

Notat

Til Norce v/ Martin Engquist

Dato 24.05.2024

Fra Jostein Jerkø

Arkivnr. [000000]

Kopi [Skriv inn navn]

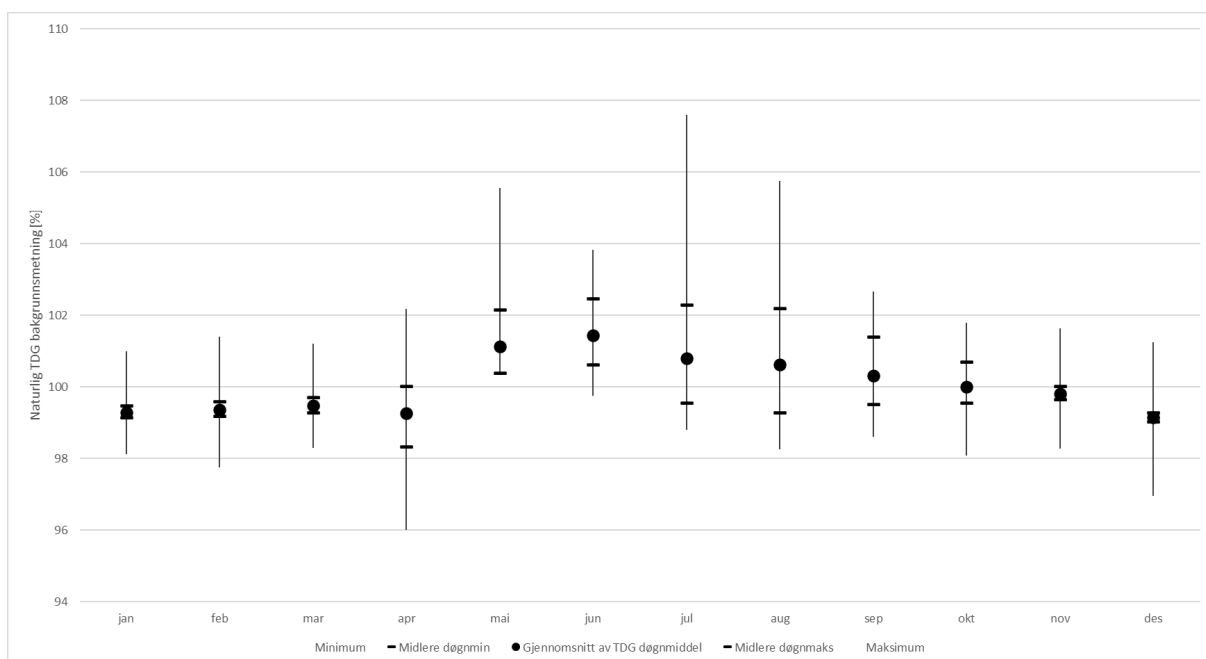
Uakademisk bolldoserstatistikk TDG Skibotn

Jeg har kjørt diverse statistiske filter på TDG-data, vannføringsdata, vanntempdata og kraftverksdata for å lete etter sammenhenger. Presenteres grovt under; kanskje er dette noe som kan ha relevans for deres pågående analyser. Til diskusjon og evt. detaljering etter nærmere avtale.

1. Bakgrunnsmetning

1.1 Omfang

Det forekommer en naturlig bakgrunnsmetning ved kraftverksbrua på 100-102 % med utfallsrom opptil 107 % metning, se figur under.



Døgnmidlere bakgrunnsmetning øker med økende vannføring fra restfeltet.



Radetiket	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des
120 m ³ /s						103,2						
115 m ³ /s						103,0						
110 m ³ /s						103,1						
105 m ³ /s						102,7						
100 m ³ /s						102,9						
95 m ³ /s						102,5						
90 m ³ /s					102,5	102,4						
85 m ³ /s					102,5	102,3						
80 m ³ /s					102,6	102,4	101,3					
75 m ³ /s					102,7	102,2	101,5					
70 m ³ /s					102,7	101,4	101,7					
65 m ³ /s					102,0	101,5	101,3					
60 m ³ /s					102,0	101,8	100,9	101,2				
55 m ³ /s					102,1	102,4	101,5	100,8				
50 m ³ /s					102,1	101,8	101,7	101,0				
45 m ³ /s					101,9	101,3	101,2	100,6				
40 m ³ /s					101,7	101,4	100,7	100,6				
35 m ³ /s					102,2	101,1	100,6	100,5				
30 m ³ /s					101,6	101,2	100,6	100,6				
25 m ³ /s					101,5	101,2	100,6	100,4	100,5			
20 m ³ /s					101,2	101,3	100,5	100,3	100,3			
15 m ³ /s				99,4	101,4	101,2	100,4	100,6	100,3	100,1		
10 m ³ /s				99,2	101,1	101,2	100,8	100,3	100,2	100,1		
5 m ³ /s			99,9	99,6	101,1	101,3	100,8	100,5	100,3	100,1	99,9	
0 m ³ /s	99,3	99,4	99,4	99,1	100,9		101,2	100,9	100,4	99,9	99,8	99,1

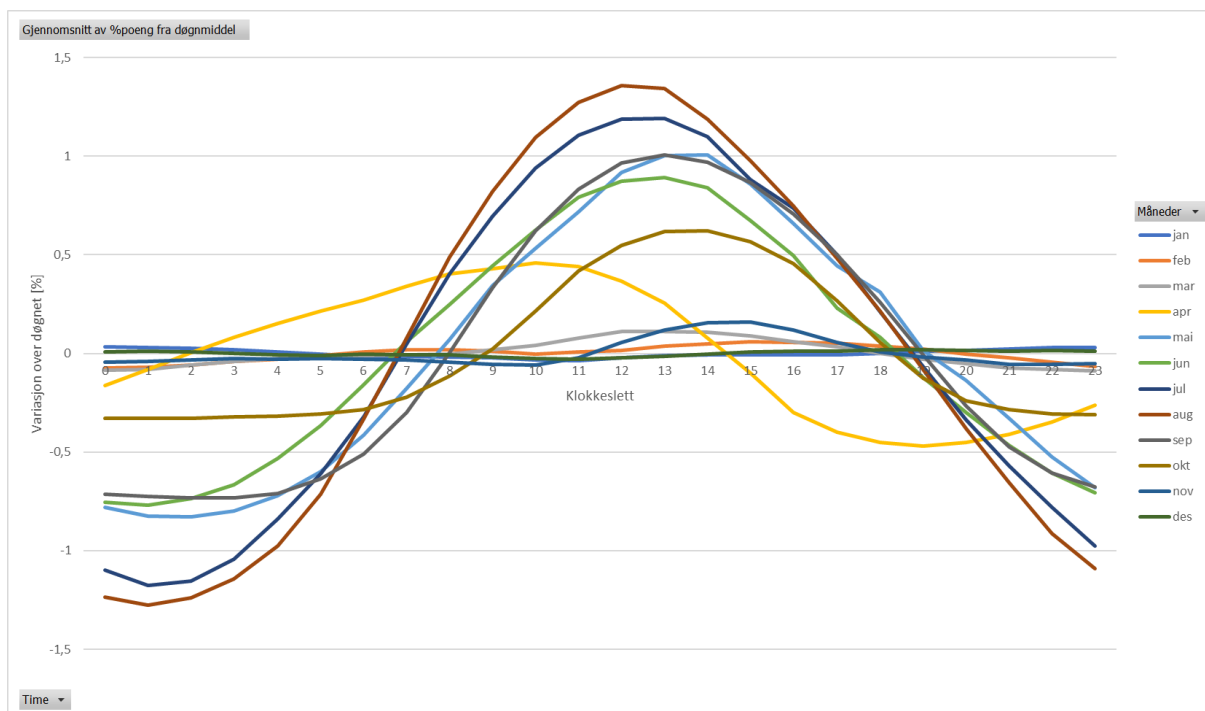
Videre så kan det tyde på at det kan være to faktorer som genererer høy døgnmiddel¹ bakgrunnsmetning; høy restvannføring og høy døgnmiddel vanntemperatur

Radetiket	0 °C	1 °C	2 °C	3 °C	4 °C	5 °C	6 °C	7 °C	8 °C	9 °C	10 °C	11 °C	12 °C	13 °C	14 °C	15 °C	16 °C	17 °C	18 °C	
120 m ³ /s				103,0	103,3															
115 m ³ /s				103,0	102,9															
110 m ³ /s				103,1	102,9	103,2														
105 m ³ /s				103,0	103,4	103,5														
100 m ³ /s				103,2	103,2					102,2	102,2	102,2	102,5							
95 m ³ /s				102,5	102,5					102,3	102,5	102,3								
90 m ³ /s				102,3	102,5						102,4	102,4								
85 m ³ /s				102,6	102,9	102,5					101,9	102,2								
80 m ³ /s					103,1	102,6					101,4	102,3								
75 m ³ /s					102,3	102,3					101,7	102,3								
70 m ³ /s					101,6	102,7					101,3	101,5	101,8							
65 m ³ /s											101,2	101,1	101,4	101,4	101,7					
60 m ³ /s					101,6	102,1	102,3	102,7			101,0	101,0	101,2							
55 m ³ /s					101,8	101,5	102,2	102,8				101,4	101,1	100,8						
50 m ³ /s					102,1	102,1	101,8	101,8					101,2	101,2						
45 m ³ /s												100,6	100,6	100,7						
40 m ³ /s					101,4	101,5	101,5	101,6	101,7	101,5	101,4	101,0	101,8	100,6	100,9	100,4	101,2			
35 m ³ /s					101,3	101,4	101,3	101,9	102,2	101,3	101,6	100,9	101,6	102,0	100,6	100,7	100,7	100,3	100,5	101,2
30 m ³ /s					101,3	101,4	101,3	101,9	102,3	101,2	101,5	101,1	101,2	100,7	101,0	101,0	101,0	101,3	101,6	
25 m ³ /s					101,3	101,6	101,4	101,4	101,0	100,9	101,0	101,5	101,8	101,5	100,7	100,5	100,5	101,2		
20 m ³ /s						100,5	100,9	101,3	100,9	101,0	101,7	100,7	100,3	100,5	100,6	100,8				
15 m ³ /s	99,4	100,6	101,2	101,5	101,0	100,7	101,1	100,1	100,4	100,4	100,3	100,3	100,7	100,7	101,0					
10 m ³ /s	99,2	100,5	100,9	100,7	100,8	101,2	100,5	100,3	100,4	100,9	100,1	100,4	100,6	100,7	101,4	101,9	102,1	102,5		
5 m ³ /s	99,6	100,1	100,1	100,4	100,3	100,5	100,5	100,5	100,4	100,2	100,4	100,4	100,5	100,8	101,2	101,5	102,3	102,2	102,4	
0 m ³ /s	99,4	100,0	100,3	100,8	100,4	100,4	100,4	100,4	100,4	100,4	100,8	101,0	101,2	101,4	101,5	101,7	101,7			

1.2 Variasjon over døgnet

Bakgrunnsmetningen har en åpenbar variasjon over døgnet i en sinusform med maksimum ca kl 13 og minimum kl 01 om natten. Variasjonen gjør seg gjeldende i sommersesongen, primært månedene mai til september, dels også oktober. Det er neglisjerbar variasjon vinter. Amplituden over døgnet er middel ca 2 %

¹ Merk: Døgnmiddel. Times maksverdi vises i figur lengre nede.



Variasjonen over døgnet er imidlertid større ved lavere vannføringer enn ved høye (verdien som vises er midlere døgnvariasjon mellom maks og min).

Radetiketter	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des
120 m ³ /s						0,6						
115 m ³ /s						0,8						
110 m ³ /s						0,8						
105 m ³ /s						0,9						
100 m ³ /s						1,0						
95 m ³ /s						1,1						
90 m ³ /s					1,0	1,1						
85 m ³ /s					1,0	1,1						
80 m ³ /s					1,0	1,2	1,1					
75 m ³ /s					1,0	0,9	1,1					
70 m ³ /s					1,0	1,0	1,1					
65 m ³ /s					1,1	1,0	0,8					
60 m ³ /s					1,1	0,9	1,3	0,8				
55 m ³ /s					1,1	0,8	1,3	0,9				
50 m ³ /s					1,1	1,0	1,4	0,8				
45 m ³ /s					1,2	1,0	1,4	0,9				
40 m ³ /s					1,3	1,5	0,9	1,3				
35 m ³ /s					1,7	1,9	1,2	1,3				
30 m ³ /s					0,9	2,1	1,5	1,5				
25 m ³ /s					1,4	1,7	1,4	1,1	0,6			
20 m ³ /s					1,7	2,1	1,8	1,0	0,9			
15 m ³ /s					2,2	1,8	1,5	1,4	1,3	0,8		
10 m ³ /s					2,3	2,0	2,4	3,0	1,8	1,2	1,2	
5 m ³ /s			0,7		2,2	2,5	2,6	3,0	2,8	2,1	1,3	0,6
0 m ³ /s	0,3	0,4	0,4	1,4	2,1		4,6	4,1	2,4	1,0	0,4	0,3

Dette leder oss videre til å plote døgnvariasjonen mot vannføring og vanntemperatur. Resultatet viser at døgnvariasjonen er størst ved lave vannføringer og høy vanntemperatur. Flomvannføringer fra snøsmeltinga er med kaldt vann, det gir altså høy absolutt gassmetning (ca 103 %), men lite variasjon over døgnet.



Radetiketter	0 °C	1 °C	2 °C	3 °C	4 °C	5 °C	6 °C	7 °C	8 °C	9 °C	10 °C	11 °C	12 °C	13 °C	14 °C	15 °C	16 °C	17 °C	18 °C	
120 m³/s				0,7	0,6															
115 m³/s				0,7	0,8															
110 m³/s				0,8	0,8	0,8														
105 m³/s				1,0	1,0	0,8														
100 m³/s				1,0	1,1															
95 m³/s				1,0	1,1						1,0	0,9	0,7							
90 m³/s				1,3	1,0						1,0	1,1	0,7							
85 m³/s				1,3	1,3	1,0						0,9	0,8	0,9						
80 m³/s					1,3	1,0						1,1	0,9							
75 m³/s					1,1	1,1						0,9	0,7							
70 m³/s					1,1	1,0						0,9	1,1	1,1						
65 m³/s			0,9	1,1								1,0	1,1	1,0	0,7	0,7				
60 m³/s			0,9	1,0	1,1	1,0						1,2	0,7	0,8						
55 m³/s			0,9	1,0	1,1	1,0						1,2	1,1	0,9						
50 m³/s				0,9	1,3	1,0						1,2	1,1	0,8						
45 m³/s		1,5	1,5	1,2	0,9	1,0	0,8					1,0	0,8	0,8						
40 m³/s		1,4	1,0	1,3	1,2	1,2	1,3	1,8	1,9	1,8	1,1	1,0			1,4					
35 m³/s	3,2	2,0	1,4	1,2	1,6	1,6	1,5	2,1	2,2	2,2	1,1	1,3	1,6	1,4	1,2	1,0				
30 m³/s	0,0	0,0	0,6	1,0	1,3	3,8	1,8	2,2	2,0	2,1	1,7	1,6	1,9	2,0	2,3	2,2				
25 m³/s	0,0	0,2	0,6	2,0	1,7	2,2	1,4	1,2	1,8	2,2	1,7	1,7	1,2	1,0	1,6					
20 m³/s	0,0	0,0	1,7	1,6	2,1	2,0	1,9	1,7	2,1	1,5	1,4	1,3	1,4	1,3						
15 m³/s	0,8	1,0	1,8	2,1	1,7	1,4	1,3	1,5	1,6	1,6	1,6	1,5	1,4	1,1	1,2					
10 m³/s	2,0	1,6	1,9	2,1	2,2	2,2	1,6	1,2	1,4	1,9	2,1	2,1	2,4	2,8	3,3	3,8	3,8	4,7		
5 m³/s	1,9	1,4	1,5	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	1,9	2,5	2,5	2,7	2,7	3,0	3,4	4,3	4,9	4,6	4,3	
0 m³/s	0,6	1,1	1,3	1,8	1,8	1,9	2,2	2,7	3,0	3,1	3,5	4,5	4,6	4,9	4,7	4,6	5,2			

Det er videre nærliggende å se for seg at det er situasjoner med høy vanntemperatur og lave vannføringer som har evne til å skape temperaturvariasjoner med dertil døgnvariasjoner i TDG. Dette er tydeliggjort under hvor det er en signifikant korrelasjon hvor høy absolutt vanntemperatur og stor døgnvariasjon i vanntemperatur gir høy døgnvariasjon i gassmetning.

Radetiketter	0 °C	1 °C	2 °C	3 °C	4 °C	5 °C	6 °C	7 °C	8 °C	9 °C	10 °C	11 °C	12 °C	13 °C	14 °C	15 °C	16 °C	17 °C	18 °C	
0,00 °C	0,5	0,4	0,5																	
0,25 °C	1,4	0,7	0,9	0,8	0,9	0,8	0,8	0,6	1,1				0,6	0,7						
0,50 °C	1,1	1,0	1,0	1,2	1,1	1,1	1,4	0,9	1,3	0,8	0,8	0,9	1,5	1,2	0,7					
0,75 °C	1,3	1,1	1,1	1,3	1,2	1,3	1,5	1,4	1,4	1,3	1,4	1,2	1,6	1,5	0,9	0,6				
1,00 °C	1,1	1,0	1,6	1,3	1,5	1,7	1,6	1,7	1,4	1,4	1,3	1,2	1,3	1,0	1,0	0,7				
1,25 °C	1,0	1,1	1,4	1,2	1,4	1,7	1,5	1,4	1,5	2,0	1,7	1,5	1,8	1,8	1,3	1,0				
1,50 °C	1,3	1,2	1,4	1,4	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,2	2,1	1,9	2,0	1,8	1,5					
1,75 °C	1,4	1,2	1,3	1,3	1,7	1,9	2,0	2,1	2,3	2,5	2,2	1,9	2,1	2,2	2,6	2,6				
2,00 °C	1,4	1,3	1,6	1,4	1,9	2,0	1,9	1,9	2,1	2,3	2,1	2,2	2,6	2,9	2,8	3,5				
2,25 °C	1,9	0,3	1,0	1,8	1,9	2,3	2,5	2,3	2,4	2,3	2,2	2,5	2,8	3,4	3,6	3,8	4,6			4,1
2,50 °C	2,0	1,8	1,9	1,7	2,1	2,4	2,4	2,4	2,6	2,6	2,7	2,6	2,6	2,9	3,3	3,1	5,8			4,1
2,75 °C	2,3	2,6	2,6	2,4	2,6	2,7	2,6	2,4	2,4	2,7	2,8	3,6	3,1	3,2	3,7	3,4	4,4			4,1
3,00 °C	2,7	2,6	2,7	2,6	2,5	2,3	2,4	2,4	2,6	3,1	3,2	3,5	4,0	4,3	4,5	4,5	5,1			4,1
3,25 °C	2,3	1,3	2,0	1,9	1,7	2,6	2,4	2,4	2,5	3,1	3,0	4,0	4,6	4,9	5,2	5,3	4,7			4,1
3,50 °C	2,7	1,9	2,4	2,8	2,5	2,9	2,7	2,5	3,0	2,7	3,2	3,5	3,6	4,2	4,2	5,0	4,7			6,0
3,75 °C	2,1	1,9	2,4	2,6	2,1	2,6	2,7	3,0	2,9	3,0	4,2	4,2	4,6	4,6	4,5	4,9	4,5			4,6
4,00 °C	1,0	1,9	1,9	2,1	2,5	3,6	3,7	4,1	4,1	3,7	4,2	4,3	4,1	4,2	5,1	4,6	5,0			
4,25 °C	3,1	3,5	3,3	3,4	3,4	3,8	3,8	4,0	4,3	5,8	5,3	4,9	5,3	5,5	4,5	5,6	4,9			4,4
4,50 °C	1,8	2,9	3,1	2,8	2,0	3,9	3,9		6,6	6,6	5,3	5,5	5,6	5,9	4,8	5,8	5,8			
4,75 °C	1,6				1,6	1,6					4,6	5,5	5,5	5,5	5,4	5,2				
5,00 °C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	1,0					5,3	6,0	5,6	6,3	6,7	4,6				
5,25 °C	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3						4,6	4,6	4,7	4,7	4,7				
5,50 °C				4,3	4,3	4,2														

Det er videre fristende å plote samme figur, men med maksregistrert gassmetning hvert døgn. I praksis samme figur som tidligere, men her er maksverdi vist, ikke døgnmiddel

Radetiketter	0 °C	1 °C	2 °C	3 °C	4 °C	5 °C	6 °C	7 °C	8 °C	9 °C	10 °C	11 °C	12 °C	13 °C	14 °C	15 °C	16 °C	17 °C	18 °C	
0,00 °C	101,6	99,7	100,4																	
0,25 °C	101,1	101,2	101,0																	
0,50 °C	101,0	101,2	101,1	103,4	101,8	102,1	101,0	101,4	101,5	100,0	100,0	100,3	99,8	101,2	101,4					
0,75 °C	101,0	102,3	102,3	102,3	103,4	102,7	102,1	101,8	101,8	100,9	100,7	101,0	101,8	101,4	101,4	101,6				
1,00 °C	101,0	101,2	102,2	103,4	103,6	103,0	101,5	101,8	101,7	101,6	101,4	101,4	101,8	101,9	102,0	101,9				
1,25 °C	101,0	101,3	102,6	103,5	103,8	103,5	102,0	101,6	101,9	101,9	102,3	102,5	102,6	101,9	101,7	101,4				
1,50 °C	101,8	101,7	102,4	102,9	103,1	103,1	102,5	102,5	102,1	102,1	102,0	102,6	102,4	102,2	101,3					
1,75 °C	102,0	101,3	103,3	102,6	102,6	102,9	102,5	102,5	102,1	102,7	102,7	102,7	102,8	103,0	102,2					
2,00 °C	102,1	101,3	101,8	103,3	102,7	103,0	102,5	102,6	102,7	102,7	102,3	102,7	103,2	103,2	103,0					
2,25 °C	101,3	102,2	102,5	104,2	103,2	102,7	102,7	102,7	102,0	102,2	102,2	103,7	104,2	104,2	103,8	102,3	100,3	99,8		
2,50 °C	101,1	101,1	102,6	102,8	103,2	103,3	102,7	103,0	103,0	103,0	103,3	103,6	104,4	104,4	103,8	103,3	102,2			
2,75 °C	101,3	102,2	102,3	103,0	103,1	102,6	103,0	103,0	102,9	102,9	103,1	103,1	104,2	104,5	103,8	103,8	102,8	100,3		
3,00 °C	105,6	102,7	103,3	103,4	103,4	103,2	103,0	102,7	103,0	102,7	103,0	103,3	103,6	104,4	104,6	104,6	103,4	100,8		
3,25 °C	101,1	101,5	102,2	102,7	103,1	103,2	103,2	102,3	103,3	103,3	103,3	103,3	103,3	104,0	104,0	103,5	102,5			101,4
3,50 °C	101,5	102,1	102,5	103,2	103,3	103,5	103,6	102,8	103,0	102,9	102,9	103,5	103,5	103,5	103,3	103,6	103,8	103,6		
3,75 °C	101,5	102,2	102,5	103,5	103,6	102,7	103,1	102,9	102,9	102,9	103,5	103,5	103,5	103,6	104,1	104,9	104,9	103,6		
4,00 °C	99,5	99,5	101,3	101,1	102,1	102,6	103,0	103,6	103,6	103,6	102,3	104,0	104,5	104,6	104,7	104,3	103,7			
4,25 °C	101,8	102,2	102,5	102,4	102,3	101,5	100,4	101,1	104,7	105,7	105,8	105,8	105,4	105,1	103,9	104,1	104,0	103,7		
4,50 °C	101,0	101,8	102,4	103,1	103,3	103,4	103,3		103,8	99,5	100,6	103,9	105,3	105,4	105,4	104,7	103,6			
4,75 °C	101,4				100,5	100,9					102,4	104,4	105,3	105,6	105,6	104,6				
5,00 °C					101,1	101,1					102,7	101,8	102,9	103,3	103,3	103,3				
5,25 °C	105,5					102,6						101,4	99,8	100,2	100,7	102,0				
5,50 °C				102,0	102,7	102,9														

Konstant høye verdier som følge av høy vannføring?

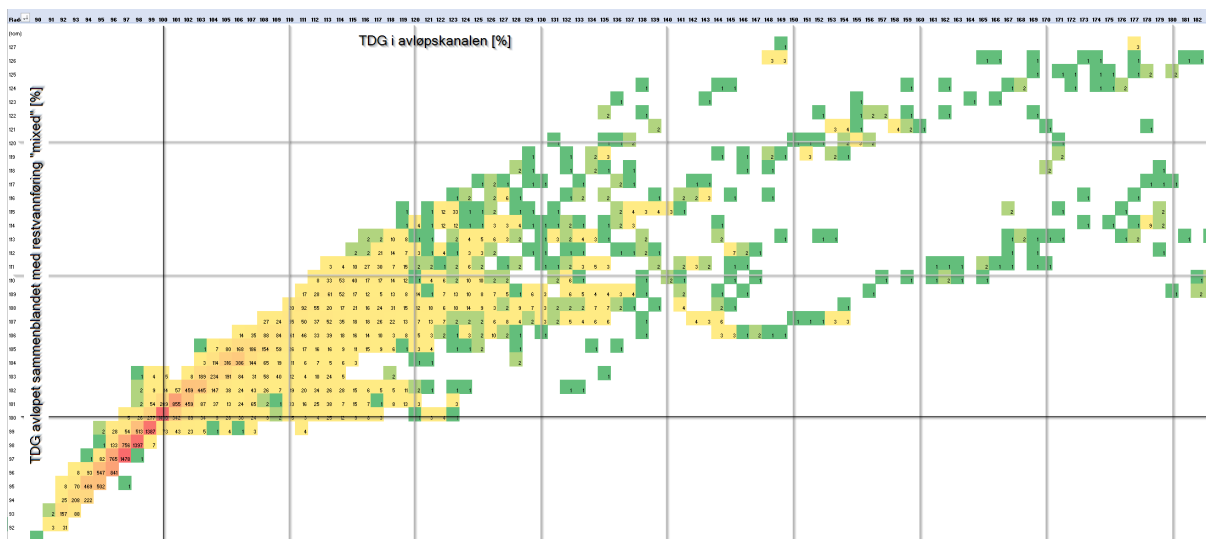
Høye enkeltverdier som følge av temperaturvariasjonene over døgnet?



2. Uttynning mellom avløpskanal og restfelt

Tynningseffekten er viktigste avbøtende effekt i Skibotn. Avhenger av tilsigsforhold, kraftverkskjøring og bakgrunnsmetning. Under vises heatmap av tynningseffekten for samtlige timesverdier (100 % i sort ledelinje, hver 10% i grå ledelinjer). I måleperioden tynnes gassmetninga som følger:

- 150-180 % metning i avløpsvannet tynnes til 107-127 %
- 140 % tynnes til ca 115 %, utfallsrom 105-125 %
- 130 % tynnes til ca 110 %, utfallsrom 104-120 %
- 120 % tynnes til ca 109 %, utfallsrom 101-114 %
- 110 % tynnes til ca 106 %, utfallsrom 100-108 %



3. Utluftingshastighet

3.1 Uttynning som følge av sidebekker

Tilsiget fra sidebekker på strekningen fra kraftverket til Skibotn bru bidrar til økt fortynning, en effekt som kommer i tillegg utluftingen. Restvannføringen ved kraftverket er 80 % av Skibotn bru og restvannføringen ved Avfallsservice er 92 %. For å evaluere utluftingen på veien velger jeg først å korrigere for denne ytterligere fortynningen fra økt restfelt slik at måleverdiene for alle målestasjonene *refereres til* målested Mixed Brennfjell (dette er altså ikke en fysisk verdi, men en teoretisk verdi). Korreksjonen gjøres etter blandingsforhold (reversert).

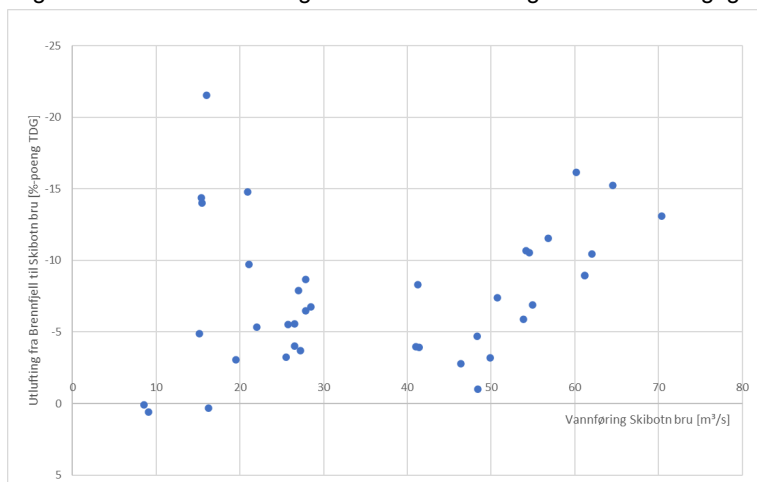
Korreksjonen avhenger av restvannføring, turbinvannføring og bakgrunnsmetning kraftverksbrua. Det er derfor vanskelig å presentere en entydig sammenheng her, men den samlede effekten er ca 0-1 % over hele strekningen fra kraftverket til Skibotn bru. Effekten er altså nær neglisjerbar, men kan i enkelttilfeller utgjøre litt ekstra.



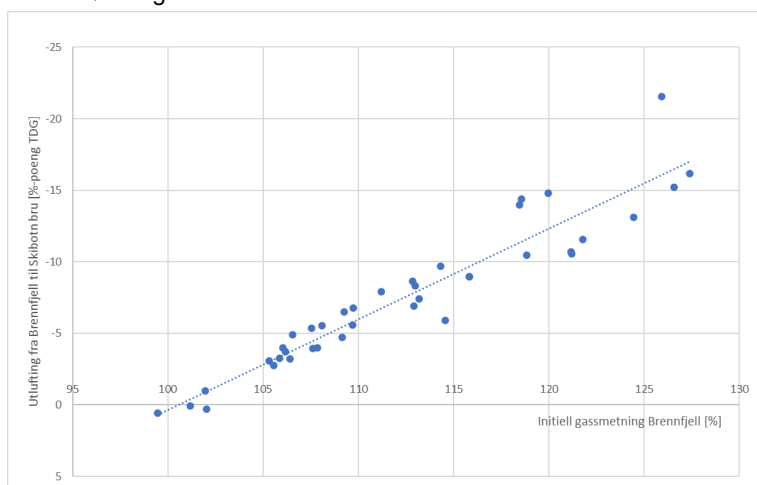
3.2 Utlufting nedover vassdraget

Det er vanskelig å sammenstille tidsseriene direkte pga. forurensning, målefeil osv. Jeg har likevel identifisert 39 tidspunkt som later til å være godt instrumentert og høvelig representative for et vidt spekter av TDG og vannføring. Differansen mellom gassmetning fra beregnet «Mixed Brennfjellkulp» til Skibotn bru beregnes.

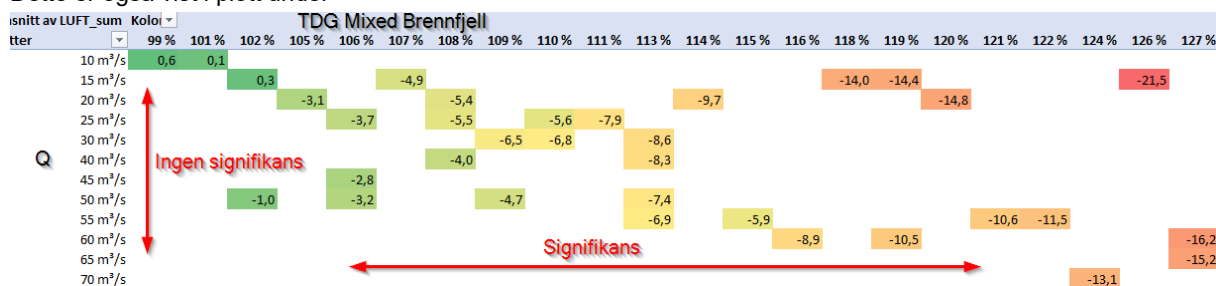
Jeg klarer ikke å finne en signifikant sammenheng mellom utluftingsgrad og vannføring.



Det er derimot en åpenbar sammenheng mellom utluftingsgrad og initiell gassmetning ved Mixed Brennfjell slik som anført i figur under



Dette er også vist i plott under





Det kan se ut til at utluftingen samvarierer med TDG-verdi Mixed Brennfjell etter forholdet
 $[TDG \text{ Skibotn bru}] = 0,3883 * [TDG \text{ Mixed Brennfjell}] - 61,17$

Mer detaljert så er utluftingsforholdet på delstrekene som følger:

- Lufting Brennfjell til Avfallsservice = $-0,3203 * [TDG \text{ Mixed Brennfjell}] - 100 \%$
- Lufting Avfallsservice til Skibotn bru = $-0,2914 * [TDG \text{ Mixed Brennfjell}] - 100\%$

3.3 Prediksjon utlufting

En tenkt situasjon med 115 % TDG beregnet ved Mixed Brennfjell gir altså følgende:

Avstanden er 4540 m fra avløpskanalen (laksesperra) til Avfallsservice og ytterligere 4010 m til Skibotn bru.

En situasjon med 115 % gassmetning beregnet ved Mixed Brennfjell gir altså følgende utlufting nedover vassdraget:

- | | | | |
|---|-------------------|---------|---------------|
| - | Mixed Brennfjell: | 115,0 % | |
| - | Avfallsservice: | 110,2 % | -1,05 % pr km |
| - | Skibotn bru: | 105,8 % | -1,10 % pr km |

Jeg vet ikke hvordan verdien 1 % pr km ved 115 % initiell metning samsvarer med øvrige vassdrag?

(NB:)

I tillegg til dette kommer også (den neglisjerbare) uttynningseffekten fra sidebekker.