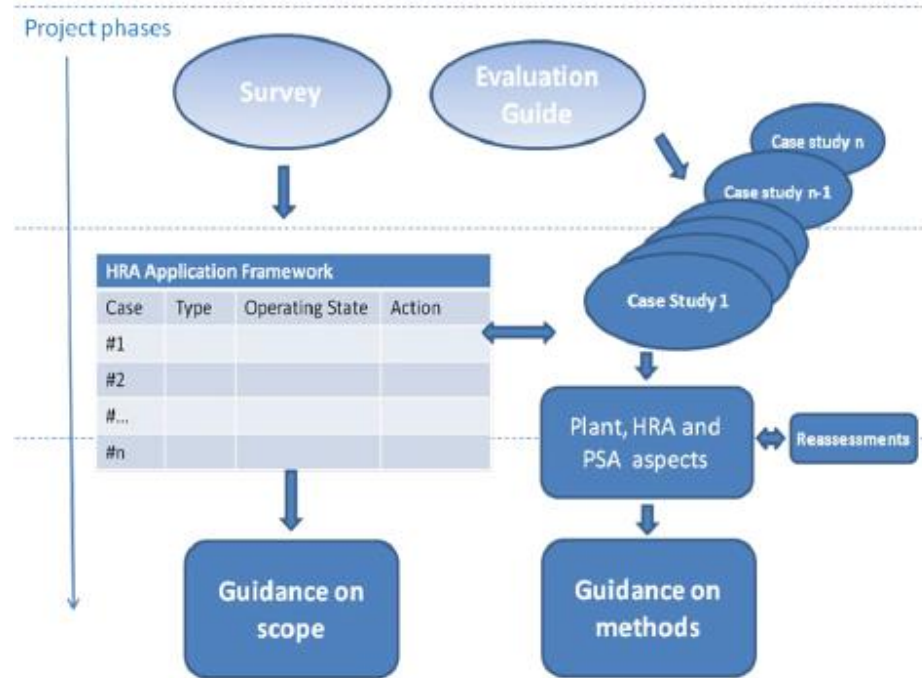


Resultat från NPSAGs FoU om Human Reliability Analysis

Cilla Andersson, Ringhals NPP, Sweden

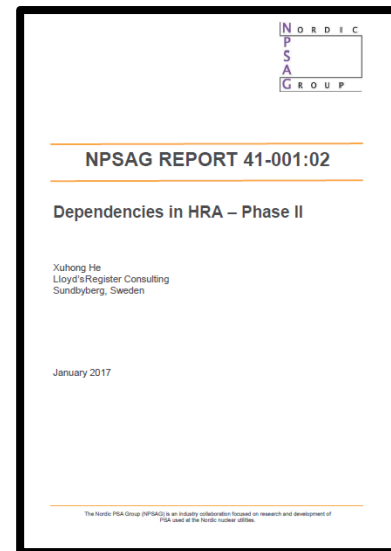
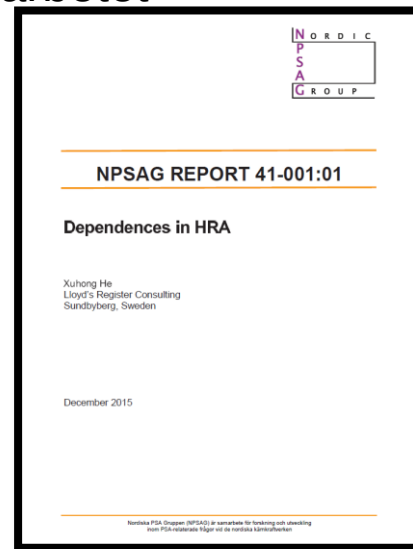
Bakgrund - NPSAGs forskning om HRA

- Under åren 2010 till 2015 drev NPSAG projektet EXAM-HRA
- Arbetet leddes av ÅF men ett stort antal kraftverk och konsulter deltog
- Inom projektet värderades och jämfördes befintliga HRA tillämpningar genom så kallade case studies
- A Practical Guide to HRA publicerades som NPSAG rapport 11-004-02



Beroenden i HRA (2015-2016)

- Projektet (41-001) finansierades av de RAB, FKA, OKG och SSM
- Arbetet leddes av Xuhong He (Lloyd's Register Consulting) men medverkande kraftverk deltog aktivt i arbetet
- Projektet utfördes i två faser:
 - Fas 1 (2015)
 - Litteraturstudie
 - Internationell survey
 - Case studies
 - Preliminära rekommendationer
 - Fas 2 (2016)
 - Effektiva metoder för att identifiera viktiga ingrepp för utvärdering av beroenden
 - Case studies inklusive resultatvärdering



Exempel på resultat från projektet

- För typ A ingrepp, även kallade pre-initiators, dvs ingrepp som inträffar före en inledande händelse har följande observationer gjorts:
 - Beroende modelleras normalt endast mellan redundanta komponenter i samma system. Beroende mellan olika system bedöms normalt ha låg betydelse men slutsatsen är anläggningsspecifik.
 - Ett antal ja/nej/osäker frågor om personal, tid, utförande och plats har tagits fram vilka kan användas för att välja rätt nivå av beroende
 - För anläggningsrisken kan det argumenteras att beroende mellan typ A ingrepp täcks av befintliga CCF data. HRA kan dock ändå ge värdefulla insikter.

Exempel på resultat från projektet

- För typ C ingrepp, även kallade post-initiators, dvs ingrepp som inträffar efter en inledande händelse har följande observationer gjorts:
 - MCS listor kan användas för att hitta viktiga beroenden
 - Följande fem faktorer kan användas för att motivera oberoende mellan två ingrepp:
 1. Separerade av ett lyckat ingrepp
 2. Stor tidsseparation
 3. Tydliga/olika signaler
 4. Olika skiftlag
 5. Det andra ingreppet krävs oavsett om det första lyckas och förutsättningarna påverkas inte betydande av om det första ingreppet lyckas.
 - Beslutsträdet i NUREG-1921 (HRA metodik för brand PSA) är användbart. Motsvarande i SPAR-H bedömdes vara för konservativt.
 - Endast THERP ger guidning om kvantifiering av beroenden

NUREG-1921

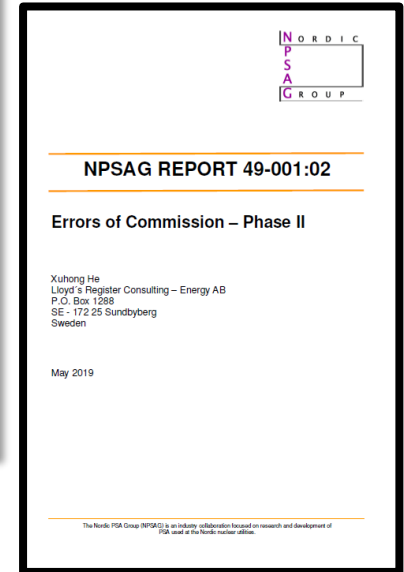
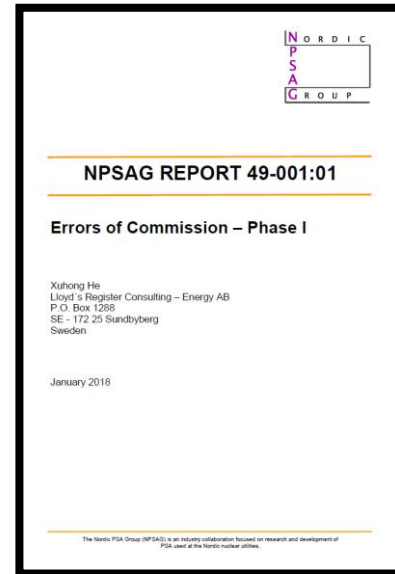
Beslutsträd för beroenden

SPAR-H Beslutsträd för beroenden

Condition Number	Crew (same or different)	Time (close in time or not close in time)	Location (same or different)	Cues (additional or no additional)	Dependency	Number of Human Action Failures Rule ☐ - Not Applicable. Why? _____	
1	s	c	s	na	complete	When considering recovery in a series e.g., 2 nd , 3 rd , or 4 th checker	
2				a	complete		
3				na	high		
4				d	na		
5				s	na		high
6				a	moderate		
7	d	nc	d	a	moderate	If this error is the 3rd error in the sequence , then the dependency is at least moderate .	
8				na	moderate		
9				d	na		low
10				a	moderate		
11				d	a		moderate
12				a	moderate		
13		nc	s	na	low	If this error is the 4th error in the sequence , then the dependency is at least high .	
14				a	low		
15				d	na		low
16				a	low		
17				na	low		
18				a	low		
19				na	low		
20				a	low		
21				na	low		
22				a	low		
23				na	low		
24				a	low		
25				na	low		
26				a	low		
27				na	low		
28				a	low		
29				na	low		
30				a	low		
31				na	low		
32				a	low		
33				na	low		
34				a	low		
35				na	low		
36				a	low		
37				na	low		
38				a	low		
39				na	low		
40				a	low		
41				na	low		
42				a	low		
43				na	low		
44				a	low		
45				na	low		
46				a	low		
47				na	low		
48				a	low		
49				na	low		
50				a	low		
51				na	low		
52				a	low		
53				na	low		
54				a	low		
55				na	low		
56				a	low		
57				na	low		
58				a	low		
59				na	low		
60				a	low		
61				na	low		
62				a	low		
63				na	low		
64				a	low		
65				na	low		
66				a	low		
67				na	low		
68				a	low		
69				na	low		
70				a	low		
71				na	low		
72				a	low		
73				na	low		
74				a	low		
75				na	low		
76				a	low		
77				na	low		
78				a	low		
79				na	low		
80				a	low		
81				na	low		
82				a	low		
83				na	low		
84				a	low		
85				na	low		
86				a	low		
87				na	low		
88				a	low		
89				na	low		
90				a	low		
91				na	low		
92				a	low		
93				na	low		
94				a	low		
95				na	low		
96				a	low		
97				na	low		
98				a	low		
99				na	low		
100				a	low		
101				na	low		
102				a	low		
103				na	low		
104				a	low		
105				na	low		
106				a	low		
107				na	low		
108				a	low		
109				na	low		
110				a	low		
111				na	low		
112				a	low		
113				na	low		
114				a	low		
115				na	low		
116				a	low		
117				na	low		
118				a	low		
119				na	low		
120				a	low		
121				na	low		
122				a	low		
123				na	low		
124				a	low		
125				na	low		
126				a	low		
127				na	low		
128				a	low		
129				na	low		
130				a	low		
131				na	low		
132				a	low		
133				na	low		
134				a	low		
135				na	low		
136				a	low		
137				na	low		
138				a	low		
139				na	low		
140				a	low		
141				na	low		
142				a	low		
143				na	low		
144				a	low		
145				na	low		
146				a	low		
147				na	low		
148				a	low		
149				na	low		
150				a	low		
151				na	low		
152				a	low		
153				na	low		
154				a	low		
155				na	low		
156				a	low		
157				na	low		
158				a	low		
159				na	low		
160				a	low		
161				na	low		
162				a	low		
163				na	low		
164				a	low		
165				na	low		
166				a	low		
167				na	low		
168				a	low		
169				na	low		
170				a	low		
171				na	low		
172				a	low		
173				na	low		
174				a	low		
175				na	low		
176				a	low		
177				na	low		
178				a	low		
179				na	low		
180				a	low		
181				na	low		
182				a	low		
183				na	low		
184				a	low		
185				na	low		
186				a	low		
187				na	low		
188				a	low		
189				na	low		
190				a	low		
191				na	low		
192				a	low		
193				na	low		
194				a	low		
195				na	low		
196				a	low		
197				na	low		
198				a	low		
199				na	low		
200				a	low		
201				na	low		
202				a	low		
203				na	low		
204				a	low		
205				na	low		
206				a	low		
207				na	low		
208				a	low		
209				na	low		
210				a	low		
211				na	low		
212				a	low		
213				na	low		
214				a	low		
215				na	low		
216				a	low		
217				na	low		
218				a	low		
219				na	low		
220				a	low		
221				na	low		

Errors of Commission (2017-2018)

- Projektet finansierades av RAB, FKA, OKG, TVO och SSM
- Arbetet leddes av Xuhong He (LR)
- Projektet utfördes i två faser:
 - Fas 1 (2017)
 - Litteraturstudie
 - Internationell survey
 - Preliminära rekommendationer
 - Fas 2 (2018)
 - Effektiva metoder för att identifiera viktiga EOC
 - Case study för Ringhals 3 för inre händelser under DT1



Exempel på resultat från projektet

- Analys av EOCs anses ofta vara utanför scoopet för vanlig PSA/HRA
- NRCs guide *Good Practice for HRA* (NUREG-1792) anger dock att ett minimum är att ett försök görs att identifiera eventuella situationer/omständigheter som kan göra EOCs mer troliga.
- Paul Scherrer Institutets (PSI) metod *Commission Errors Search and Assessment* (CESA) kan användas för systematisk identifiering av tänkbara EOCs och har tillämpats i en pilotstudie för Ringhals 3
- Baserat på PSIs pilotstudier, projektets pilotstudie och diskussioner under projektets workshop har slutsatsen dragits att EOC som kan inträffa i PSA för inre händelser under effektdrift har liten riskmässig betydelse.
- Befintliga instruktioner hanterar redan de tänkbara EOCs som identifierats.

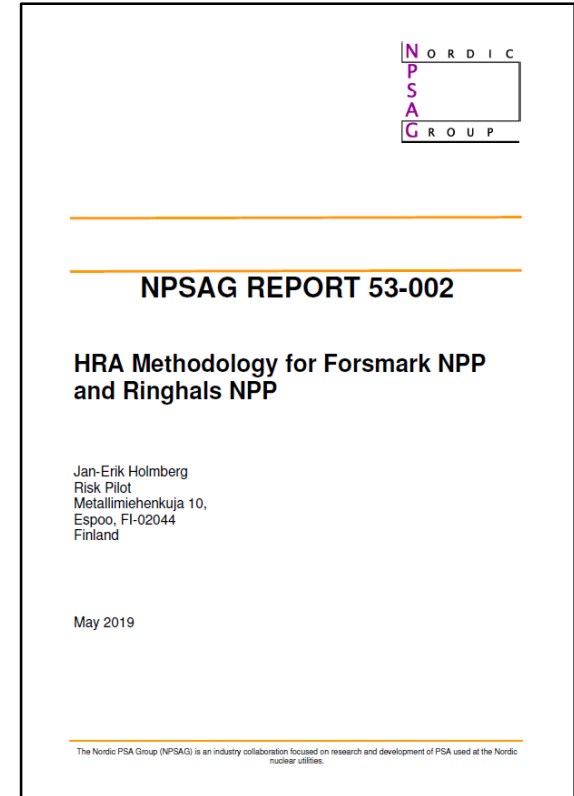
Exempel på resultat från projektet

- Svaren på frågeformuläret tydliggjorde även den stora spridningen i val av HRA metod. På frågan "*In general terms describe the HRA methodology in your PSA?*" erhöles följande svar:

Organisation	Country	Methodology (short)
FKA	Sweden	THERP based (Bayesian THERP)
Jensen Hughes	US	EPRI NUREG-1921
Callaway	US	THERP, HCR/ORE, CBDTM
CGN SNPI	China	SPAR-H, ASEP
EDF Energy	UK	NARA
NECSA	South Africa	THERP
RAB	Sweden	ASEP, Expert judgment, THERP, Bayesian THERP
Tractebel-Bel V	Belgium	SPAR-H
NEL	Japan	THERP, HCR/ORE, CBDTM, HRA Calculator
Fortum	Finland	Modification of ASEP-HRA
IRSN	France	PANAME (Level 1), HORAAM (Level 2), CREAM
OKG	Sweden	Based upon SPAR-H and THERP
TVO	Finland	Modification of ASEP
CNPE	China	THERP, ASEP, HCR+THERP, SPAR-H
Risk Pilot	Sweden / Finland	N/A
KAERI	South Korea	K-HRA (Korean standard Human Reliability Analysis)
SNERDI	China	ASEP, THERP, SPAR-H, HCR/ORE, CBDTM+THERP

PSA Metodbeskrivning för RAB och FKA

- RAB och FKA har gett ut sin metodbeskrivning för HRA som en NPSAG rapport
- Syftet är att göra metodiken tillgänglig för andra och underlätta granskning



HRA i projekt SITRON (2017-2018)

- I projekt *SITe Risk fOr Nuclear installations* (SITRON) studerades Multi-Unit PSA (MUPSA)
- Projektet (48-001) finansierades av Ringhals, Forsmark, SSM, SAFIR och NKS och utfördes av RiskPilot, LR, VTT och IFE
- En av de viktigaste faktorerna att studera med MUPSA är påverkan på HRA
- Händelser som inträffar vid flera reaktorer samtidigt kan utmana tillgängliga resurser och kräva prioritering
- Befintlig HRA för enskilda reaktorer kan behöva modifieras
- Två pilotstudier utfördes där två olika HRA approacher testades

SITRON HRA - Pilotstudier

- I pilotstudien för Ringhals 3 och 4 applicerades förhöjda sannolikheter mha viktningsfaktorer
- I pilotstudien för Forsmark 1 och 2 användes en beroende modell

Diagnosis Personnel	Execution Personnel	Execution Location	Was recovery from shared personnel considered in HEP	Penalty factor
Unit MCR Staff	Unit Staff	in MCR	Yes	2
			No	1
	Shared Staff	Field		2
				5
	Shared Staff			5
				10

Resultat från projekt SITRON

- Alla manuella ingrepp som är relevanta för den studerade inledande händelsen LOOP har identifierats
- Kvalitativ och kvantitativ screening har genomförts
- Endast ett fåtal beroenden mellan anläggningarna har identifierats som behöver beaktats vid den slutliga kvantifieringen

Pågående arbete – Projekt PROSAFE (2019-2020)

- NPSAG har startat projektet *Prolonged mission times and safe states*
- Projektet finansieras av Ringhals, Forsmark, SSM, SKB, SAFIR och NKS och utförs av RiskPilot, LR och VTT
- Syftet är att förbättra hanteringen av långa tidsfönster i PSA/HRA
- En litteraturstudie och survey har genomförts
- Två pilotstudier är under uppstart där metodik ska testas och utvärderas
- HRA frågor som studeras är:
 - Definition av lång tillgänglig tid i ett HRA perspektiv
 - Lägsta värden (*limiting values*)
 - Nya ingrepp för recovery och reparation

NORDIC

P
S
A

GROUP

Tack för uppmärksamheten!

Frågor?