

Modelusikkerhed og samfundsøkonomisk optimering af skybrudssikring

- regner vi rigtigt?

Jørn Torp Pedersen
jtpe@orbicon.dk

Helena Åström
hlaa@orbicon.dk

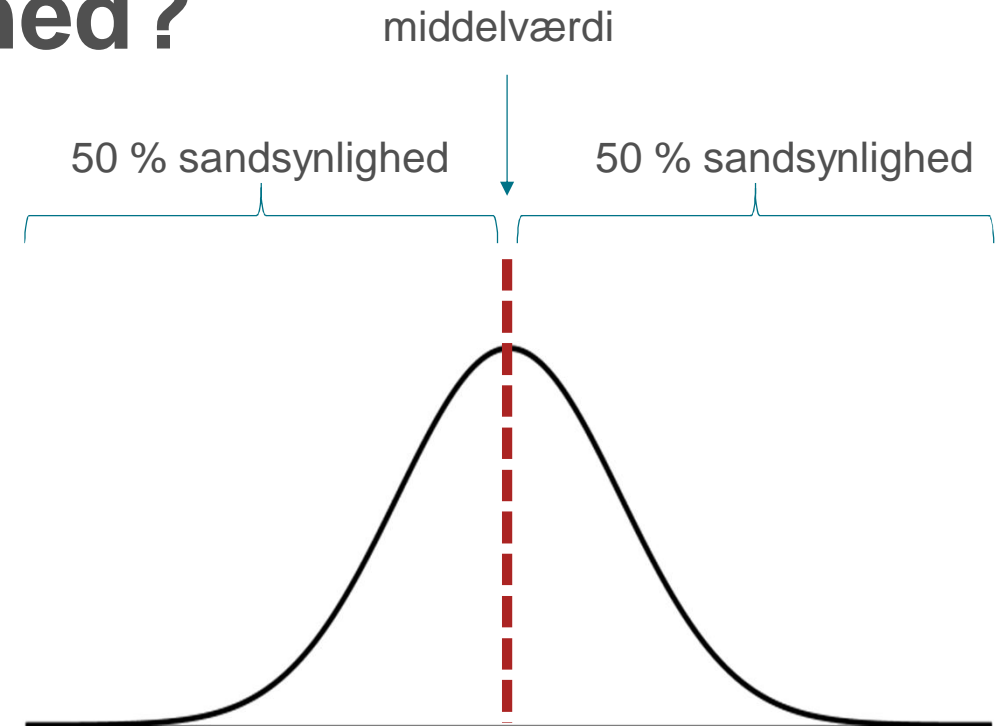
Hvad er modelusikkerhed?

- Forståelse af, at en hydraulisk model ikke nødvendigvis beskriver virkeligheden korrekt
- Usikkerhed opstår pga. (Skrift 27)
 - Afløbskoefficienten
 - Befæstelsesgraden
 - Tilslutningsgraden
 - Regnintensiteten
 - Manningtallet



Hvad er modelusikkerhed?

- Forståelse af, at en hydraulisk model ikke nødvendigvis beskriver virkeligheden korrekt
- Usikkerhed opstår pga. (Skrift 27)
 - Afløbskoefficienten
 - Befæstelsesgraden
 - Tilslutningsgraden
 - Regnintensiteten
 - Manningtallet



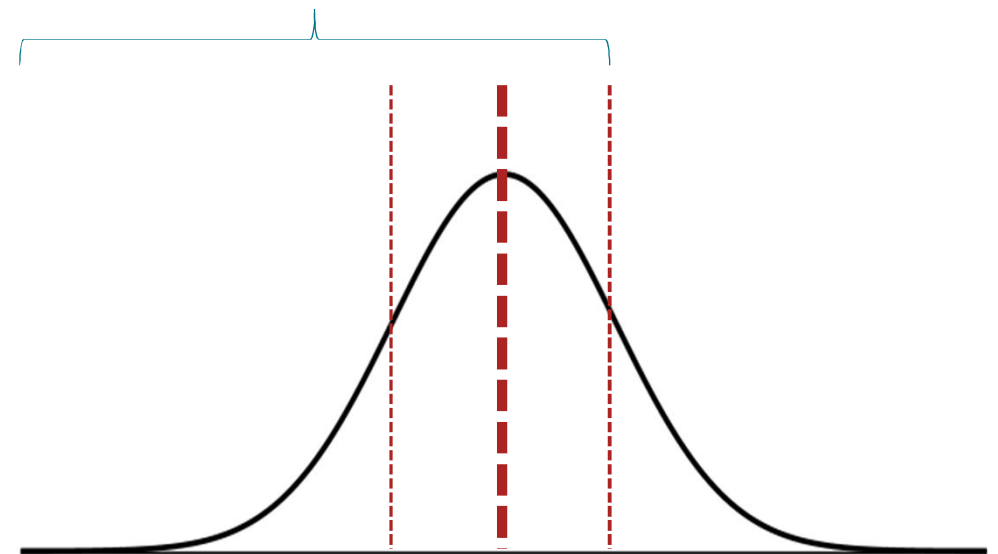
Hvad er en sikkerhedsfaktor?

Sikkerhedsfaktor

En faktor der ganges på vandføringen for at tage højde for usikkerhed. Sikkerhedsfaktoren er en operationel måde at implementere usikkerhed i beregninger.

- Praksis er at der pålægges en sikkerhedsfaktor på **1,2** ved dimensionering af afløbssystem
 - Modsvarende en standardafvigelse
- Pålægges **nedbørsintensiteten**
- **Øger sikkerheden** for, at afløbssystemet bliver tilstrækkeligt stort!

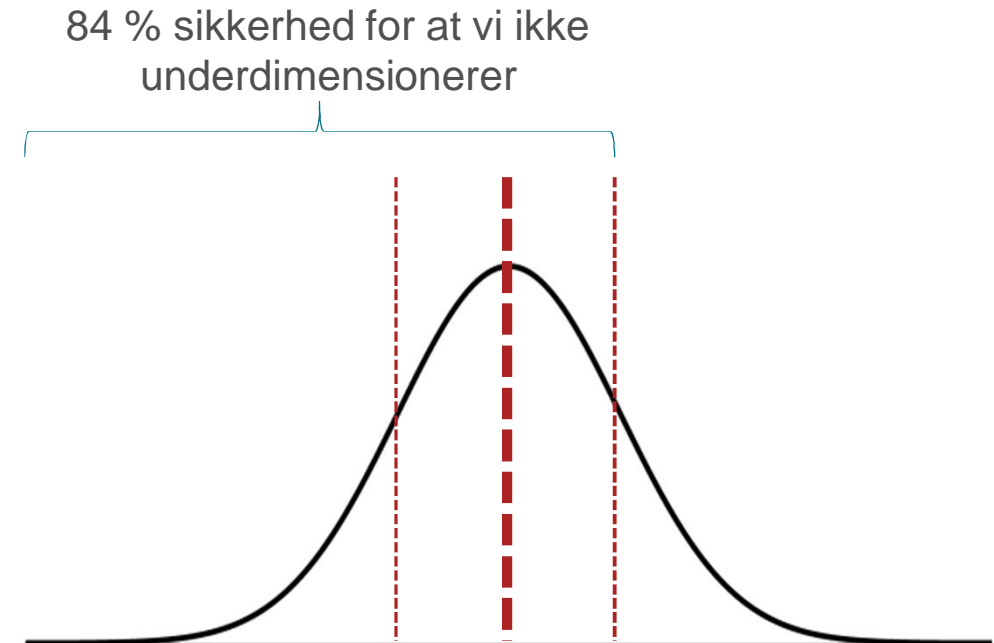
84 % sikkerhed for at vi ikke underdimensionerer



Hvad er en sikkerhedsfaktor?

- **Brug af sikkerhedsfaktor giver mening ved dimensionering af afløbssystemer fordi:**

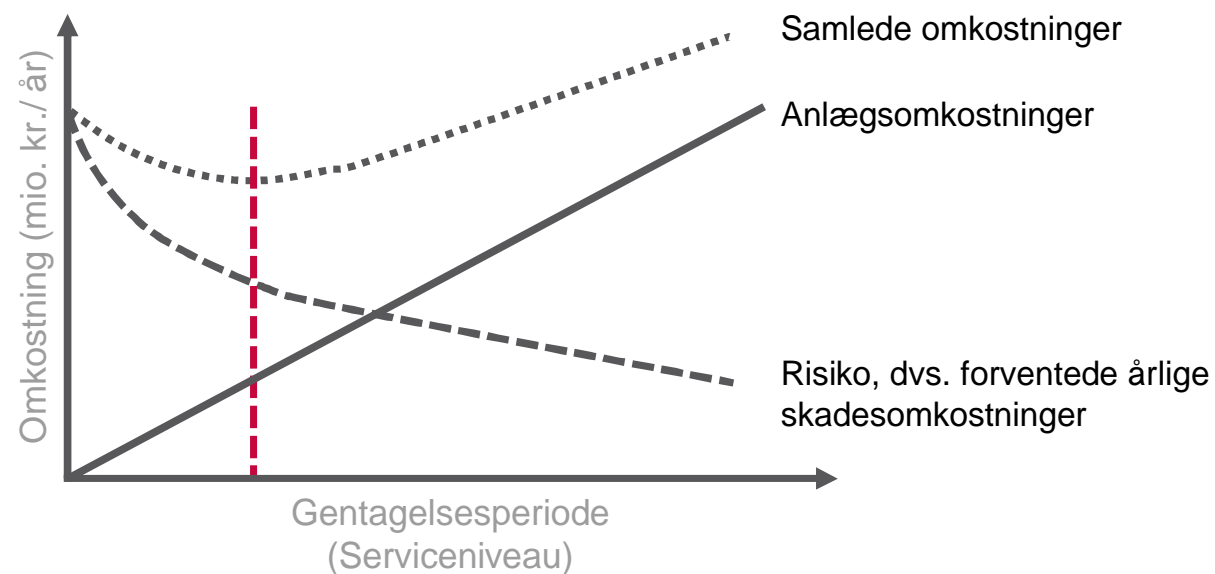
- 1) Minimumskravet SKAL overholdes og dermed er 50 % sikkerhed ikke tilstrækkelig
- 2) Konsekvensen af underdimensionering vurderes at være større end konsekvensen af overdimensionering
- 3) Dette er ikke urimeligt meget dyrere at øge dimensionen på et rør med 20 %
- 4) 1:1 proportionalitet mellem nedbør og vandføring i afløbssystemet



Skybrudssikring og Skrift 31

Skybrudssikring = håndtering af det vand der ikke kan være i afløbssystemet

- Skrift 31 anbefaler **samfundsøkonomisk optimering** af funktionskrav for vand på terræn



Skrift 31 og modelusikkerhed

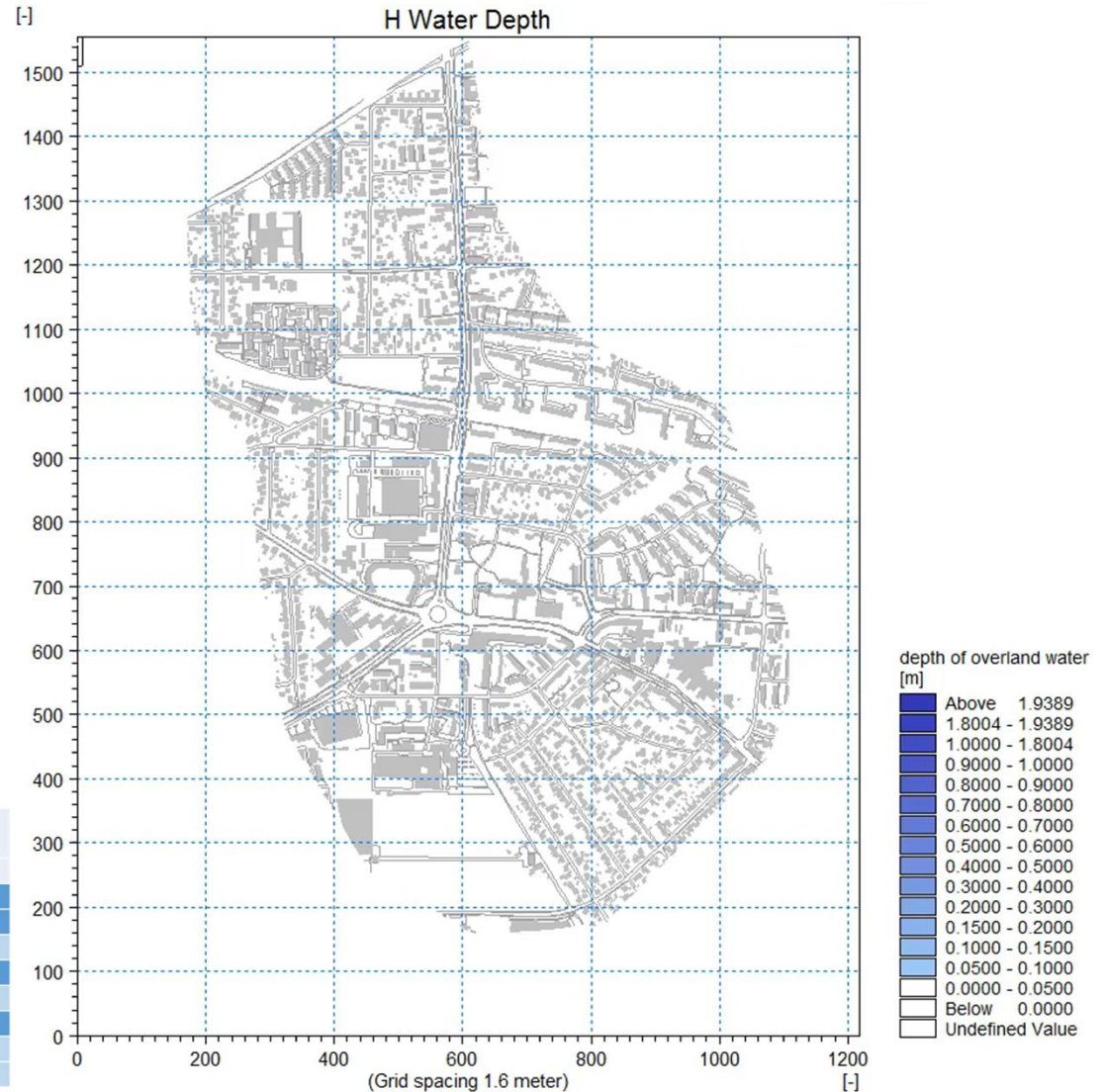
- Beregning af skaderne opgøres **uden brug af sikkerhedsfaktor**
 - Baseret på det bedste bud på, hvordan den faktiske risikoen er
- Siger ikke noget entydigt om, **sikkerhedsfaktorer ved dimensionering af skybrudsikring!**

Forskellig praksis afhængigt af hvem det er som laver analysen!

Modelusikkerhed i Buddinge

- Analyse af, hvordan forskellige sikkerhedsfaktorer påvirker oversvømmelsesvolumenen

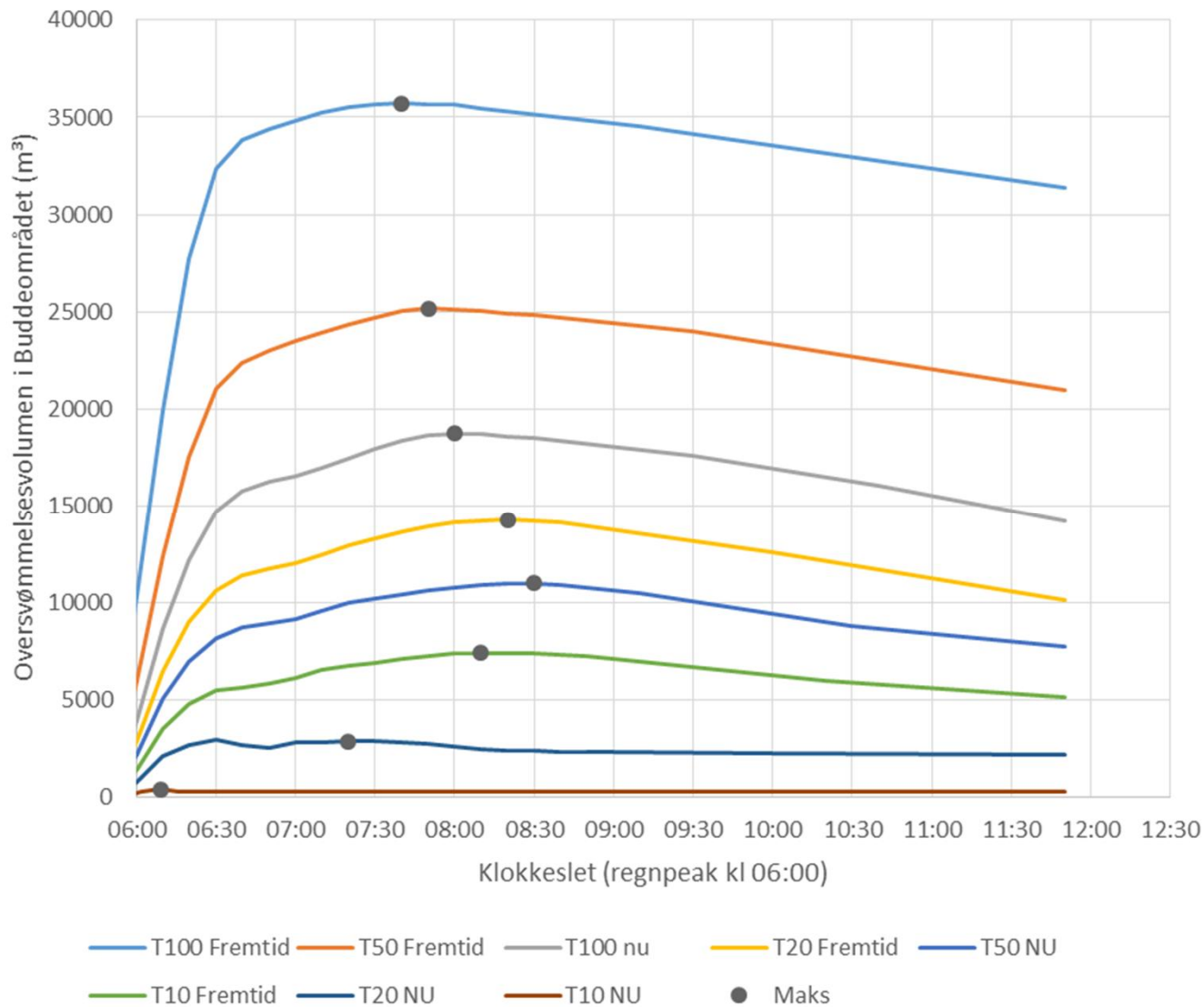
	Klimafaktor	Modelusikkerhed	Sikkerhedsfaktor	mm nedbør (CDS 12h)	Max 1 min int (µm/s)
T10 NU	1	1.1	1.1	54.89	45.79
T20 NU	1	1.1	1.1	63.17	52.52
T10 FR	1.3	1.1	1.43	71.36	59.53
T50 NU	1	1.1	1.1	76.87	62.12
T20 FR	1.32	1.1	1.452	83.38	64.35
T100 NU	1	1.1	1.1	90.63	69.94
T50 FR	1.35	1.1	1.485	103.77	83.86
T100 FR	1.4	1.1	1.54	125.97	97.97



01/01/2014 05:40:00, Time step: 34, Layer: 0

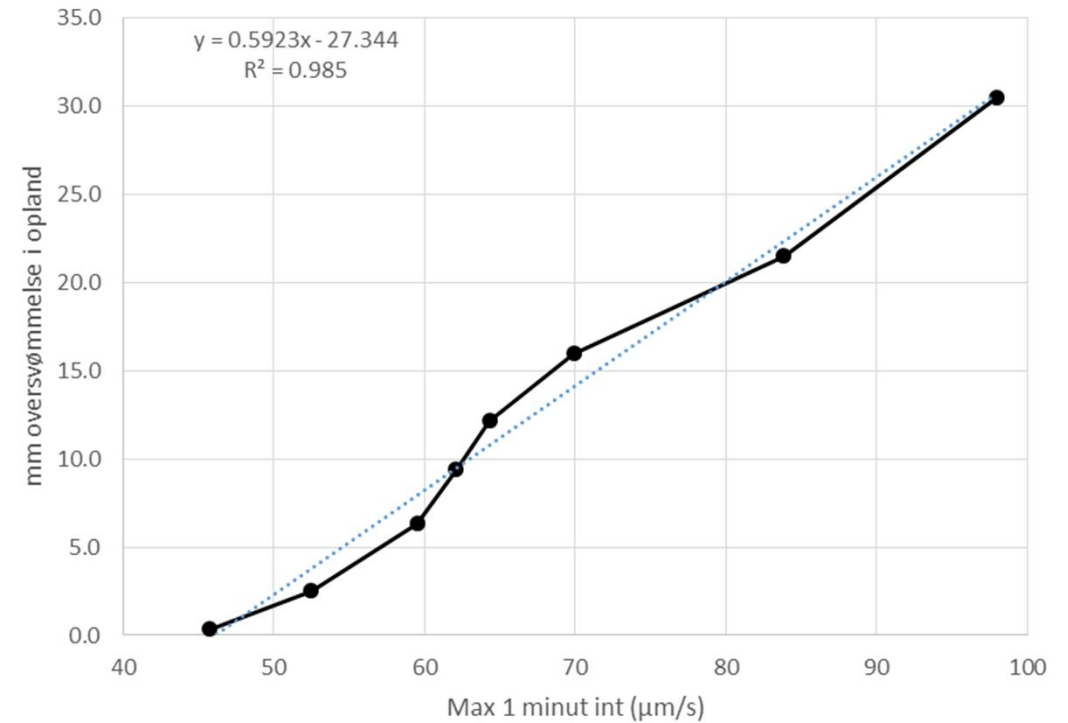
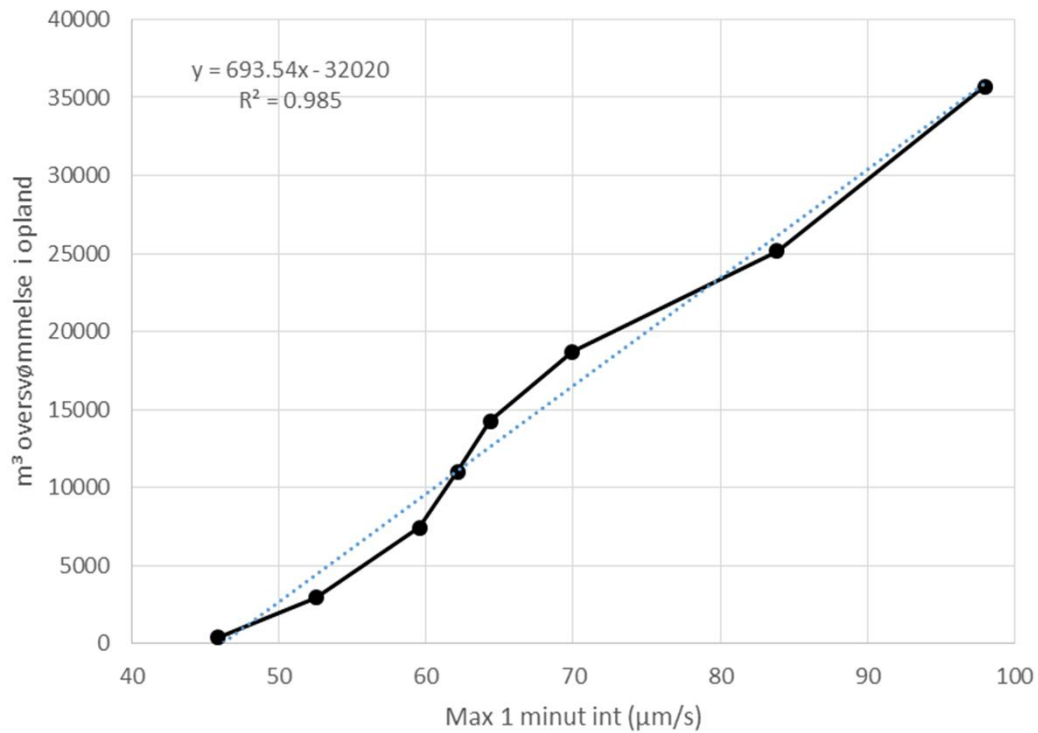


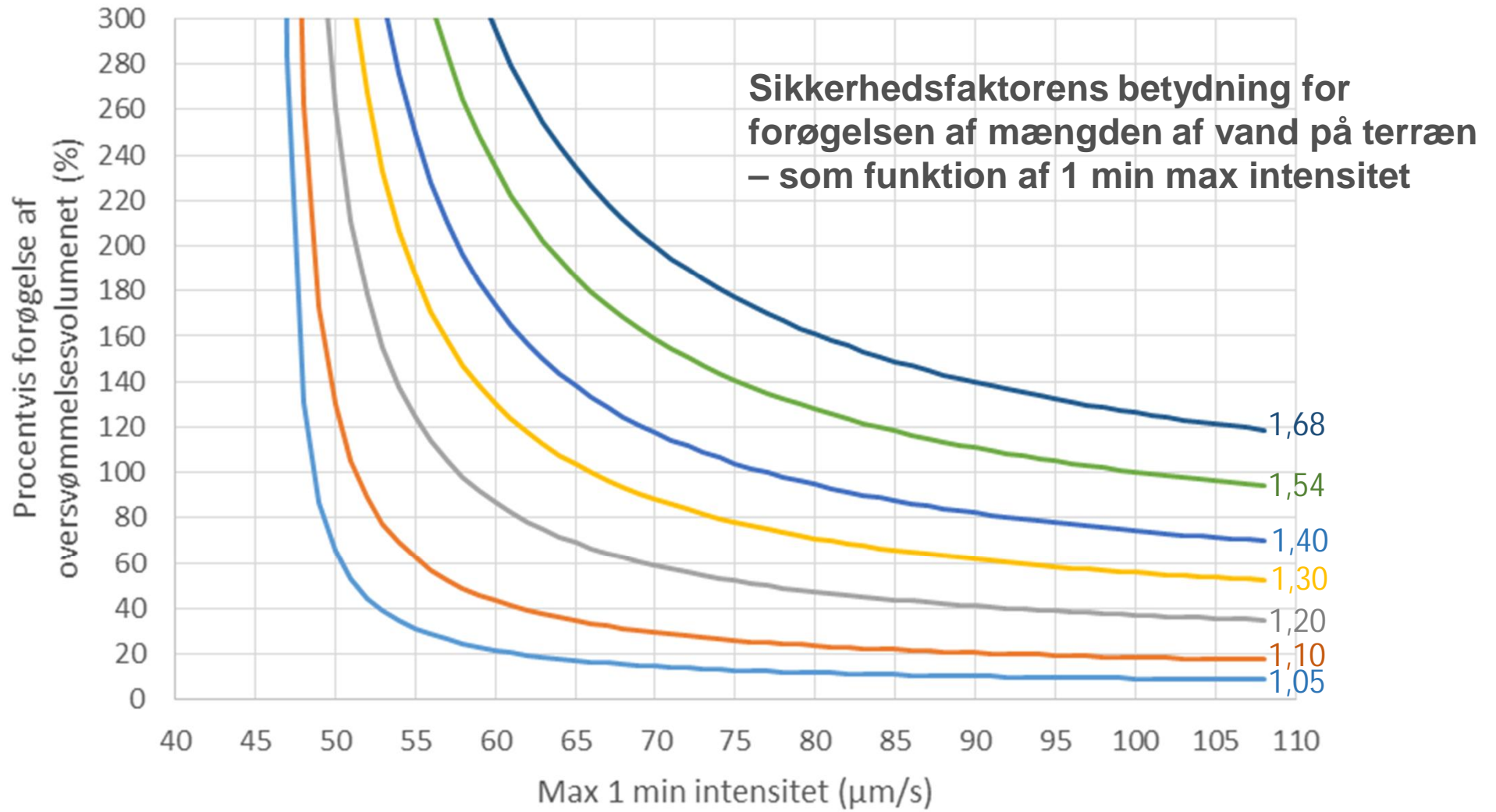
dv

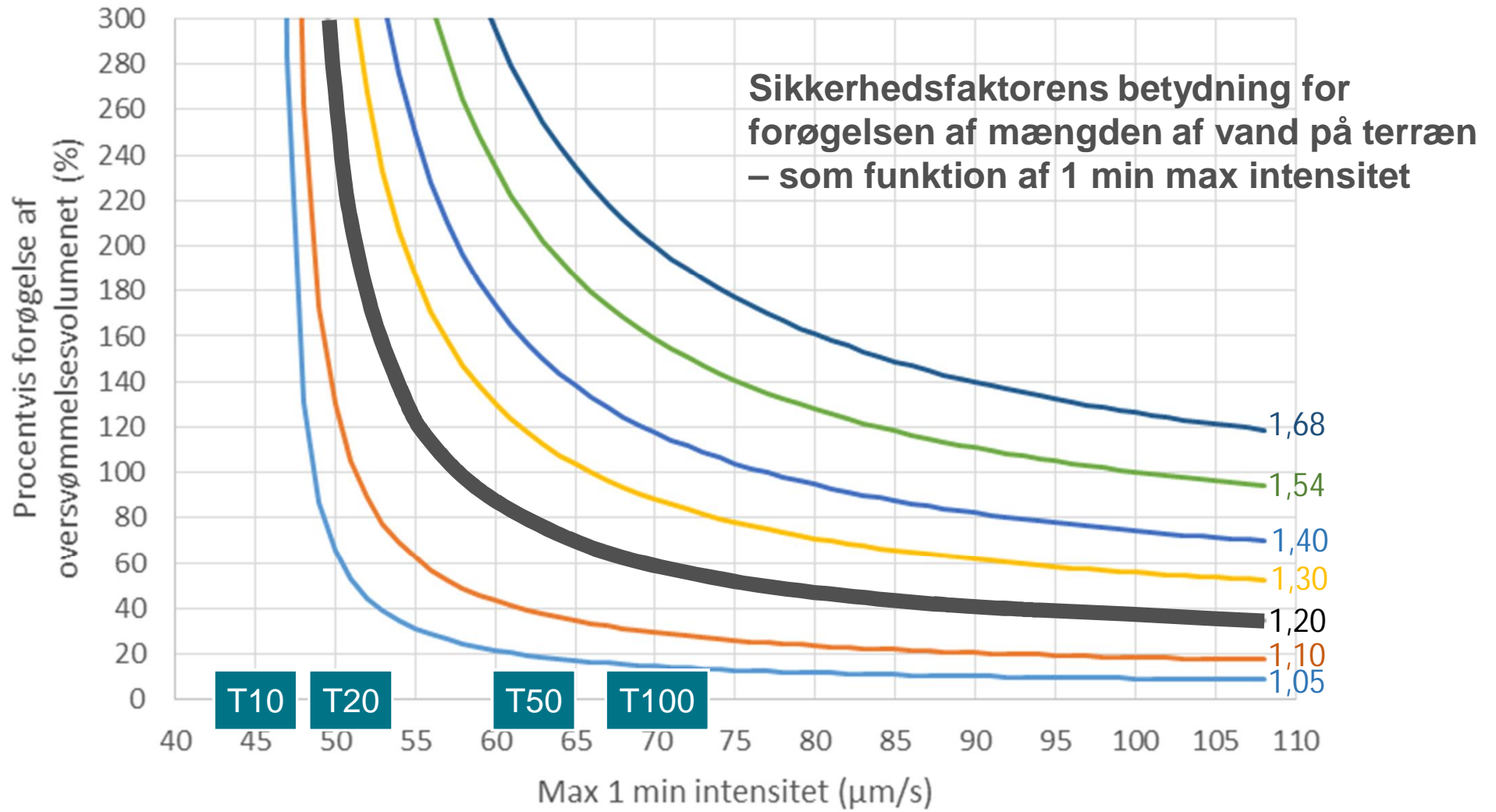


For hver modelkørsel er oversvømmelsesvolumen et (vand på MIKE21 terrænmodellen) i Buddinge oplandet beregnet for hver 10 minutters tidsskridt

Maks Volumen plottet som funktion af Max 1 min intensitet





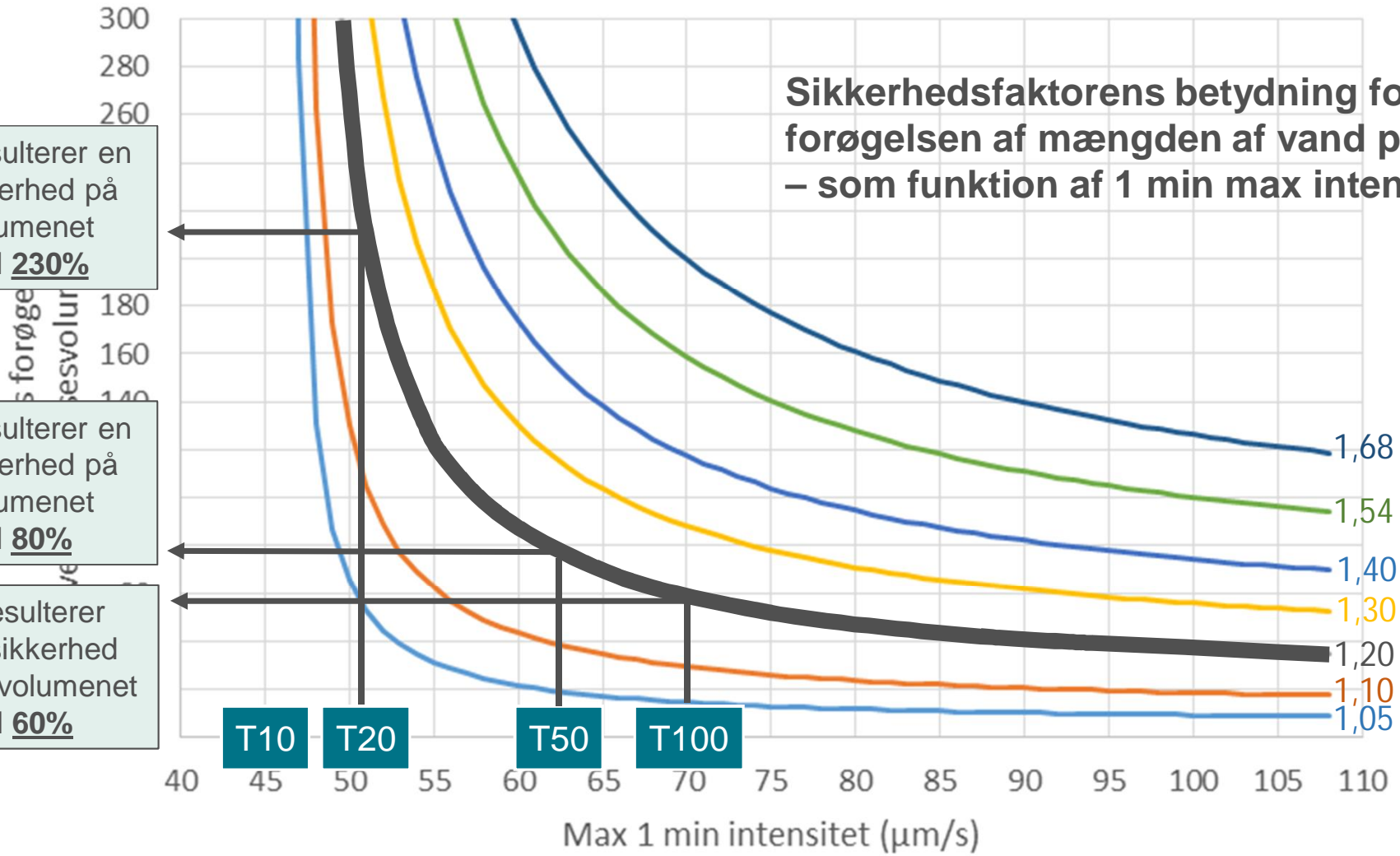


Sikkerhedsfaktorens betydning for forøgelsen af mængden af vand på terræn – som funktion af 1 min max intensitet

For **T20** resulterer en modelusikkerhed på 1,2 i, at volumenet vokser med **230%**

For **T50** resulterer en modelusikkerhed på 1,2 i, at volumenet vokser med **80%**

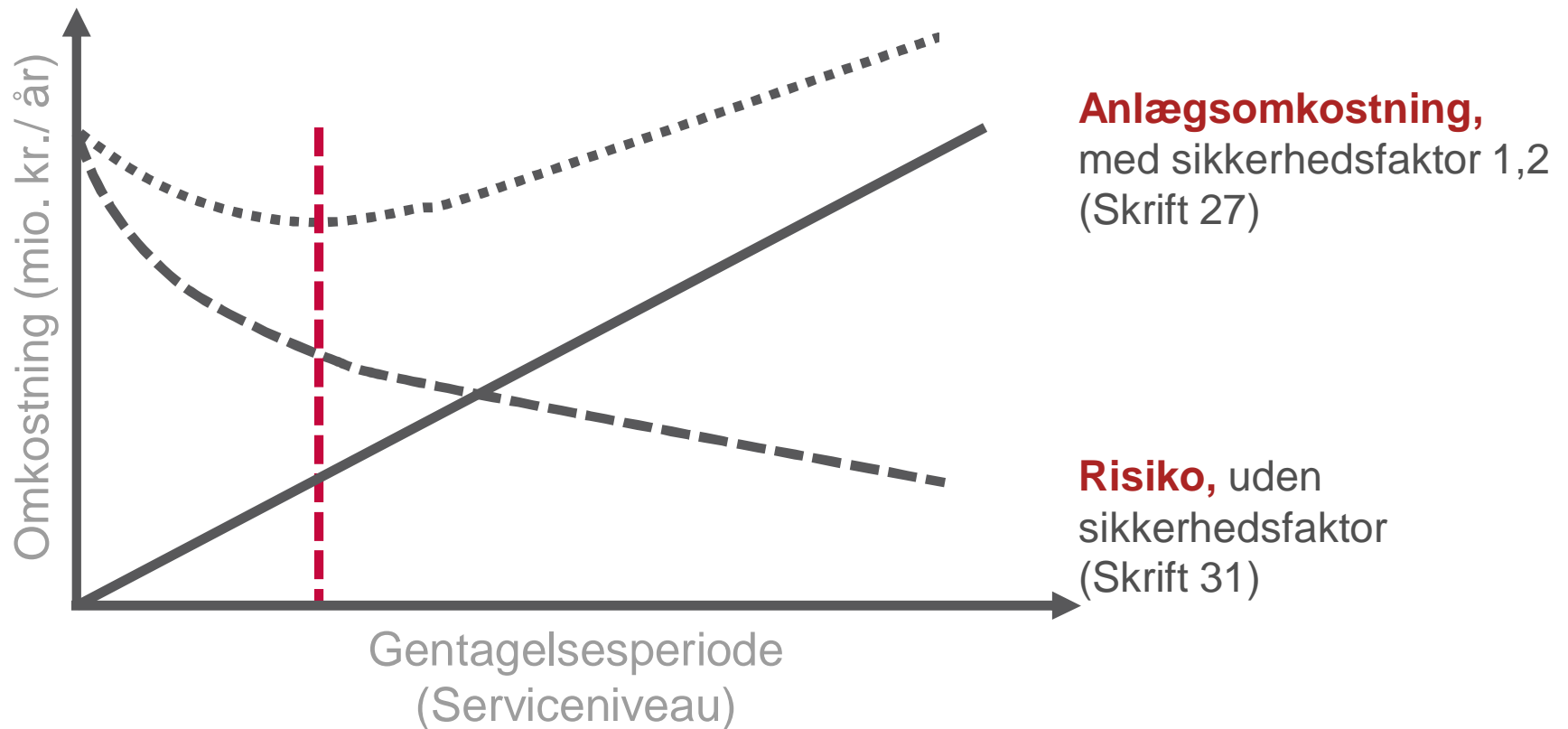
For **T100** resulterer en modelusikkerhed på 1,2 i, at volumenet vokser med **60%**



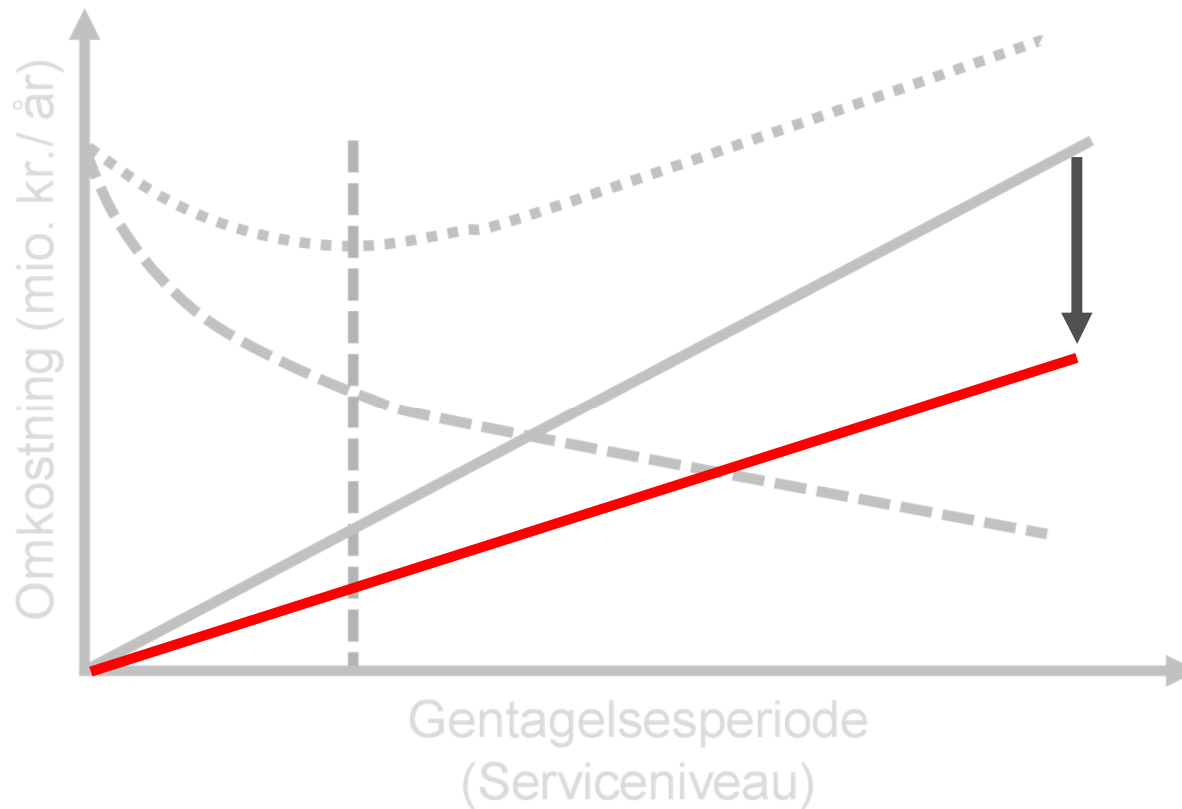
Ved dimensionering af skybrudssikring kan man ikke anvende en sikkerhedsfaktor på samme måde som ved dimensionering af afløbssystem



Hvad betyder anvendelse af sikkerhedsfaktor i samfundsøkonomisk optimering?



Hvad betyder anvendelse af sikkerhedsfaktor i samfundsøkonomisk optimering?

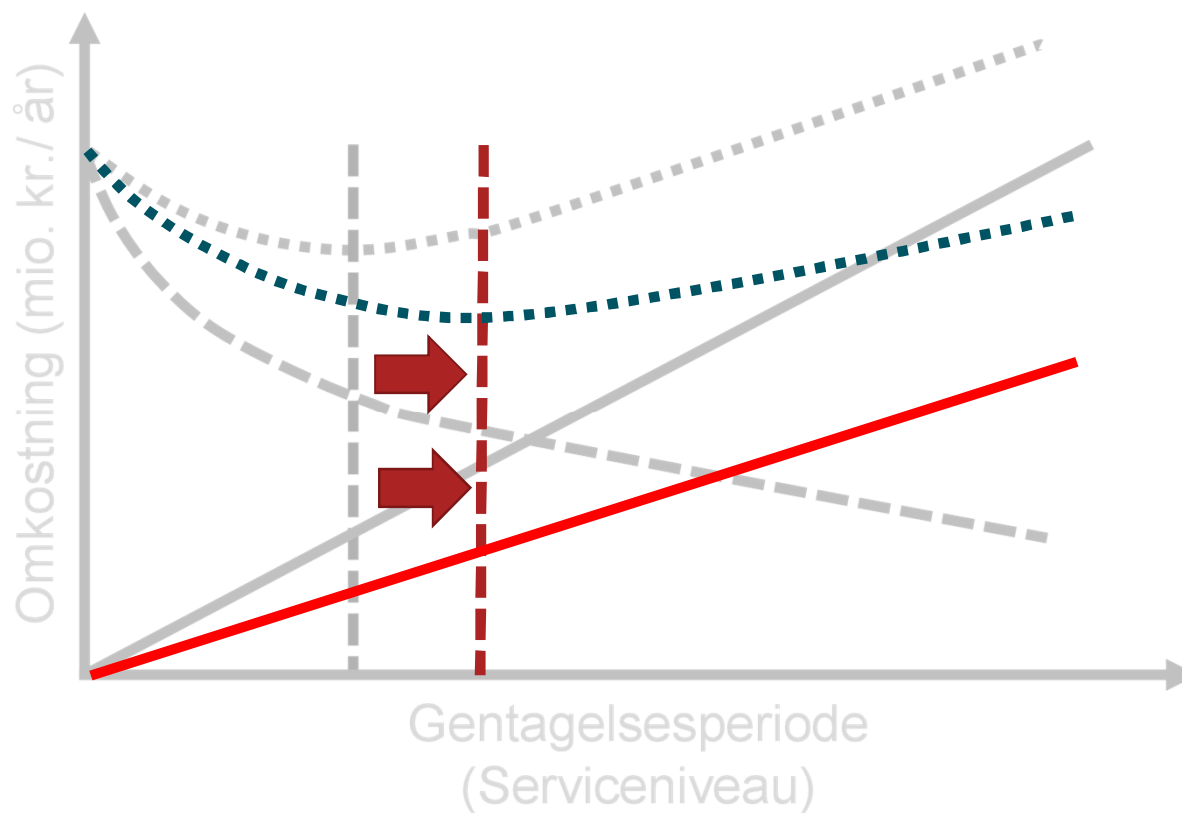


Anlægsomkostning,
med sikkerhedsfaktor 1,2
(Skrift 27)

Anlægsomkostning,
uden sikkerhedsfaktor

Risiko, uden
sikkerhedsfaktor

Hvad betyder anvendelse af modelusikkerhed i samfundsøkonomisk optimering?

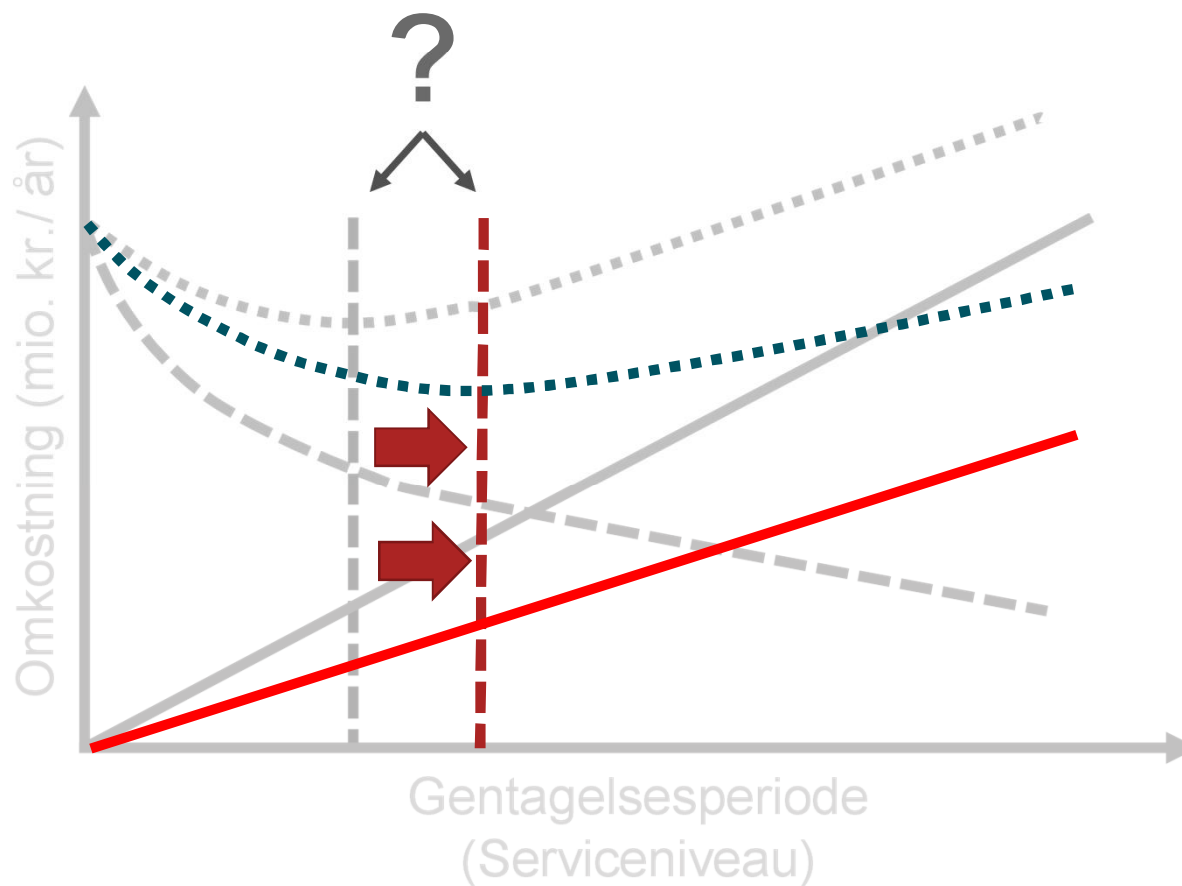


Anlægsomkostning, med sikkerhedsfaktor 1,2 (Skrift 27)

Anlægsomkostning, uden sikkerhedsfaktor

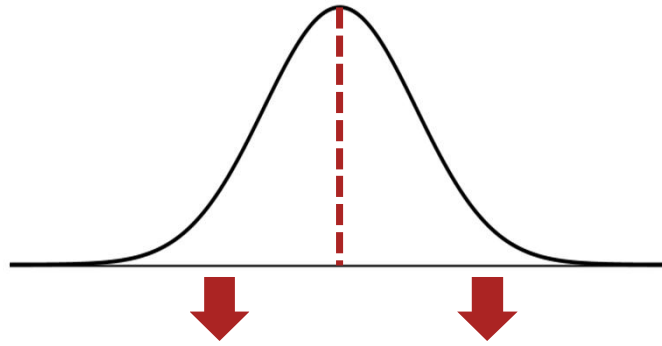
Risiko, uden sikkerhedsfaktor

Hvad er det rigtige optimum?



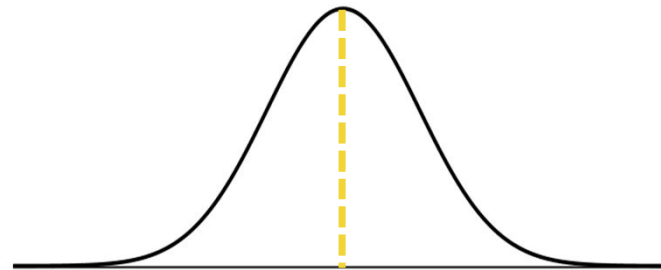
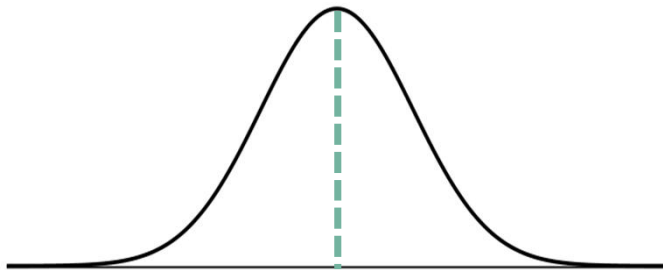
Modelusikkerhed og optimering

Modelusikkerhed



Anlægsomkostninger

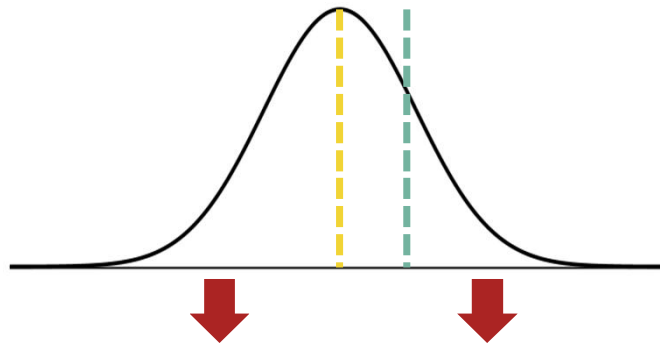
Oversvømmelsesrisiko



Direkte positiv korrelation
mellem Modelusikkerhed,
samt anlægsomkostninger
og oversvømmelsesrisiko

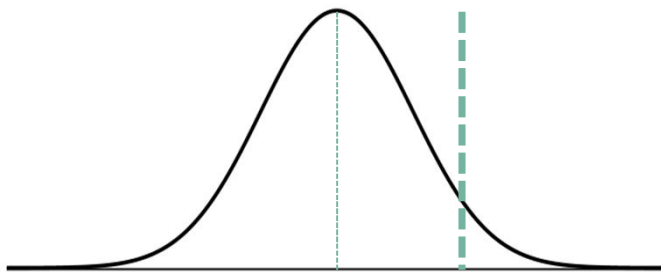
Modelusikkerhed og optimering

Modelusikkerhed

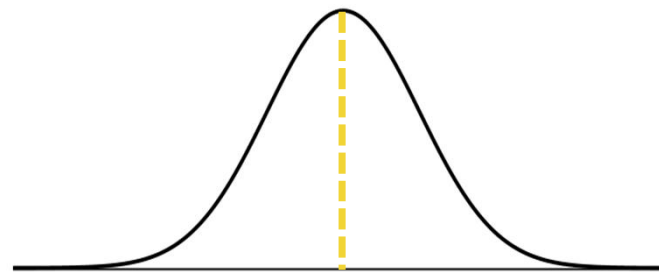


Anlægsomkostninger

Oversvømmelsesrisiko



Skrift 27

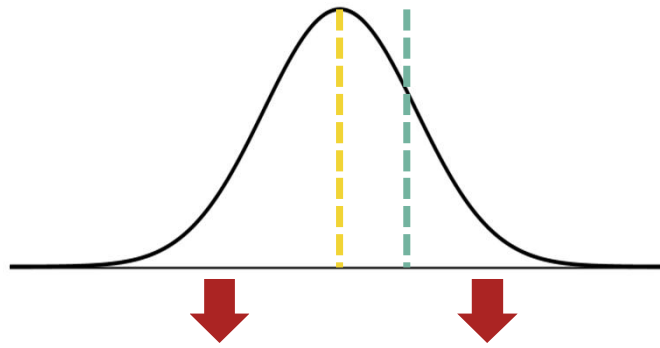


Skrift 31

Modelusikkerhed pålægges anlægsomkostninger men ikke oversvømmelsesrisiko...

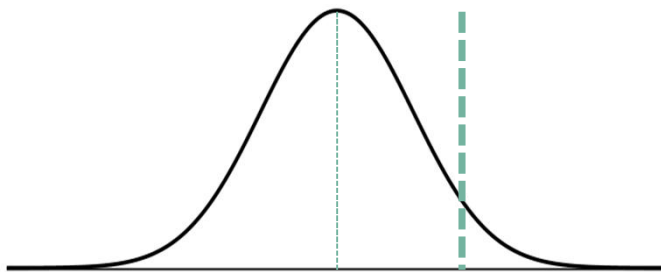
Modelusikkerhed og optimering

Modelusikkerhed



Anlægsomkostninger

Oversvømmelsesrisiko



Skrift 27



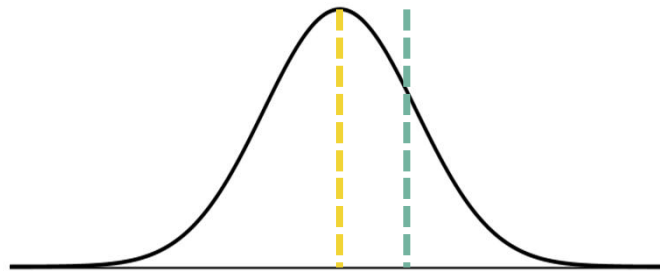
Skrift 31

Modelusikkerhed pålægges anlægsomkostninger men ikke oversvømmelsesrisiko...

MATEMATISK UMULIGHED!

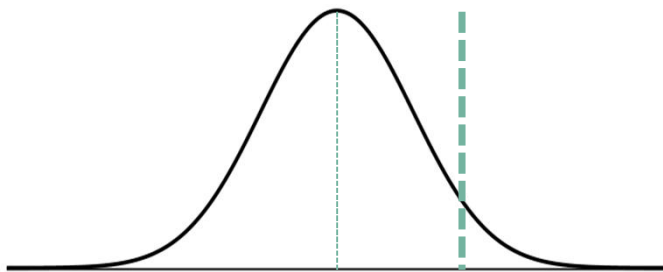
Modelusikkerhed og optimering

Modelusikkerhed



Anlægsomkostninger

Oversvømmelsesrisiko

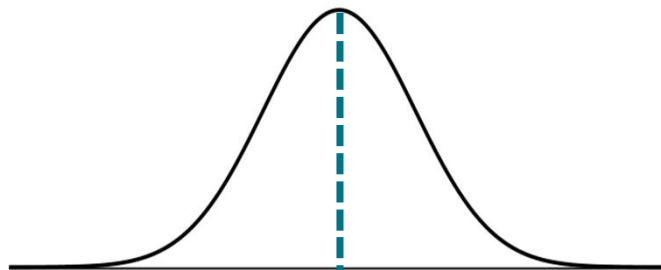


Skrift 27



Skrift 31

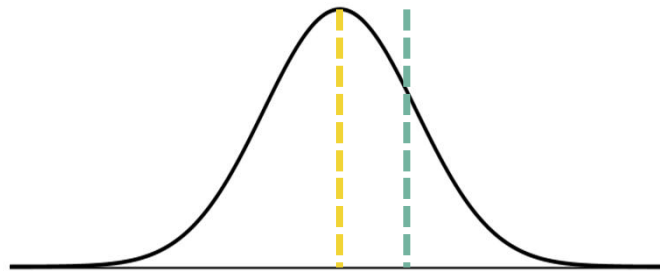
Optimalt serviceniveau



Modelusikkerhed pålægges anlægsomkostninger men ikke oversvømmelsesrisiko...

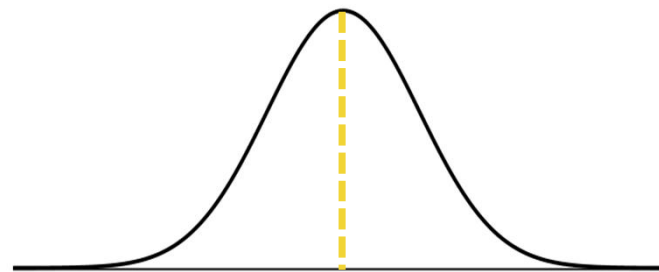
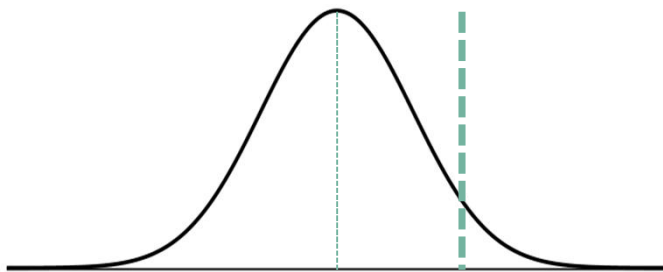
Modelusikkerhed og optimering

Modelusikkerhed



Anlægsomkostninger

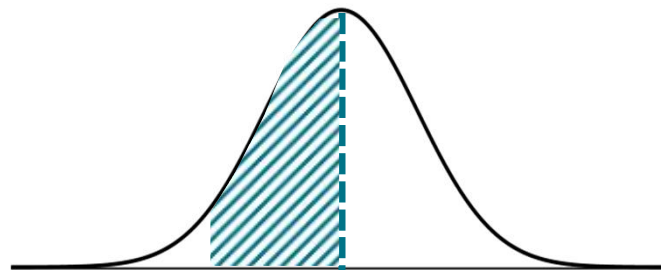
Oversvømmelsesrisiko



Skrift 27

Skrift 31

Optimalt serviceniveau

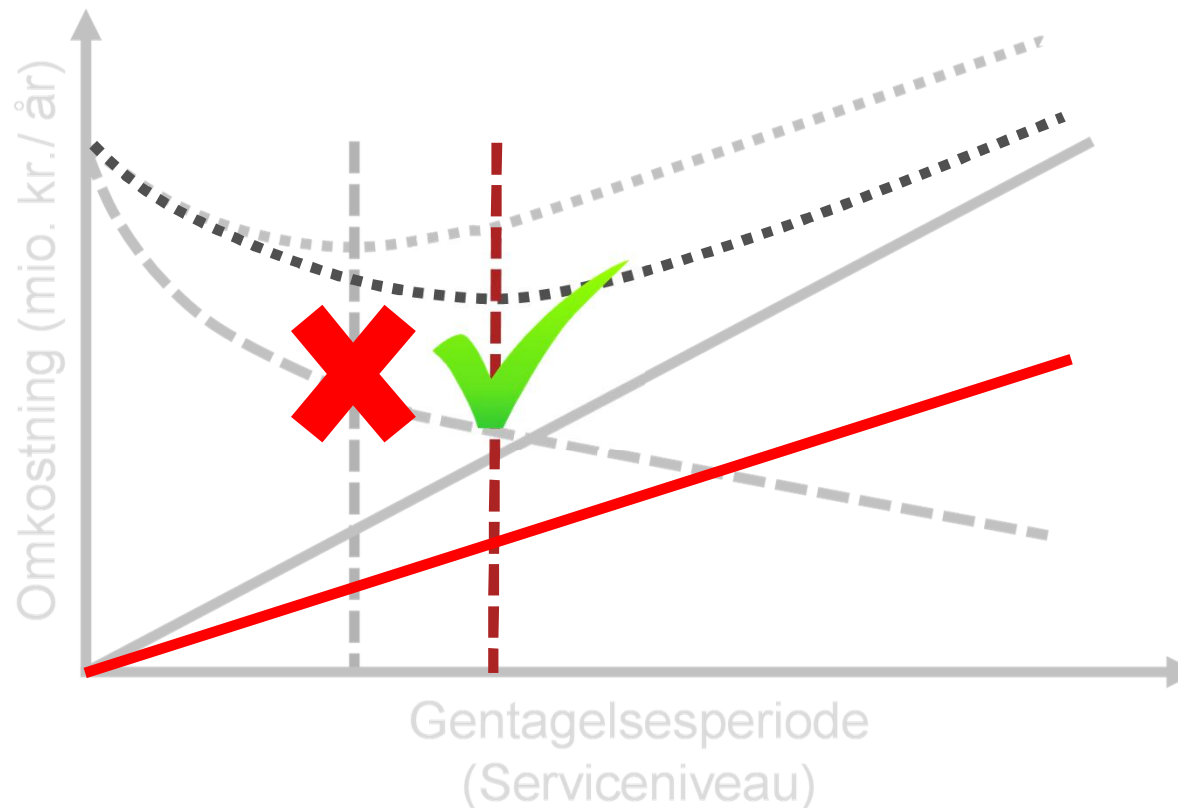


Modelusikkerhed pålægges anlægsomkostninger men ikke oversvømmelsesrisiko...

Vi sikrer at vi underestimerer!

Hvad er det rigtige optimum?

OVERsikring i en såkaldt "optimering" resulterer altid i en UNDERinvestering



Konklusion

1. Hvis man efterstræber et samfundsøkonomisk optimalt serviceniveau skal man IKKE bruge modelusikkerhed
 - Modelusikkerhed resulterer i underinvestering
2. Hvis man vil øge sikkerheden for en skybrudsløsning ved at anvende en sikkerhedsfaktor kan den ikke lægges på nedbørsintensiteten
 - Sikkerhedsfaktoren skal lægges på vandføringen eller oversvømmelsesvolumen

tak