



ESRA seminar 22.03.12

*Rate- og varighetsberegninger som grunnlag
for dimensjonering av beredskap –
Hva skal man dimensjonere for?*

Managing the future today



Forandret Macondo verden?

- 779000 m³ fordelt på 87 døgn
 - Risikogruppen 2010
- Ca 9000 m³/d, noe høyere initielt og noe lavere mot slutten
- Utblåsningen var i prinsippet en utblåsning fra et åpent hull med et fullt penetrert reservoar
 - Kombinasjonen av gode reservoaregenskaper, høyt trykk og en relativt lett olje ga høye strømningsrater
- Blir ansett som en worst case utblåsning
- Sannsynligheten for en utblåsning i USGoM er ca 1×10^{-3}
 - Sintef og Scandpower 2009 / 2010



Relevans for Norge?

- Dimensjonere for en worst case hendelse tilsvarende Macondo?
- Sannsynligheten for en utblåsning i Nordsjøen (UK, NL og N) er omlag $1 \cdot 10^{-4}$
 - Sintef og Scandpower 2009/2010
- Altså ca 10 ganger høyere sannsynlighet for utblåsning i USGoM i forhold til Nordsjøen
- Hva betyr sannsynlighet for dimensjoneringen?
 - Beredskapen skal være risikobasert
- Macondo var en utblåsning med høy rate og lang varighet
- Vil alle utblåsninger arte seg slik?



Men Macondo.....

- Ja, Macondo utblåsningen var en slik hendelse, så det kan skje
- Men er det rimelig å kreve at man skal dimensjonere for det?
- I en normal sannsynlighetsfordeling fra add Wellflow for rater og varigheter er det ca 0,15% av sannsynlig for denne kombinasjonen av høy rate og lang varighet, gitt en utblåsning

Risikobasert dimensjonering av beredskap



- Alternativene som diskuteres nedenfor tar utgangspunkt i aktivitet med høy miljørisiko
 - I et sårbart område
 - Nær kysten
 - Nær sårbare miljøressurser



Dimensjonering;

alternativ 1 – Worst case

- Verst tenkelige rate for hver enkelt hendelsestype, uavhengig av sannsynligheten for at hendelsen skal inntre og sannsynlighetsfordelingen for ulike rater gitt at hendelsen inntre.
- For brønner vil man i praksis ende opp med den høyeste raten i ratefordelingen.
- Fullstendig frikobling fra sannsynlighet
- Høye rater kan tenkes å skyldes analysetekniske forhold, og ikke nødvendigvis fysiske forhold ved brønnen.
- Ikke i samsvar med prinsippet om risikobasert dimensjonering
- **Metoden forkastes**

Et tilfeldig valgt eksempel



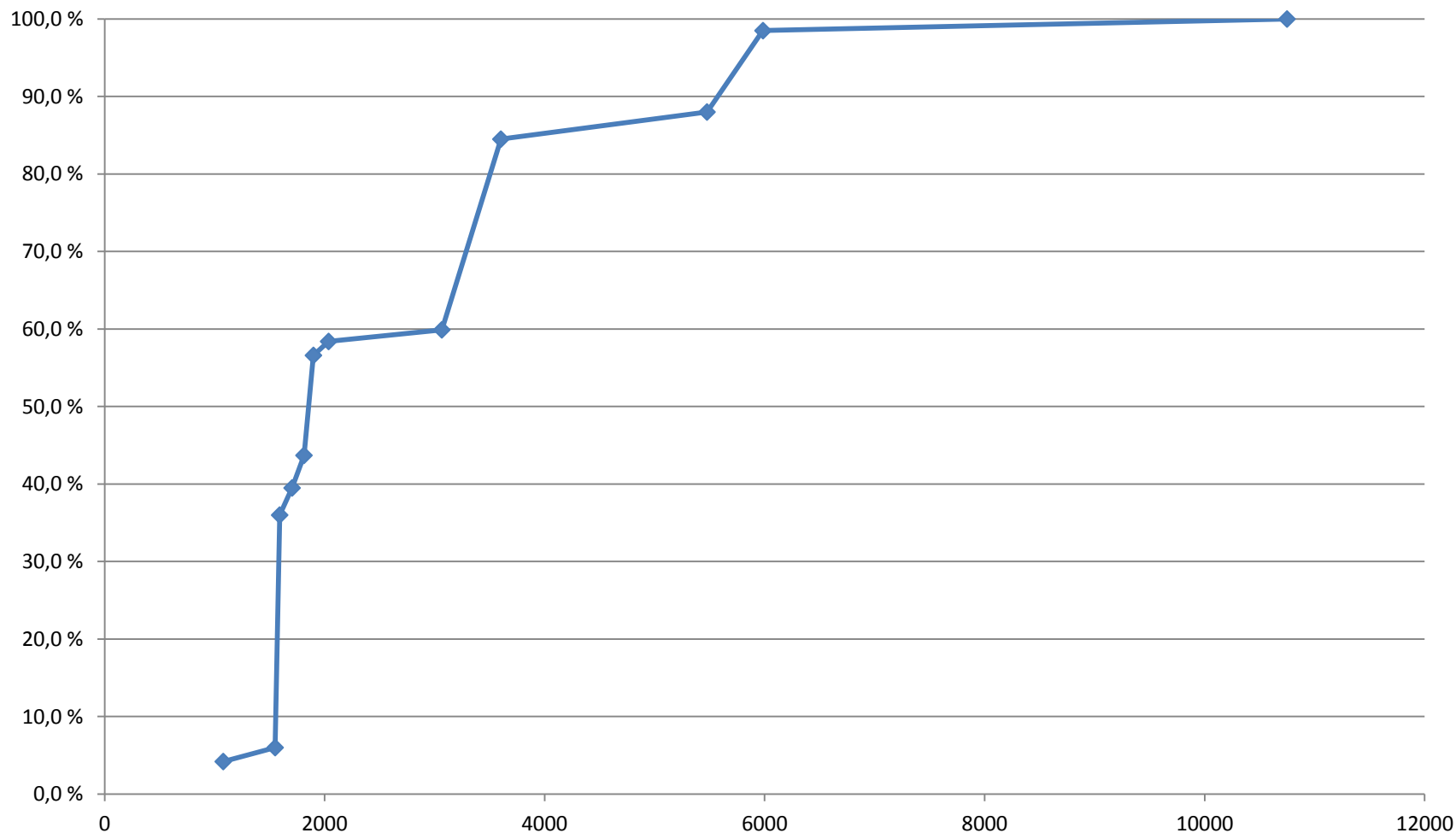
Scenario	Scenario	Penetration Depth		BOP Opening		Total	Topside	Subsea
	Dist. %	Dist. %	top/ entire	Dist. %	Opening	Dist. %	Oil Sm ³ /d	Oil Sm ³ /d
Drillpipe to surface /seabed	11	55	Top	30	Open	1.8	1550	1426
				70	5% open	4.2	1078	1048
		45	Entire	30	Open	1.5	3065	3278
				70	5% open	3.5	1704	1705
Annulus to surface /seabed	78	55	Top	30	Open	12.9	1898	1570
				70	5% open	30	1591	1438
		45	Entire	30	Open	10.5	5985	5360
				70	5% open	24.6	3602	3558
Open hole to surface /seabed	11	55	Top	30	Open	1.8	2036	1660
				70	5% open	4.2	1812	1577
		45	Entire	30	Open	1.5	10749	9343
				70	5% open	3.5	5476	5411
Total and weighted rates:						100	2880	2670

- Gitt utblåsning; 1,5% sannsynlighet for worst case rate, dvs. en sannsynlighet på $1,5 \cdot 10^{-6}$ for en utblåsning med denne raten; en forventet hendelse pr 666.667 brønner

Akkumulerte rater fra fordelingen



Kumulativ sannsynlighetsfordeling gitt utblåsning



Dimensjonering;

alternativ 2 – Forventet (vektet) rate



- Mest brukte metode for letebrønner
- Bruk sannsynlighetsfordeling over ulike rater gitt hendelsen. Tyngdepunktet (den vektede verdien) er forventet rate
- 2880 m³/d i eksemplet
- Ved å bruke den vektede verdien ser man bort fra hvor alvorlig utslippet faktisk kan bli (dvs. bredden i fordelingen)
- Man bort fra over 40% av fordelingen
- De høyeste ratene kan være opptil (mer enn?) 4 x den vektede raten
- **Metoden bør forkastes**

Dimensjonering;

alternativ 3 – ”Ti i minus fjerde-rate”

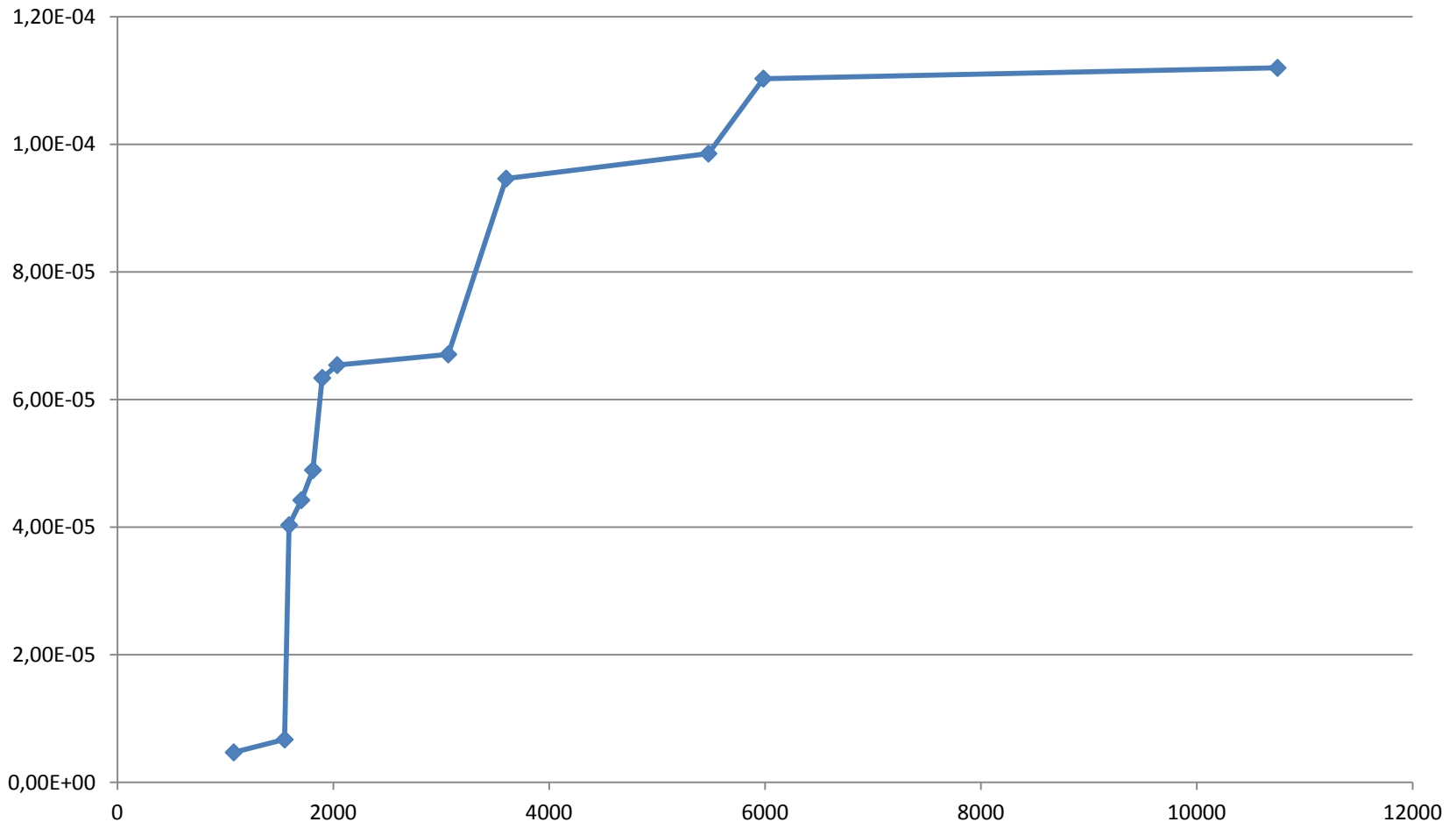


- Dimensjonere for rater som har sannsynlighet over 10^{-4} ?
- Frekvens for utblåsning fra en normal letebrønn er nå $1,12 \times 10^{-4}$
- I en ratefordeling har ingen rater høyere sannsynlighet enn 30%, dvs. en frekvens på $3,4 \times 10^{-5}$
- Det er ingen enkelt rater som har frekvens $> 1 \times 10^{-4}$
- Dersom man ser på akkumulert sannsynlighet er det mulig å finne en 10^{-4} rate
- Denne raten er ca 5800 m³/d

Akkumulert sannsynlighet for rater



Kumulativ sannsynlighetsfordeling, utblåsning





”Ti i minus fjerde-rate” (forts)

- Metoden legger stor vekt på utblåsningfrekvensen
 - Reflekterer ikke forhold på den faktiske brønnen
 - Historisk frekvens som reflekterer andre brønner under forutsetning av at brønnene er ”lignende”.
 - Resonnement som forutsetter at ”alt” er gjennomsnittlig på hver enkelt brønn.
- Er dette en rimelig antagelse?
 - Hva om vi har en spesielt god rigg, spesielt kompetent crew, andre ”ekstra” risikoreduserende tiltak?
 - Eller en spesielt dårlig rigg, spesielt dårlig crew etc.
- Dette vil ikke slå ut på den historiske utblåsningsfrekvensen, selv om det er opplagt at sannsynligheten for en utblåsning påvirkes av disse forholdene.
- **Metoden forkastes**

Dimensjonering;

alternativ 4 – Persentil av fordelingen



- Les av raten som representerer for eksempel 90 % av fordelingen
- Metoden unngår problemet med ”ekstreme” rater i alternativ 1
- Unngår også problemstillingene i alt. 2 mht. bredden i fordelingen og i alt. 3 mht. representativitet av frekvensen
- 90% = ca 6000 m³/d i eksemplet



Dimensjonering; alternativ 5 – alle rater med $P > 5\%$

- Ser bort fra alle rater med lavere sannsynlighet enn 5%
- Dimensjonere for den høyeste av de gjenværende ratene
- 78% av fordelingen i eksemplet er inkludert
- Dimensjonerende rate $\rightarrow 5985 \text{ m}^3/\text{d}$

Dimensjonering;

alternativ 6 – følge Klif's retningslinje



- Tilstrekkelig kapasitet til å bekjempe 95 percentil av emulsjonsmengden som kan komme til hver barriere (pr døgn)
- Må bestemme drivtid til hver barriere og har data over forvitringsegenskaper
 - F.eks. 6 timers drivtid (Barriere 1)
 - Utslippsrate – fordampning – nedblanding + vannopptak
- Forutsetter at man har oljedriftssimuleringer basert på hele rate og varighetsfordelingen
- Ikke mulig å bestemme dimensjonerende rate uten oljedriftssimuleringer



Risikobasert dimensjonering?

- Dimensjonere forskjellig avhengig av miljørisiko og avstand til sårbare ressurser / kyst? For eksempel:
- Miljørisiko under X % av akseptkriteriene;
 - Kun etablert basis / områdeberedskap, dvs. ikke egen analyse av beredskap, evt. GAP analyse ift. basisberedskap.
- Forutsetter at det blir etablert en regional basisberedskap.
- Økende beredskap ved økende miljørisiko
- Økende beredskap ved korte drivtider til sårbare ressurser / kysten
- Lange responstider ved lang drivtid, kortere ved kort drivtid



Konklusjon

- Følgende alternativer forkastes:
 - Worst case rater ála Macondo
 - Dagens metode med vektet rate
 - 10^{-4} rate
- Følgende metoder antas å være mulige
 - Rate som representerer f.eks. 90% av fordelingen
 - Høyeste rate blant de som har $> 5\%$ sannsynlighet, se bort fra de som har lav sannsynlighet
 - 95 percentil av emulsjonsmengde til barrierene
- Beredskap bør være risikobasert
 - Lav miljørisiko – basis beredskap
 - Høy miljørisiko – skjerpet beredskap



Kontakt oss:

www.proactima.com

Managing the future today