

# RISKANALYS BRÄDDNING SJÖLEDNINGAR

## Projekt ÖVA

Denna PM ämnar redogöra för hur generisk felfrekvens för pipelines i olika typer av miljöer kan beräknas. Målet är att presentera ett beslutsunderlag i form av frekvens och konsekvens vilket kan användas för att värdera och bedöma risken för bräddning för planerad dragning av sjöledning för avlopp mellan Margretelund, Blynäs och Svinninge.

### Förutsättningar

Beräkningar och metodik tar utgångspunkt i nedanstående dokument som redogör för generiska felfrekvenser för rör som funktion av rördimension. Vidare redogörs för fördelning över rörskadans förväntade omfattning samt orsaken till brottet.

- *CPR 18E 'Purple Book' – Guideline for quantitative risk assessment*
- *OGP Risk Assessment Data Directory – Riser & pipeline release frequencies*
- *HSE – Failure rate and Event Data for use within Risk Assessments*
- *DNV Failure frequency guidance – Process Equipment Leak Frequency Data for use in QRA*
- *Handbook of Failure Frequencies (HFF)*

Underlaget behandlar rör för olika användningsområden t.ex. oljepipelines till havs och processledningar på land. Genomgående gäller att rören är av stål, vilket bedöms utgöra en skillnad jämfört med de plast-rör som kommer användas i aktuellt projekt. Främst då plaströr inte korroderar, vilket enligt litteraturen står för omkring 1/3 av den totala felfrekvensen.

Då felfrekvensen varierar med rördiameter och presenteras som förväntad felfunktion per meter och år måste systemets dimensioner fastställas. Baserat på gällande förslag har beräkningarna utgått från nedanstående underlag:

- Dubbla ledningar mellan Svinninge och Blynäs: 2×5000 meter à 400 mm
- Dubbla ledningar mellan Svinninge och Margretelund: 2×2500 meter à 500 mm

Rören är förlagda så att två rör alltid löper parallellt, vilket ger ett redundant system där skada på det ena röret inte innebär att avloppssystemet sätts ur funktion utan endast har en försämrad kapacitet. Rören är dimensionerade så att normala flöden kan hanteras av ett enda rör.

I händelse av högre flöden kan det dock hända att ett enda fungerande rör ger en otillräcklig service. Med anledning av detta viktas frekvensen för rörskada med det förväntade antalet dagar per år då båda rören krävs för att undvika bräddning vid in- och utlopp.

Antalet dagar per år då bräddning till följd av förhöjda flöden kan ske i händelse av samtida utslagning av det ena röret baseras på statistik över dygnstillrinning från Roslagsvatten och redovisas i Figur 1 på nästa sida.

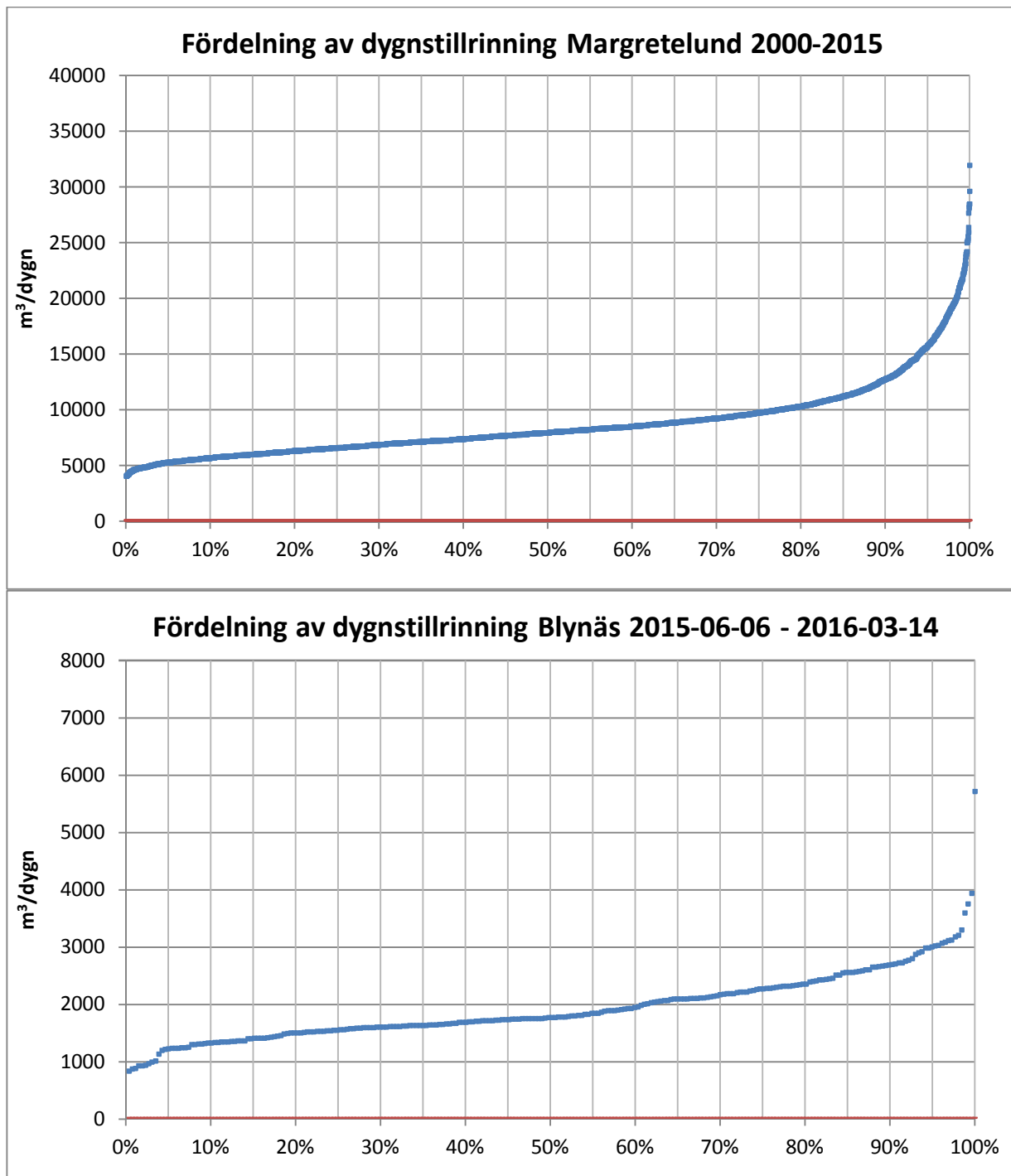
Vissa typer av olyckor bedöms kunna påverka båda rören samtidigt. Detta kan ske vid t.ex. grundstötning eller oavsiktlig ankardragning. Att båda rören görs obrukbara till följd av två oberoende orsaker är mycket osannolikt och bedöms ge ett försumbart bidrag till den totala felfrekvensen.

Mindre rörskador bedöms kunna åtgärdas utan att röret behöver tas ur drift.

Sjöledningar består i dag generellt av rörlängder av plast med svetsade fogar, vilket efter sammanmältning ger ett enda homogent rör utan skarvar eller svagare punkter. Rören förläggs på botten och

ankras med vikter för att förhindra de flyter upptill ytan. Över tid blir rören helt eller delvis täckta av bottenmaterial, vilket ytterligare förhindrar att de driver.

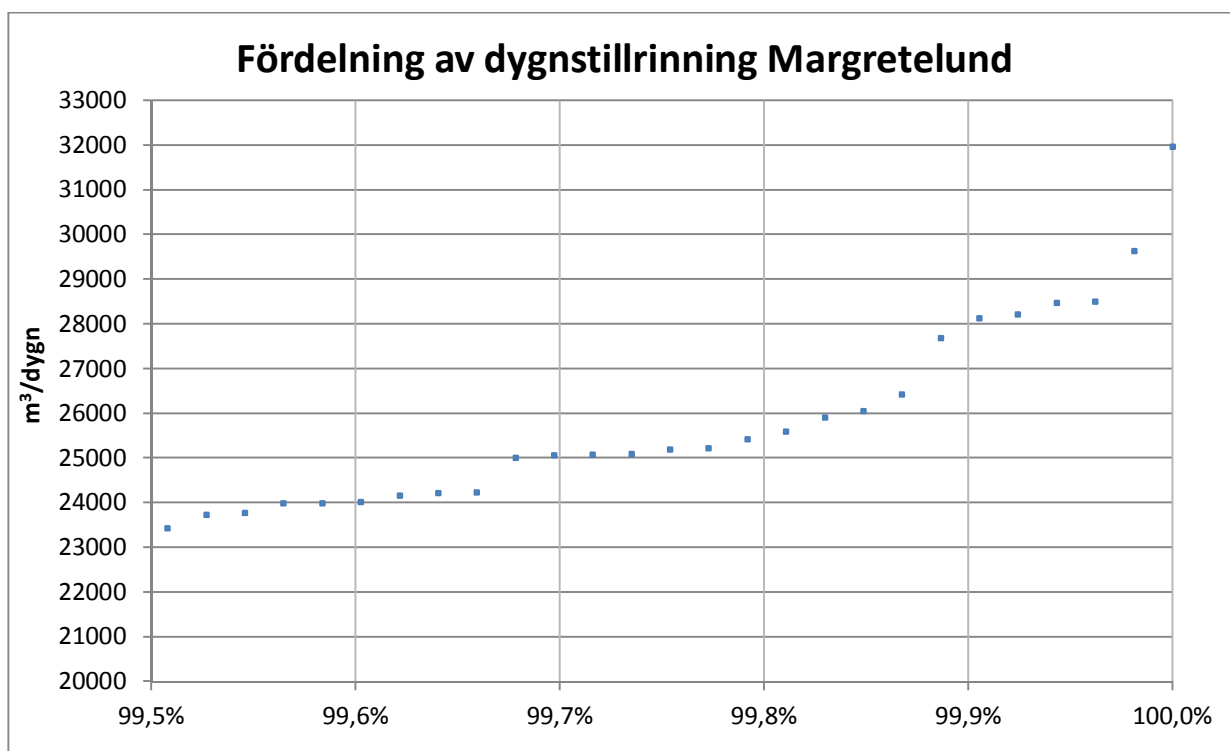
Då rören inte är fixerade på botten har de viss flexibilitet vilket bedöms vara en fördel vid extern påverkan av t.ex. släpande ankare.



Figur 1. Dygnstillrinning enligt underlag från Roslagsvatten. Fördelningen är kumulativ och redogör för hur stor del av årets dagar flödet varit lägre än ett givet värde.

Kapaciteten i systemen uppgår till 13800 m<sup>3</sup>/dygn (160 l/s) respektive 52000 m<sup>3</sup>/dygn (600 l/s) fördelat på två rör, vilket innebär att en dygnstillrinning överstigande halva värdet teoretiskt innebär att bräddning sker vid sammanfallande med rörskada. Baserat på statistiken i *Figur 1* innebär detta att systemet har tillräcklig kapacitet även vid tangering av det högsta uppmätta värdet under perioden 2015-06-06 till 2016-03-14. Insamlingsperioden omfattar dock inte ens ett helt år, men eftersom inte ens extremvärdena överstiger systemets kapacitet vid rörskada utreds inte systemet vidare.

För Margretelund, där datainsamling skett över en 15-årsperiod återfinns ett par värden som överstiger gränsvärdet om 26000 m<sup>3</sup>/dygn. Detta redogörs för i *Figur 2*. Överskridande av dimensionerande flöde sker omkring 0,15 % av dygnen eller drygt 0,5 dagar per år.



*Figur 2. Dygnstillrinning vid Margretelund enligt underlag från Roslagsvatten. Dimensionerande kapacitet för bräddning (26000 m<sup>3</sup>/dygn) i händelse av rörskada inträffar ungefär 0,15 % av tiden.*

### Olycksfrekvens sjöledning

För att möjliggöra för en riskbedömning med avseende på bräddning i händelse av rörskada beräknas felfrekvensen för sjöledning för lagda i ytvatten/onshore. De metoder och den statistik som använts baseras till största del på pipelines av stål, främst från oljeindustrin. För att ta hänsyn till skillnaden i material reduceras den generiska felfrekvensen med delfrekvensen för skada till följd av korrosion.

Frekvensen presenteras som en samlad frekvens för alla typer av rörskador och en för endast större rörskador. Beräkningen baseras på aktuell rördimension, sjöledningarnas totala längd och presenteras som frekvens per år.

I Tabell 1-4 presenteras Frekvensen för bräddning presenteras baserat på redovisad indata bearbetad med tre olika beräkningsmetoder baserade på statistiska modeller. I arbetet har fem beräkningsmodeller utvärderats, men då två av dessa endast behandlar pipelines till havs och inte innehöll data för varierande diameter används de inte vid beräkning av felfrekvens.

Tabell 1-4. Felfrekvens beräknad enligt 4 olika metoder

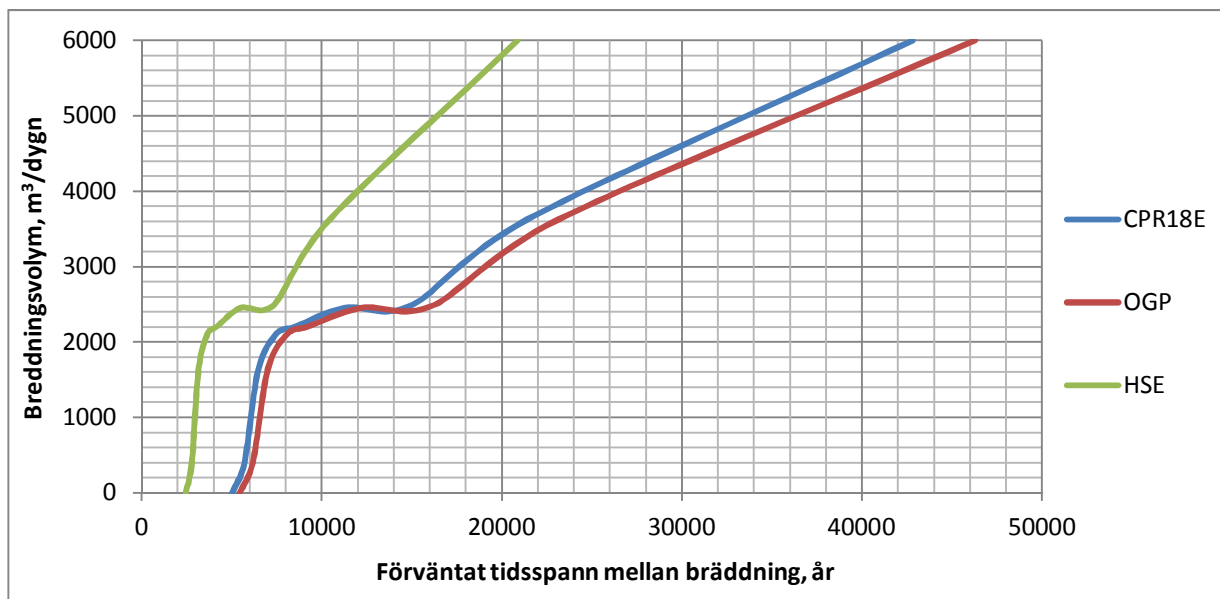
<b>CPR 18E</b>		Felfrekvens år-1			
Diameter [mm]	Längd [m]	Utan läckage < 10%		Alla läckage	
		Med korrosion	utan korrosion	Med korrosion	utan korrosion
D < 75		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
75 < D < 150		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
D > 150	5000	5,00E-04	3,20E-04	3,00E-03	1,92E-03
SUMMA	5000	5,00E-04	3,20E-04	3,00E-03	1,92E-03
Vikt, kritiska dygn	0,0017	3,10E-04	<b>1,98E-04</b>	1,64E-03	1,05E-03

<b>OGP (onshore)</b>		Felfrekvens år-1			
Diameter [mm]	Längd [m]	Utan läckage < 20 mm		Alla läckage	
		Med korrosion	utan korrosion	Med korrosion	utan korrosion
D < 200		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
200 < D < 400		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
400 < D < 600	5000	4,62E-04	2,96E-04	6,00E-04	3,84E-04
600 < D < 800		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
D > 800		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
SUMMA	5000	4,62E-04	2,96E-04	6,00E-04	3,84E-04
Vikt, kritiska dygn	0,0017	2,86E-04	<b>1,84E-04</b>	3,29E-04	2,10E-04

<b>HSE</b>		Felfrekvens år-1			
Diameter [mm]	Längd [m]	Utan läckage < 25 mm		Alla läckage	
		Med korrosion	utan korrosion	Med korrosion	utan korrosion
D < 50		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
50 < D < 150		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
150 < D < 300		0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
300 < D < 500	2500	6,75E-04	4,32E-04	3,93E-03	2,51E-03
500 < D < 1000	2500	3,50E-04	2,24E-04	3,10E-03	1,98E-03
SUMMA	5000	1,03E-03	6,56E-04	7,03E-03	4,50E-03
Vikt, kritiska dygn	0,0017	6,39E-04	<b>4,07E-04</b>	3,85E-03	2,46E-03

Viktigt att ta i beaktning är att dessa beräkningar bygger på generiska frekvenser för rörskada undantaget korrosion på stålrör inom främst oljeindustri. Hur skadefrekvensen i aktuella vatten förhåller sig till detta är en stor osäkerhetsfaktor i beräkningarna.

Fetstilla värden för respektive metod utgör det värde som bedöms mest relevant vid bedömning av risken för bräddning. Översatt ger dessa värden ett förväntat spann för bräddning på en gång per 2500 till 43000 år enligt Figur 3. Maxvärde för dygnstillrinning enligt statistiskt underlag skulle med systemutformningen ge en bräddningsvolym på omkring 6000 m<sup>3</sup>/dygn eller 70 liter/s.



Figur 3. Redogörelse för förväntat tidsspann mellan bräddningstillfällen baserat på tillgänglig statistik över dygnstillrinning och föreslagen systemutformning.

Genomförda beräkningar visar, baserat på det statistiska underlaget över dygnstillflöden vid de två stationerna, att systemen är utformade så att bräddning inte förväntas för sträckningen Blynäs-Svinninge och att en bräddning för sträckningen Margretelund-Svinning förväntas sällan.

I scenarioupställningen antas skada till korrosion obetydlig då sjöledningarna är av plast. Vidare antas att rörsador överstigande 25-50 mm innebär att ledningen tas ur drift för reparation.

## Slutsats

Frekvensen för bräddning vid Blynäs är, baserad på tillgänglig data över dygnstillrinning, obefintlig med hänsyn till uppställda scenarier och systemets kapacitet även vid bortfall av halva kapaciteten. Observera dock att den reella frekvensen aldrig kan vara noll.

För Margretelund görs bedömningen att bräddning kan inträffa med ett begränsat volymflöde om än väldigt sällan. Huruvida risken förenad med bräddning är acceptabel eller ej värderas inte i denna PM då inga bedömningskriterier för ändamålet har erhållits eller tillgängliggjorts.

Stockholm 2017-01-30

WSP Sverige AB

Gustav Nilsson