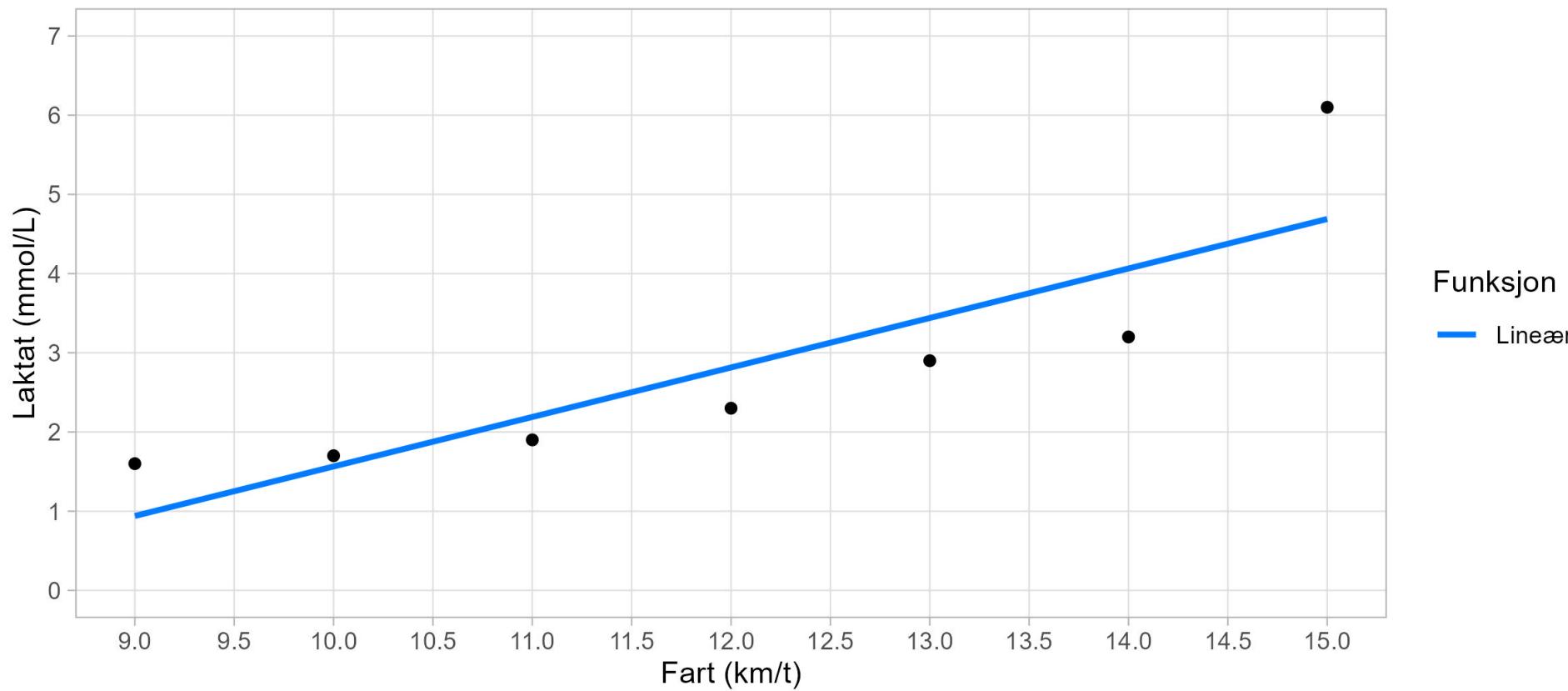
# Motivasjon for å forstå litt matematikk

## Estimering av laktatterskel

Matematiske funksjoner for estimering av laktatterskel

Laktatterskel = 3.2 mmol/L

Lineær:  $y = b + ax$

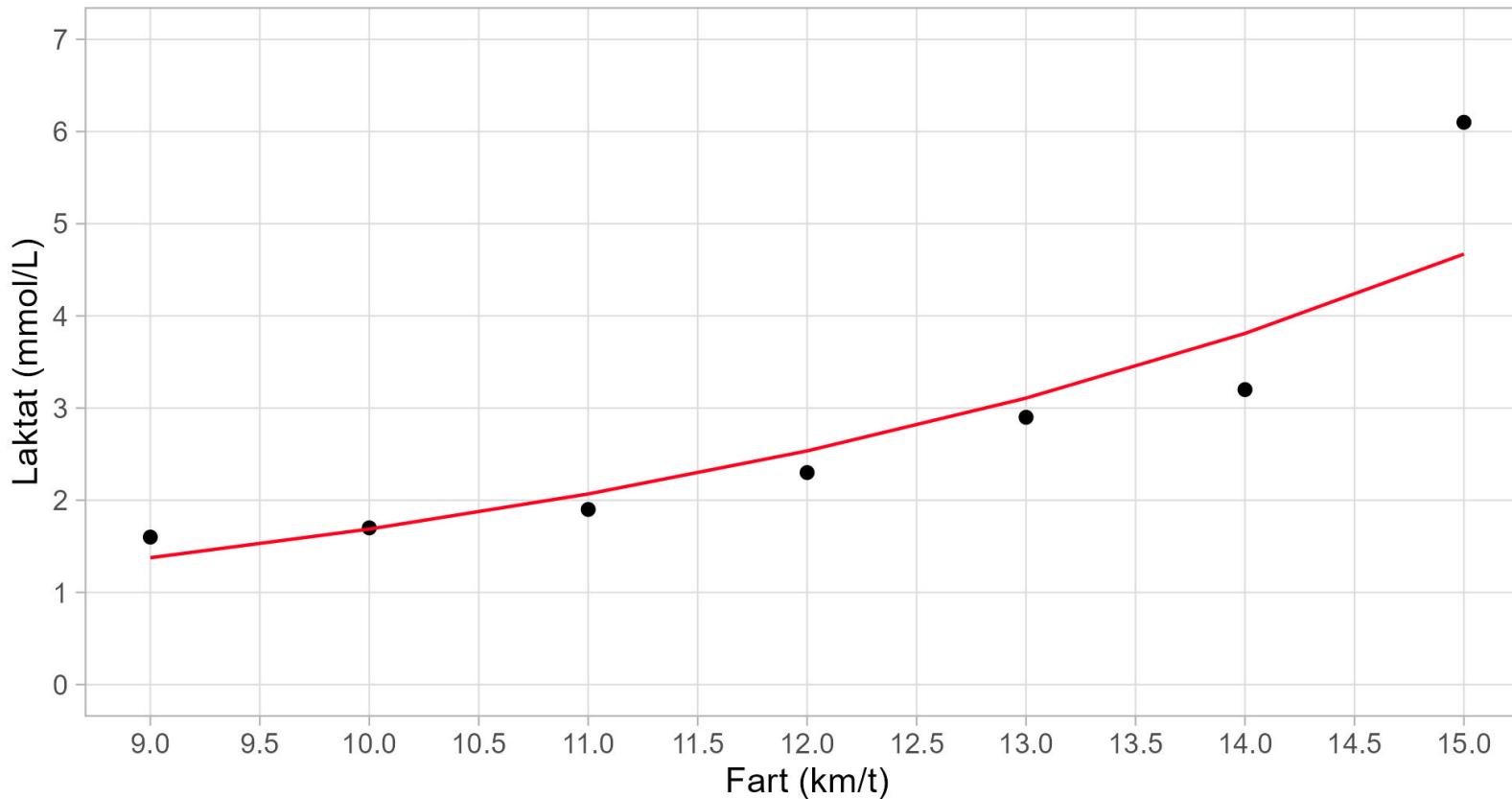


# Motivasjon for å forstå litt matematikk

## Estimering av laktatterskel

Matematiske funksjoner for estimering av laktatterskel

Laktatterskel = 3.2 mmol/L



Eksponentiell:  $y = ab^x$

Funksjon  
— Eksponentiell

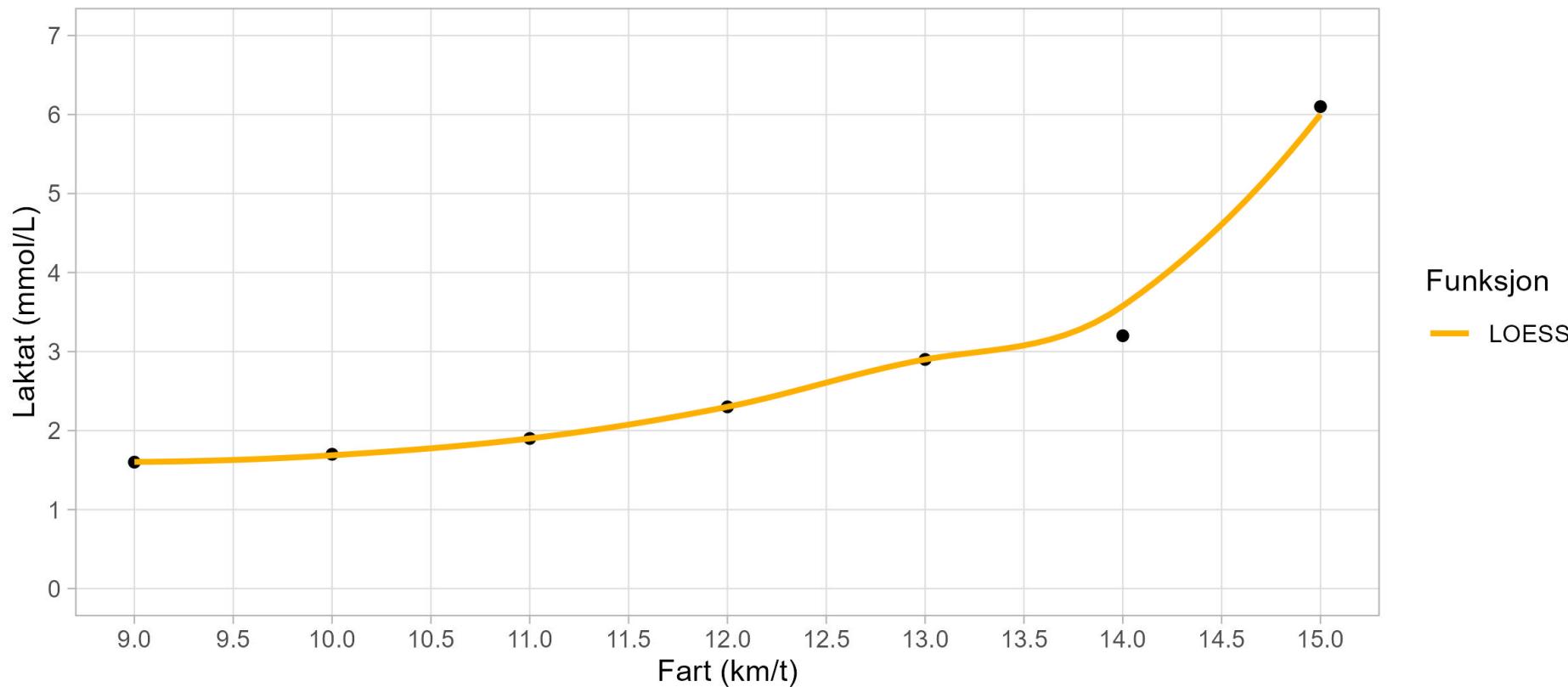
# Motivasjon for å forstå litt matematikk

## Estimering av laktatterskel

Matematiske funksjoner for estimering av laktatterskel

Laktatterskel = 3.2 mmol/L

LOESS: ikke spør!

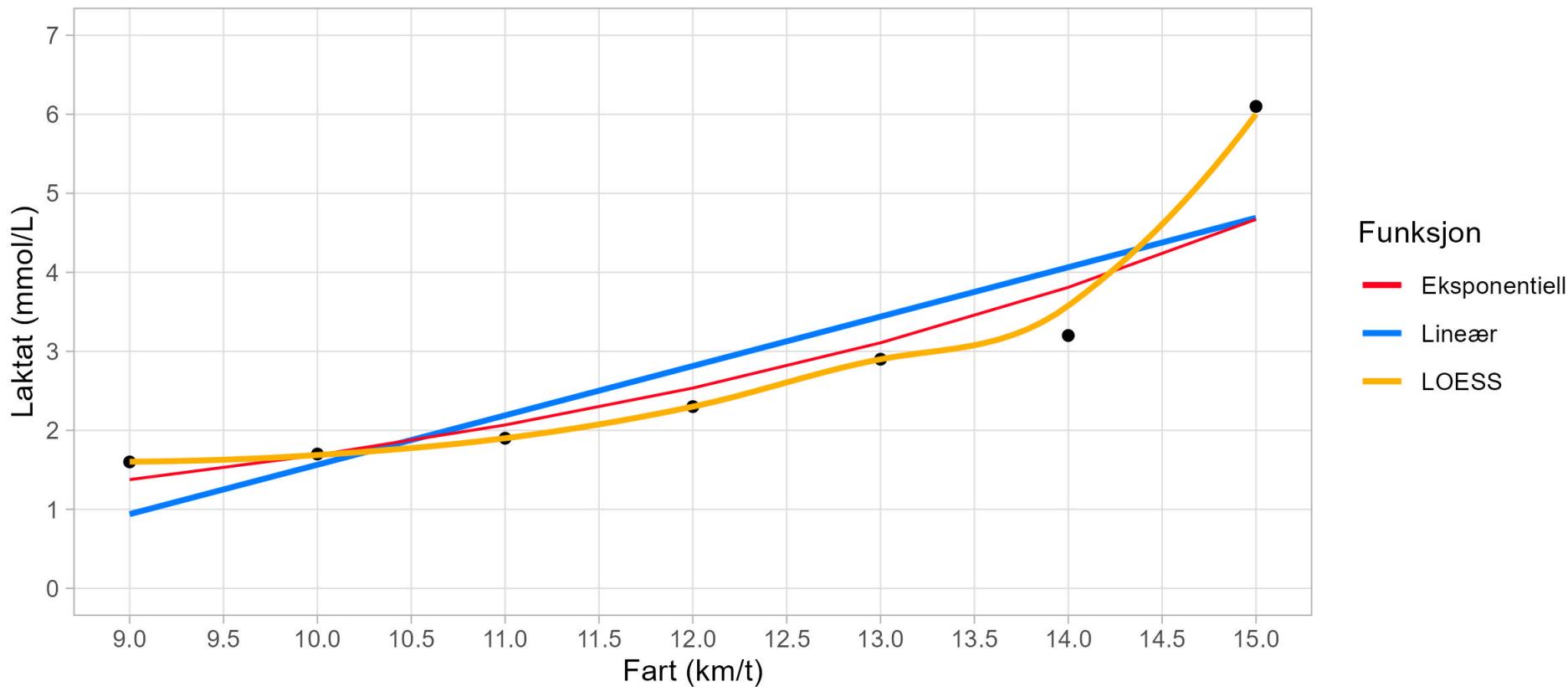


# Motivasjon for å forstå litt matematikk

## Estimering av laktatterskel

Matematiske funksjoner for estimering av laktatterskel

Laktatterskel = 3.2 mmol/L



Lineær:  $y = b + ax$

Eksponentiell:  $y = ab^x$

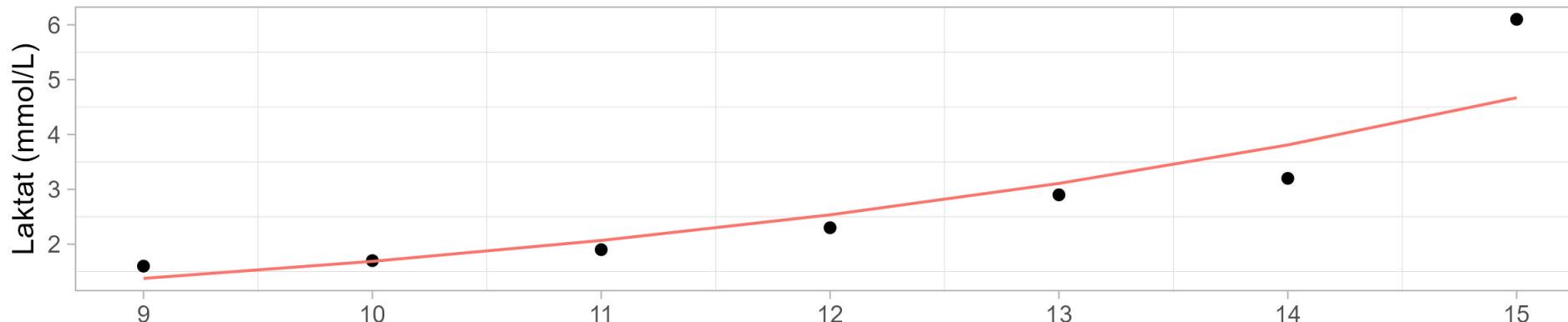
LOESS: Ikke spør!

- Funksjon
- Eksponentiell
  - Lineær
  - LOESS

# Motivasjon for å forstå litt matematikk

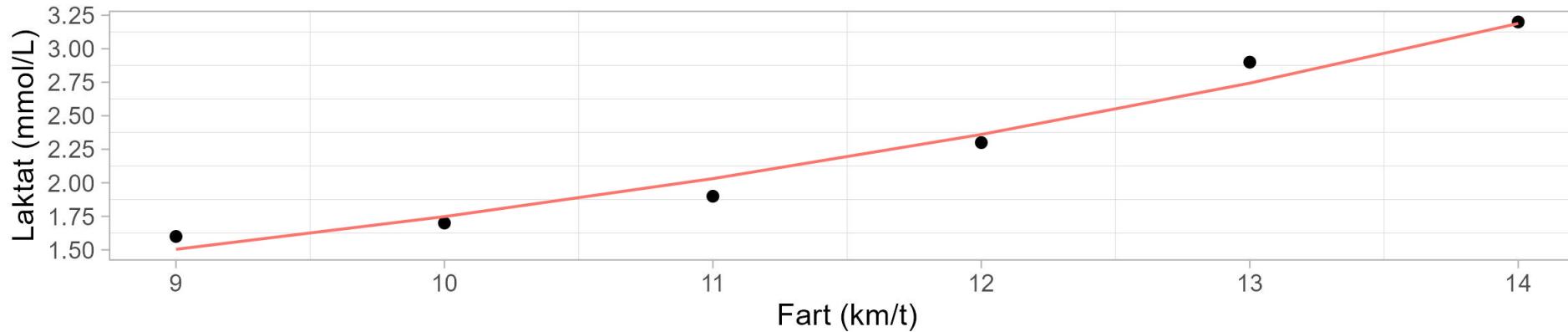
## Like metoder, men forskjellig data

Eksponentiell model fra full laktattest



$$\text{Eksponentiell: } y = ab^x$$

Eksponentiell model fra modifisert laktattest

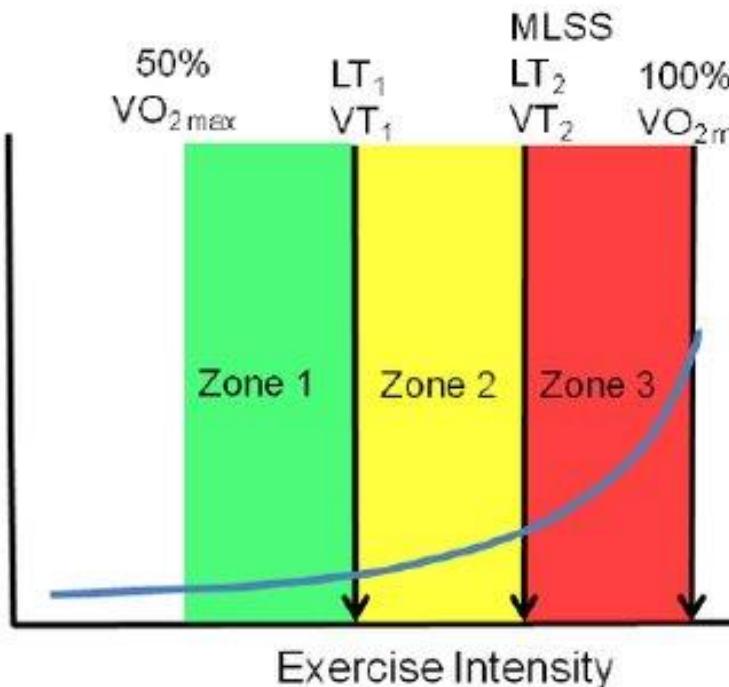


# Hva er intensitet?

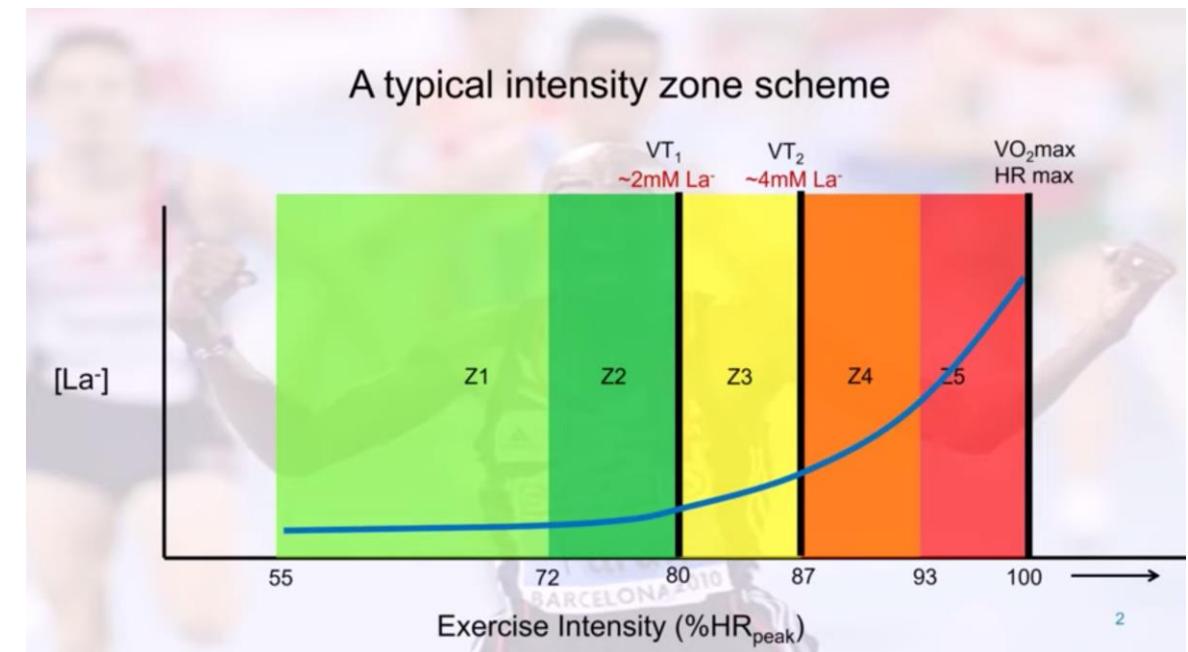
## Min «definisjon»

«Intensitet er hvor hard innsats en person utøver under trening *relativt til han eller hennes maksimale innsats*»

### Tre sone-modell



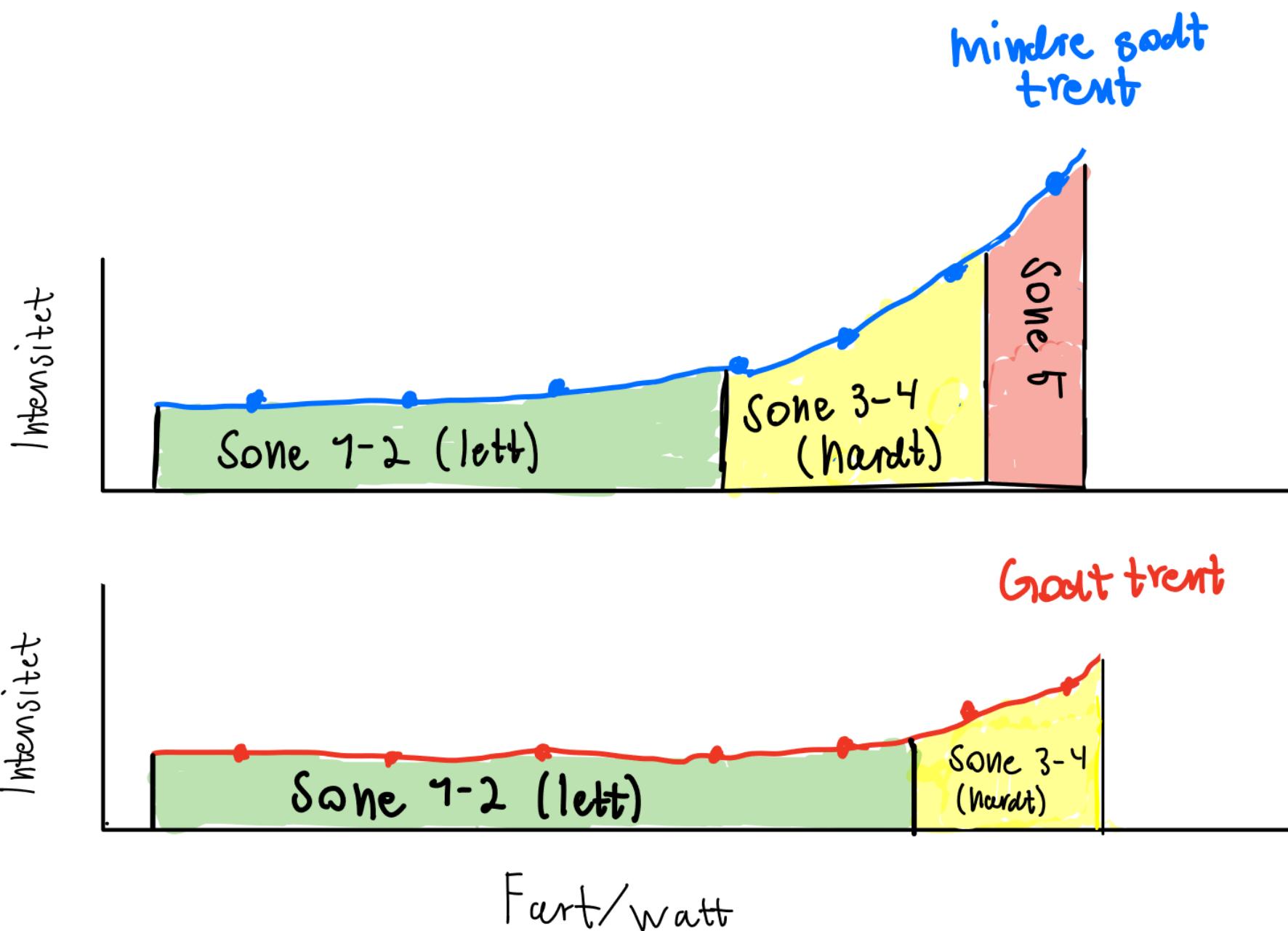
### Fem sone-modell



		Performance		Health	
		Hypothetical Example of a 6-Zone Training Model <sup>1</sup>	Common Threshold-Based Exercise Intensity Domains <sup>2</sup>	Common Intensity Classifications For Aerobic Physical Activity <sup>3</sup>	Example of Intensity Classifications for Cardiorespiratory Exercise <sup>4</sup>
“SIT”	MSS (ASR) <sup>5</sup>	Zone 6 - Short Sprint RPE 19-20/20	(Extreme) <sup>6</sup>		
	MAS	Zone 5 - Hard / Interval RPE 17-18/20	Severe	Vigorous	Near Maximal to Maximal $\geq 95\% \text{ HR}_{\max}$ , $\geq 90\% \text{ HRR}$ , $\geq 91\% \text{ VO}_{2\max}$ , $\geq 18/20 \text{ RPE}$
	“High Intensity”		CP/CS, LT2, LTP, MLSS	6 METs, 7/10 RPE	Vigorous 77-95% $\text{HR}_{\max}$ , 60-89% HRR, 64-90% $\text{VO}_{2\max}$ , 14-17/20 RPE
		Zone 4 –Tempo / Threshold RPE 14-16/20	Heavy	Moderate	Moderate 64-76% $\text{HR}_{\max}$ , 40-59% HRR, 46-63% $\text{VO}_{2\max}$ , 12-13/20 RPE
		Zone 3 –Steady RPE 12-13/20	LT1, GET	3 METs, 5/10 RPE	Light 57-63% $\text{HR}_{\max}$ , 30-39% HRR, 37%-45 $\text{VO}_{2\max}$ , 9-11/20 RPE
		Zone 2 –Base / Endurance RPE 10-11/20	Moderate	Light	Very Light $< 57\% \text{ HR}_{\max}$ , $< 30\% \text{ HRR}$ , $< 37\% \text{ VO}_{2\max}$ , 9/20 RPE
“HIIT”		Zone 1 – Easy RPE $\leq 9/20$		1.5 METs	
‘All out’					
“SIT”					
“HIIT”					
“High Intensity”					

Hvordan bruker dere disse intensitetssonene i deres dagligdagse treningsarbeid?

(Coates et al., 2023)



**Table 1 Example of a five-zone intensity scale to prescribe and monitor training of endurance athletes**

Intensity zone	VO <sub>2</sub> (% max)	Heart rate (% max)	Lactate (mmol·L <sup>-1</sup> )	Typical accumulated duration within zone
1	50–65	60–72	0.8–1.5	1–6 h
2	66–80	72–82	1.5–2.5	1–3 h
3	81–87	82–87	2.5–4	50–90 min
4	88–93	88–92	4.0–6.0	30–60 min
5	94–100	93–100	6.0–10.0	15–30 min

Note. This scale is typical of intensity zone scales used for endurance training prescription and monitoring. The scale above was developed by the Norwegian Olympic Federation as a general guideline based on years of testing of cross-country skiers, rowers, and biathletes.

(Seiler, 2010)

Intensitetssone 1	
RPE Borg (6-20)	< 11
RPE beskrivelse	Veldig lett
Hjertefrekvens	107 - 140
Ventilasjon / pust	Kan prate uanstrengt
Intensitetssone 2	
RPE Borg (6-20)	< 13
RPE beskrivelse	Nokså lett
Hjertefrekvens	141 - 159
Ventilasjon / pust	Kan si lengre setninger relativt uanstrengt.
Intensitetssone 3	
RPE Borg (6-20)	13 - 14
RPE beskrivelse	Behagelig anstrengende
Hjertefrekvens	160 - 169
Ventilasjon / pust	Kan si korte setninger.
Intensitetssone 4	
RPE Borg (6-20)	15 - 16
RPE beskrivelse	Anstrengende
Hjertefrekvens	170 - 179
Ventilasjon / pust	Kan si noen ord eller svært korte setninger
Intensitetssone 5	
RPE Borg (6-20)	17 - 20
RPE beskrivelse	Veldig anstrengende
Hjertefrekvens	180 - 195
Ventilasjon / pust	Kan kun si et ord eller to om gangen, samtidig som man puster tungt.

# Hvordan måler man intensitet?

## Fysiologiske målinger

- Puls
- Laktat
- Oksygenmetning i muskulatur
- Varmeproduksjon
- Ventilasjon (pust)
- Oksygenopptak

## Fysiske målinger

- Fart
- Watt

## Subjektive målinger

- Opplevd anstrengelse (RPE)

**Gå sammen i små grupper og diskutér følgende**

1. Hvilke av disse intensitetsmålene er dere kjent med/har brukt, og i hvilken sammenheng?
2. Hva er det disse intensitetsmålene faktisk måler?

# Fysiologiske tilpasninger på cellenivå og endringer i prestasjon som en funksjon av intensitet

## Overlapping of training intensity effects on specific endurance adaptations

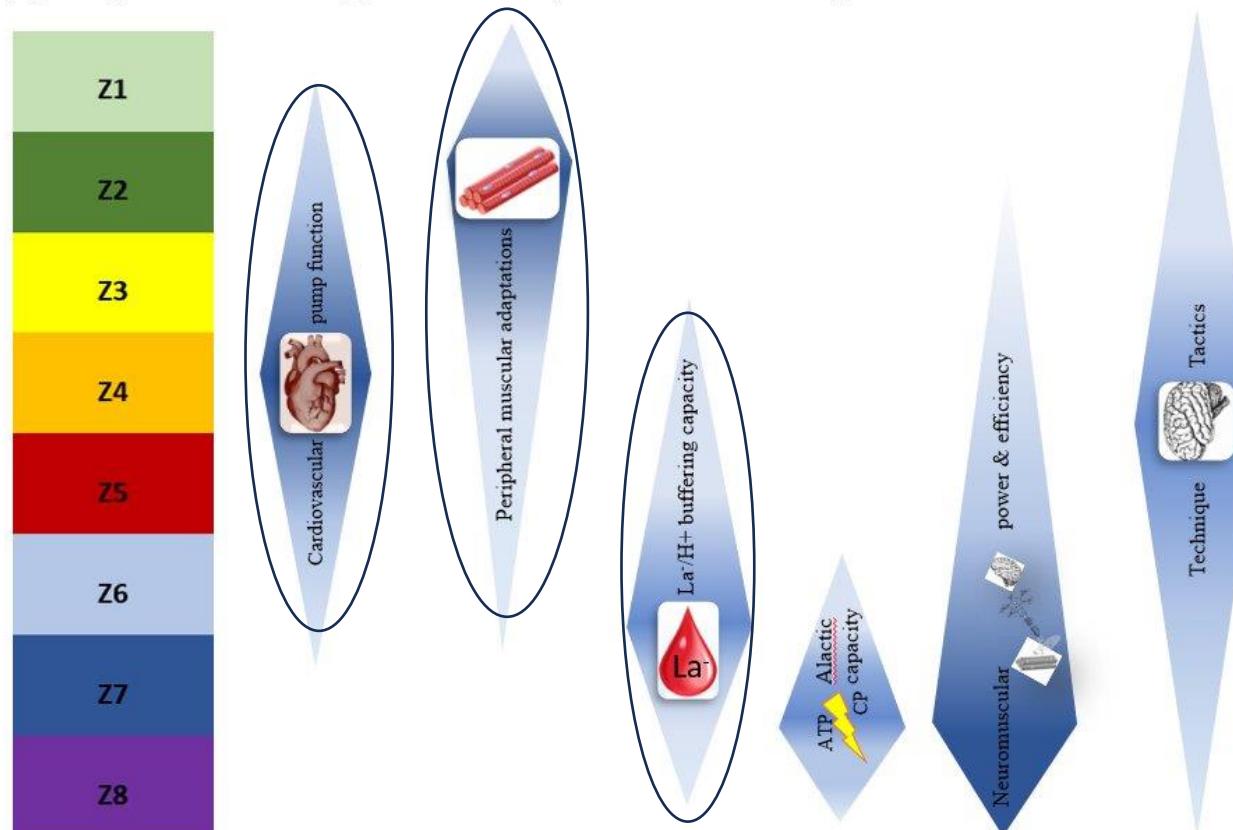


Figure redrawn based on educational material developed by Olympiatoppen, Norwegian Olympic Federation, 2020.

# Hjertets slagvolum

**Overlapping of training intensity effects on specific endurance adaptations**

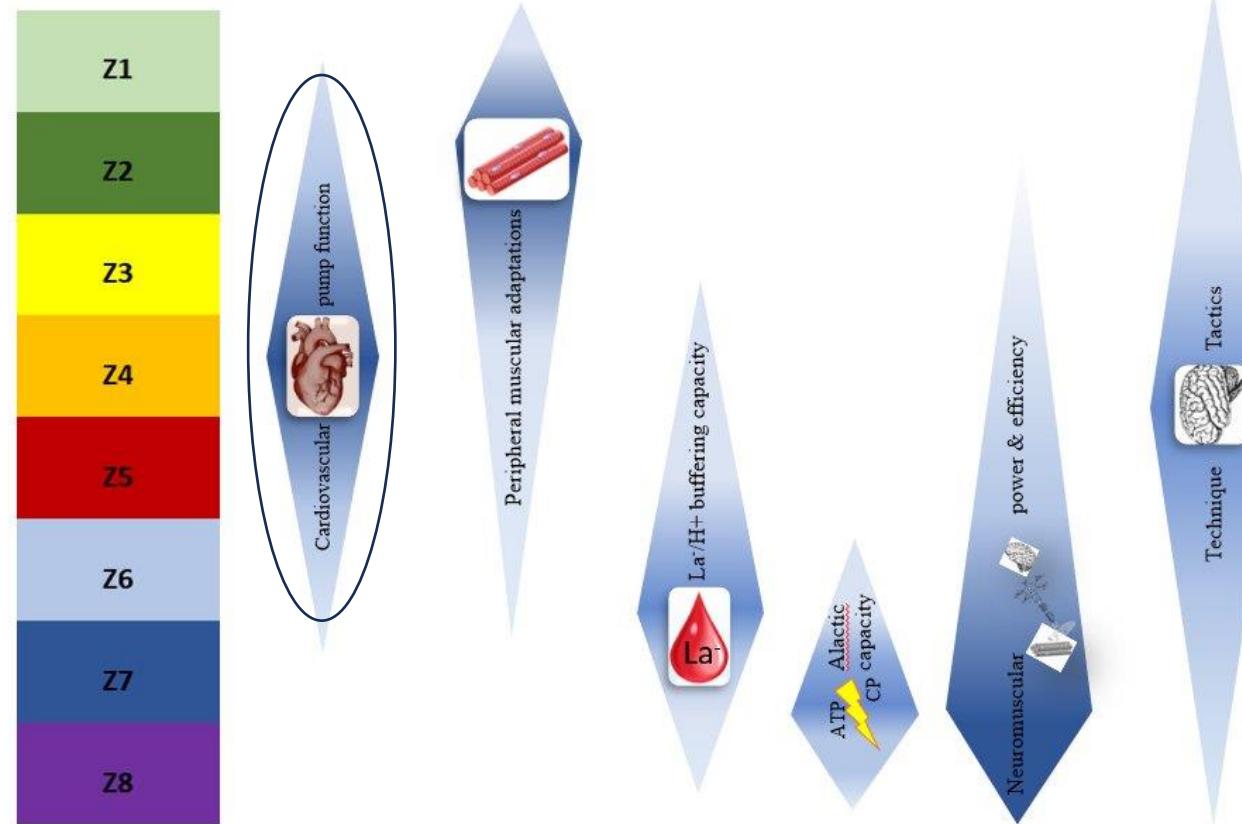


Figure redrawn based on educational material developed by [Olympiatoppen](#), Norwegian Olympic Federation, 2020.

# Perifere tilpasninger (blodårer og mitokondrier)

Overlapping of training intensity effects on specific endurance adaptations

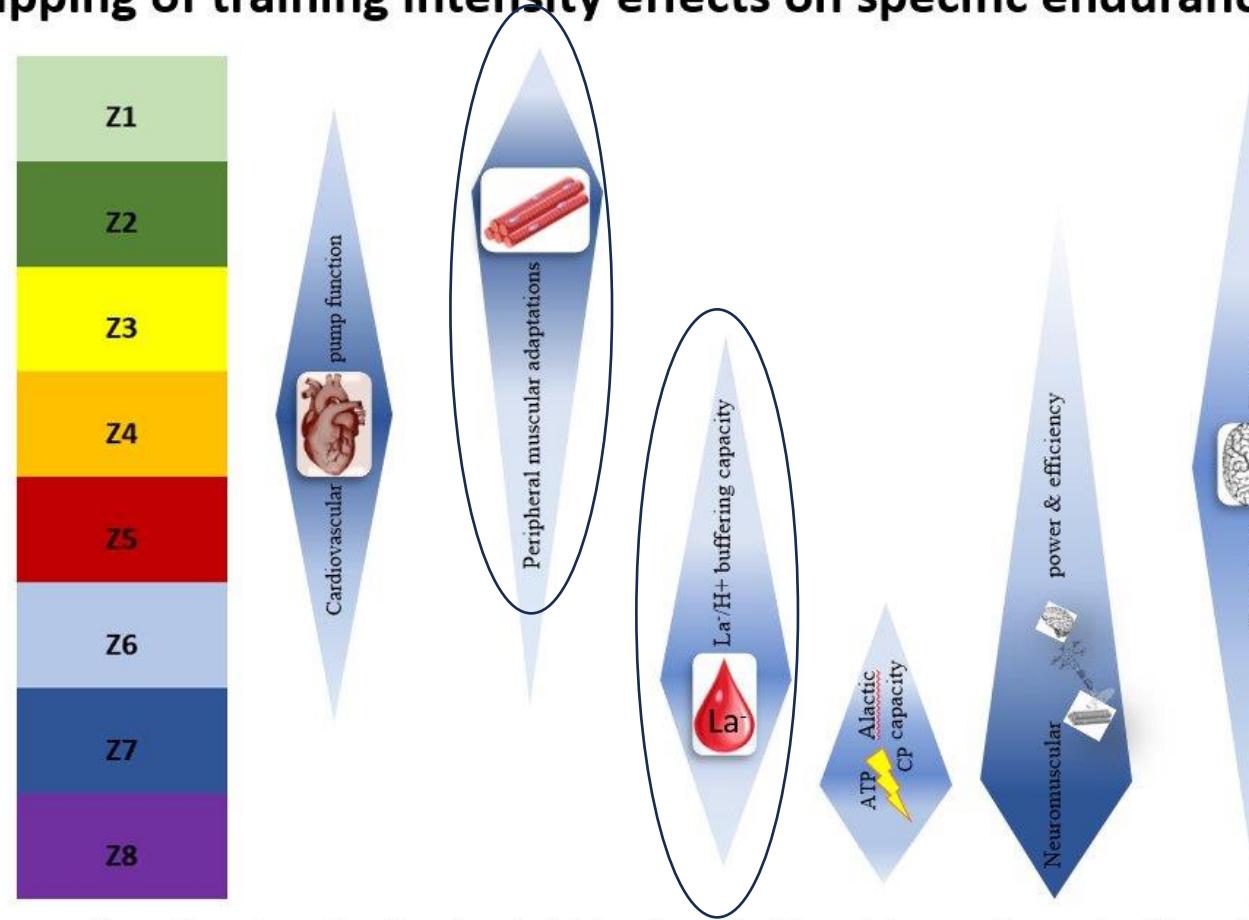
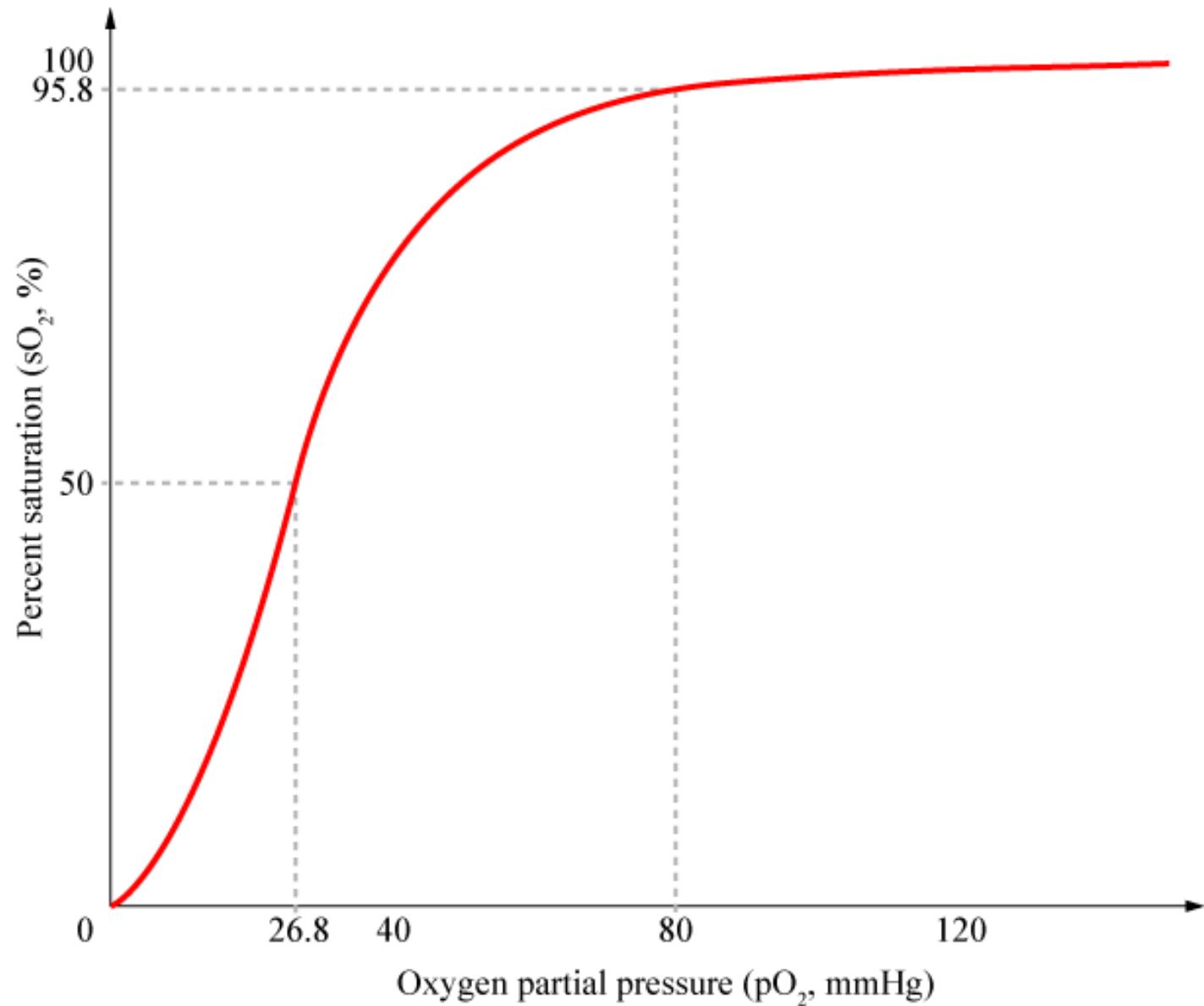


Figure redrawn based on educational material developed by Olympiatoppen, Norwegian Olympic Federation, 2020.



# Hvordan henger alt sammen?

## Overlapping of training intensity effects on specific endurance adaptations

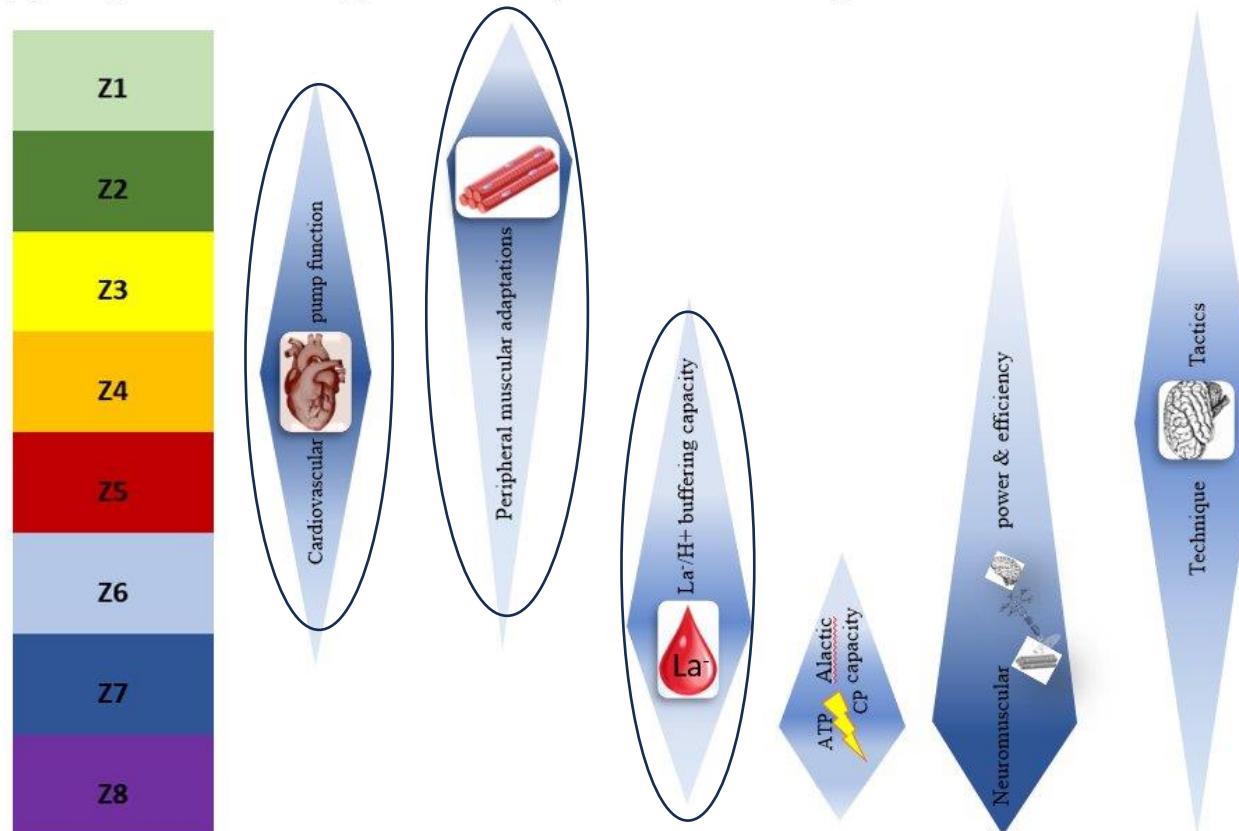
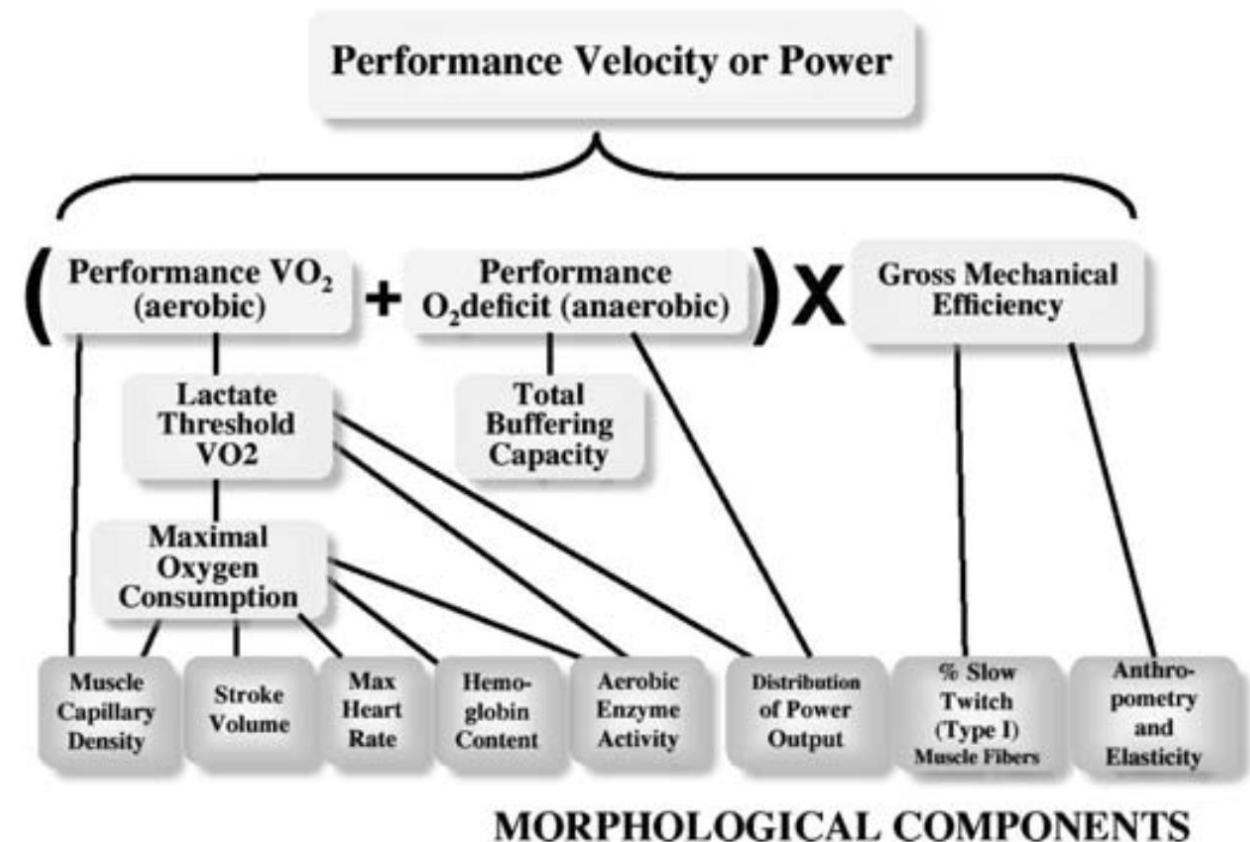
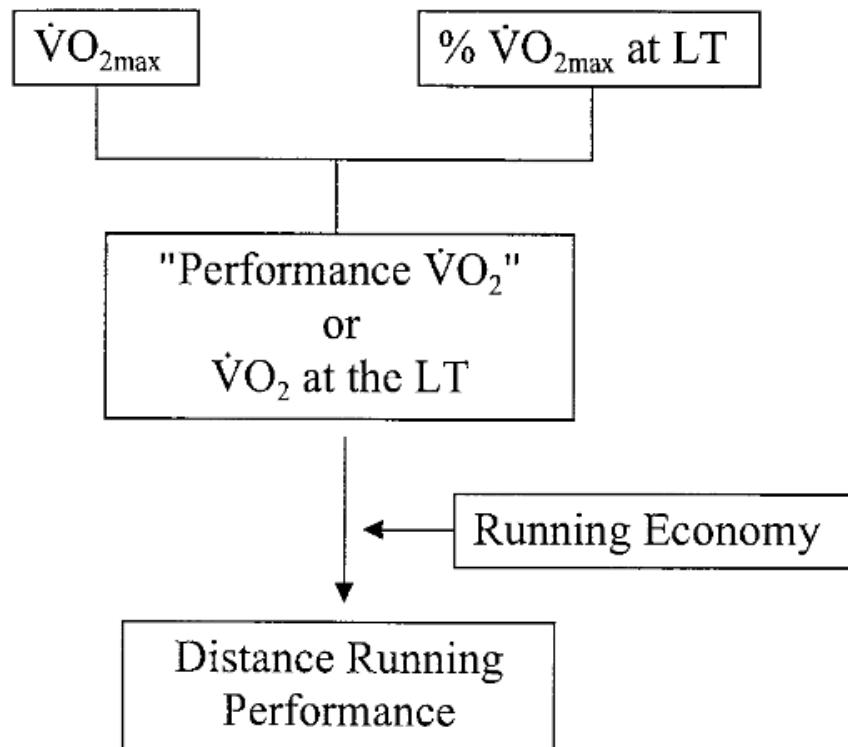


Figure redrawn based on educational material developed by Olympiatoppen, Norwegian Olympic Federation, 2020.

# Hva bestemmer utholdenhetsprestasjon?



(Basset & Howley, 2000)

(Joyner & Coole, 2008)



Vi kan intensitet,  
intensitetsstyring og  
fysiologiske tilpasninger nå

Det kan dere ikke før vi har vært  
igjennom øktanalyse og nede i  
hallen og testa

Meg, Rune,  
Asgaut og  
Sivert

Dere

# Hvilke økter er gjort, og hva har blitt målt?

## Økt 1 – «rolig langkjøring»

### Hva er målt?

Watt, puls, **RPE**, **pust** og laktat

### Hvordan ser en sånn økt ut?

Varighet:  $\geq 60$  min

Intensitet: sone 1-2 ( $\approx$  LT1)

## Økt 2 – «terskelintervall»

### Hva er målt?

Watt, puls, laktat

### Hvordan ser en sånn økt ut?

Varighet: 60 min

Intensitet: sone 3-4 ( $\approx$  LT2)

## Økt 2 – «hard intervall»

### Hva er målt?

Watt, puls, **RPE**, **pust** og laktat

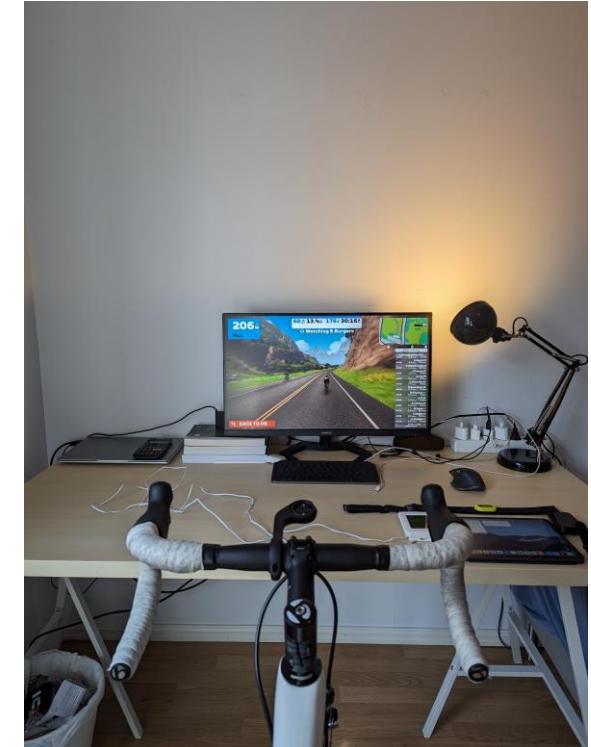
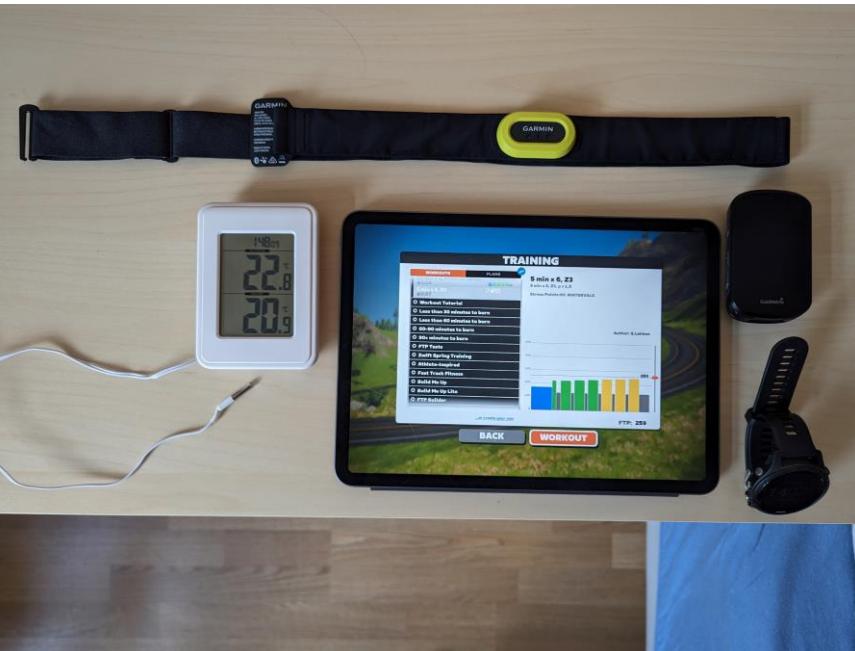
### Hvordan ser en sånn økt ut?

Varighet: 40 min

Intensitet: sone 4-5 ( $>$  LT2)

# «Laboratoriumet»

- Zwift
- Pulsbelte
- Termometer
- Laktatmåler



- Sykkel
- Sykkelrulle (måler watt)

# Økt 1: «Rolig langkjøring»



# Økt 1: «Rolig langkjøring»

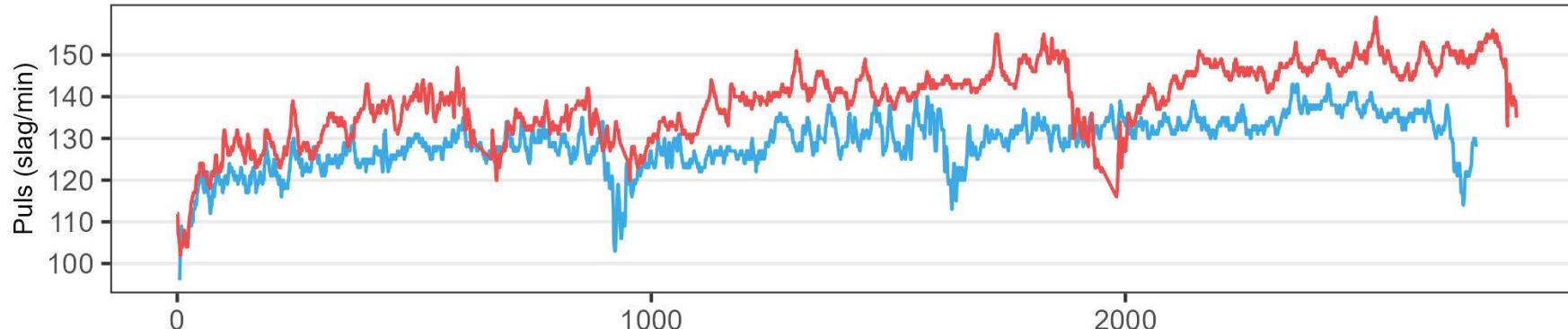


# Økt 1: «Rolig langkjøring»

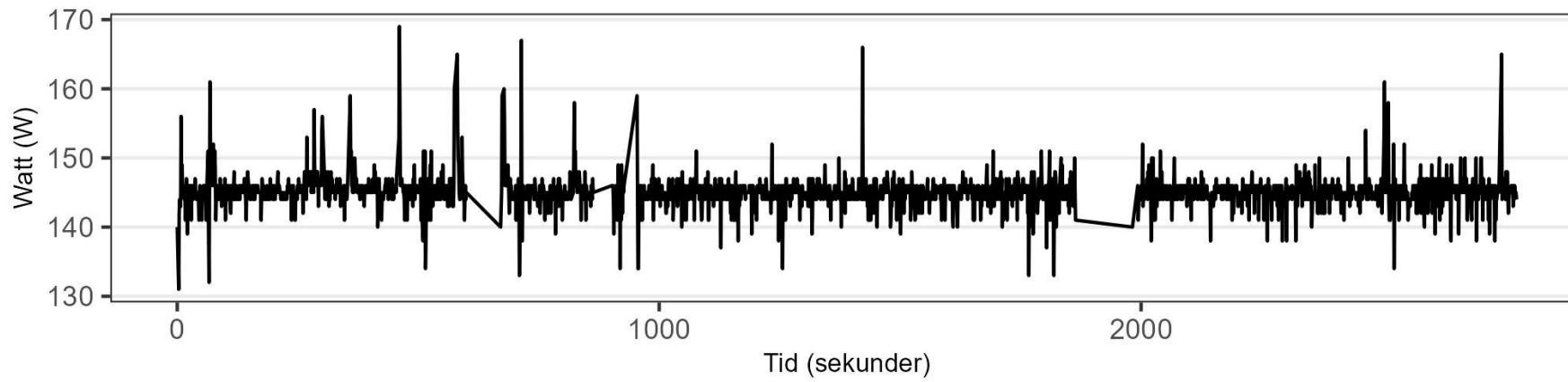
Hvilket intensitetsmål er relevante her, og hvorfor?  
Diskutér!

Puls som en funksjon av tid

Varme forhold og kalde forhold



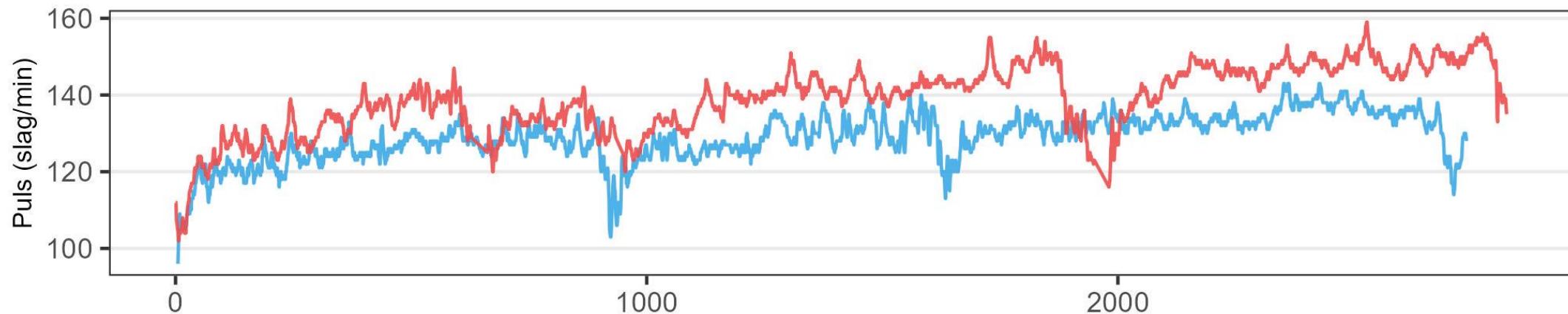
Watt som en funksjon av tid



Hvilke fysiologiske tilpasninger mener dere er stimulert under en økt som denne? Diskutér!

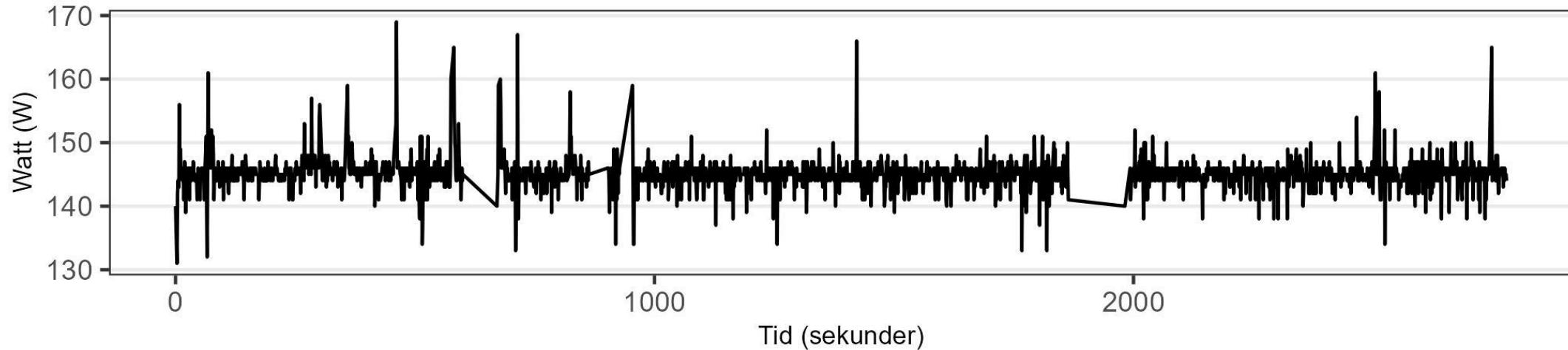
Hvordan påvirkes pulsen av ytre forhold som temperatur?

Under varme forhold drifter pulsen mer enn under kalde forhold



Hvordan vet vi at pulsen drifter som et resultat av fysiologi?

Vi ser at watt (W) holdes stabil gjennom hele økta, så vi kan konkludere med at pulsøkningen er fysiologisk og ikke fysisk



# Økt 2: 10 min x 3 («terskelintervall»)

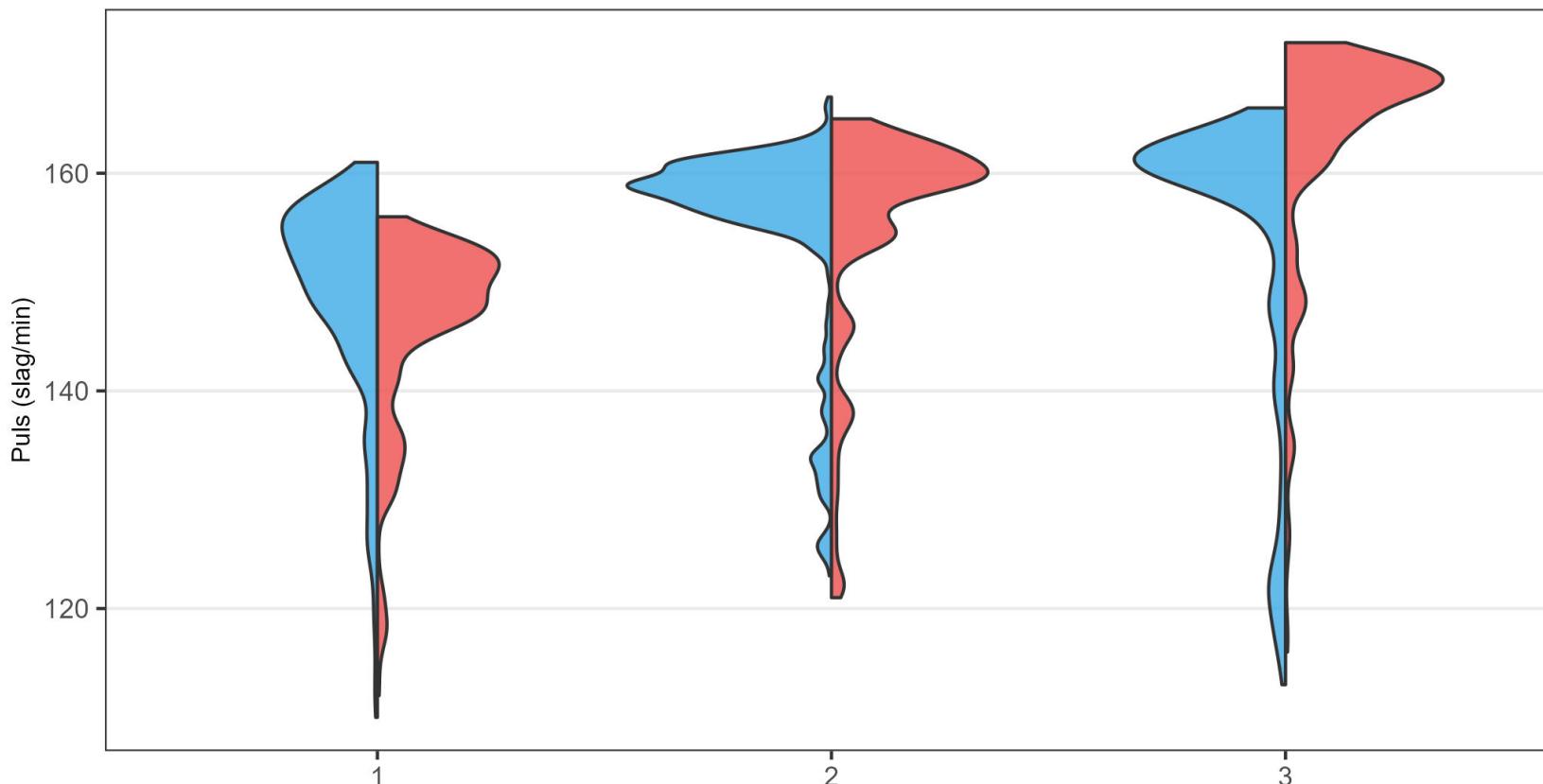
Denne analysen skal vi gjøre uten video, så da mangler vi pust og puls

Før vi begynner, diskutér kort i små grupper hvordan dere tror dette påvirker oss?

# Økt 2: 10 min x 3 («terskelintervall»)

Pulsfordeling for hvert intervaldrag

Kald økt og varm økt

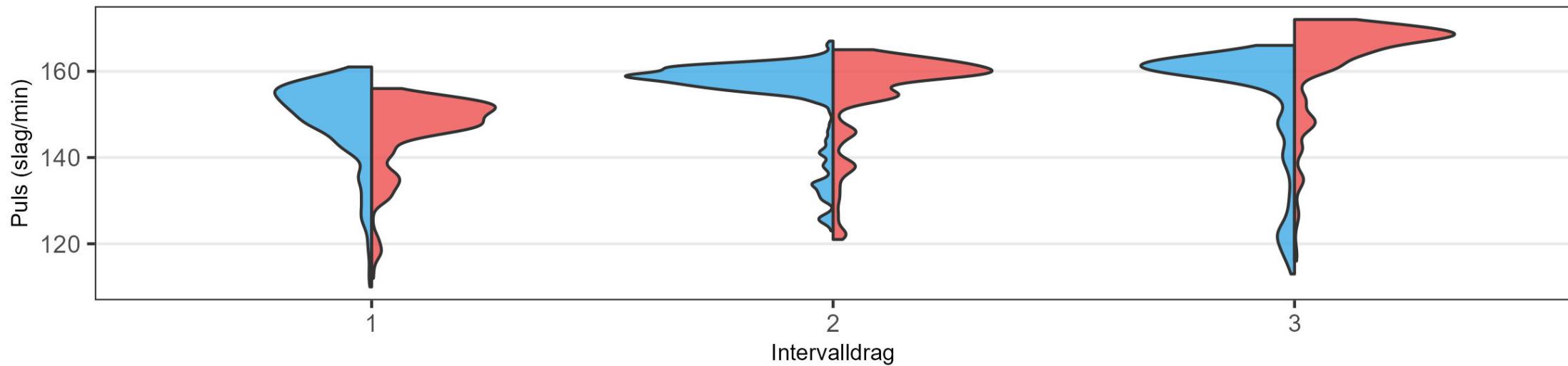
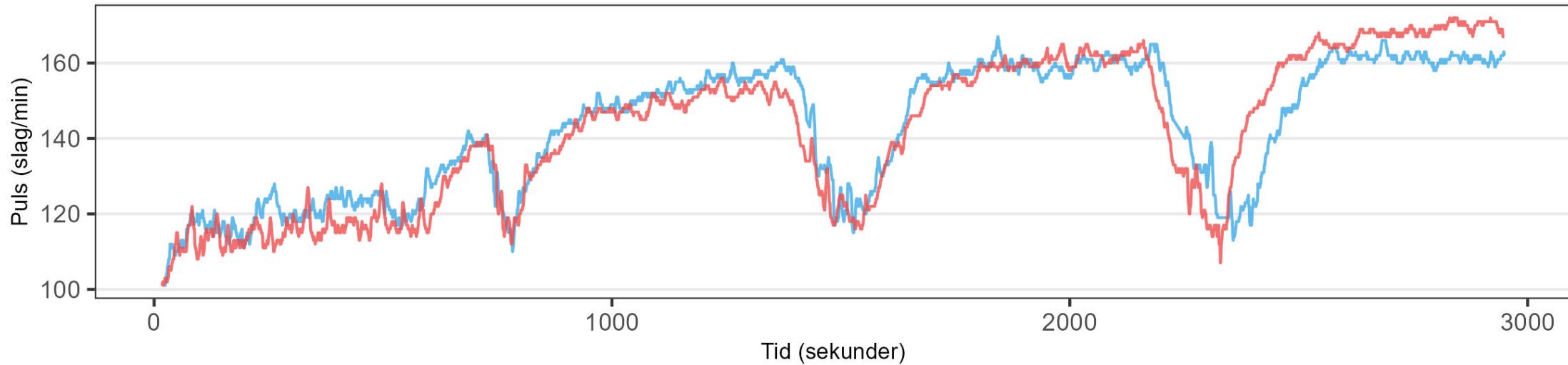


Hvilket intensitetsmål er relevante her, og hvorfor? Diskutér!

Hvilke fysiologiske tilpasninger mener dere er stimulert under en økt som denne? Diskutér!

Kaldt	Varmt
Watt: 195 W	Watt: 195 W
Puls: 149-155-155 (78-82-82 %)	Puls: 146-155-163 (77-82-85 %)
RPE: 6/10	RPE: 6/10
Laktat: 2.8, 3.2, 3.3	Laktat: 2.9, 3.4, 3.6

# Økt 2: 10 min x 3 («terskelintervall»)

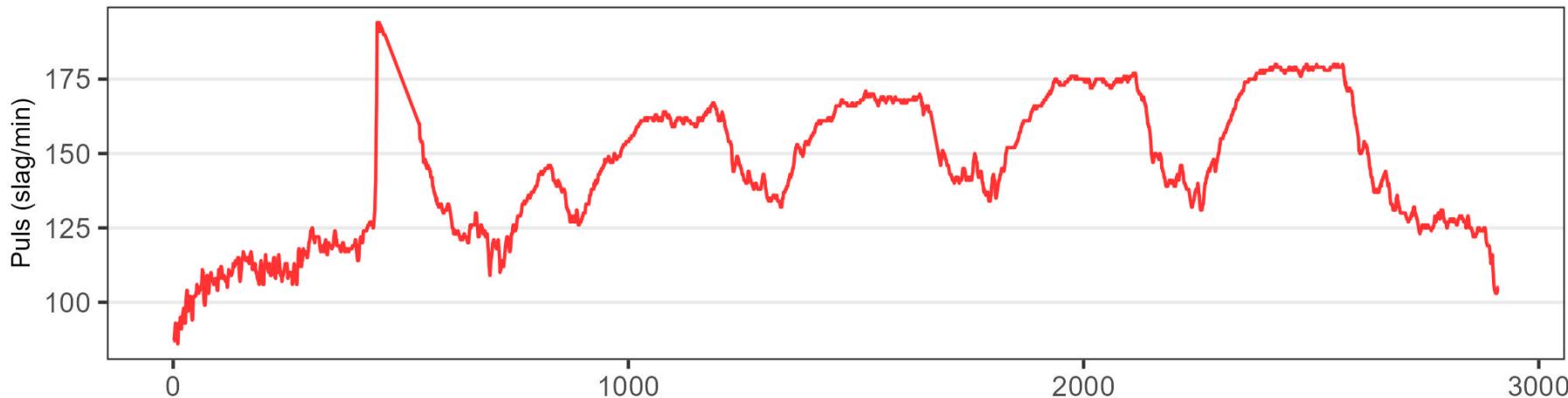


# Økt 3: 5 min x 4-intervall (hard intervall)

**Den harde intervallen er kun gjort i kalde  
forhold**



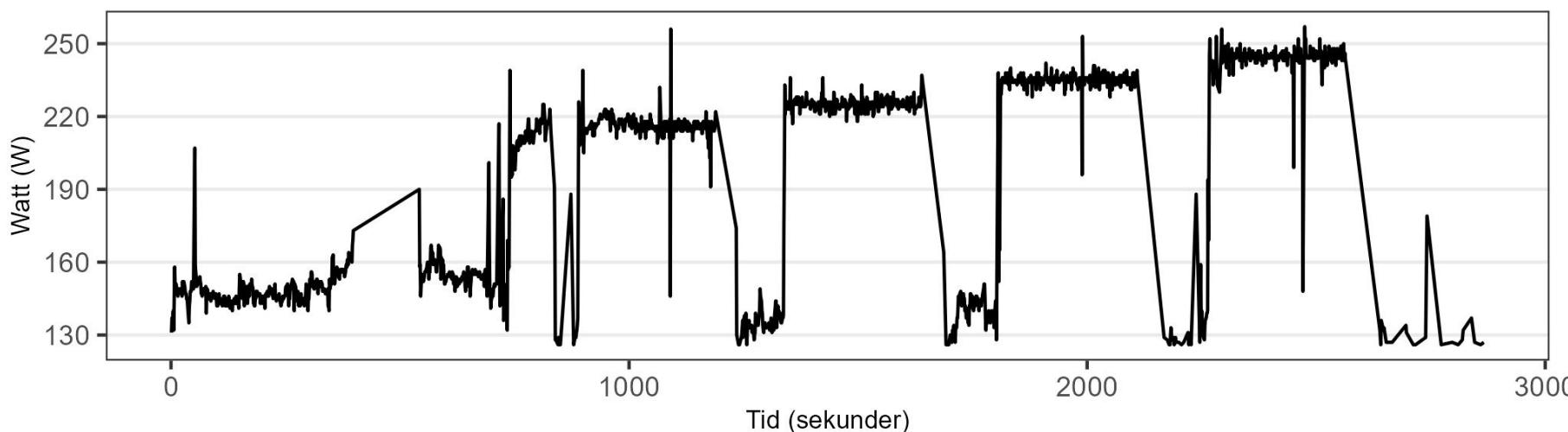
# Økt 3: 5 min x 4 min (hard intervall)



Watt: 195 W

Puls: 156-163-167-169  
(82-85-87-88 %)

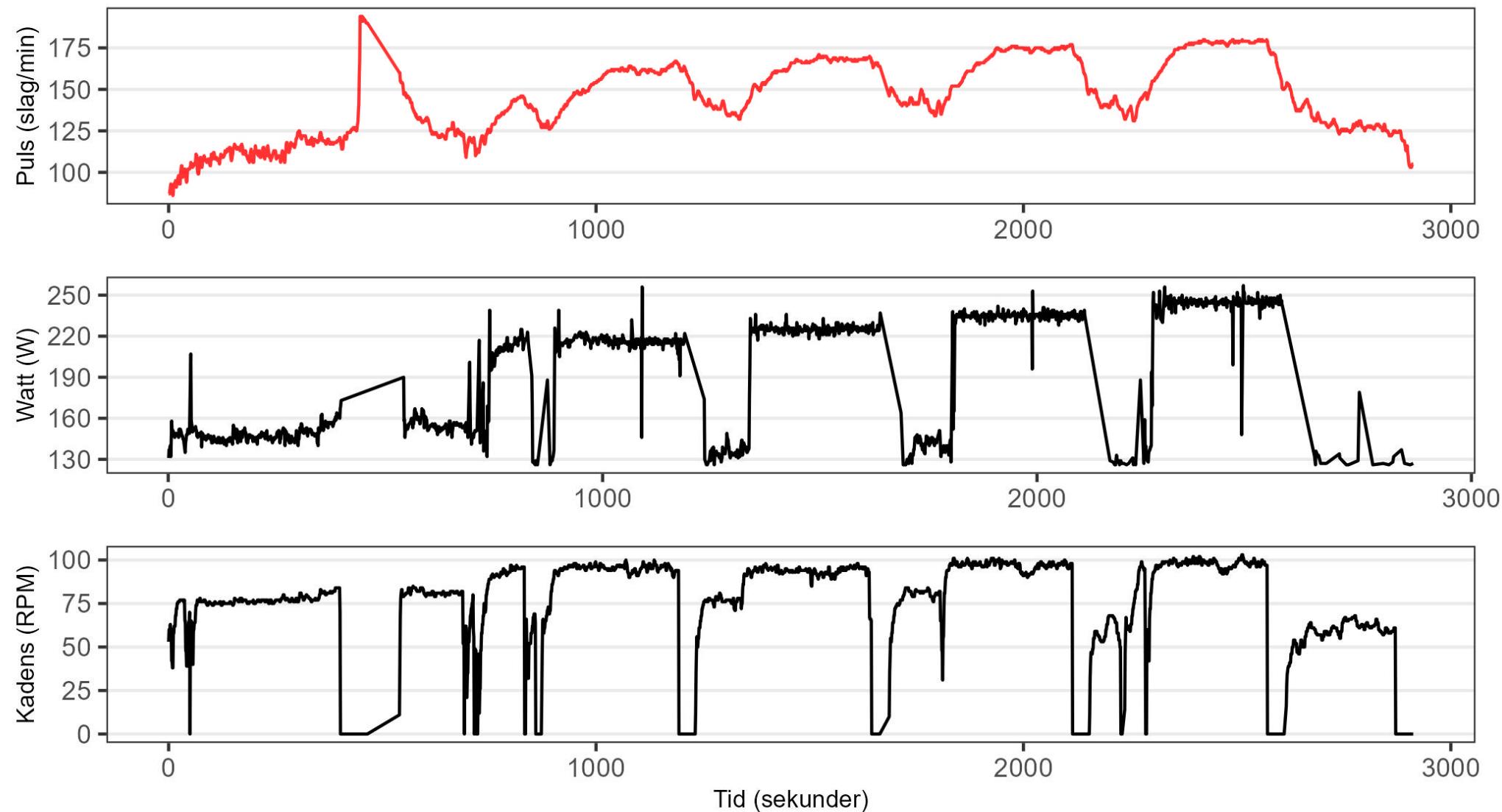
RPE: 8/10



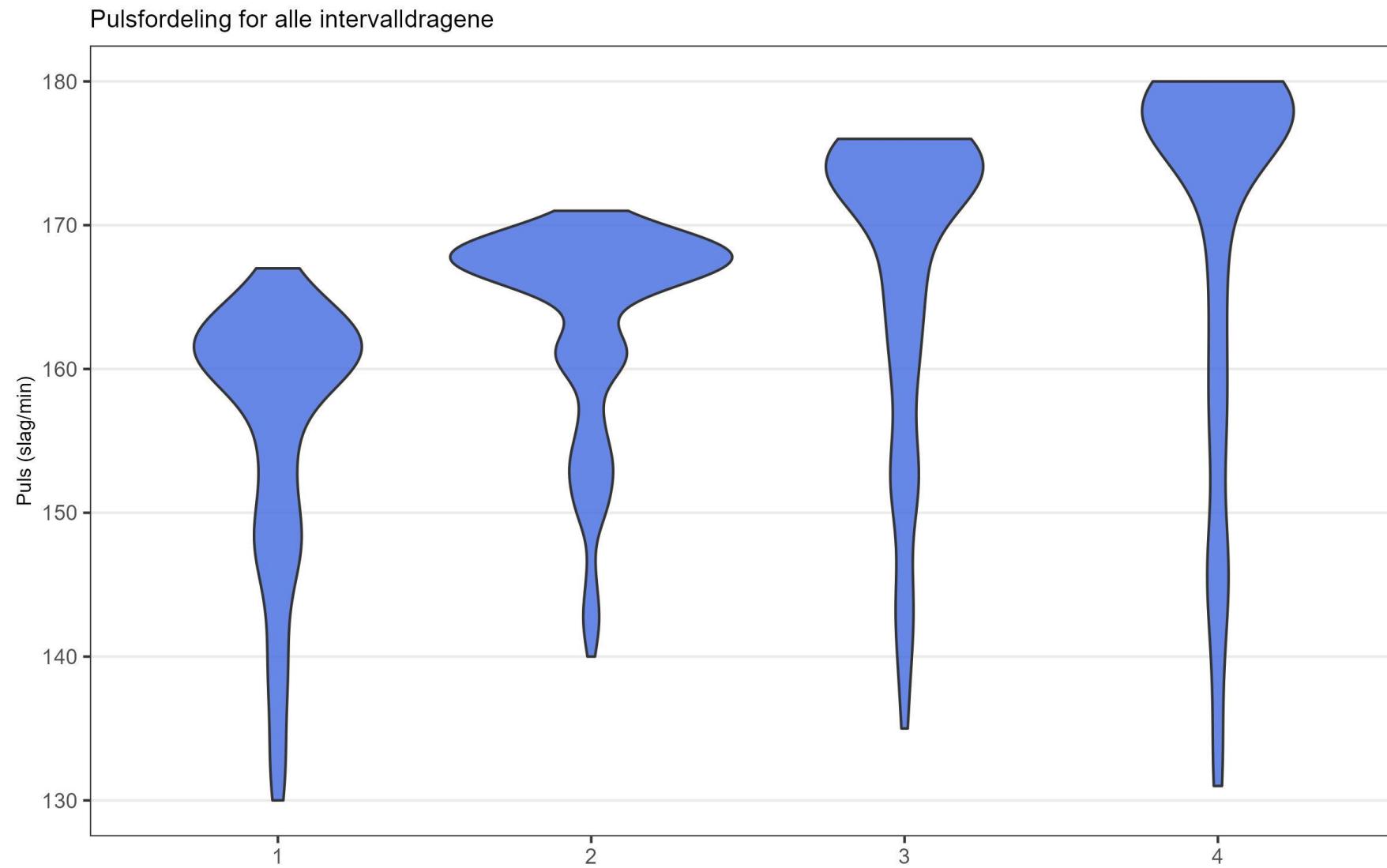
Laktat: 5.2, 6.2, 5.8, 7.0

Kan snakke korte setninger

# Økt 3: 5 min x 4 min (hard intervall)

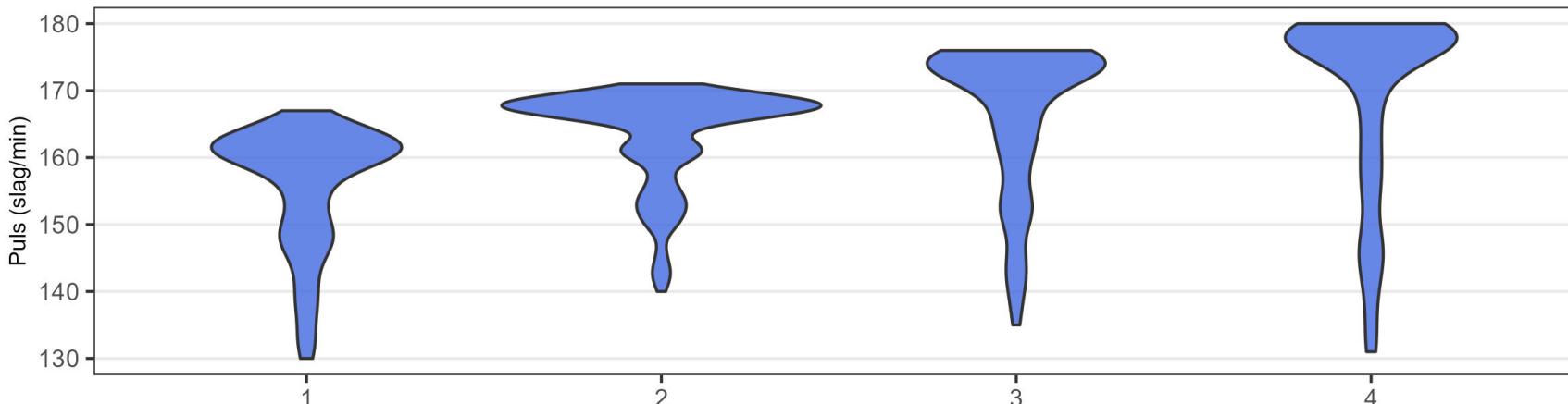


# Økt 3: 5 min x 4 min (hard intervall)

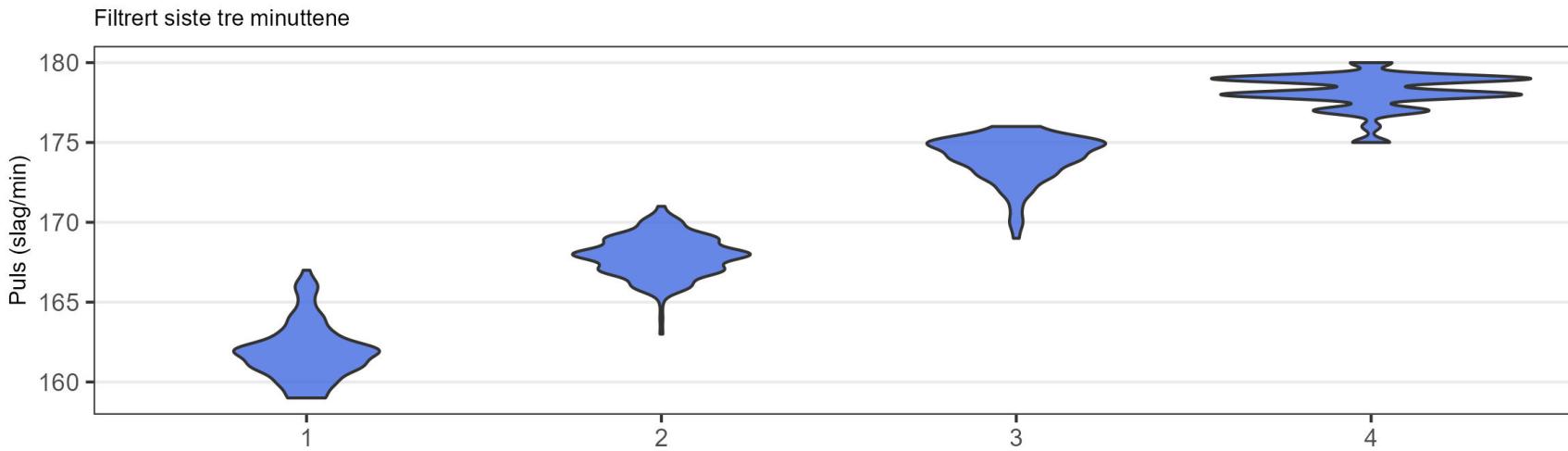


# Økt 3: 5 min x 4 min (hard intervall)

Pulsfordeling for alle intervaldragene



Pulsfordeling for alle intervaldragene



Hvilket intensitetsmål er relevante her, og hvorfor? Diskutér!

Hvilke fysiologiske tilpasninger mener dere er stimulert under en økt som denne? Diskutér!

Hele intervaldraget

Watt: 195 W

Siste tre minutt av intervaldragene

Watt: 195 W

Puls: 156-163-167-169  
(82-85-87-88 %)

Puls: 162-168-174-178  
(85-88-92-93 %)

RPE: 8/10

RPE: 8/10

Laktat: 5.2, 6.2, 5.8, 7.0

Laktat: 5.2, 6.2, 5.8, 7.0

# Videre organisering

## Klokkeslett: 11:45-12:30

1. klasse: observasjon av treningsøkt
- 2.klasse: løse oppgaver til «hard intervall»
- 3.klasse: løse oppgaver til «rolig langkjøring»

## Klokkeslett: 12:30-13:15

1. klasse: løse oppgaver til «rolig langkjøring»
- 2.klasse: observasjon av treningsøkt
- 3.klasse: løse oppgaver til «hard intervall»

## Klokkeslett: 13:15-14:00

1. klasse: løse oppgaver til «hard intervall»
- 2.klasse: løse oppgaver til «rolig langkjøring»
- 3.klasse: observasjon av treningsøkt

# Min verktøykasse

## Programmeringsferdigheter

API (kobling) mellom min datamaskin og Strava

Datasett fra Strava

Programvare brukt for dataanalyse og visualisering er Python, R og Excel

All kode er tilgjengelig på min GitHub (sted man kan lagre koden sin): <https://github.com/simenlokken/HVGS>

Hvordan lære seg dette?

- Masse prøving og feiling
- YouTube
- IT-emner på universitetet
- Det virker vanskelig, men det er lettere enn man tror

## Fysiologi, treningslære og diverse

Viktigst av alt – vilje til å lære og nysgjerrighet

Sosiale medier som YouTube, Twitter/X og andre forum er ypperlig for å lære

5-årig mastergrad i fysiologi + praktisk erfaring fra Oxyflow

En grunnleggende forståelse for konseptene innen real- og naturvitenskap

- Fysikk, matematikk, biologi og kjemi
- Ikke dybdekunnskap! Treningslære er et praktisk fagfelt, vi bruker de ovennevnte fagområdene til å løse spesifikke problemer innen treningslære

# Læringsressurser for videre læring



Stephen Seiler

@StephenSeiler

Exercising physiologist studying endurance training in a global laboratory, sharing what I learn in a global classroom. DMs only sporadically answered, sorry.

Oversett biografi

[Idrett, trening og rekreasjon](#) <https://www.uia.no/en>  
[researchgate.net/profile/Stephe...](#) [Registrerte seg januar 2011](#)

996 følger 27,1k følgere

Følges av Santiago A. Ruiz Alias, Peter Krstrup og 44 andre du følger



Global Cycling Network

@gcn 3,14 mill. abonnerter 4,7k videoer

The Global Cycling Network puts you in the centre of the action: from the i... >

[globalcyclingnetwork.com](#) og 7 linker til

201 - Deep dive back into Zone 2 Training | Iñigo San-Millán, Ph.D. & Peter Attia, M.D.



Peter Attia MD   
413k abonnerter

Abonner

6,7k

Sett 784k ganger for 1 år siden The Peter Attia Drive Podcast  
Watch the full episode and view show notes here: <https://bit.ly/3qzGLR2>  
Become a member to receive exclusive content: <https://bit.ly/3NobpHO>  
Sign up to receive Peter's email newsletter: <https://bit.ly/3LasWQX> ...mer

What are the Trainable Components of Endurance Physiology? International Biathlon Union



Stephen Seiler  
22,6k abonnerter

Abonnerer

1,3k