

NEK

Nuklearna elektrarna Krško, d.o.o.
Vrbina 12, 8270 Krško
Slovenija

REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR
UPRAVA REPUBLIKE SLOVENIJE
ZA JEDRSKO VARNOST
Železna cesta 16 p.p. 5759 1001 LJUBLJANA

DATUM	06. 10. 2014	Vrednoti:
Številka	3571-6/2013/32	Priloge
Org. en.		JV

Ministrstvo za okolje in prostor

Uprava RS za jedrsko varnost
Litostrojska ulica 54
p.p. 5759
1001 Ljubljana

L.V.

naš znak: ING.DOV-215.14/17829 vaš znak: 3571-6/2013/31

Krško, 2. 10. 2014

ZADEVA: **Odgovor NEK v zvezi z odzivom na pregled dokumenta »Assessment of capacity of the NEK to resist permanent ground deformations due to potential surface faulting« in strokovnega mnenja**

Spoštovani!

Z dopisom ING.DOV-187.14/6213 smo vam 23. 7. 2014 posredovali tehnično poročilo NEK ESD-TR10/13, rev. 2, »Assessment of capacity of the NEK to resist permanent ground deformations due to potential surface faulting«, 18. 7. 2014, in neodvisno strokovno mnenje *Final Independent Evaluation for NEK ESD-TR-10/13, rev. 2, »Assessment of capacity of the NEK to resist permanent ground deformations due to potential surface faulting«*, 21. 7. 2014.

V odzivu URSJV št. 3571-6/2013/31 z dne 4. 9. 2014 ste v zvezi z navedenima dokumentoma podali komentarje in vprašanja:

Komentar URSJV:

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. Osni 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:

- 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?

Odgovor NEK:

Prirobnični vijaki na prirobnici na vodoravni veji navzdol od podpore pri penetraciji v MC bodo predvidoma zamenjani v remontu 2016. V kolikor bo analiza prirobničnega spoja, ki bo določila tip in material novih vijakov opravljena prej, bodo prirobnični vijaki zamenjani že v remontu 2015. Cevne priključke na toplotni izmenjevalec in cevne podpore pa bomo analizirali do konca leta 2015.

Komentar URSJV:

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 $2xSSE$, 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?

Odgovor NEK:

a) Celovitost cevovoda ostane ohranjena. O celovitosti sistema ESW pa trenutno ne moremo podati zagotovila v primeru $2xSSE$. Manjkajo analize, omenjene v zaključkih poročila.

Analize izkazujejo, da na penetraciji cevovoda v klet stavbe "Component Cooling Building" (CCB) na mestih deformacije cevovoda pride do izrazito lokalnih (reda velikosti nekaj deset kvadratnih centimetrov površine stene cevi), vendar po intenziteti močnih plastičnih deformacij. Te deformacije dosegajo 75% deformacij pri t.i. "flattening" testu. Ker pa je krivulja plastičnega tečenja materiala v območju velikih deformacij zelo položna, so izračunane napetosti v teh kritičnih točkah dosti bližje dopustnim napetostim (96%). Tako je na videz cevovod zelo blizu mejne obremenitve. Ne smemo pa spregledati dejstva, da prevladujoča obremenitev na cevovod izvira iz diferencialnih pomikov zgradbe glede na tla, in ne iz inercialnih sil ali tlaka fluida. Gre za t.i. "displacement driven load". Potemtakem "rezerve" do mejne obremenitve ni samo $100\% - 96\% = 4\%$, pač pa je večja, je blizu 25%.

Po ASME klasifikaciji spada "displacement driven load" med t.i. "self-limiting loads", ki povzročijo t.i. sekundarne (ne primarne) napetosti. Če bi sledili takšni kategorizaciji napetosti, bi lahko uporabili višje dopustne napetosti in bi analiza cevovoda potekala drugače, z manj intenzivno uporabo elasto-plastičnih materialnih modelov (morda jih celo ne bi bilo treba uporabiti). Zavestno smo se odločili za konzervativno razlago ASME kategorizacije napetosti in smo vse napetosti razvrstili med primarne, kar je privedlo do bolj zahtevnih analiz.

Tudi v primeru, da bi napetosti prekoračile dopustne in bi grozila porušitev materiala, bi ta zaradi prevladujočega lokalnega upogiba v steni cevi bila le lokalna in le na notranji in zunanji površini stene cevi. Razpoka ne bi segala po celotni debelini stene cevi. Cevovod še ne bi puščal.

b) Z mehanskega stališča ima cevovod, čeprav je lokalno deformiran, še dovolj veliko nosilnost. Funkcionalnost cevovoda bi bila v času in po potresu $2xSSE$ ohranjena. Vsekakor zmanjšanje svetlega prereza cevovoda (tistega, po katerem teče voda), ki je posledica vdrtja stene cevovoda ni

tako velika, da bi to oviralo ali zmanjševalo pretok vode skozi cevovod. Iz analiz pa je razvidno, da bi pri tako velikih diferencialnih pomikih, kot so bili uporabljeni v analizah, prišlo do znatne razbremenitve "Seal-link" tesnila na delu oboda cevi, ki je diametralno nasproti najbolj vdrtemu delu cevi. Med tesnilom in cevovodom lahko nastane zračnost, vendar tega ne moremo z gotovostjo napovedati. Če se zračnost pojavi, potem lahko v nastalo špranjo prodre okoliški pesek in voda, kar pa ni moteče za kratkoročno obratovanje, ki je potrebno za varno ohlajanje komponent po zaustavitvi elektrarne po $2 \times \text{SSE}$ potresu.

Komentar URSJV:

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?

Odgovor NEK:

Dušenje je potrebno upoštevati pri dinamičnih analizah, kjer je razmerje vztrajnostnih sil proti celotni obtežbi veliko. Ker je v primeru podzemnih cevovodov delež vztrajnostnih sil zanemarljiv, smo vpliv dušenja zemljine pri interakciji med cevjo in zemljino zanemarili. Upoštevanje dušenja zemljine ne bi imelo pomembnejšega vpliva na rezultate.

Potresno obtežbo ESW cevovoda predstavljajo deformacije zemljine zaradi potovanja potresnih valov skozi zemljino in dinamično premikanje cevni podpor v konstrukcijah ESWIS in MC. Posledica so sile (napetosti) in pomiki cevovoda. Odziv ESW cevovoda sestoji iz dinamične in statične komponente. Dinamična komponento predstavljajo inercialne sile in pomiki, ki nastanejo kot produkt mase delov cevovoda in pospeškov, statično komponento pa predstavljajo sile in pomiki, ki jih povzročijo deformacije zemljine in relativni pomiki podpor v konstrukcijah ESWIS in MC proti zemljini, v katero je zakopan cevovod. Primerjalne analize ESW cevovoda, pri katerih smo upoštevali zgolj dinamično komponento odziva, kot posledico pospeškov, so pokazale, da so inercialne sile v podzemnem delu cevovoda zanemarljive v primerjavi s statičnimi silami, ki jih povzročijo deformacije v zemljini in relativni pomiki podpor proti zemljini. To dognanje je podprto s študijami, ki so na voljo v literaturi in smo jih uporabili pri analizi. Največji delež napetosti v ESW cevovodu povzročijo relativni pomiki podpor oz. cevovoda in deformacije zemljine, kar je posledica odpora zemljine proti relativnim pomikom cevovoda oz. odpora cevovoda proti deformiranju sled deformacijam v zemljini. To je omogočilo, da smo lahko zanemarili dinamično komponento odziva podzemnega dela cevovoda (in s tem dušenje zemljine pri interakciji cev-zemljina). Napetosti in pomike ESW cevovoda zaradi deformacij zemljine in relativnih pomikov podpor pa smo izračunali s statično analizo.

Odpor zemljine se povečuje s pomikom cevovoda do pomika, ko zemljina doseže maksimalno nosilnost. Odnos odpor zemljine-pomik smo modelirali z ekvivalentnimi elasto-plastičnimi vzmetmi v treh smereh (vzdolž osi cevovoda in v dveh prečnih smereh glede na os cevovoda).

Na delih ESW cevovoda, ki potekajo v stavbah ESWIS in MC, se lahko amplitude nihanja cevovoda znatno povečajo, posebej še v primeru večjih razponov med podporami. Na teh delih smo zato upoštevali tudi pospeške. Dinamični odziv smo izračunali z modalno analizo s spektri odziva. Pri tem smo za cevovod prevzeli delež kritičnega dušenja v skladu z NRC regulativo.

Celoten odziv ESW cevovoda smo določili s kombinacijo statične in dinamične komponente po metodi SRSS ("Square Root of the Sum of the Squares").

Komentar URSJV:

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?

Odgovor NEK:

Izvedena je bila študija "Characterization of the Libna Feature, Proposed Krško 2 Nuclear Power Plant, Rev. 0" (Rizzo, 2013). Namen študije je bil identificirati morebitne prelome v okolici možnih lokacij JEK2 in raziskati njihove značilnosti - predvsem zmožnosti aktivacije preloma. Študija se osredotoči na preloma Libna in Stara Vas. Glavni zaključek študije je, da ne obstajajo spoznanja, na podlagi katerih bi lahko v luči definicij, navedenih v smernicah IAEA in NRC, preloma Libna in Stara Vas uvrstili skupino prelomov, ki bi se lahko v prihodnosti aktivirali. Študija je potrdila domneve, da prispevka omenjenih prelomov k potresni nevarnosti na območju možnih lokacij JEK2 inženirsko nista pomembna. Enak zaključek velja glede vpliva na potresno-nevarnost na lokaciji NEK.

Dodatno so planirane raziskave prelomov Orlica in Artiče, ki so tudi v okolici NEK oz. možnih lokacij JEK2. Predvideno je, da bodo te analize zaključene v dveh letih.

Zaradi majhnega vpliva prelomov Libna in stara Vas na potresno nevarnost, trenutno ni predvidena ponovna izvedba PSHA za lokacijo NEK, v katero bi bili vključeni rezultati zadnjih študij.

Predlagamo, da organiziramo sestanek, na katerem bi vas podrobneje seznanili z rezultati ter odzivi NEK na priporočila iz študije, potem ko bodo opravljene dodatne analize. To bo predvidoma v drugi polovic leta 2015.

Lep pozdrav,

Predsednik Uprave NEK

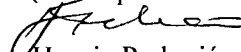
Stane Rožman

NUKLEARNA ELEKTRARNA

KRŠKO, d.o.o.

1

Član Uprave NEK


Hrvoje Perharić

