



Global Expertise • One Voice

# Lessons Learned from SPRA Peer Reviews and F&O Closure

Roy Linthicum  
Date: 2018 RIC

# Seismic Reviews through the PWROG



- From 2013 to 2017, the PWROG has supported 8 SPRA peer reviews for a total of 12 PWR units.
  - 1 PR using Addendum A and 7 PRs using Addendum B of the PRA Standard
- In 2018 & 2019, 8 more SPRA peer reviews are currently scheduled through the PWROG program.
  - At least 2 Utilities have already asked to be peer reviewed against the Code Case
- All reviews performed to date are full scope (SHA, SFR, SPR)
  - All brand new S-PRAs with one exception (1 SPRA previously reviewed against Addendum A and re-reviewed after major enhancements against Addendum B)
  - PWROG encourages PRA configuration control element to be peer reviewed every time an entire new hazard is added to the PRA scope.
- Since release of Appendix X to NEI 12-13, the PWROG has also supported F&O Closure (independent assessment & focus scope reviews as needed) for 4 S-PRAs (5 PWR units and 1 BWR unit).

# Seismic Peer Reviews through the PWROG – Process and Teams

- PWROG follows NEI-12-13 guidance (including now Appendix X) with enhanced requirements on leads/reviewers qualifications and guidance on peer review readiness process.
- Many process/working observers attended reviews and F&O closure activities
  - Process observers → PMs for S-PRAs, NRC, Japan
  - Working observers → Analysts for S-PRAs, reviewers in training
- The core team for a number of the PRs to date (first wave) was made of members of the ASME/ANS JCNRM writing team for Part 5 of the Standard
  - Writing team had first hand consistent experience of trends and problematic SRs and fed back that experience directly in the Code Case and next edition update
  - Second wave PRs are expanding the pool of qualified reviewers

# Overview of SHA

Addendum B ONLY

	Met with no findings
	Met with findings
	Met with suggestions
	Not met
TEXT	Met at Capability category I
	Met with Best Practice
	Not applicable/not reviewed

- Initial confusion on validity of CEUS SSC and GMRS catalogues (SHA-F2)
  - EPRI catalogues stop years ago. Gap assessment was needed.
  - Issue now understood and addressed properly.
- Cluster of “not mets” on other seismic hazards (HLR-SHA-I)
  - Confusion on scope/hand-off between SFR/SPR/SHA.
  - Man-made earthquake issue.
- Issue of how PSHA/hazard uncertainties are addressed in the context of plant risk profile (SHA-J3)

SHA – Seismic Hazard Technical Element							
SHA-A1	CC-IV/III	CC-IV/III	CC-IV/III	CC-IV/III	CC-IV/III	CC-IV/III	CC-IV/III
SHA-A2	Met	Met	Met	Met	Met	Met	Met
SHA-A3	Met	Met	Met	Met	Met	Met	Met
SHA-A4	Met	Met	Met	Met	Met	Met	Met
SHA-A5	Met	Met	Met	Met	Met	Met	Met
SHA-B1	CCVII	CCVII	CCVII	CCVII	CCVII	CCVII	CCVII
SHA-B2	CCVII	CCVII	CCVII	CCVII	CCVII	CCVII	CCVII
SHA-B3	CCVII	CCVII	CCVII	CCVII	CCVII	CCVII	CCVII
SHA-C1	Met	Met	Met	Met	Met	Met	Met
SHA-C2	Met	Met	Met	Met	Met	Met	Met
SHA-C3	CCV/III	CCV/III	CCV/III	CCV/III	CCV/III	CCV/III	CCV/III
SHA-C4	N/A	Not met	Met	Met	Met	Met	Met
SHA-D1	Met	Met	Met	Met	Met	Met	Met
SHA-D2	Met	Met	Met	Met	Met	Met	Met
SHA-D3	CCV/III	CCV/III	CCV/III	CCV/III	CCV/III	CCV/III	CCV/III
SHA-D4	N/A	N/A	Met	Met	Met	Met	Met
SHA-E1	CCV/III	CCV/III	CCV/III	CCV/III	N/A	CCV/III	CCV/III
SHA-E2	CCV/III	CCV/III	CCV/III	CCV/III	N/A	CCV/III	CC-I
SHA-E3	CC-I	CC-III	CC-I	CC-III	CC-III	CC-III	CC-III
SHA-F2	Not met	Met	Not met	Not met	Met	Met	Met
SHA-F3	CCV/III	CCV/III	CCV/III	CCV/III	CCV/III	CCV/III	CCV/III
SHA-G1	CCV/III	CCV/III	CCV/III	CCV/III	CCV/III	CCV/III	CCV/III
SHA-H4	Met	Not met	Met	Not met	Met	N/A	Met
SHA-I1	Met	Not met	Met	Met	Not met	Not met	Met
SHA-I2	N/A	Not met	Not met	N/A	N/A	Not met	Not met
SHA-J1	Met	Not met	Met	Not met	Met	Not met	Not met
SHA-J2	Met	Met	Met	Met	Met	Met	Met
SHA-J3	Not met	Not met	Not met	Met	Met	Met	Met



# Overview of SFR

Addendum B ONLY

Met with no findings
Met with findings
Met with suggestions
Not met
TEXT
Met at Capability category I
Met with Best Practice
Not applicable/not reviewed

- Realistic fragilities (SFR-A2)
  - Standard asking for realistic fragilities even for non-lead contributors.
  - Challenge in the definition of risk-significant (some importance measures are less meaningful in SPRAs).
- Definition of “reference earthquake” (SFR-C1)
  - Slight change in understanding of practice (also a result of more aggressive risk targets).
  - Some missed failure modes potentially resulting from this, such as building banging into each other.
  - Possibly the SR has a too large scope.
- Generic fragilities (SFR-F2) → Similar challenge as SFR-A2

SFR – Seismic Fragility Technical Element							
SFR-A1	Met	Met	Met	Met	Met	Met	Met
SFR-A2	CC-I	CC-I	CC-I	CC-I	CC-I	CC-VII	CC-I
SFR-B1	CC-VII	CC-VII	CC-VII	CC-VII	CC-VII	CC-VII	CC-VII
SFR-C1	CC-VII	CC-VII	CC-VII	Not met	CC-VII	CC-VII	CC-VII
SFR-C2	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	CC-VII	CC-VII
SFR-C3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
SFR-C4	CC-VII	CC-VII	CC-VII	Not met	CC-VII	N/A	CC-VII
SFR-C5	N/A	CC-VII	CC-VII	N/A	CC-VII	N/A	CC-VII
SFR-C6	N/A	CC-VII	CC-VII	Not met	CC-VII	N/A	CC-VII
SFR-D1	Met	Met	Met	Met	Met	Met	Met
SFR-D2	Met	Met	Met	Met	Met	Not met	Met
SFR-E1	Met	Met	Met	Met	Met	Met	Met
SFR-E2	Met	Met	Met	Not met	Met	Met	Met
SFR-E3	Met	Met	Met	Met	Met	Met	N/A
SFR-E4	Met	Met	Met	Met	Met	Met	Met
SFR-E5	Met	Met	Met	Met	Met	Met	Met
SFR-E6	Met	Met	Met	Met	Met	Met	Met
SFR-F1	CC-VIII	CC-VIII	CC-VIII	CC-VIII	CC-VIII	CC-VIII	CC-VIII
SFR-F2	Not met	CC-VII	CC-VII	CC-VII	CC-VII	CC-VII	Not met
SFR-F3	CC-VIII	CC-VIII	CC-VIII	CC-VIII	CC-VIII	CC-VIII	CC-VIII
SFR-F4	Met	Met	Met	Met	Met	Met	Met
SFR-G1	Met	Met	Met	Met	Met	Met	Met
SFR-G2	Met	Met	Met	Met	Met	Met	Met

# Overview of SPR

Addendum B ONLY

White	Met with no findings
Yellow	Met with findings
Light Yellow	Met with suggestions
Red	Not met
Orange	Met at Capability category I
Light Green	Met with Best Practice
Grey	Not applicable/not reviewed

- Seismic-induced Fire & Flood SIFF (SPR-A1/B9)
  - Standard outdated on its reliance on IPEEE. More systematic SIFF identification is now possible using IF/F-PRA elements.
  - Industry still calibrating on methods
- Seismic HRA (SPR-B2/6)
  - Evolution of Seismic HRA methods.
- Very Small LOCA (SPR-B8)
  - Very prescriptive SR.
  - Different interpretations on how to meet it and possibly relying on generic fragilities.

SPR - Seismic System Analysis Technical Element							
SPR-A1	Met	Met	Met	Not met	Met	Met	Met
SPR-A2	Not met	Met	Met	Met	Met	Met	Met
SPR-A3	Met	Met	Met	Met	Met	Met	Met
SPR-A4	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
SPR-A5	Met	Met	Met	Met	Met	Met	Met
SPR-B1	Met	Met	Met	Met	Met	Met	Met
SPR-B2	CC/VIII	Not met	CC/VIII	CC/VIII	CC/VIII	CC/VIII	CC/VIII
SPR-B3	CC-VII	CC-VII	CC-VII	CC-VII	CC-VII	CC-VII	CC-VII
SPR-B4	Met	Not met	Met	Met	Met	Met	Met
SPR-B4a	Met	Met	Met	Met	Met	N/A	Met
SPR-B4b	Not met	Met	Met	Met	Met	Met	Met
SPR-B5	CC-VIII	CC-VIII	CC-VIII	CC-VIII	CC-VIII	CC-VIII	CC-VIII
SPR-B6	Not met	Met	Met	Not met	Met	Met	Met
SPR-B7	CC-VIII	CC-VIII	CC-VIII	CC-VIII	CC-VIII	CC-VIII	CC-VIII
SPR-B8	CC/VIII	CC/VIII	CC/VIII	CC/VIII	Not met	Not met	CC/VIII
SPR-B9	Met	Met	Met	Met	Met	Not met	Met
SPR-C1	Met	Met	Met	Met	Met	Met	Met
SPR-D1	Met	Met	Met	Met	Met	Met	Met
SPR-E1	Met	Met	Met	Met	Met	Met	Met
SPR-E2	Met	Met	Met	Met	Met	Met	Met
SPR-E3	Met	Met	Met	Met	Not met	Met	Met
SPR-E4	CC/VII	CC/VII	CC/VII	CC/VII	CC/VII	CC/VII	CC/VII
SPR-E5	CCII	CCII	CCII	CCI (UX)	CCII	CCII	CCII
SPR-E6	Met	Met	Met	Met	Met	Met	Met
SPR-F1	Met	Not met	Met	Met	Met	Met	Met
SPR-F2	Met	Met	Met	Met	Met	Met	Met
SPR-F3	Met	Met	Met	Met	Met	Met	Met

# F&O Closure Observations

- All seismic F&Os successfully closed through the new Appendix X process
  - Some disagreement on the interpretation of “maintenance” vs. “upgrade”
  - In all cases, the review team had a more conservative interpretation and proceeded with a focused scope review.
  - Not a seismic-specific observation.
- Substantial fragility update observed in some cases
  - SCDF/SLERF reduced up to 70% with more refined fragility analysis of risk-significant contributors.
- Extensive sensitivity analysis credited to “break the loop”
  - Continuous refinements of fragilities constantly bring up new unrefined (or less refined) fragility.



# Input to Code Case

- Standard writing team used lessons learned from first wave of SPRA peer reviews to update Part 5 for the Code Case.
- Clarifications in SHA regarding other non-vibratory consequential hazard and emphasis on a better hand-off of these scenarios among parts.
- Clarification on uncertainties of the PSHA as different from uncertainties of the SHA.
- More reliance on the risk quantification to define and monitor screening criteria, as well as to define risk-significant so that a workable prioritization can be done for realistic (and effort intensive) fragilities.
- More details on the definition and modeling of consequential hazards (e.g., SIFF).
  - Will continue to monitor this for unintended consequences
- Clarification on Reference Earthquake did not make its way in the Code Case  
➔ Still being debated (may be ready for the next edition).



# Conclusions

- PWROG has been active in SPRA Peer Reviews over the last 5 years and has additional Peer Reviews planned in the near future.
- SPRA Peer Reviews have been important in raising the state-of-practice in seismic PRAs.
- Participation by Standards Writers on SPRA Peer Review teams has allowed direct feedback to improve Part 5 of the PRA Standard.
- Average of 90% of supporting requirements have been met at Capability Category II or above.
  - Indicates S-PRA are generally considered technically adequate to support risk informed applications.



**Global Expertise • One Voice**  
**[www.pwrog.com](http://www.pwrog.com)**