



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO IN OKOLJE

UPRAVA REPUBLIKE SLOVENIJE
ZA JEDRSKO VARNOST

Litostrojska cesta 54, 1000 Ljubljana

T: +386 1 472 11 00

F: +386 1 472 11 99

E: gp.ursjv@gov.si

www.ursjv.gov.si

Nuklearna elektrarna Krško d. o. o.
Vrbina 12

8270 Krško

Številka: 3571-6/2013/31

Datum: 4. 9. 2014

ZADEVA: Odziv na pregled dokumenta "Assessment of capacity of the NEK to resist permanent ground deformations due to potential surface faulting" in strokovnega mnenja

Zveza: Dopis NEK ING.DOV-187.14/6213

Spoštovani!

Zahvaljujemo se vam za poslano študijo "Assessment of capacity of the NEK to resist permanent ground deformations due to potential surface faulting" (NEK ESD-TR10/13, rev. 2) in strokovno mnenje, ki ju je URSJV zahtevala od NEK z namenom preučitve vpliva preloma Libna na potresno varnost NEK. Končno verzijo študije je URSJV prejela 24. 07. 2014. Strokovno mnenje za to študijo, ki ga je izdelala Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani (FGG), potrjuje njene rezultate, poleg tega pa predlaga, da se izvedejo iz nje izhajajoča priporočila.

V študiji, ki ste jo izvedli z ameriškim projektantom WorleyParsons, ste preučili posledice trajnih premikov tal na lokaciji NEK. Pobuda za študijo so bile zadnje geotehnoške, geološke in seizmološke raziskave na območju NEK, ki so nakazale, da je prelom Libna, ki poteka v bližini NEK, potencialno zmožen. Zato je GEN Energija pri podjetju Rizzo naročila študijo PFDHA¹, s pomočjo katere so ocenili verjetnost premikov ob prelomu. Ocenili so, da na lokaciji NEK lahko pride do premikov velikosti približno 2 mm s srednjo letno verjetnostjo 10^{-6} oz. 20 mm s srednjo letno verjetnostjo 10^{-7} . Za premike inženirskega pomena (večje od 5 cm) pa znaša srednja letna verjetnost precej manj kot 10^{-7} .

Varnostne strukture, sistemi in komponente (SSK) v NEK so projektirane tako, da so odporne na potres s $PGA^2 = 0.3$ g. Večina SSK je nameščenih znotraj glavne stavbe, ki je v celoti na eni temeljni plošči (MC). Zato morebitni premik tal pod to ploščo ne bi imel pomembnega vpliva na jedrsko varnost. Stavba za zajem bistvene oskrbne vode ob Savi pa je temeljena ločeno. Med obema stavbama je speljan cevovod bistvene oskrbne vode (ESW), ki je izredno pomemben za zagotavljanje hlajenja v izrednih razmerah. Če bi med potresom prišlo do premika tal med tema dvema stavbama, bi bil ta cevovod lahko ogrožen. Razumemo, da je ta cevovod s stališča premikov tal najbolj občutljiv del varnostnih SSK in ste ga zato v študiji podrobno analizirali. Ugotovili pa ste, da nevarnost za premike ob prelomu vendarle nima pomembnega vpliva tudi na ta sistem in da zaradi tega jedrska varnost ni ogrožena.

¹ Technical Report, Probabilistic Fault Displacement Hazard Analysis, Krško East and West Sites, Proposed Krško 2 Nuclear Power Plant, Krško, Slovenia, Rev. 1, 13. 5. 2014

² PGA – Peak ground acceleration – največji pospešek tal

odp: po 04/09/14

Med izvajanjem vaše študije ste tudi ugotovili, da bi bilo za sistem bistvene oskrbne vode poleg vpliva morebitnega premika tal smotno preučiti tudi siceršnji vpliv potresa s $PGA = 0,6$ g, kar se nam zdi zelo pravilna pobuda. Na podlagi naukov po nesreči v Fukušimi leta 2011 za vse nove varnostne sisteme v NEK zahtevamo, da so projektirani za potres s $PGA = 0,6$ g. S tem želimo izboljšati zagotavljanje jedrske varnosti tudi v primeru dogodkov, ki presegajo projektne dogodke. Zelo smiselno je, da postopoma v tem smislu preverite in po potrebi izboljšate tudi obstoječe sisteme, pomembne za varnost.

Okvara cevovodov ESW lahko povzroči izgubo končnega ponora toplote. S seizmično analizo cevovoda ESW proge A ste analizirali cevi, cevne zware, fleksibilne ekspanzijske ter prirobnične spoje tega sistema. Upoštevali ste notranjo tlačno obremenitev, lastno težo, obratovalno toplotno obremenitev, kakršni so bili predvideni s projektom cevovoda, ter potres s $PGA 0.6$ g ($2xSSE^3$). Nekateri vhodni parametri, ki so potrebni za seizmično analizo, so negotovi. Recimo dušenje materiala in strižni modul tal v veliki meri vpliva na odzivne spektre tal in seizmične premike zgradb, do katerih poteka cevovod ESW, kar posledično vpliva tudi na napetosti v cevovodu. Na napetostno stanje vplivajo tudi karakteristike materiala cevovoda in tal ter interakcija med cevovodom in tlemi. V prvi fazi ste analizirali sistem v celoti, nato pa je sledila podrobnejša analiza preobremenjenih delov z metodo končnih elementov, in sicer ravnega odseka pri penetraciji v MC ter kolena navzgor do penetracije. Rezultati analize so pokazali, da bi pri omenjenih obremenitvah cevovod z veliko verjetnostjo ohranil svojo celovitost. Na nekaterih delih cevovoda pa bi se lokalno pojavile plastične deformacije in poškodbe zaradi visokih napetosti, ki so višje od meje tečenja materiala. Prav tako bi lahko prišlo do velikih momentnih obremenitev na prirobnične vijake, kar lahko povzroči njihove plastične deformacije ter tudi zlom.

Vaša študija je pokazala, da glede na projektne podatke obstoječa šoba toplotnega izmenjevalnika v MC ne bi zdržala obremenitev $2xSSE$, ki se prenesejo s cevovoda. Zato študija ugotavlja, da bi bile potrebne dodatne analize prirobnic in šob za bolj realno seizmično oceno ter za kvalificiranje cevovoda za $2xSSE$. Osnovni premiki v cevni povezavi zaradi kombiniranih toplotnih in potresnih obremenitev niso problematični, saj bi jih cevovodi prenesli. Iz analize pa izhaja priporočilo zamenjati prirobnične vijake na vodoravni veji navzdol od podpore pri penetraciji v MC z močnejšimi vijaki, ki naj jih določi analiza prirobničnega spoja. Če bodo vijaki zamenjani in bodo zdržali potresno intenziteto 0.6 g, obstaja velika verjetnost, da bo ohranjena tudi celovitost celotnega cevovoda. Poleg tega pa je na prirobničnem spoju s šobo toplotnega izmenjevalnika potrebno analizirati tudi prenesene obremenitve na samo šobo. Prav tako za $2xSSE$ niso kvalificirane cevne podpore.

V zaključku študije ste podali več priporočil:

1. Vijaki prirobničnega spoja vodoravne veje naj se zamenjajo z močnejšimi vijaki, katerih moč naj se določi s pomočjo analize prirobničnega spoja. Največja dovoljena obremenitev, ki jo lahko zdrži toplotni izmenjevalnik, naj se določi na podlagi ločene analize toplotnega izmenjevalnika.
2. Šobe toplotnega izmenjevalnika glede na projekt ne zdržijo obremenitev $2xSSE$, ki se prenesejo s cevovoda, zato so za to potrebne dodatne analize.
3. Prav tako za $2xSSE$ niso kvalificirane cevne podpore in sidranje znotraj MC, zato so potrebne dodatne analize.

Prosimo, da nam sporočite kdaj bodo narejene našete analize in zamenjava prirobničnih vijakov z močnejšimi vijaki?

Po pregledu študije imamo še naslednji vprašanja:

1. Rezultati deterministične analize so pokazali, da je velika verjetnost ohranitve celovitosti ESW podzemnih struktur tudi v primeru potresov intenzitete $2xSSE$,

³ SSE - Safe Shutdown Earthquake - potres varne zaustavitve

čeprav se ugotavlja, da bi visoke napetosti, ki so posledice premikanja tal, povzročile plastične deformacije in zvijanja delov cevovoda na penetracijah skozi MC. Kakšne bi bile posledice teh plastičnih deformacij in zvijanja delov cevovoda na celovitost in funkcionalnost sistema?

2. V poglavju 5.1.2 Soil spring representation priloge II (drugi odstavek) se omenja naslednje: "*The model does not include damping related soil-pipe interaction*". Kaj so bili razlogi za to, da se v modelu ni upoštevalo dušenje pri interakciji zemlja/cevi? Kakšni bi bili rezultati, če bi se dušenje upoštevalo?

V naši zahtevi za preučitev vpliva preloma Libna na potresno varnost iz marca 2013 smo vas tudi zaprosili, da nam predložite zagotovila o ustreznosti sedaj veljavnih predpostavk analiz potresne ogroženosti NEK. Zanima nas, kako je s tem in kakšni so vaši načrti za ponovno izvedbo PSHA analize, v katero bi bili vključeni rezultati zadnjih študij?

Poleg vašega odgovora predlagamo tudi sestanek, na katerem bi nas podrobneje seznanili z rezultati ter vašimi odzivi na priporočila iz študije.

Lep pozdrav,




Dr. Andrej Stritar
DIREKTOR