

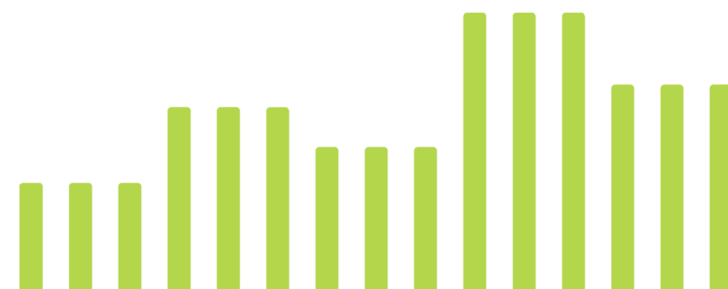


USIKKERHEDSANALYSE

”Beregninger er en tilnærmet efterligning af virkeligheden. Uanset hvor avancerede beregningsmetoder der anvendes, er de tilsvarende processer i den virkelige verden langt mere komplekse. Det er derfor væsentligt at forholde sig til usikkerhed.”



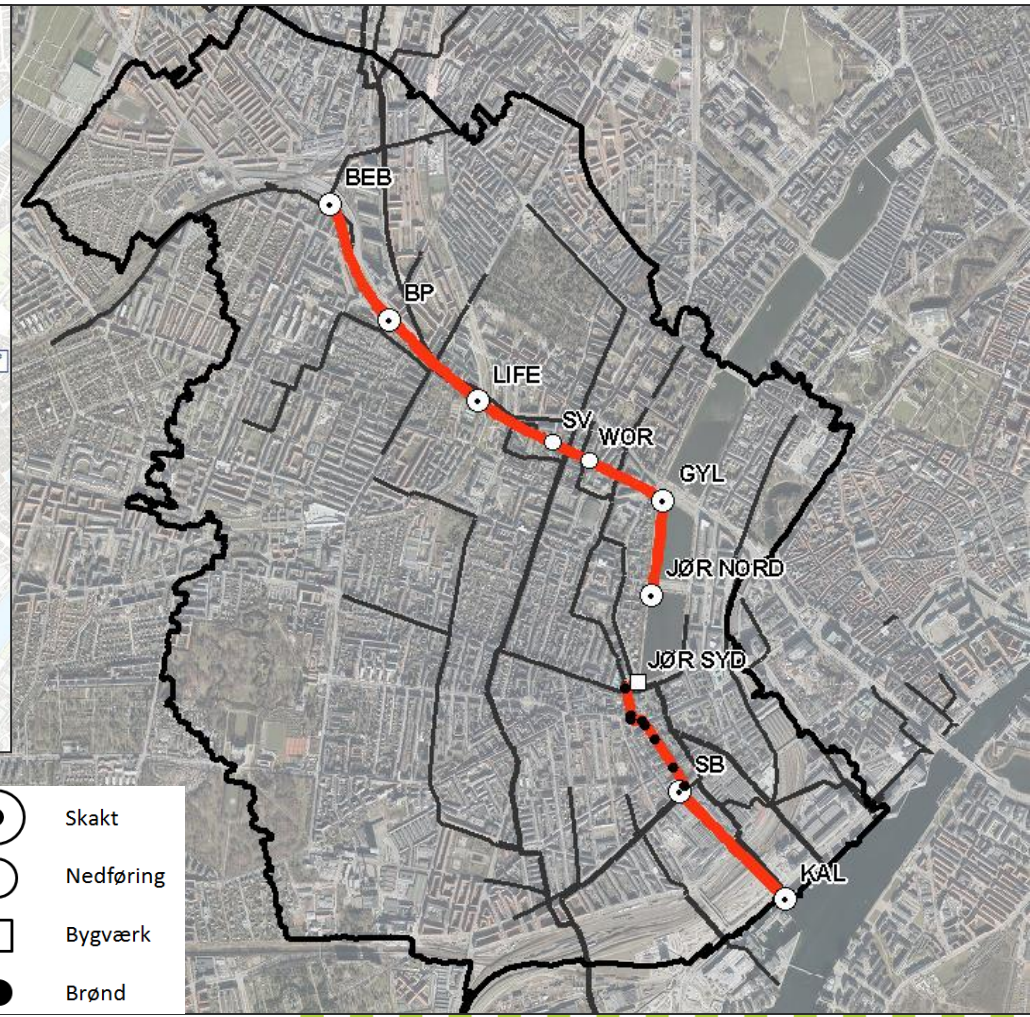
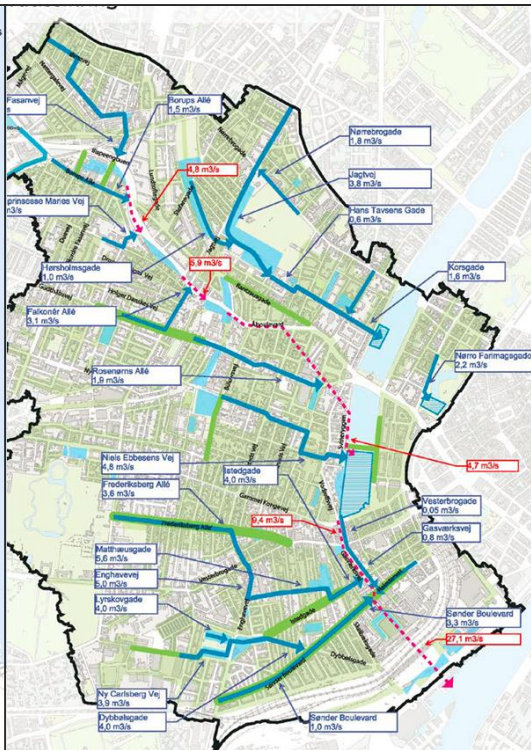
Birgit Krogh Paludan



HVOR ER VI..?



LYNETTEFELLESSKABETS
OPLAND
2011
HOVEDKLOKSYSTEM
STRUKTUR



- Skakt
- Nedføring
- Bygværk
- Brønd

HVAD SIGER SVK SKRIFT 27..?

Skrift 27 anbefalinger om beregninger

Udvis stor omhu med opbygning af beregningssystemet. Benyt det bedst mulige udgangspunkt og de bedst mulige data i det aktuelle tilfælde. Foretag kvalitetssikring af data på alle niveauer.

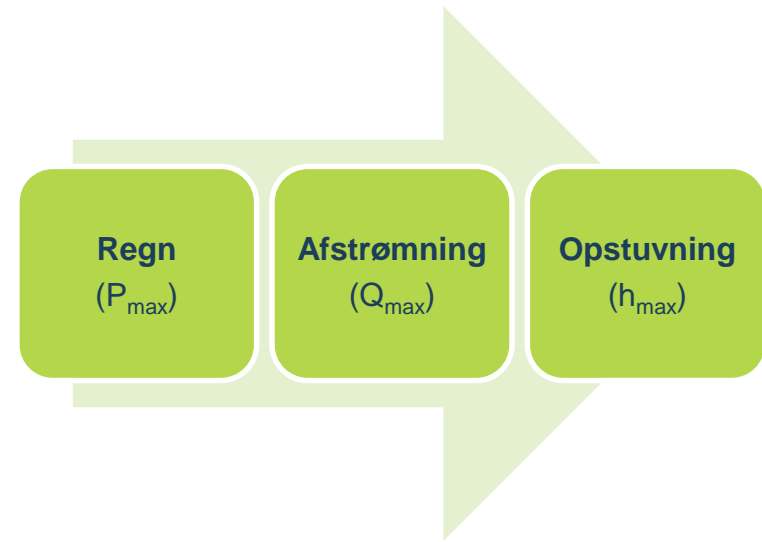
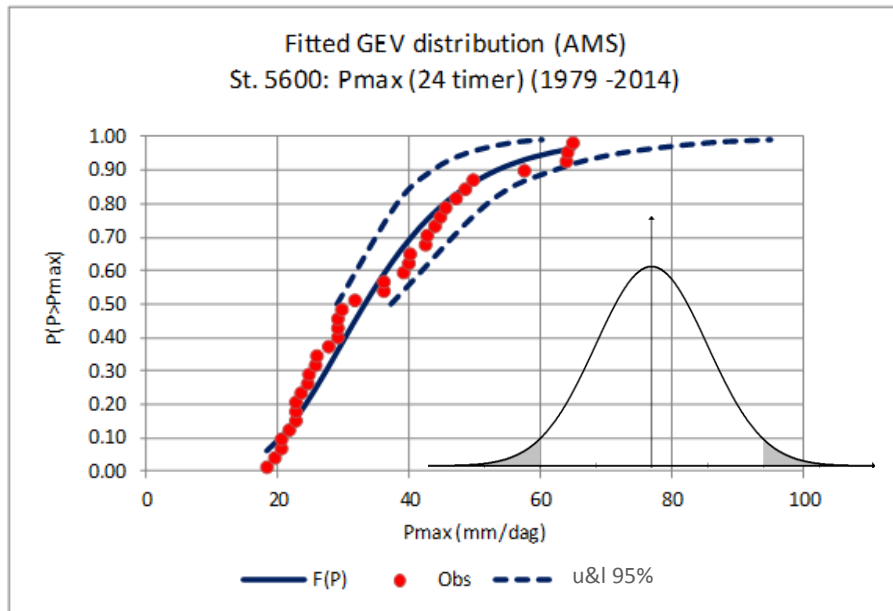
Opsøg forbindelsen til virkeligheden. Opsøg og tilpas om muligt til måledata. Gør hvad der er muligt for at få den opstillede model til at passe med virkeligheden.

Vurdér beregningsusikkerheden og fastsæt sikkerhedstillæg.

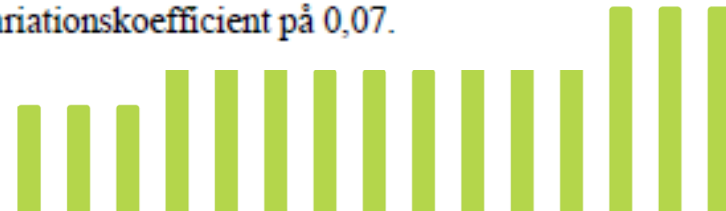
Indfør sikkerhedstillæg på kritiske parametre i beregningssystemet og udfør de endelige beregninger. Resultaterne kan herefter angives sammen med et benyttet sikkerhedsniveau.



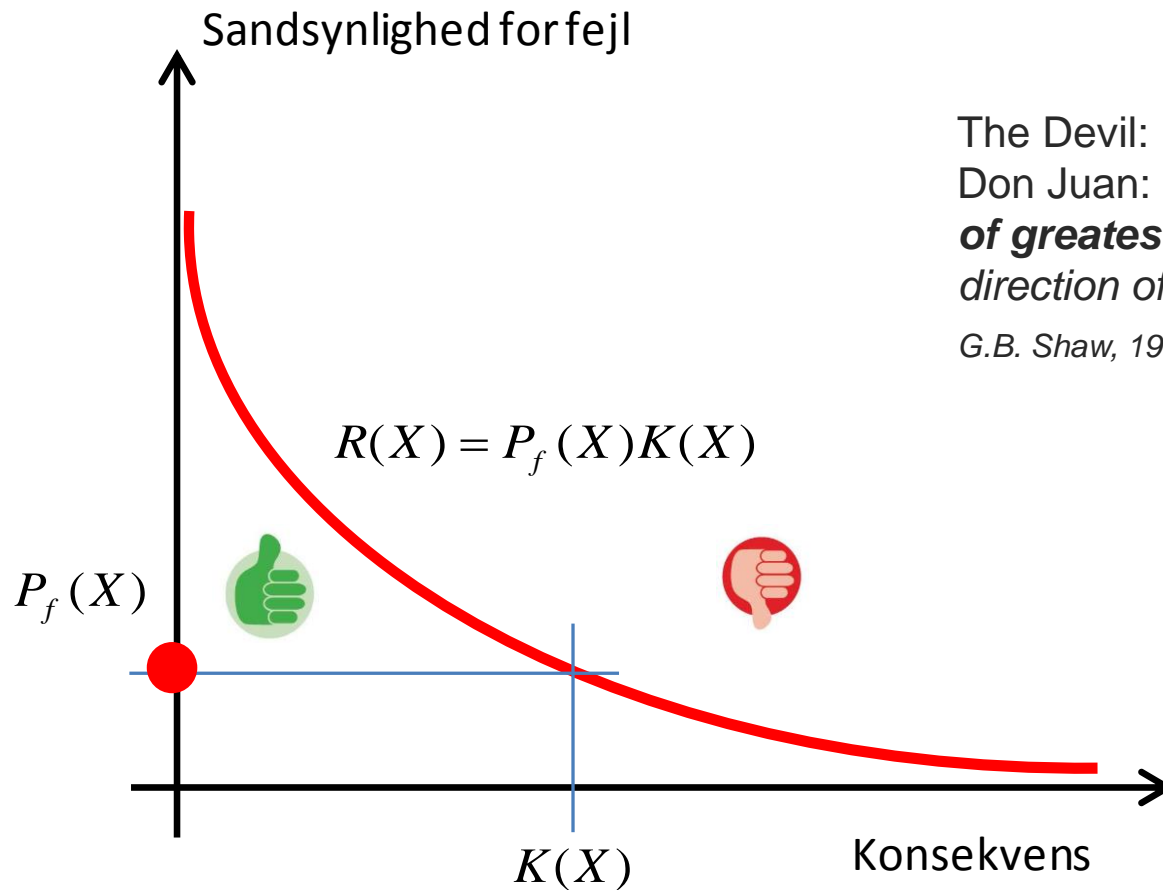
HVORFOR ER DET NØDVENDIGT..?



Statistisk usikkerhed på Manningtallet er belyst i en rapport om driftsruheder, som er gennemført på foranledning af rørbranchen (PH-Consult, 2002). Litteraturen tyder på, at driftsruheder for vellagte rør varierer i intervallet 1,0-1,5 mm, hvilket svarer til Manningtal i intervallet 75-80 $m^{1/3}/s$. 80 $m^{1/3}/s$ er nok den øvre grænse for Manningtal, mens der er grund til at forvente, at Manningtal kan være en del lavere for dårligt vedligeholdte ledningssystemer. For at tage højde for alle mulige driftstilstande er der valgt et interval fra 60 til 80 $m^{1/3}/s$ i de videre beregninger, svarende til en middelværdi på 70 $m^{1/3}/s$ og en spredning på 5 $m^{1/3}/s$ og en variationskoefficient på 0,07.

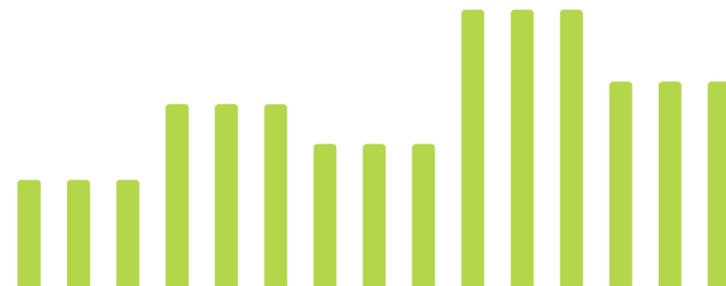


RISIKO = SANDSYNLIGHED*KONSEKVENNS

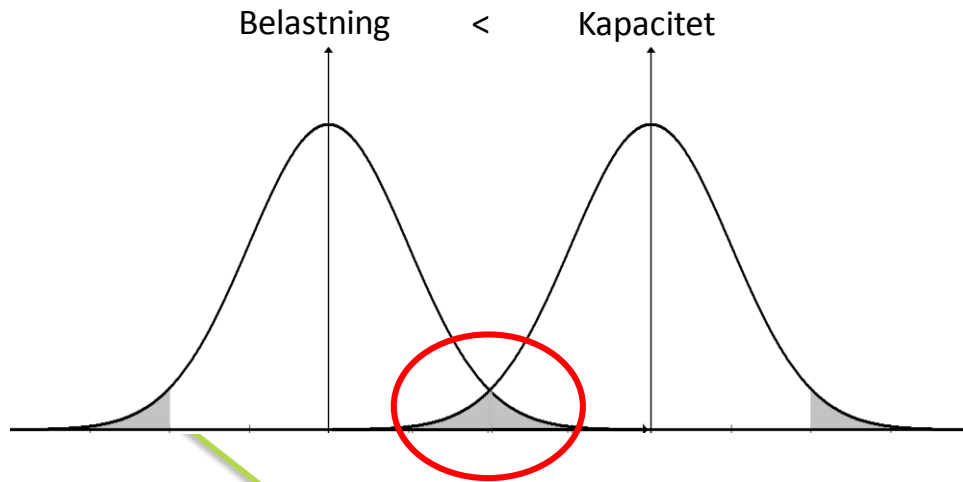


The Devil: *What is the use of knowing?*
Don Juan: *Why, to be able to **choose the line of greatest advantage** instead of yielding in the direction of least resistance!*

G.B. Shaw, 1903: Man and Superman



SIKKERHEDSMARGIN (SM)



Sandsynlighed for fejl

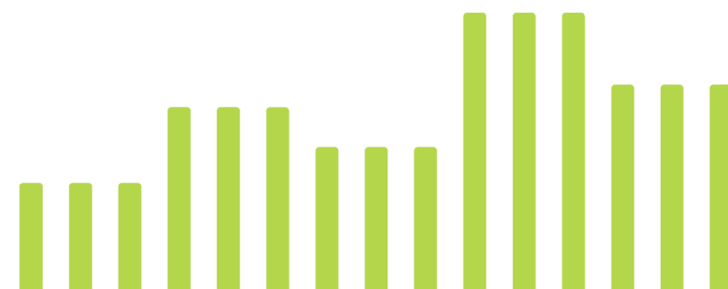
$$P_f = P(SM < 0) = P(m_{SM} + u \cdot s_{SM} < 0)$$

Usikkerhedssanalyse

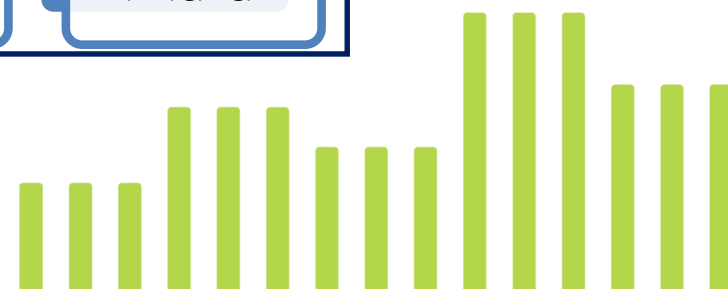
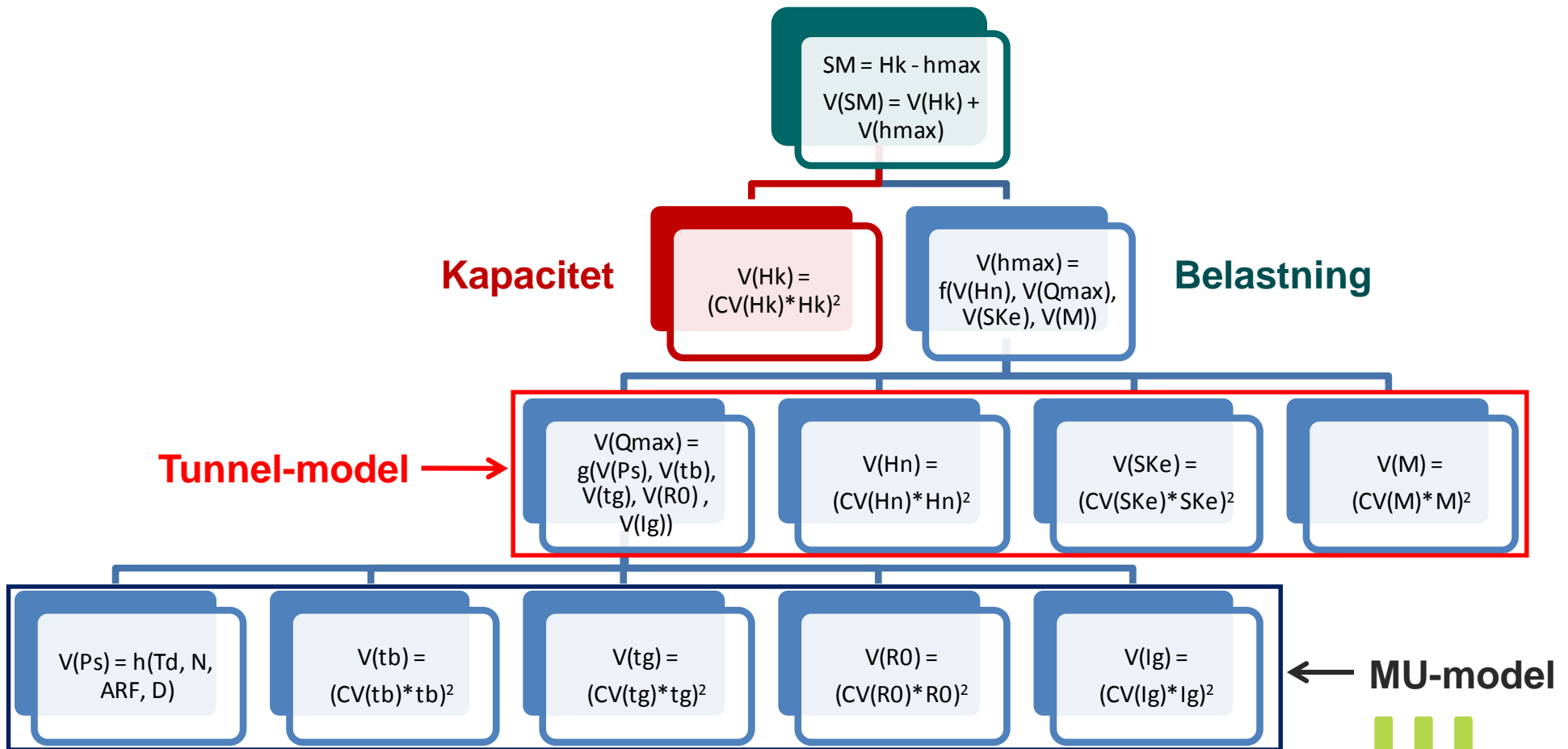
$$s_{SM} = \sqrt{s_K^2 + s_B^2}$$



Example of failure in transporting construction materials due to falsely estimated load and/or falsely estimated weight of donkey!



VARIANSTRÆ (FEJLOPHOBNINGSLOVEN)



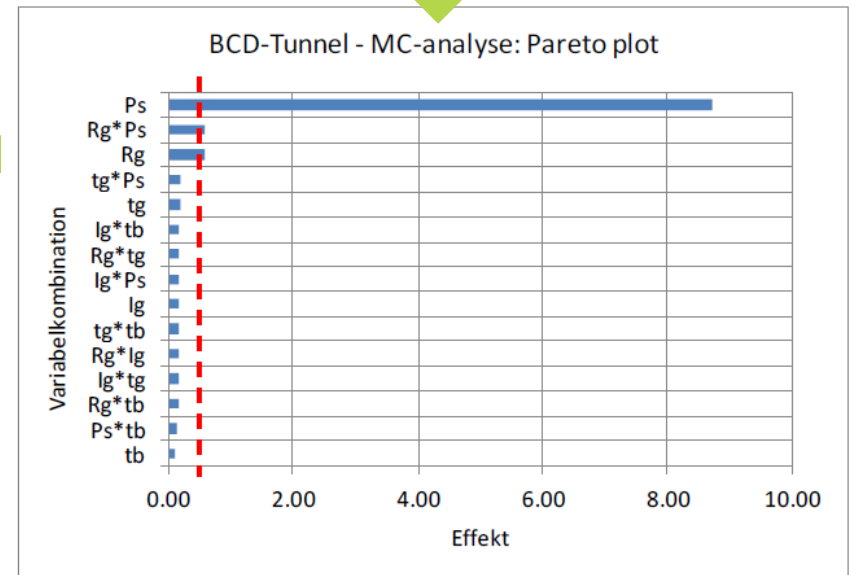
FØLSOMHEDSFAKTORERNE (FAKTORFORSØG)

N	u1	u2	u3	u4	u5
1	-	-	-	-	+
2	+	-	-	-	-
3	-	+	-	-	-
4	+	+	-	-	+
5	-	-	+	-	-
6	+	-	+	-	+
7	-	+	+	-	+
8	+	+	+	-	-
9	-	-	-	+	-
10	+	-	-	+	+
11	-	+	-	+	+
12	+	+	-	+	-
13	-	-	+	+	+
14	+	-	+	+	-
15	-	+	+	+	-
16	+	+	+	+	+



1. Resultater retur fra MU		MU-input - Qmax		n=5 med 1/2 fraction		N=	16
Kørsel	m	l/s/ha	min	mm	min	m3/s	
N	Rg	lg	tg	Ps	tb	Qmax	
1	0.040	8	28	48	15	7.01	
2	0.060	8	28	48	5	7.02	
3	0.040	12	28	48	5	7.02	
4	0.060	12	28	48	15	7.01	
5	0.040	8	52	48	5	7.02	
6	0.060	8	52	48	15	7.01	
7	0.040	12	52	48	15	7.01	
8	0.060	12	52	48	5	7.02	
9	0.040	8	28	77	5	16.7	
10	0.060	8	28	77	15	15.1	
11	0.040	12	28	77	15	16.6	
12	0.060	12	28	77	5	15.2	
13	0.040	8	52	77	15	16.6	
14	0.060	8	52	77	5	15.2	
15	0.040	12	52	77	5	15.4	
16	0.060	12	52	77	15	15.1	
Mean	0.050	10	40	62	10.0	10.7	

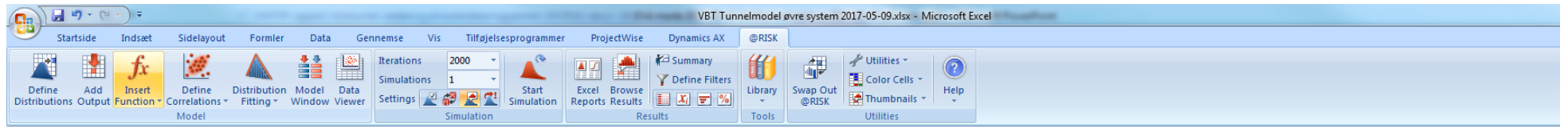
Figur 7-3: Resultatet af MC-simuleringerne med μ modellen (BISP+KVL+SØ – DS1)



2. Følsomhedsfaktorer					
Variabel	Symbol	Middel	Enhed	Effekt	fx(MC)
Initialtab	Rg	0.05	m	-0.59	-29.5
Nedsivningsrate	lg	10	l/s/ha	-0.17	-0.042
Koncentrationstid, grønne områder	tg	40	min	-0.18	-0.0076
Areal middelregn	P	60	mm	8.72	0.308
Koncentrationstid, befæstede arealer	tb	10	min	0.11	0.011

Resultatet						
Dimensivgivende Q med CV	Qmax	E(x)	S(x)	V(x)	CV	m3/s
		10.7	1.78	3.15	17%	

DIMENSIONERING

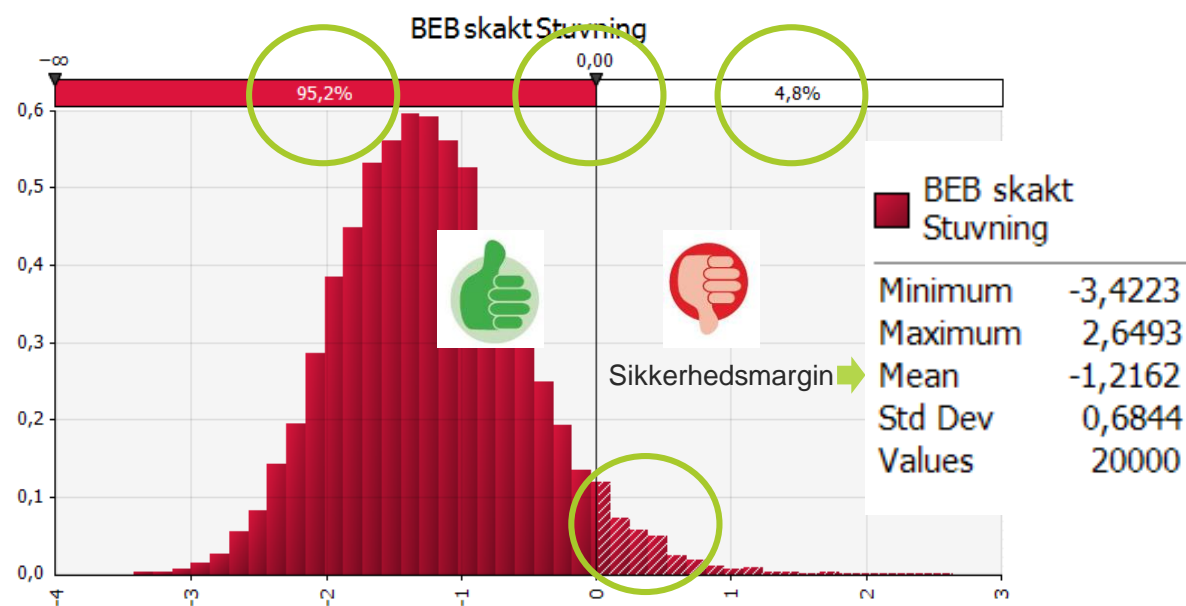


Sted	St	Stuvning i tunnel	Risk Calc	Q	CV%	CV Q	St	Stuvning i skal	min	median	maks	CV (m)	Risk Calc	Risk Res		
40	BEB 1	0	4,72	BEB skakt	7,7	7,7	17%	1,309	0	4,82	5,8	6,1	6,4	0,3	6,1	-1,28
41	BEB 3	10	4,67	BP skakt	0,4	0,4	17%	0,068	620	4,43	6,1	6,3	6,5	0,2	6,3	-1,87
42	BP 1	620	4,45	LIFE skakt	0,001	0,001	0%	0	1185	4,18	5,1	5,2	5,3	0,1	5,2	-1,02
43	BP 3	630	4,43	SV skakt	1,3	1,3	17%	0,221	1578	4,21	4,7	4,8	4,9	0,1	4,8	-0,59
44	LIFE 1	1185	4,21	WOR skakt	1,3	1,3	17%	0,221	1770	3,86	4,2	4,4	4,6	0,2	4,4	-0,54
45	LIFE 3	1195	4,18	GYL skakt	0,001	0,001	0%	0	2167	3,52						
46	SV 1	1578	4,03	JØR NORD	0,001	0,001	0%	0	2616	3,22						
47	SV 3	1588	3,99					10,703	10,703							

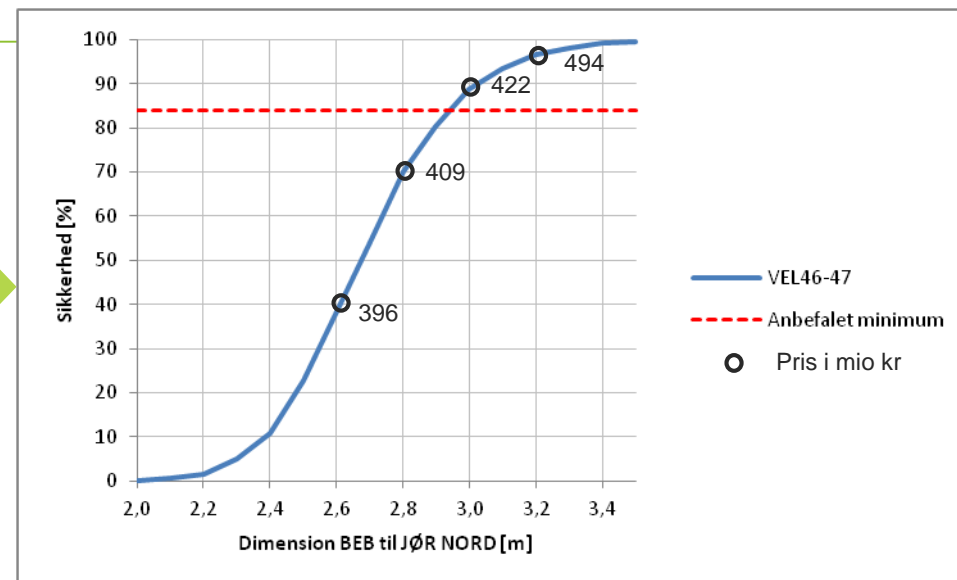
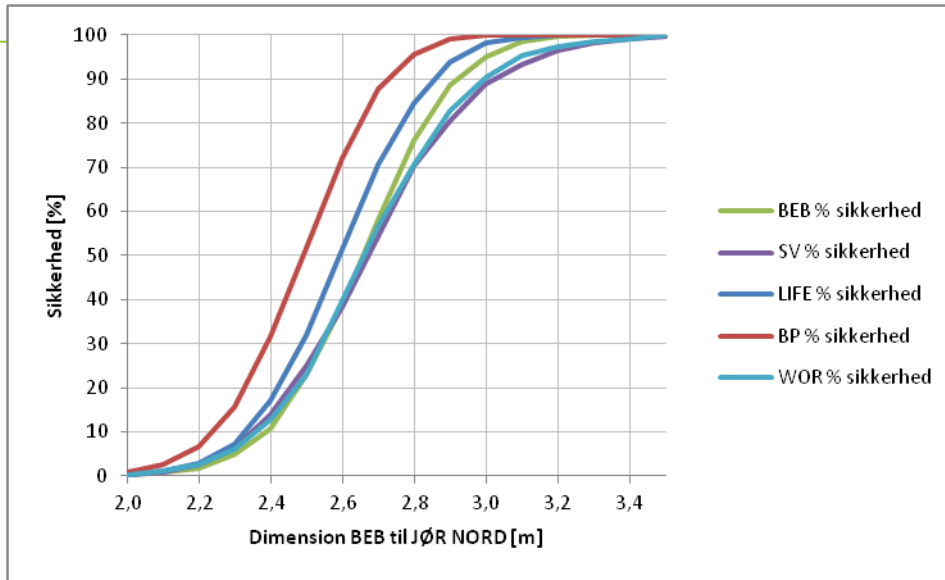
Fl. Bo Pedersen og Mark (1990)					
Dm/D	1	lavt est	højt est	SD	
ξo	0,9	0,55	1,25	0,35	
sammenl dH	0,9		0,12 m		
Friktionst. Ø			3 m		
hydraulisk R			0,75		
skaktareal A			7,1 m ²		
Ruhed M			75		
skaktlæng L			17 m		
gradient I		0,00031			
manning n			0,01 m		
Indløbstab (fra terræn)					
enkelttab K			0,5		
Energिताb dH		0,03	lavt est	højt est	SD
Diverse indløbstab	0,1	0,05	0,15	0,05	

@RISK Cor	BEB skakt / R	BP skakt / R	LIFE skakt / R	SV skakt / R	WOR skakt / R	GYL skakt / R
BEB skakt / R	1					
BP skakt / R	1	1				
LIFE skakt / R	1	1	1			
SV skakt / R	1	1	1	1		
WOR skakt / R	1	1	1	1	1	
GYL skakt / R	1	1	1	1	1	1
JØR NORD sk	1	1	1	1	1	1

Dim	BEB	BP	LIFE	SV	WOR	VEL46-47	Anbefalet minimum	sum enke
m	2,0	0,2	0,9	0,3	0,3	0,2	84	manningfri sum frikti
	2,1	0,7	2,7	1	0,9	1	84	Colebrook sum frikti
	2,2	1,7	6,6	2,9	2,6	2,5	84	
	2,3	5	15,7	7,3	6,5	6,1	84	
	2,4	10,8	31,7	17	13,8	12,8	84	Sum energिताb
	2,5	22,8	51,6	31,9	24,9	22,9	84	Kontrol Nedre ran
	2,6	38,6	72,2	51,3	38,4	39,7	84	Stuvning E
	2,7	58,2	87,8	70,5	54,3	56,7	84	checksum
	2,8	76,1	95,6	84,6	70,2	70,2	84	

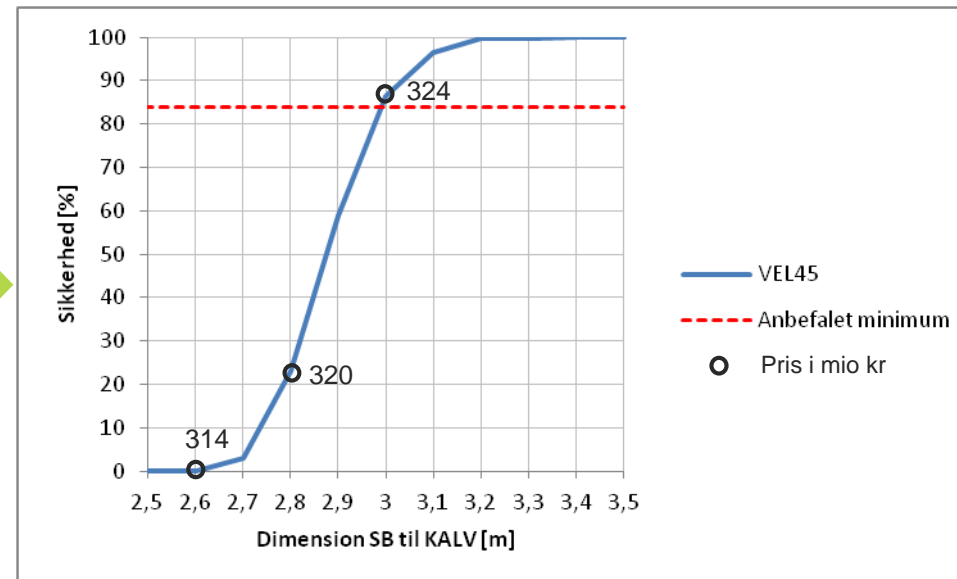
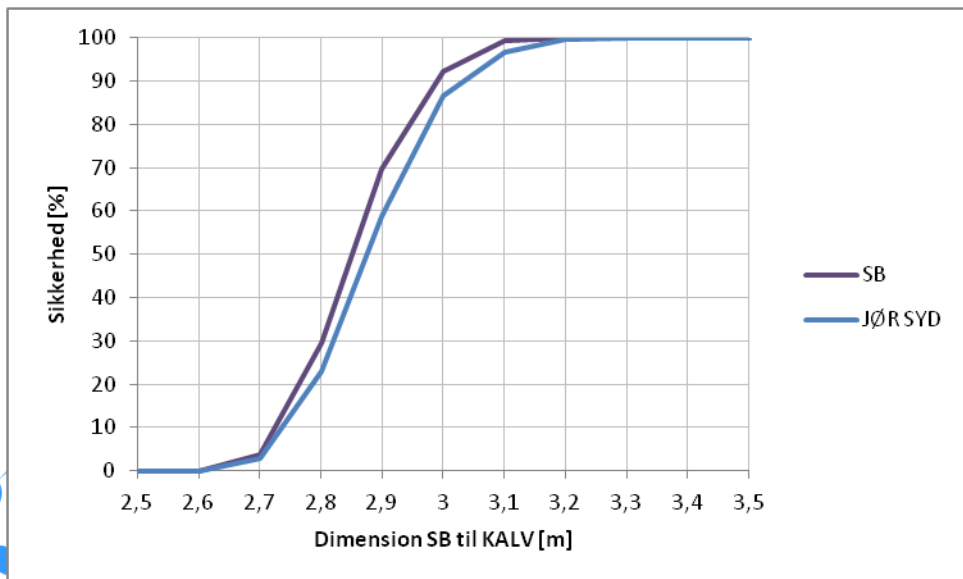


TUNNELDIAMETER, SIKKERHED, PRIS



SIKKERHED FOR SKAKTOPLANDE

SIKKERHED FOR SYSTEM, PRIS OG ANBEFALING



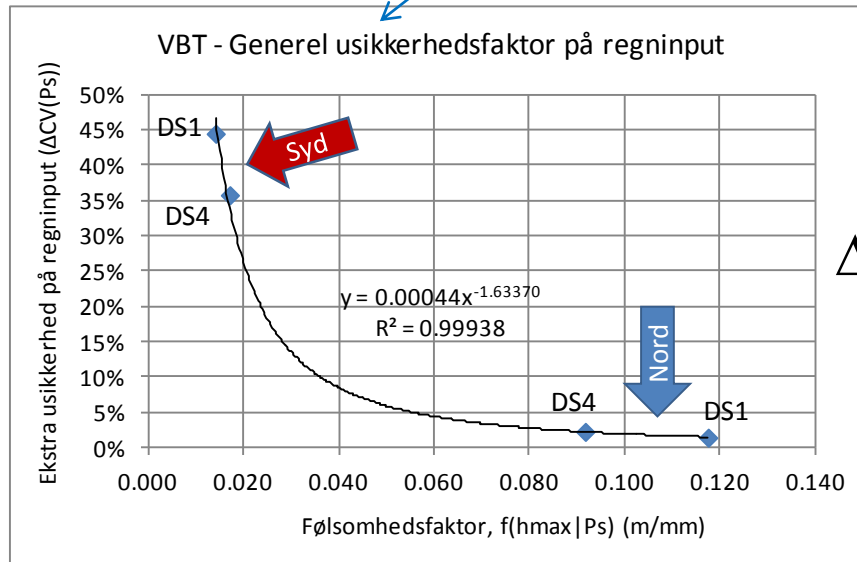
USIKKERHEDSFAKTOR PÅ REGNINPUT

Nominel usikkerhed på regninput = basis datausikkerhed + ekstra modelusikkerhed

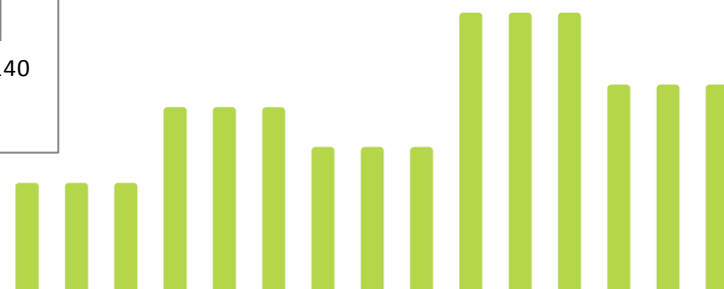
$$CV_e(P_S) = CV_0(P_S) + \Delta CV(P_S)$$

$$CV_e(P_S) = \frac{1}{f_{h|P_S}} \frac{S(SM)}{E(P_S)}$$

$$CV_0(P_S) = F_V 0.062 T_d^{0.23} \approx 10\%$$

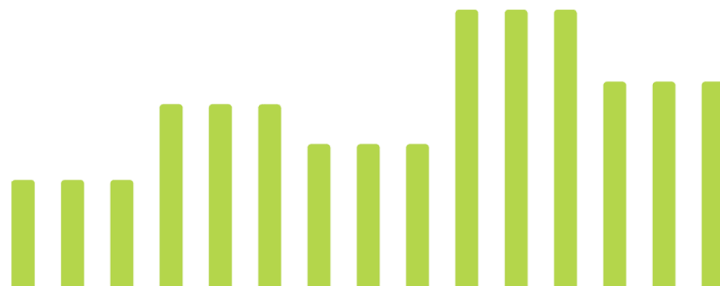


$$\Delta CV(P_S) = 4.4 \cdot 10^{-4} f_{h|P_S}^{-1.63}$$



ANBEFALING – METODE

1. Skab dispositionsfrihed i organisationen
2. Lav en bruttoliste med usikkerheder og vurder usikkerheden
3. Foretag en skarp skelnen mellem usikkerheder og designforudsætninger
4. Identificer primære usikkerheder for projektets design
5. Usikkerhedsanalyse og dimensionering
6. Prissæt forskellige dimensioner og giv anbefaling iht. SVK Skrift 27
7. Reducer primære usikkerheder (hvis det kan betale sig)



?

- ▶ Vil vi dimensionere stokastisk - og vil vi insistere på det?
- ▶ Kommunikation – er det for svært? Måske vi har forsømt noget?
- ▶ Tid og kvalitet ved dimensionering – har vi tid?

