

Posouzení radiačních vlivů provozu jaderné elektrárny SMR ETE

Finální verze 2026.07.20

Zpracoval: doc. Ing. František Podzimek, CSc.
České vysoké učení technické v Praze
Fakulta biomedicínského inženýrství
Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

Obsah

1	Rizika radiační zátěže z provozu jaderné elektrárny	3
1.1	Ionizující záření a jeho biologické účinky	3
1.2	Stručný výklad hlavních pojmů, veličin a jednotek	5
1.3	Charakteristika vztahu dávky a účinků ionizujícího záření.....	7
1.4	Principy a cíle radiační ochrany	9
1.5	Limity v radiační ochraně	10
1.6	Jednotlivé složky radiační zátěže obyvatelstva	13
1.6.1	Radiační zátěž z přírodních zdrojů ionizujícího záření	14
1.6.2	Radiační zátěž z přírodních zdrojů v zájmovém území Temelín.....	15
1.6.3	Radiační zátěž z umělých zdrojů ionizujícího záření	19
1.6.4	Radiační zátěž z umělých zdrojů v zájmovém území Temelín	22
1.7	Charakteristika rizik z provozu JE	25
1.7.1	Riziko u výpustí do ovzduší z JE.....	25
1.7.2	Riziko z výpustí do vodotečí z JE.....	26
1.8	Riziko radiační zátěže z provozu SMR ETE.....	26
1.9	Riziko radiační zátěže z provozu ETE1,2 a NJZ ETE	34
1.10	Riziko radiační zátěže od zaplněných obalových souborů v SVJP po rozšíření	36
1.11	Riziko radiační zátěže z provozu SMR ETE, ETE1,2, SVJP a NJZ ETE	38
1.12	Riziko radiační zátěže z provozu ETE1,2, NJZ ETE a SMR ETE v příhraničních oblastech	44
1.13	Závěr	45
1.14	Literatura	47
1.15	Seznam zkratk.....	49
1.16	Seznam tabulek.....	51
1.17	Seznam obrázků.....	53

1 Rizika radiační zátěže z provozu jaderné elektrárny

1.1 Ionizující záření a jeho biologické účinky

Záření (radiace) je obecně **šíření energie** prostorem. Po dopadu na libovolný objekt může být část této přenášené energie předána objektu a způsobovat řadu fyzikálních, chemických a biologických změn.

Ionizující záření je záření schopné přímo nebo nepřímo ionizovat atomy a molekuly. Praktické /regulatorní hranice se liší podle účelu hodnocení.

Rozlišujeme několik druhů ionizujícího záření. Záření alfa má vysokou ionizační schopnost, ale nízkou pronikavost a zastaví jej již list papíru nebo pokožka. Záření beta je pronikavější, ale stále relativně snadno odstínitelné tenkými vrstvami hliníku či plastu. Záření gama a záření neutronové patří k nejpronikavějším druhům, a proto vyžadují masivní stínění (olovo, beton, voda).

Základní typy ionizujícího záření jsou:

- **Záření alfa** (částice helia, kladný náboj): vysoká ionizační schopnost, nízká pronikavost, nebezpečné při vnitřní kontaminaci.
- **Záření beta** (elektrony/pozitrony): střední pronikavost, schopné způsobovat povrchová poškození tkání, rizikové rovněž při vnitřní expozici.
- **Záření gama** (fotonové záření): vysoká pronikavost, představuje hlavní zdroj zevní expozice.
- **Neutronové záření:** Je druh **nepřímo ionizujícího částicového záření**, tvořený proudem volných neutronů, které nemají elektrický náboj. Vzniká především při **jaderných reakcích, štěpení těžkých jader, v jaderných reaktorech**, urychlovačích částic nebo při některých radionuklidových procesech.
- **Destruktivní účinek** ionizujícího záření na živou hmotu spočívá v **poškození biomolekul, především DNA, proteinů a lipidů** v buňce. To se děje dvojím způsobem: **přímým účinkem**, při kterém dochází k vyražení elektronů z chemických vazeb, a **nepřímým**, při němž nejprve dojde k ionizaci molekul vody, tvořící většinu obsahu buněk. Vznikají přitom volné radikály, částice s nespárovanými elektrony, které jsou velmi reaktivní a snadno reagují s biomolekulami. Oba účinky se většinou projevují současně a o tom, který z nich má větší význam, rozhoduje druh záření. Přímé účinky jsou významnější u záření protonového, neutronového a alfa, nepřímé u záření beta a gama.

Lidský organismus je funkční celek jednotlivých tkání a orgánů, které nemají stejnou citlivost k ozáření ionizujícím zářením, tzv. **radiosenzitivitu**. Základní radiobiologický zákon formulovaný už v roce 1906 francouzskými radiology **J. Bergoniem** a **L. Tribondeauem** říká, že **radiosenzitivita je přímo úměrná mitotické aktivitě buněk, a tedy mezi radiosenzitivní tkáně patří ty, které mají málo diferencované a aktivně se dělící buňky, naopak tkáně s diferencovanými a málo nebo vůbec nedělícími se buňkami řadíme mezi radiorezistentní**.

Podle klesající **radiosenzitivity** lze orientačně seřadit některé orgány a tkáně: lymfoidní orgány, aktivní kostní dřeň, pohlavní žlázy, střevo, kůže a epitelální výstelka (hltan, jícen, žaludek), oční čočka, zralá chrupavka a kost, dýchací ústrojí, žlázy zažívacího systému, žlázy endokrinní, svaly, centrální nervový systém, přičemž děti jsou obecně citlivější než dospělí.

Účinky ionizujícího záření se z hlediska integrovaného savčího organismu dělí na **deterministické**, kdy při dosažení určité dávky ionizujícího záření efekt zákonitě nastává, a **stochastické**, kdy se stoupající dávkou stoupá pravděpodobnost poškození. Současná terminologie **ICRP (International Commission on Radiological Protection)** upřednostňuje označení **nežádoucí tkáňové reakce (tissue reactions)**, protože lépe vystihuje biologickou podstatu těchto účinků. Z důvodu terminologické návaznosti a srozumitelnosti bude v této práci nadále používán tradiční pojem **deterministické účinky**.

1. Deterministické účinky

- nastávají až po překročení určité prahové dávky; pro celotělové ozáření osob je prahová dávka deterministických účinků 0,7 Gy, pro lokální ozáření např. poškození kůže 3–4 Gy, k poklesu fertility u mužů dochází nad 0,5 Gy, u žen nad 2 Gy,
- příkladem jsou radiační dermatitidy, syndrom akutní nemoci z ozáření či poškození očních čoček,
- Za normálního provozu se vzhledem k vypočteným dávkám deterministické účinky u obyvatelstva nepředpokládají.

2. Stochastické účinky

- pravděpodobnost vzniku, nikoliv závažnost, závisí na velikosti dávky (čím vyšší dávka, tím vyšší riziko),
- závažnost účinku je nezávislá na dávce – pokud už účinek vznikne (např. rakovina), má stejnou klinickou závažnost bez ohledu na to, zda k němu došlo po malé či velké dávce,
- lineární bezprahový model je konzervativní regulační model pro radiační ochranu, nikoliv přímé epidemiologické prokázání účinku při každé mikrodávce u nízkých dávek (v rozsahu $\mu\text{Sv/rok} - \text{mSv/rok}$) je toto riziko statisticky nevýznamné a nelze je odlišit od přirozené incidence onemocnění.

Tab. 1 Porovnání deterministických a stochastických účinků.

Vlastnost	Deterministické účinky	Stochastické účinky
Příčina	Přímé poškození velkého počtu buněk	Poškození jednotlivých buněk (DNA)
Prahová dávka	Ano – účinek nastane až po překročení určité dávky	Ne – riziko existuje i při velmi malé dávce
Vztah k dávce	Závažnost účinku roste s dávkou	Pravděpodobnost účinku roste s dávkou
Závažnost účinku	Závisí na velikosti dávky (čím větší dávka, tím horší poškození)	Nezávisí na dávce – pokud účinek nastane, má stejnou závažnost
Typické projevy	Akutní nemoc z ozáření, kožní erytém, poškození kostní dřeně, katarakta	Nádorová onemocnění, genetické mutace (dědičné)
Časový průběh	Objevují se brzy po ozáření (hodiny, dny, týdny)	Objevují se s latencí – roky až desetiletí
Popis zdravotní újmy	Konkrétní klinické poškození tkání/orgánů	Zvýšené riziko vzniku rakoviny či genetického onemocnění

Konečný výsledek působení ionizujícího záření na buňku a tkáň není určen pouze mechanismy poškození, ale je spoluurčován uplatněním obnovovacích, tzv. **reparačních mechanismů**. Reparační mechanismy se výrazněji uplatňují při frakcionovaném nebo protražovaném ozáření.

Při nízkých dávkách bývá poškození často úspěšně opravováno, zatímco při vysokých dávkách se kumuluje a vede k buněčné smrti nebo k mutacím. Dlouhodobým rizikem jsou pak především nádory.

1.2 Stručný výklad hlavních pojmů, veličin a jednotek

Radioaktivita: Je to **vlastnost látek, nikoli veličina**, popisuje samovolnou přeměnu atomových jader spojenou s emisí ionizujícího záření (přírodní jev).

Aktivita: Počet radioaktivních přeměn radionuklidu za jednotku času. Jedná se o **fyzikální veličinu** v soustavě SI).

Becquerel: Jednotka SI pro aktivitu. Jeden becquerel [Bq] se rovná jedné přeměně za sekundu [1/s]. Hmotnostní aktivita se měří v Bq na kilogram [Bq/kg], objemová v Bq/m³ nebo Bq/l, plošná v Bq/m², popřípadě plošná aktivita Bq/cm².

Dávka: Množství energie předané určité látce ionizujícím zářením v objemu s jednotkovou hmotností. Popisuje míru účinků ionizujícího záření.

Dávkový příkon: Rychlost, se kterou se dávka mění. Jednotkou je gray za sekundu [Gy/s], za hodinu [Gy/h] apod.

Gray: Jednotka SI pro dávku ionizujícího záření, 1 gray [Gy] je absorbovaná dávka, při níž látka o hmotnosti 1 kg pohltí energii ionizujícího záření 1 joule [J/kg].

Expozice (ozáření): vystavení ionizujícímu záření. Ozáření může být buď zevní, nebo vnitřní.

Expoziční cesty: Cesty, jimiž radioaktivní látka může ozářit člověka.

Ekvivalentní dávka: Veličina beroucí ohled na rozdíly v působení různých druhů ionizujícího záření na buňky lidské tkáně, vyjádřená jako součin dávky a radiačního váhového faktoru pro různé druhy záření. Při větší hustotě ionizace jsou účinky záření větší a tomu odpovídá větší radiační váhový faktor. Pro záření beta, gama a rentgenové platí, že dávce 1 mGy odpovídá ekvivalentní dávka 1 mSv, pro částice alfa a neutrony podle jejich energie odpovídá dávce 1 mGy ekvivalentní dávka vyšší v souladu s radiačními váhovými faktory pro tyto druhy záření.

Efektivní dávka: Veličina umožňující hodnotit ozáření lidského organismu jako celku, i když je lidské tělo ozářeno nerovnoměrně. Efektivní dávka je součet tkáňově vážených ekvivalentních dávek ve stanovených orgánech a tkáních. Roční limity ozáření lidí se stanovují v této veličině. Uvádí se v jednotkách sievert.

Sievert: Jednotka SI pro ekvivalentní a efektivní dávku, 1 sievert [Sv] je opět 1 joule na kilogram [J/kg], stejně jako 1 Gy.

Gy a Sv jsou jednotky různých veličin. Gray (Gy) vyjadřuje fyzikální účinek záření, tj. absorbovanou dávku, zatímco sievert (Sv) vyjadřuje biologický účinek záření na lidský organismus. Přestože obě jednotky mají rozměr $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$, nelze je vzájemně zaměňovat.

Zevní ozáření: ozáření lidského těla způsobené zdrojem ionizujícího záření nacházejícím se vně těla.

Vnitřní ozáření: ozáření lidského těla v důsledku vnitřní kontaminace radionuklidy přijatými do organismu cestou vdechnutí nebo konzumace potravin a vody. Mírou vnitřního ozáření je efektivní dávka, kterou jednotlivec obdrží od radionuklidu za dobu jeho setrvání v těle. Je vyjádřena veličinou **úvazek efektivní dávky**. **Úvazek efektivní dávky** závisí na tzv. příjmu, tedy aktivitě radionuklidu, který vstoupil do organismu danou cestou. Organismus není po příjmu radionuklidu ozařován rovnoměrně. Existují orgány a tkáně, v nichž se daný radionuklid přednostně hromadí, např. štítná žláza koncentrující radioaktivní jód. Orgány a tkáně, u nichž je riziko poškození vyšší se označují jako **kritické orgány**.

Reprezentativní osoba: jednotlivec z obyvatelstva zastupující modelovou skupinu fyzických osob, které jsou z daného zdroje a danou cestou nejvíce ozařovány.

Celoživotní kumulovaná efektivní dávka ionizujícího záření – součet všech efektivních dávek, které jedinec obdrží během celého života z různých zdrojů záření (přírodní pozadí, lékařské vyšetření, pracovní a mimořádné expozice) z různých externích i interních zdrojů.

Celoživotní radiační zátěž – Při odhadu celoživotní radiační zátěže se v některých situacích používá konzervativní scénář, který předpokládá konstantní roční efektivní dávku po dobu 70 let. Celoživotní dávka je pak stanovena jako sedmdesátinásobek roční dávky. Tento postup je využíván zejména při hodnocení dlouhodobé expozice reprezentativní osoby a vychází z předpokládané délky života 70 let.

1.3 Charakteristika vztahu dávky a účinků ionizujícího záření

Pro hodnocení vztahu dávky a účinků ionizujícího záření se využívá tzv. **lineární bezprahový model (LNT)**. Ten vychází z předpokladu, že riziko stochastických účinků je přímo úměrné dávce a neexistuje bezpečná hranice. Tento přístup je konzervativní a používá se z důvodu preventivní ochrany obyvatelstva.

Charakteristika rizika vychází z pravděpodobnosti vzniku stochastických účinků. ICRP uvádí, že riziko fatálního nádorového onemocnění činí přibližně 5 % na 1 Sv obdržené efektivní dávky. Pro nefatální nádory a genetické účinky se počítá s nižšími hodnotami.

Pro posouzení stochastických účinků ionizujícího záření lze použít konzervativní postup pro odhady rizika podle ICRP, publikovaný v její zprávě č. 103. (ICRP 103, 2009). Zde jsou stanoveny rizikové koeficienty pro odhad tzv. **zdravotní újmy pro stochastické účinky nízkých dávek záření**.

Na základě dat o incidenci rakoviny činí koeficienty nominálního rizika vztažené k újmě z onemocnění rakovinou pro celou populaci $5,5 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ a pro dospělé pracovníky $4,1 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$.

Koeficienty pravděpodobnosti dědičných onemocnění vztažené k újmě postihující první dvě následné generace činí pro celou populaci $0,2 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ a pro dospělé pracovníky $0,1 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$.

Celkový nominální koeficient rizika vztažený k celkové újmě pro stochastické účinky pro expozici záření s malým dávkovým příkonem činí $5,7 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$.

Vzhledem k tomu, že je v epidemiologických studiích obtížné odhalit malá rizika, jsou dávkově specifické odhady rizika ve zprávě ICRP 103 převážně stanoveny na základě akutních dávek 200 mSv a vyšších.

Nicméně mnoho problematičtějších otázek v radiační ochraně zahrnuje trvalé či frakcionované expozice s jednorázovými frakcemi několika mSv či méně. Experimentální výzkum se kloní k poznatkům, že frakcionované či protrahované dávky jsou spojeny s nižším rizikem, což naznačuje, že dávkově specifické odhady pocházející z vysokých dávek při akutní expozici by měly být **děleny faktorem efektivity dávky a dávkového příkonu (Dose and dose-rate effectiveness factor, DDREF)** při aplikacích u nízkých spojitých či frakcionovaných dávek.

Faktor účinnosti dávky a dávkového příkonu je odhadem stanovený faktor, který obecně charakterizuje obvykle nižší biologickou účinnost (na jednotku dávky) při ozáření nízkými dávkami a nízkými dávkovými příkony ve srovnání s ozáření vysokými dávkami a vysokými dávkovými příkony.

Hodnota **DDREF = 2** je obecně kompatibilní s daty studií na zvířatech. Při všech nejistotách Komise ICRP doporučuje, aby hodnota DDREF = 2 byla dále užívána pro účely radiační ochrany (ICRP 103, 2009).

Tato nejistota je hlavním důvodem, proč je obecně nemožné určit jen na epidemiologickém základě, zda existuje nebo neexistuje zvýšené riziko rakoviny při radiačních expozicích v řádu několika desítek mSv a méně.

Při výpočtu celoživotního rizika zdravotní újmy byl použit stejný algoritmus výpočtu (DDREF = 1), jako ve zprávě (Kotulán, 2010), aby bylo možno výsledky porovnávat.

Tab. 2 Nominální koeficienty rizika [μSv^{-1}] vztažené k újmě pro stochastické účinky pro expozici záření s malým dávkovým příkonem (ICRP 103, 2009), (ICRP, 1991).

Ozářená populace	Rakovina		Dědičné účinky		Celkem	
	ICRP 103	ICRP 60	ICRP 103	ICRP 60	ICRP 103	ICRP 60
Celá populace	5,5	6,0	0,2	1,3	5,7	7,3
Dospělí	4,1	4,8	0,1	0,8	4,2	5,6

I když nadále neexistuje přímý důkaz, že expozice rodičů zářením vede k vzestupu dědičných onemocnění u jejich potomků, je přesvědčivě dokázáno, že záření způsobuje dědičné účinky u experimentálních zvířat (dle ICRP).

Proto se i nadále zahrnuje riziko dědičných účinků do systému radiační ochrany.

UNSCEAR ve své zprávě z roku 2012 konstatoval, že epidemiologické důkazy o zdravotních účincích při efektivních dávkách nižších než 100 mSv jsou omezené a nejisté, takže případné zvýšení zdravotního rizika je na této úrovni expozice obtížně prokazatelné (UNSCEAR, 2012).

Mimo jiné dále uvádí, že nejistoty kolem nízkých dávek jsou tak velké, že UNSCEAR „**nedoporučuje násobit malé dávky velkým počtem osob pro odhad počtu zdravotních efektů vyvolaných radiací v populaci vystavené nízkým dávkám na úrovni přírodního pozadí.**”

Při typických hodnotách efektivních dávek obyvatelstvu v okolí JE, které jsou v řádu několika μSv ročně, je navýšení rizika **pro stochastické účinky** ve statistickém měřítku **zcela zanedbatelné**. Epidemiologické studie u obyvatel žijících u jaderných zařízení nepotvrdily zvýšený výskyt rakoviny, pokud elektrárna funguje v normálním provozu.

Za normálního provozu a při uvažovaných úrovních expozice se deterministické účinky nepředpokládají, protože dávky zůstávají hluboko pod prahovými hodnotami potřebnými pro jejich vznik. Rizika jsou hodnocena pomocí konzervativních modelů, které záměrně nadhodnocují možnou radiační zátěž, aby byla zajištěna dostatečná úroveň ochrany obyvatelstva.

1.4 Principy a cíle radiační ochrany

Hlavním cílem radiační ochrany je **chránit člověka a budoucí generace před škodlivými účinky ionizujícího záření**, a to:

1. **Zamezit deterministickým účinkům** – tedy ochránit před tak vysokými dávkami, které by vedly k jistému poškození tkání (např. radiační popáleniny, poškození krve tvorby).
2. **Omezit stochastické účinky** – tedy snížit pravděpodobnost vzniku nádorů a dědičných onemocnění na co nejnížší rozumně dosažitelnou míru.
3. **Chránit i životní prostředí**, aby se nepřímě neohrožovalo zdraví lidí.

Zdravotním cílem radiační ochrany je tedy zabránit vzniku deterministických účinků a minimalizovat pravděpodobnost stochastických účinků, a toho se dosahuje čtyřmi principy: **zdůvodněním, optimalizací (ALARA), dodržováním limitů a zajištěním zdrojů**.

Základní principy radiační ochrany

Zdůvodnění (Justification)

- Žádné použití ionizujícího záření nesmí být zavedeno, pokud **přínos nepřevažuje nad riziky**.

Příklad: Provoz jaderné elektrárny je z hlediska radiační ochrany přijatelný, protože dávky ozáření pracovníků i obyvatelstva jsou trvale udržovány hluboko pod stanovenými limity a jsou dále minimalizovány v souladu s principem ALARA. Celoživotní kumulovaná dávka z provozu nepředstavuje významné zvýšení zdravotního rizika ve srovnání s přirozeným radiačním pozadím. Přínosy provozu jaderné elektrárny převažují nad potenciálními riziky, čímž je splněn požadavek zdůvodnění.

Optimalizace (ALARA – As Low As Reasonably Achievable)

- Dávky záření musí být **co nejnížší, jak je rozumně dosažitelné**, s ohledem na technické možnosti, ekonomické a společenské faktory.
- Nejde o to dávku jen snížit, ale najít **optimální rovnováhu mezi kvalitou, náklady a ochranou**.

Dodržování limitů (Dose Limitation)

- Nikdo nesmí být vystaven vyšším dávkám, než jsou **stanovené limity**.

- Tyto limity se vztahují na pracovníky se zářením i běžnou populaci.
- Výjimka: pacienti, kteří podstupují vyšetření nebo léčbu – u nich neplatí limit, protože dávka je „ospravedlněná léčebným přínosem“. Pacienti žádné limity nemají, ale sledují se u nich **referenční úrovně** jako nástroj optimalizace.

Princip zajištění zdroje (Security of source)

Cílem je zajistit, aby se ionizující záření nebo radionuklidy nedostaly do nepovoláných rukou a nebyly zneužity.

Týká se hlavně:

- kontroly a evidence radioaktivních látek a zdrojů (např. v nemocnicích, laboratořích, průmyslu),
- fyzické ochrany pracovišť, kde se zdroje skladují nebo používají,
- prevence ztráty nebo odcizení zdrojů („orphan sources“ – osiřelé zdroje jsou velké riziko, když se dostanou mimo kontrolu),
- zajištění při přepravě radioaktivních materiálů.

Tento princip je tedy spíše **bezpečnostní (security)** než **ochranný (safety)**, ale je nedílnou součástí celkového systému radiační ochrany.

Principy radiační ochrany jsou obecnými podmínkami pro vykonávání činností souvisejících s využíváním jaderné energie, činností v rámci expozičních situací a jsou zakotveny v **§ 62 atomového zákona**, kde je uvedeno: „**Každý, kdo vykonává činnost v rámci plánované expoziční situace, je povinen omezit ozáření fyzické osoby tak, aby celkové ozáření způsobené kombinací ozáření z těchto činností bylo odůvodněné, optimalizované a nepřekračovalo v součtu limity ozáření.**“ (Česko, 2016).

1.5 Limity v radiační ochraně

Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu (ICRP) stanovuje doporučené limity dávek. Ty jsou implementovány do legislativy jednotlivých států. Ochrana obyvatel v České republice je legislativně zakotvena v atomovém zákoně (zákon č. 263/2016 Sb., ve znění pozdějších předpisů) a jeho prováděcích předpisech, zejména ve vyhlášce č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje (Česko, 2016), (Česko, 2016a).

Limitem ozáření je kvantitativní ukazatel pro omezení celkového ozáření fyzické osoby z činností v rámci plánovaných expozičních situací.

Limity ozáření:

- **obecné limity pro obyvatele** – vztahují se na ozáření ze všech činností vedoucích k ozáření, kromě ozáření výše uvedených, lékařského ozáření, ozáření osob podílejících se na

zásazích v případě radiační nehody a případů ozáření, na které se vztahují limity zvláštní. Tyto obecné limity se uplatňují na průměrné ozáření v kritické skupině obyvatel pro všechny cesty ozáření a ze všech činností,

- **limity pro radiační pracovníky** se zdroji – vztahují se na ozáření, kterému jsou vystaveni v přímém vztahu k vykonávané práci, tj. pracovníci kategorie A nebo B,
- **limity pro žáky a studenty** – vztahují se na ozáření, kterému jsou vědomě, dobrovolně a po poučení o rizicích s tím spojených vystaveny osoby po dobu jejich specializované přípravy na výkon povolání se zdroji ionizujícího záření.

Základní obecné limity:

- pro součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření hodnota **1 mSv za kalendářní rok**,
- pro ekvivalentní dávku v oční čočce hodnota **15 mSv za kalendářní rok**,
- pro průměrnou ekvivalentní dávku na každý 1 cm² kůže hodnota **50 mSv za kalendářní rok**, bez ohledu na velikost ozářené plochy.

Základní limity pro radiační pracovníky:

- pro součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření – **20 mSv za kalendářní rok**, nebo hodnota schválená Státním úřadem pro jadernou bezpečnost podle § 63 odst. 4 atomového zákona. Nejvýše však **100 mSv** za pět po sobě jdoucích kalendářních let a současně pro jeden kalendářní rok **50 mSv**,
- pro ekvivalentní dávku v oční čočce – **100 mSv** za pět po sobě jdoucích kalendářních let a současně pro jeden kalendářní rok **50 mSv**,
- pro průměrnou ekvivalentní dávku na každý 1 cm² kůže – **500 mSv** za kalendářní rok, bez ohledu na velikost ozářené plochy.

Limity pro radiační pracovníky se vztahují na profesní ozáření, tj. na ozáření, kterému jsou vystaveni v přímém vztahu k vykonávané práci.

Limity pro radiační pracovníky se vztahují na součet dávek ze všech cest ozáření a při všech pracovních činnostech, které radiační pracovník vykonává ať u jednoho, nebo souběžně u více držitelů povolení k nakládání se zdroji ionizujícího záření či které vykonává také jako samostatný držitel povolení k nakládání se zdroji ionizujícího záření.

Limity pro radiační pracovníky se považují za nepřekročené, pokud nejsou překročeny kvantitativní ukazatele vyjádřené v měřitelných veličinách (dále jen odvozené limity).

Odvozené limity pro zevní ozáření:

- pro **osobní dávkový ekvivalent v hloubce 0,07 mm** hodnota **500 mSv** za kalendářní rok,
- pro **osobní dávkový ekvivalent v hloubce 3 mm** hodnota **20 mSv** za kalendářní rok,
- pro **osobní dávkový ekvivalent v hloubce 10 mm** hodnota **20 mSv** za kalendářní rok.

Odvozené limity pro vnitřní ozáření za kalendářní rok pro příjem radionuklidů:

- požitím:

- **hodnota podílu 20 mSv a konverzního faktoru h_{ing}** pro příjem daného radionuklidu požitím radiačním pracovníkem,
- vdechnutím:
 - **hodnota podílu 20 mSv a konverzního faktoru h_{inh}** pro příjem daného radionuklidu vdechnutím radiačním pracovníkem.

Atomový zákon č. 263/2016 Sb. zavedl požadavek na stanovení tzv. **dávkových optimalizačních mezí**, tzv. **DOM**.

Dávková optimalizační mez je hranice předpokládaných osobních dávek stanovená pro účely optimalizace radiační ochrany pro příslušný zdroj v plánovaných expozičních situacích.

Při stanovení dávkových optimalizačních mezí pro radiační činnost nebo zdroj ionizujícího záření musí být zohledněny:

- dosavadní zkušenosti s podobnými činnostmi a zdroji ionizujícího záření tak, aby úroveň radiační ochrany nebyla nižší, než již bylo dosaženo,
- vlivy jiných činností a zdrojů ionizujícího záření tak, aby nehrozilo překročení limitů ozáření.

Pro daný zdroj se jedná o horní hranici optimalizace. Horní optimalizační mez se dá přirovnat k vyšetřovací úrovni za rok (nejedná se o limit!). Při překročení optimalizační meze se pouze zkoumá, proč došlo k překročení, protože za normálních okolností se překročení nepředpokládá.

Dávkové optimalizační meze jsou stanoveny:

- pro radiačního pracovníka – držitel povolení,
- pro obyvatelstvo – regulátor.
-

Každý, kdo vykonává činnosti v rámci PES (plánované expoziční situace), je povinen pro optimalizaci ozáření obyvatelstva dodržovat dávkové optimalizační meze pro reprezentativní osobu – **0,25 mSv/rok**.

Podle § 82 odst. 1 zákona č. 263/2016 Sb., atomový zákon, ve znění zákona č. 83/2025 Sb., se při optimalizaci radiační ochrany obyvatel používá dávková optimalizační mez pro reprezentativní osobu 0,25 mSv za kalendářní rok. V případě energetického jaderného zařízení platí tato dávková optimalizační mez souhrnně pro všechna jaderná zařízení v daném území k umístění jaderného zařízení. Současně je stanovena hodnota 0,20 mSv za rok pro výpusti radioaktivních látek do ovzduší a 0,05 mSv za rok pro výpusti do povrchových vod (Česko, 2025).

Současně pro energetické zařízení platí:

- **0,20 mSv/rok** pro výpusti do ovzduší,
- **0,05 mSv/rok** pro výpusti do povrchových vod.

Povolení k vypouštění radioaktivních látek za normálního provozu vydává provozovatelům Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB). Na základě modelů šíření radionuklidů do životního pro-

středí a modelů výpočtů dávek na člověka se stanovuje tzv. efektivní dávkový ekvivalent pro obyvatele žijící nejblíže jaderné elektrárně. SÚJB stanovil pro obě naše jaderné elektrárny tzv. **autorizované limity**. Pro JE Temelín (ETE1,2) jsou:

- pro plyné vypusti **10 $\mu\text{Sv}/\text{rok}$** ,
- pro kapalně **4 $\mu\text{Sv}/\text{rok}$** .

1.6 Jednotlivé složky radiační zátěže obyvatelstva

Od vzniku Země je její prostředí včetně všech živých tvorů vystaveno ionizujícímu záření, a to jak z kosmického prostoru, tak z radioaktivního materiálu obsaženého v zemské kůře a v zemském jádru. Radioaktivita je nedílnou součástí naší Země – existuje odjakživa. Přirozeně se vyskytující radioaktivní materiály jsou přítomny v její kůře, v podlahách a zdech našich domovů, škol nebo kanceláří i v jídle, které jíme a pijeme. Ve vzduchu, který dýcháme, jsou radioaktivní plyny. Naše vlastní těla – svaly, kosti a tkáň – obsahují přirozeně se vyskytující radioaktivní prvky.

Pro posouzení míry celkového poškození se používá veličina **efektivní dávka** ze zevního ozáření a **úvazek efektivní dávky** pro vnitřní kontaminaci, kterou člověk obdrží.

Celkovou efektivní dávku ze zevního ozáření a úvazek efektivní dávky pro vnitřní kontaminaci budeme souhrnně označovat jako **celkovou radiační zátěž** (resp. radiační expozici).

Podle umístění zdroje ionizujícího záření se rozlišují dvě skupiny:

- radiační zátěž z vnějšího (zevního) ozáření,
- radiační zátěž z vnitřní kontaminace (vnitřního ozáření).

Podle původu zdroje ionizujícího záření se dále rozlišuje:

- radiační zátěž z přírodních zdrojů ionizujícího záření,
- radiační zátěž z umělých zdrojů ionizujícího záření.

Tab. 3 Hlavní zdroje radiační zátěže obyvatelstva z přírodních zdrojů.

Expoziční zdroj	Radiační expozice		
	Interní ozáření		Externí ozáření
	inhalace/ingesce	Inhalace Rn	
Přírodní radionuklidy (terestriální radionuklidy)	Interní ozáření terestriálními radionuklidy (mimo Rn)	Interní ozáření radonem ^{222}Rn a jeho dceřinými produkty Interní ozáření radonem ^{220}Rn a jeho dceřinými produkty	Externí ozáření terestriálními radionuklidy
Kosmické záření a kosmogenní radionuklidy	Interní ozáření kosmogenními radionuklidy	Interní ozáření kosmogenními radionuklidy	Kosmické záření

1.6.1 Radiační zátěž z přírodních zdrojů ionizujícího záření

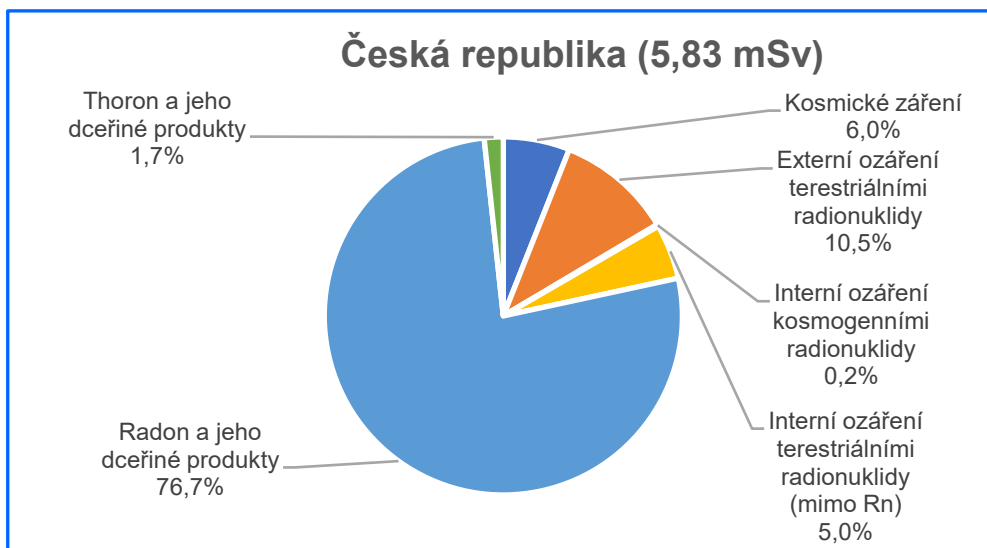
Dávka způsobená kosmickým zářením závisí v podstatě na nadmořské výšce, takže nízko položené země, kupříkladu Nizozemsko, Dánsko a Pobaltské země, jsou ovlivněny méně než Turecko, Švýcarsko nebo Rakousko. Průměrná hodnota efektivní dávky z kosmického záření odhadovaná pro EU je 0,34 mSv/rok, celosvětově se odhaduje na **0,38 mSv/rok**. Pro evropské země se pohybuje od 0,31 mSv/rok v Dánsku, Estonsku, Finsku, Irsku, Lotyšsku, Nizozemsku a Švédsku po 0,41 mSv/rok ve Švýcarsku a 0,42 mSv/rok v Turecku. **Pro Českou republiku je odhadována na 0,35 mSv/rok**. Pro externí ozáření terestriálními radionuklidy je efektivní dávka odhadnuta na **0,61 mSv/rok** (Cinelli, 2019). Průměrná roční efektivní dávka na jednoho obyvatele z přírodního pozadí tak v součtu činí přibližně **1 mSv ročně** (0,96 mSv), což odpovídá příkonu prostorového dávkového ekvivalentu přibližně **115 nSv/h**.

V případě expozice z přírodních radionuklidů je největší radiační zátěž způsobena vnitřní kontaminací, a to **radonem** a jeho dceřinými produkty. V další části práce bude termín radon používán pro izotop ^{222}Rn , který je pro danou problematiku nejvýznamnější. Termín thoron označuje izotop ^{220}Rn .

Dávky z radonu a jeho dceřiných produktů jsou v evropských zemích hlavními přispěvateli expozice a na evropské úrovni představují asi 60 % celkové dávky 3,2 mSv/rok, ve srovnání s přibližně 50 % z celkové průměrné celosvětové dávky 2,4 mSv/rok. Odhad efektivní dávky z vnitřní kontaminace radonem a jeho dceřinými produkty pro ČR činí **4,47 mSv/rok**. V Evropě se celkový odhad radiační zátěže z přírodních zdrojů pohybuje od 1,48 mSv/rok v Nizozemsku až do **5,83 mSv/rok v ČR**, resp. 6,16 mSv/rok ve Finsku (Cinelli, 2019).

Tab. 4 Odhad průměrné roční efektivní dávky [mSv] z přírodního pozadí na jednoho obyvatele ve vybraných státech (Cinelli, 2019).

Země	Průměrná roční efektivní dávka [mSv] na jednoho obyvatele z přírodního pozadí						
	Externí ozáření		Inhalace / ingesce		Inhalace Rn		Celkem
	Kosmické záření	Externí ozáření terestriálními radionuklidy	Interní ozáření kosmogenními radionuklidy	Interní ozáření terestriálními radionuklidy (mimo Rn)	Radon ^{222}Rn a jeho dceřiné produkty	Radon ^{220}Rn a jeho dceřiné produkty	
ČR	0,35	0,61	0,01	0,29	4,47	0,1	5,83
USA	0,33	0,2	0,01	0,29	2,18	0,1	3,11
EU	0,34	0,5	0,01	0,29	1,96	0,1	3,20
Svět	0,38	0,48	0,01	0,29	1,15	0,1	2,41



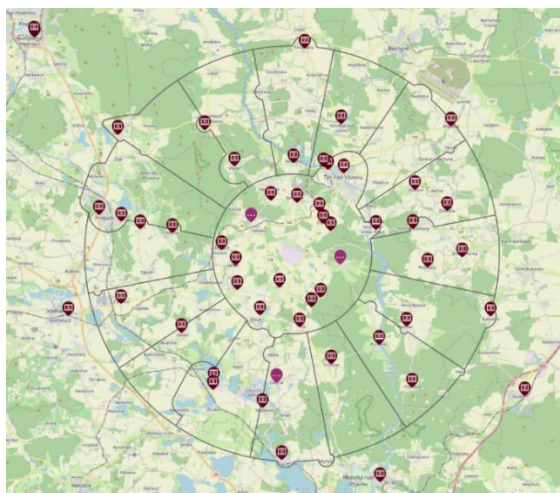
Obr. 1 Podíl váženého ročního průměru efektivní dávky [%] pro různé přírodní zdroje záření na celkové efektivní dávce pro Českou republiku¹ (Podzimek, 2024).

Z uvedených tabulek a obrázku je patrné, že rozhodující podíl radiační zátěže z přírodních zdrojů v České republice je způsoben radonem a jeho dceřinými produkty.

1.6.2 Radiační zátěž z přírodních zdrojů v zájmovém území Temelín

- **zevní ozáření**

Základním zdrojem jsou údaje z Monitorování radiační situace na území České republiky (**MonRaS**), které je zajišťováno především prostřednictvím celostátní **Radiační monitorovací sítě** – sítí včasného zajištění a sítí integrálního měření.



Obr. 2 Rozmístění měřících bodů v MonRaS v okolí JE ETE.

¹ Jedná se o vážený průměr hodnot v daných sídelních jednotkách dle počtu obyvatel v dané sídelní jednotce.

Tab. 5 Průměrné čtvrtletní hodnoty příkonu prostorového dávkového ekvivalentu nSv/h naměřené lokální sítí integrálního měření (TLD) v okolí JE Temelín a na území ČR v roce 2025 (SÚJB, 2026b).

Měřicí místo	1. čtvrtletí	2. čtvrtletí	3. čtvrtletí	4. čtvrtletí
Dívčice	132	127	131	138
Hluboká nad Vltavou	114	121	130	124
Litoradlice	117	119	123	128
Mydlovary	128	120	132	129
Olešník	120	124	131	125
Protivín	150	149	157	157
Radonice	116	120	120	126
Ševětín	156	157	156	167
Temelín	117	119	124	125
Týn nad Vltavou	133	129	132	138
Vodňany	135	140	142	143

Území ČR				
Brno	115	115	118	124
Brno b	132	135	140	135
České Budějovice	128	132	125	138
České Budějovice b	159	154	161	156
Hradec Králové	100	93	92	99
Hradec Králové b	101	100	97	102
Jihlava	116	122	127	130
Jihlava b	162	162	168	163
Karlovy Vary	131	136	139	136

Území ČR				
Měřicí místo	1. čtvrtletí	2. čtvrtletí	3. čtvrtletí	4. čtvrtletí
Karlovy Vary b	82	76	78	81
Liberec	169	171	168	179
Liberec b	155	156	157	167
Olomouc	88	88	90	94
Olomouc b	107	104	110	109
Ostrava – Syllabova	93	100	90	109
Ostrava – Syllabova b	157	158	161	160
Pardubice	99	101	93	106
Plzeň	108	107	106	110
Plzeň b	121	123	123	128
Praha 1 – SÚJB	108	106	100	105
Praha 1 – SÚJB b	117	119*	–	125
Praha 4 – SÚRO	112	114	108	114
Praha 4 – SÚRO b	126	121	120	126
Ústí nad Labem – Habrovice	79	77	80	81
Ústí nad Labem – Habrovice b	137	122	121	136
Zlín	97	102	109	104
Zlín b	85	94	94	97

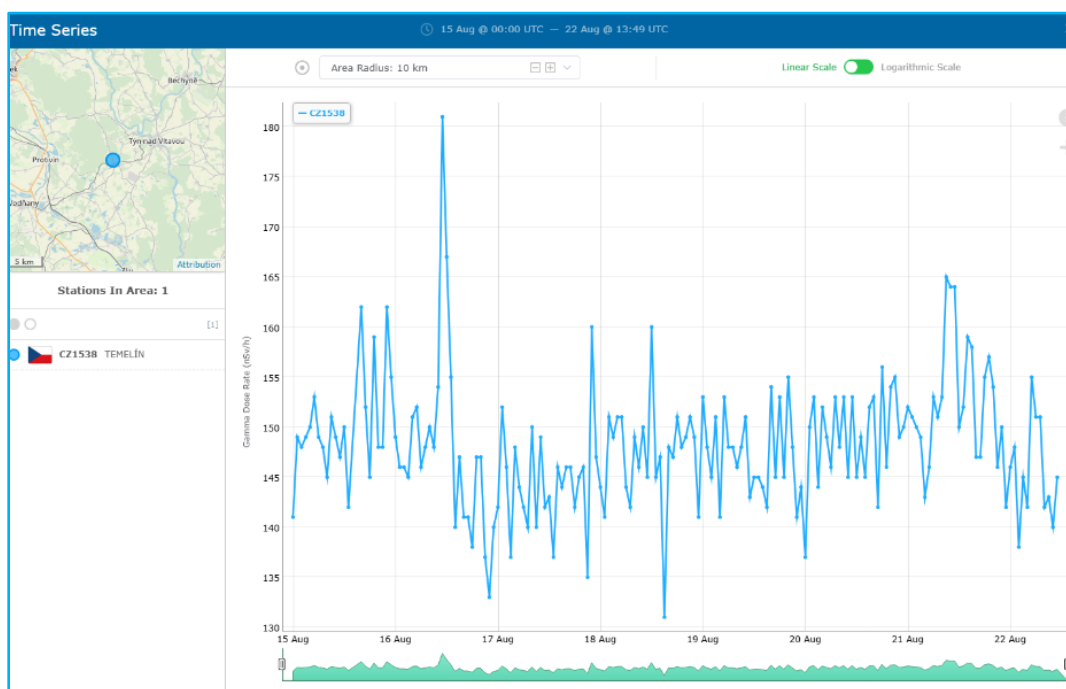
V tabulce 5 jsou prezentovány výsledky monitorování okolí JE Temelín, které provádí resort SÚJB a jsou uvedeny ve výroční zprávě SÚJB za rok 2025 (SÚJB, 2026b).

Průměrné čtvrtletní hodnoty příkonu prostorového dávkového ekvivalentu (PPDE) se v roce 2025 v okolí JE Temelín pohybovaly v rozmezí **114 až 167 nSv/h**. Nejnižší hodnota byla naměřena v lokalitě **Hluboká nad Vltavou** v 1. čtvrtletí (114 nSv/h) a nejvyšší v lokalitě **Ševětín** ve 4. čtvrtletí (167 nSv/h). Pro srovnání, v rámci celé teritoriální sítě integrálního měření na území ČR byly zaznamenány hodnoty od **76 nSv/h** (Karlovy Vary b) do **179 nSv/h** (Liberec) (SÚJB, 2026b).

Z dosavadních výsledků je zřejmé, že naměřené hodnoty vykazují určité výkyvy, způsobené především danou lokalitou, sezónními vlivy, změnou počasí apod. Naměřené hodnoty v zájmovém bodě odpovídají uvedenému intervalu hodnot pro celou Českou republiku.

V průběhu roku 2025 nebyly zaznamenány případy překročení monitorovacích úrovní. Výsledky měření získávané v Síti včasného zjištění (SVZ) a teritoriální síti termoluminiscenčních dozimetřů (TLD) v roce 2025 byly, stejně jako v minulých letech, vzájemně srovnatelné.

Průměrný příkon prostorového dávkového ekvivalentu v měřicím místě Temelín v roce 2025 činil **121,3 nSv/h**. Při předpokladu nepřetržitého pobytu v daném místě odpovídá tato hodnota ročnímu prostorovému dávkovému ekvivalentu přibližně **1,06 mSv**. Protože pro fotonové záření v podmínkách vnějšího ozáření lze pro orientační hodnocení považovat hodnotu prostorového dávkového ekvivalentu za přibližně rovnou efektivní dávce, odpovídá naměřený příkon efektivní dávce přibližně **1,06 mSv za rok**.



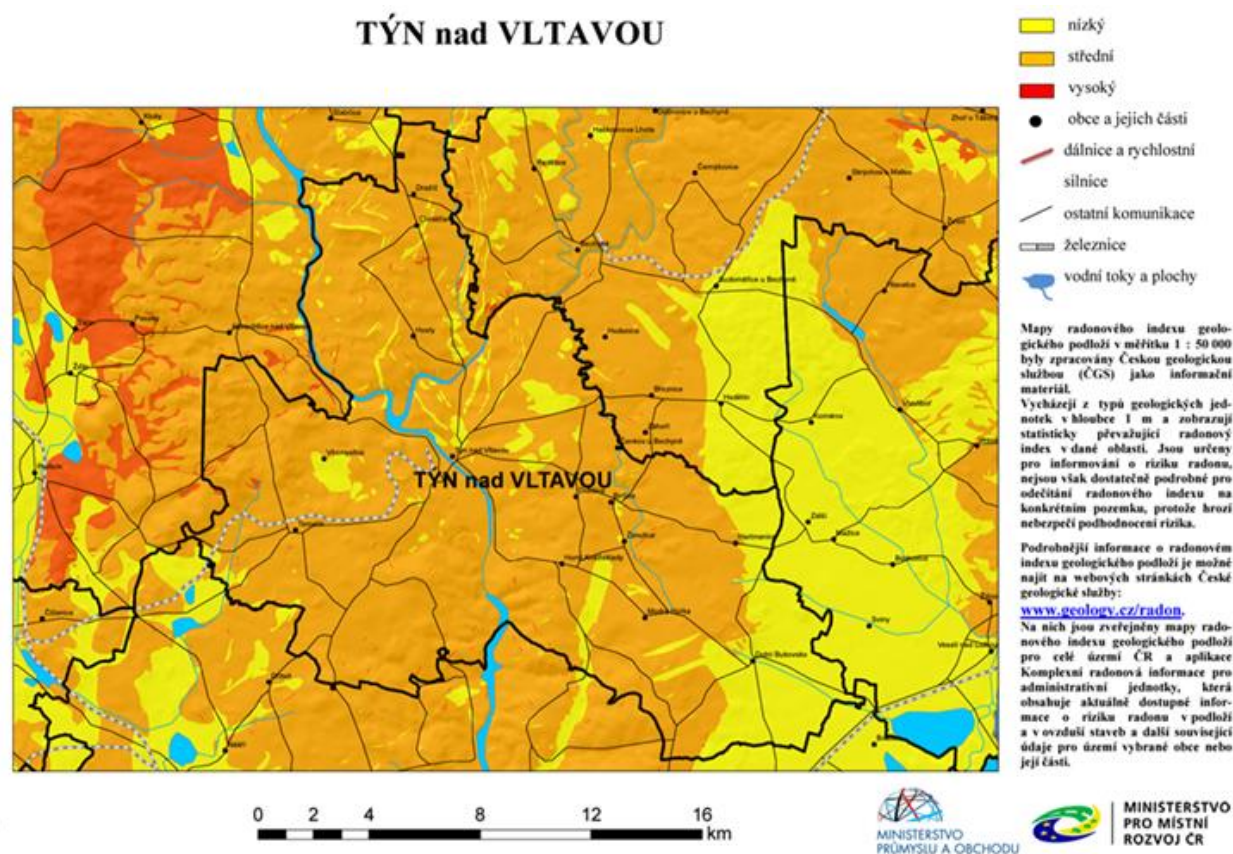
Obr. 3 Příkon fotonového dávkového ekvivalentu (PFDE) v lokalitě Temelín podle evropské databáze EURDEP v období 15.–22.08.2025.

Obr. 3 zobrazuje časový průběh příkonu ambientního dávkového ekvivalentu H(10) měřeného automatickou monitorovací stanicí v lokalitě Temelín. Data byla převzata z evropské databáze EURDEP (European Radiological Data Exchange Platform) a zpracována jako časová řada hodnot v jednotkách $\text{nSv} \cdot \text{h}^{-1}$ za sledované období roku 2025. Vybrané období je považováno za reprezentativní pro posouzení radiační situace v lokalitě, protože zahrnuje běžné provozní podmínky a zachycuje sezónní změny přírodního radiačního pozadí. Pozorované kolísání hodnot dávkového příkonu odpovídá především přirozeným změnám radiačního pozadí, zejména vlivu meteorologických podmínek a proměnlivého zastoupení přírodních radionuklidů v životním prostředí.

- **vnitřní kontaminace**

Lokalita Temelín leží v oblasti se středním radonovým indexem, který vyjadřuje radonový potenciál geologického podloží. Skutečná expozice obyvatel radonu však závisí především na koncentraci radonu ve vnitřním ovzduší budov, a nelze ji proto z radonového indexu přímo stanovit. Podle národních údajů o ozáření obyvatelstva představuje inhalace radonu (^{222}Rn), thoronu (^{220}Rn) a jejich produktů přeměny průměrnou roční efektivní dávku přibližně **4,57 mSv**. Příspěvek inhalace a ingesce ostatních přírodních terestriálních radionuklidů činí přibližně 0,3 mSv za rok na obyvatele.

Celkovou roční **radiační zátěž z přírodních zdrojů** v lokalitě Temelín lze odhadnout na **5,93 mSv ročně**, což odpovídá i k odhadované hodnotě pro celou Českou republiku (**5,83 mSv**) (Cinelli, 2019).



Obr. 4 Radonový index v lokalitě Týn nad Vltavou (ČGS, mapy.geology.cz/radon/, 2023).

1.6.3 Radiační zátěž z umělých zdrojů ionizujícího záření

- **zevní ozáření**

Radiační zátěž z umělých zdrojů ionizujícího záření zahrnuje zátěž především z těchto oblastí:

- **lékařské vyšetření** – diagnostika např. RTG, CT nebo nukleární medicína,

- **provoz jaderných a výzkumných reaktorů** – např. Dukovany, Temelín, výzkumné reaktory v Řeži a Praze,
- **těžba nerostů a likvidace uranových lokalit,**
- **ostatní průmyslové zdroje (ozařování potravin, sterilizace),**
- **spad z jaderných havárií a jaderných zkoušek v ovzduší.**

Roční efektivní dávka na jednoho obyvatele planety z lékařského ozáření v první dekádě dvacátého prvního století byla **0,62 mSv**, převážně v důsledku diagnostických rentgenových vyšetření. Příspěvek z diagnostických vyšetření nukleární medicíny byl jen 5 %. Situaci v České republice popisuje publikace SÚJB Hodnocení lékařského ozáření z roku 2021 (Petrová, 2021).

Populační dávka z lékařského ozáření pro ČR byla aktualizována k roku 2019 a s ohledem na současné frekvence jednotlivých vyšetření a představuje hodnotu **1,16 mSv** na 1 obyvatele ČR. Průměrnou roční efektivní dávku na obyvatele v ČR z nukleární medicíny lze odhadnout asi na **0,1 mSv** a průměrná roční efektivní dávka z lékařských aplikací se pak odhaduje přibližně na **1,3 mSv**.

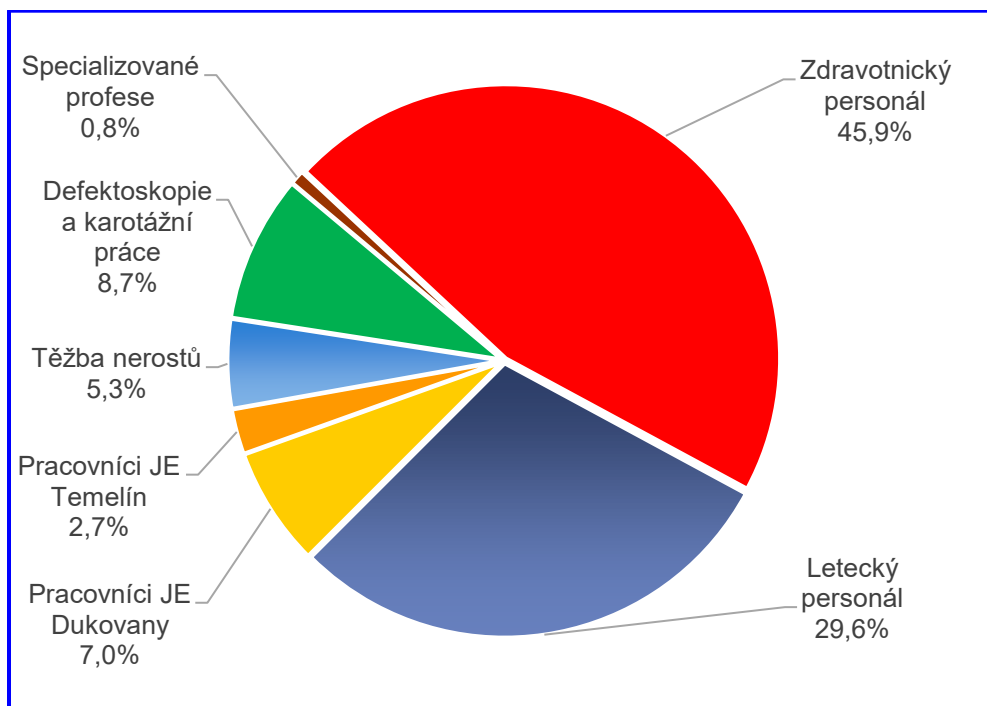
Hodnocení **radiační zátěže** v České republice **z průmyslových aplikací** je pravidelně uváděno ve výročních zprávách SÚJB (SÚJB, 2026b). Ve **výroční zprávě za rok 2025** je konstatováno:

Celkem bylo dozimetrickými službami v roce 2025 sledováno 19 584 pracovníků. Pokles sledovaných radiačních pracovníků oproti roku 2024 (21 581 pracovníků) je dán tím, že dozimetrické služby přestaly zasílat dávky radiačních pracovníků kategorie B, sledovaných osobními dozimetry s tříměsíčním vyhodnocovacím obdobím. Hlásit dávky těchto pracovníků nebyla povinnost ani dříve, přesto tyto dávky byly do roku 2024 hlášeny a vkládány spolu s dávkami radiačních pracovníků kategorie A do Centrálního registru profesních ozáření (dále jen CRPO) vedeném SÚJB. Efektivní dávky:

- V JE Dukovany bylo sledováno 3 027 radiačních pracovníků, z toho 1 155 pracovníků ČEZ, a. s., a 1 872 pracovníků dodavatelů. Celková roční kolektivní efektivní dávka byla **972,31 mSv** (se započtením všech dávek vyšších než 0,001 mSv), z toho **154,94 mSv** u pracovníků ČEZ, a. s., a **817,37 mSv** u pracovníků dodavatelů. Nejvyšší roční osobní efektivní dávka pracovníka ČEZ, a. s., byla **5,06 mSv**, pracovníka dodavatele **8,14 mSv**.
- V JE Temelín bylo sledováno 2 545 radiačních pracovníků, z toho 969 pracovníků ČEZ, a. s., a 1 576 pracovníků dodavatelů. Celková roční kolektivní efektivní dávka byla **195,19 mSv** (se započtením všech dávek vyšších než 0,001 mSv), z toho **57,26 mSv** pracovníků ČEZ, a. s., a **137,93 mSv** pracovníků dodavatelů. Nejvyšší roční osobní efektivní dávka pracovníka ČEZ, a. s., byla **1,49 mSv**, pracovníka dodavatele **2,71 mSv**.
- Na pracovištích DIAMO, s. p., kde se provádějí činnosti související se získáváním radioaktivního nerostu, bylo sledováno celkem 835 radiačních pracovníků. Z toho 574 pracovníků kategorie B a 261 pracovníků kategorie A. Roční kolektivní efektivní dávka pracovníků kategorie A byla **0,5 Sv**, průměrná roční osobní efektivní dávka **1,9 mSv**, nejvyšší roční osobní efektivní dávka byla **11,57 mSv**.

- Při ostatních průmyslových aplikacích bylo sledováno 864 pracovníků, jejichž průměrná individuální roční efektivní dávka byla **0,69 mSv**; profesí, která je SÚJB dlouhodobě sledována je defektoskopie (**0,52 mSv**) a karotážní práce (**0,31 mSv**).
- Na zdravotnických pracovištích se zdroji ionizujícího záření byly vyhodnoceny dávky u 10 326 pracovníků, z nichž přes 70 % mělo roční individuální efektivní dávku pod záznamovou úroveň (0,1 mSv), průměrná roční individuální efektivní dávka u zbývajících pracovníků byla **1,53 mSv**; průměrná roční individuální efektivní dávka u lékařů provádějících intervenční výkony byla **2,40 mSv**.
- Pracovníci specializovaných profesí, jako jsou servis a kontroly u zdrojů ionizujícího záření, kterých je 4 870, dosáhli průměrné roční individuální efektivní dávky **0,23 mSv**.
- Celková roční kolektivní efektivní dávka byla v roce 2025 vyhodnocena na **8,08 Sv** a průměrná individuální efektivní dávka na jednoho monitorovaného pracovníka **0,36 mSv**.

Doposud nejvýznamnější profesní skupinu, jejichž dávky jsou standardně vyhodnocovány v této oblasti, tvoří **letecký personál na palubách letadel při letech ve výšce nad 8 km**. V letectví bylo v roce 2024 (poslední údaj k dispozici) sledováno 2 026 pracovníků (v roce 2021 to bylo 1 119, v roce 2022 to bylo 1 486 a v roce 2024 to bylo 1 613). Maximální efektivní dávka u pracovníka v této profesní skupině se pohybovala v rozmezí **0,55–2,56 mSv/rok** (v roce 2023 byla max. dávka **2,53 mSv/rok**). Do registru profesního ozáření nebyla nahlášena žádná osoba s dávkou vyšší než 6 mSv/rok.



Obr. 5 Přibližný podíl jednotlivých sledovaných skupin na kolektivní dávce v roce 2020 (dle posledních údajů, které jsou k dispozici) (Podzimek, 2024).

V porovnání s celkovou kolektivní dávkou u pacientů z lékařských expozic, je příspěvek průmyslových aplikací (včetně provozu JE a letectví) **menší než 1 ‰ (jedna tisícina)**.

- **Vnitřní ozáření**

Velké množství umělých radionuklidů bylo uvolněno do životního prostředí během éry atmosférických jaderných zkoušek. Do životního prostředí se také dostalo značné množství radioaktivního materiálu při haváriích jaderných reaktorů v Černobylu a Fukušimě.

V monitorovaných položkách životního prostředí a potravního řetězce i v lidském těle je stále ještě měřitelná nízká aktivita ^{137}Cs , které se do prostředí dostalo zejména po černobylské havárii a zkouškách jaderných zbraní v atmosféře, naměřené hodnoty aktivity ^{137}Cs se již téměř nemění. Obsah ^{137}Cs v mnohých vzorcích byl v roce 2025, tak jako v několika předcházejících letech, pod mezí detekovatelnosti.

Rovněž jsou v některých obdobích měřitelné velmi nízké aktivity ^{90}Sr , ^{239}Pu a ^{240}Pu v ovzduší a ^{90}Sr v mléku a ve smíšené stravě, které pocházejí hlavně ze zkoušek jaderných zbraní.

V roce 2025 nedošlo na území ČR k detekci žádných významných aktivit umělých radionuklidů v ovzduší, naměřené hodnoty (^{137}Cs a ^{131}I) se neliší od jejich dlouhodobých průměrů obvyklých hodnot obsahu umělých radionuklidů v životním prostředí.

Neobvyklé hodnoty aktivit umělých radionuklidů nebyly detekovány ani na území ostatních států Evropy.

1.6.4 Radiační zátěž z umělých zdrojů v zájmovém území Temelín

Ve zprávě JE Temelín „Výsledky monitorování výpustí a radiační situace v okolí jaderné elektrárny Temelín za rok 2025“ je zhodnoceno monitorování výpustí do ovzduší a čerpání autorizovaného limitu vypočteného programem RDETE, který umožňuje zohlednění skutečné meteorologické situace v lokalitě JE Temelín v roce 2025 a bere v úvahu odpovídající expoziční cesty příjmu radionuklidů. (SÚJB, 2026b)

Takto vypočtená hodnota součtu efektivní dávky ze zevního ozáření a úvazku efektivní dávky z vnitřního ozáření byla nejvyšší pro věkovou skupinu 0 až 5 let v obci Litoradlice (3–5 km východně od JE) a činila **0,025 μSv** , což představuje **0,25 %** čerpání z ročního autorizovaného limitu **10 μSv** .

Největší podíl (**78,27 %**) na celkové výpusti do ovzduší představují výpusti ^{14}C . Bilanční měření obsahu radionuklidů v kapalných výpustech z JE Temelín potvrzují, že v roce 2025 nebyl překročen roční autorizovaný limit 4 μSv pro kapalně výpusti. Program RDETE umožňuje při výpočtu čerpání ročního autorizovaného limitu výpustí do vodotečí zohlednit skutečnou hydrologickou situaci a odpovídající expoziční cesty.

Vypočtená hodnota součtu efektivní dávky ze zevního ozáření a úvazku efektivní dávky z vnitřního ozáření byla nejvyšší pro věkovou skupinu 0 až 5 let v osídlené zóně **Dvůr Újezd** ve vzdálenosti 5–7 km severně od místa výpusti a činila **0,995 μSv** , což představuje **24,88 %** čerpání z autorizovaného limitu 4 μSv . Výpust ^3H se na celkové hodnotě kapalných výpustí podílí **99,48 %** (SÚJB, 2026b).

Tab. 6 Přehled monitorovaných položek životního prostředí a potravního řetězce v okolí JE Temelín v roce 2024 (dodavatel dat SÚJB a SÚRO) (SÚJB, 2026b).

¹³⁷ Cs				
Monitorovaná položka	Jednotka	Nejvyšší hodnota	Počet měření – celkem	>NVA
aerosoly ¹⁾	Bq/m ³	<3,8·10 ⁻⁶	52	0
spady	Bq/m ²	<0,358	24	0
půda	Bq/kg	33,7	4	4
půda – in situ	Bq/m ²	679,9	24	24
sedimenty	Bq/kg	10,2	2	2
voda pitná	Bq/l	<0,170	4	0
voda povrchová	Bq/l	<0,012	22	0
voda podzemní – vrty	Bq/l	<0,018	31	0
mléko kravské – surové	Bq/l	<0,153	26	0
lesní plody	Bq/kg	2,056	1	1
ovoce	Bq/kg	<0,082	1	0
zemědělské plodiny	Bq/kg	<0,090	4	0
ryby	Bq/kg	<0,079	2	0
⁹⁰ Sr				
Monitorovaná položka	Jednotka	Nejvyšší hodnota	Počet měření – celkem	>NVA
aerosoly ²⁾	Bq/m ³	<1,932·10 ⁻⁷	1	0
voda povrchová – vodní toky	Bq/l	11,6·10 ⁻³	4	0
mléko kravské – surové ³⁾	Bq/l	<0,061	1	0
půda ⁴⁾	Bq/kg	<3,151	1	0

³H				
Monitorovaná položka	Jednotka	Nejvyšší hodnota	Počet měření – celkem	>NVA
dešťová voda	Bq/l	<2,9	12	0
voda povrchová – vodní toky	Bq/l	122,1	40	15
voda povrchová – nádrže	Bq/l	<2,9	4	0
voda pitná	Bq/l	<2	18	0
voda podzemní – vrty	Bq/l	<2	6	0
¹³¹I				
Monitorovaná položka	Jednotka	Nejvyšší hodnota	Počet měření – celkem	>NVA
plynné jód	Bq/m ³	< 0,345·10 ⁻³	52	0

Poznámky:

- Objemová, plošná a hmotnostní aktivita radionuklidů ve složkách životního prostředí a potravních řetězců (včetně měření in situ) – vzorkování a měření laboratoří radiační kontroly okolí JE Temelín – výsledky převzaty ze zprávy JE Temelín (SÚJB, 2026b).
- NVA značí minimální významnou aktivitu.

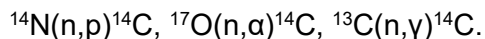
- 1) Provádí se sloučené měření vzorků z 8 odběrových míst. Pokud je překročena vyšetřovací úroveň, provádí se měření jednotlivých vzorků odděleně.
- 2) Spojený roční vzorek se skládá z poloviny všech aerosolových filtrů ze všech míst.
- 3) Slévaný roční vzorek ze všech čtrnáctidenních odběrů.
- 4) Spojený vzorek ze 4 odběrových míst, vrstva 0 až 5 cm.

Monitorování okolí JE Temelín prokázalo, že neexistují významné rozdíly mezi obsahem radionuklidů v jednotlivých monitorovaných položkách životního prostředí monitorovaných v okolí jaderných elektráren a na ostatním území státu, kromě obsahu ³H ve vodních tocích ovlivněných výpustěmi z JE.

1.7 Charakteristika rizik z provozu JE

1.7.1 Riziko u výpustí do ovzduší z JE

Výpusti do ovzduší představují hlavní cestu, jak se stopová množství radionuklidů mohou dostat do prostředí. Jedná se především o inertní plyny (krypton, xenon), izotopy jódu a tritium. Radionuklidy se šíří atmosférou, mohou se ukládat na vegetaci a v menší míře pronikat do potravního řetězce. Největší podíl na celkové výpusti z JE do ovzduší představují výpusti ^{14}C . Vzniká hlavně v reaktorovém chladiči a konstrukčních materiálech při jaderných reakcích:



Do prostředí se může dostat **s plynnými a kapalnými výpustěmi**. Nejčastěji ve formě oxidu uhličitého nebo metanu. Po vypuštění do ovzduší se ^{14}C rychle zapojuje **do globálního uhlíkového cyklu** (rostliny → potravní řetězec → člověk). Vzhledem k poločas rozpadu (5 730 let) se v prostředí dlouhodobě akumuluje, ale koncentrace jsou velmi nízké.

Efektivní dávka obyvatelstvu z výpustí ^{14}C z jedné jaderné elektrárny je několik $\mu\text{S}/\text{rok}$ – tedy **zanedbatelná** ve srovnání s přirozeným pozadím.

Expozice obyvatelstva vzniká zejména inhalací a konzumací lokálních potravin. Monitorovací data z českých jaderných elektráren prokazují, že efektivní dávky obyvatelstva z těchto cest nepřekračují jednotky setin μSv ročně. To je mnohem méně než 1 % limitu stanoveného pro obyvatelstvo.

Pro modelování šíření radionuklidů v atmosféře se používají disperzní modely, které zohledňují meteorologické podmínky, výšku komínů a rychlost emisí. Výpočty jsou prováděny pro konzervativní scénáře, aby byla zajištěna bezpečnost i za nepříznivých podmínek.

Do ovzduší se mohou uvolňovat zejména:

- **radioaktivní inertní plyny (argon, krypton, xenon), ^{14}C ,**
- **^{131}I (s krátkým poločasem rozpadu, významný pro štítnou žlázu),**
- **tritium (ve formě vodní páry).**

Cesty expozice:

- **inhalace** – vdechování vzduchu obsahujícího radionuklidy,
- **ingesce** – potravní řetězec (usazování radionuklidů na rostlinách → mléko, zelenina).

Modely šíření prokazují, že i v nejbližších obcích je dávka obyvatelstva hluboko pod limitem 1 mSv/rok, obvykle $<0,005$ mSv.

Bezpečnostní opatření:

- filtrační systémy, těsnost palivových souborů, vhodnost použitých materiálů, optimalizace chemických režimů, minimalizace mezi okruhových netěsností,
- monitorování výpustí v reálném čase,
- povinnost hlášení SÚJB.

1.7.2 Riziko z výpustí do vodotečí z JE

Výpusti do vodotečí obsahují zejména tritium a stopová množství aktivačních a korozních produktů, například ^{60}Co nebo ^{54}Mn . Tyto radionuklidy se mohou dostávat do povrchových vod a následně do vodárenských zdrojů či potravních řetězců (ryby, zavlažování plodin).

Expozice obyvatelstva i touto cestou je však velmi nízká – obvykle v jednotkách μSv ročně. Je však vyšší než z výpustí do ovzduší. Tritium se v organismu chová obdobně jako voda, proto je biologicky snadno vyloučeno a jeho radiační účinek je relativně nízký. Sledování radioaktivity ve vodních tocích je součástí povinných monitorovacích programů, které potvrzují dlouhodobě stabilní hodnoty hluboko pod limity.

V případě českých jaderných elektráren je vypouštění do vodních toků striktně regulováno a podléhá povolenámu řízení. Výsledky monitoringu ukazují, že tato cesta nepředstavuje zdravotní riziko ani pro nejvíce exponované skupiny obyvatel.

Výpusti do vod obsahují zejména:

- **tritium** (nejčastější radionuklid, biologicky slabě účinný),
- **korozní produkty** (^{60}Co , ^{54}Mn , ^{59}Fe),
- **stopová množství aktinidů.**

Cesty expozice:

- **pitná voda,**
- **ryby z vodotečí,**
- **rekreační činnosti (plavání, rybolov).**

Opatření:

- sledování radioaktivity v povrchových vodách, těsnost palivových souborů, vhodnost použitých materiálů, optimalizace chemických režimů, minimalizace mezi okruhových netěsností a pro výpusti do vody řízené vypouštění po dostatečném naředění,
- stanovení limitů výpustí,
- okamžité hlášení v případě překročení referenčních hodnot.

Naměřené koncentrace jsou obvykle hluboko pod mezí detekce. Výpočty efektivních dávek ukazují na hodnoty v řádu jednotek $\mu\text{Sv}/\text{rok}$ i při konzervativních scénářích.

Zdravotní riziko je proto považováno za **zanedbatelné**, zejména ve srovnání s jinými faktory ovlivňujícími zdraví obyvatelstva (např. kvalita ovzduší, životní styl).

1.8 Riziko radiační zátěže z provozu SMR ETE

V současnosti je v lokalitě ETE připravován záměr pro umístění malého modulárního reaktoru (SMR) o instalovaném elektrickém výkonu do 500 MW_e pod názvem **SMR ETE**.

V rámci přípravy záměru SMR ETE v souladu s legislativou byla vypracována studie radiačních vlivů normálního provozu SMR ETE (Abmerit – nuclear and space, 2026).

Výpočet radiologických následků normálního provozu SMR ETE byl řešen prostřednictvím programu ESTE Annual Impacts, který umožňuje najít reprezentativní osoby pro různé cesty ozáření, stanovuje individuální efektivní dávky a 50leté (dospělí) nebo 70leté (děti) úvazky efektivních individuálních dávek, stanoví i dávky na průměrného obyvatele a z nich počítá kolektivní dávky.

Program počítá dopady výpustí do ovzduší a vodních toků, v případě výpustí do ovzduší umožňuje zadat výpust a počítat šíření radionuklidů z různých bodů v lokalitě (ventilační komíny nebo chladicí věže). Metodické postupy a algoritmy programu uvažují všechny potenciální cesty ozáření a velké množství radionuklidů v potenciální výpusti. Metodika a model výpočtu jsou v širším rozsahu popsány ve studii radiačních vlivů normálního provozu SMR ETE.

Ve zprávě jsou výsledky analyzovány formou 3 scénářů pro ozáření z výpustí do atmosféry a formou 3 scénářů pro ozáření z výpustí do vodních toků.

Původní zpráva z roku 2025 byla revidována v roce 2026 tak, aby byly zohledněny změny iniciované novelou vyhlášky č. 422/2016 Sb., která byla publikována ve Sbírce zákonů a mezinárodních smluv dne 29. ledna 2026, pod č. 13/2026 Sb., datum nabytí účinnosti: 1. února 2026 (SUJB, 2026a).

Na základě meteorologických údajů z let 2018 až 2024 byla provedena analýza směru větru ve zvolené lokalitě SMR ETE i analýza průtoku vody přes Vltavu. Povětrnostní situace během zvoleného období se výrazně neměnila. Na základě meteorologických dat byly za reprezentativně zvoleny roky 2018, 2023 a 2024, kde **rok 2018** byl považován za **suchý rok** s menším průtokem vody ve Vltavě/Kořensko a rok **2023** byl zvolen jako **průměrný rok** s dlouhodobým ročním průměrem v profilu Kořensko. Rok **2024** byl zvolen jako **mokrý rok**.

Ve studii (Abmerit – nuclear and space, 2026) byly stanoveny obydlené lokality v okolí SMR ETE, kde byly hodnoty s největší efektivní dávkou na reprezentativní osobu. Z hlediska atmosférických výpustí byly takto identifikovány 3 lokality – **Kočín, Litoradlice a Zvěrkovice**. Z hlediska kapalných výpustí to byla lokalita **Neznašov, zahrnující Újezd a Chaty Pašovice**. Stanovené efektivní dávky od obálkových výpustí SMR ETE do atmosféry a hydrosféry jsou uvedeny v Tab. 7 a Tab. 8.

Pro jednotlivé zájmové lokality byly stanoveny následující veličiny:

Výpusti do atmosféry

- úvazek (50 nebo 70 let) efektivní dávky inhalací pro (danou) věkovou kategorii (součet přes všechny nuklidy) [Sv],
- úvazek (50 nebo 70 let) efektivní dávky ingescí pro (danou) věkovou kategorii (součet přes všechny nuklidy) [Sv],
- efektivní dávka z externího ozáření z depozitu (součet přes všechny nuklidy) [Sv],
- efektivní dávka z externího ozáření z mraku (součet přes všechny nuklidy) [Sv].

ATMOSFÉRA: Celková efektivní dávka a úvazek efektivní dávky všemi uvažovanými cestami [Sv].

Výpusti do hydrosféry

- úvazek (50 nebo 70 let) efektivní dávky z ingesce (součet přes všechny nuklidy) [Sv],
- pitná voda, úvazek (50 nebo 70 let) efektivní dávky z ingesce pro (danou) věkovou kategorii (součet přes všechny nuklidy) [Sv],
- zavlažování, napájení a rybí maso, úvazek (50 nebo 70 let) efektivní dávky z ingesce pro (danou) věkovou kategorii (součet přes všechny nuklidy) [Sv],
- efektivní dávka z externího ozáření při plavání [Sv],
- efektivní dávka z externího ozáření při člunkování [Sv],
- efektivní dávka z externího ozáření při pobytu na břehu [Sv].
- HYDROSFÉRA: Celková efektivní dávka a úvazek efektivní dávky všemi uvažovanými cestami pro (danou) věkovou kategorii [Sv].

ATMOSFÉRA + HYDROSFÉRA: Celková efektivní dávka a úvazek efektivní dávky všemi uvažovanými cestami pro (danou) věkovou kategorii [Sv]:

Ve studii (Abmerit – nuclear and space, 2026) byly stanoveny 2 věkové skupiny obyvatelstva, pro které připadají maximální hodnoty ročních efektivních dávek z atmosférických výpustí, a to skupiny 6–15 let a 16+ let. Pro hydrosférické výpusti byly zájmové věkové skupiny stanovené na plod a 0–5 let, na které připadají maximální roční dávky z výpustí do hydrosféry.

Tab. 7 Sumární výsledky, efektivní dávka včetně úvazku na reprezentativní osobu jako důsledek obálkových výpustí ze SMR ETE – atmosféra.

Radiační vliv výpustí do atmosféry			
Rok	2018	2023	2024
Výška ventilačního komínu [m]	56	56	56
Lokalita	Kočín	Zvěrkovice	Zvěrkovice
Věková skupina	6–15 let (16+ let)	6–15 let (16+ let)	6–15 let (16+ let)
Celková roční efektivní dávka a úvazek efektivní dávky všemi uvažovanými cestami [Sv/rok]	1,4E-07 (1,3E-07)	1,78E-07 (1,73E-07)	1,57E-07 (1,52E-07)

Šedě vybarvené buňky označují maximální vypočtené hodnoty efektivní dávky.

Tab. 8 Sumární výsledky, efektivní dávka včetně úvazku efektivní dávky na reprezentativní osobu jako důsledek obálkových výpustí SMR ETE – hydrosféra.

Radiační vliv výpustí do hydrosféry			
Rok	2018 (suchý)	2023 (průměrný)	2024 (mokrý)
Lokalita	Lokalita Újezd a Chaty Pašovice		
Věková skupina	Plod (0–5 let)	Plod (0–5 let)	Plod (0–5 let)
Celková roční efektivní dávka a úvazek efektivní dávky všemi uvažovanými cestami [Sv/rok]	2,80E-07 (2,05E-07)	1,48E-07 (1,09E-07)	1,31E-07 (9,60E-08)

Šedě vybarvené buňky označují maximální vypočtené hodnoty efektivní dávky.

Výsledky jsou prezentované pro referenční výšku ventilačního komína 56 m a meteorologické podmínky pro zvolené reprezentativní roky 2018, 2023 a 2024. Meteorologické podmínky mají podle studie vliv (směrový) na stanovení reprezentativní osoby.

V procesu zjišťování primárně působících radionuklidů byly stanoveny primární a sekundárně působící radionuklidy nejvíce přispívající k ročním efektivním dávkám reprezentativní osoby.

Primární a sekundární radionuklidy přispívající k roční efektivní dávce reprezentativní osoby od SMR ETE (Atmosféra) jsou uvedeny v tabulce č. 9. Za primární radionuklidy jsou považovány všechny radionuklidy, které přispívají nejméně 2 % k roční efektivní dávce.

Tab. 9 Primární a sekundární radionuklidy přispívající k roční efektivní dávce reprezentativní osoby od SMR ETE (Atmosféra).

Výška ventilačního komínu [m]	56
Primární radionuklidy přispívající k roční efektivní dávce	^{41}Ar (58,09 %), ^{14}C (21,13 %), ^3H (7,92 %), ^{138}Xe (3,86 %), ^{88}Kr (2,27 %), ^{85}Kr (2,06 %)
Sekundární radionuklidy přispívající k roční efektivní dávce	^{135}Xe , $^{135\text{m}}\text{Xe}$, $^{131}\text{I}_{\text{gas}}$, ^{87}Kr , $^{131}\text{I}_{\text{aer}}$, $^{85\text{m}}\text{Kr}$, ^{133}Xe , $^{133\text{m}}\text{Xe}$, ^{60}Co

Podstatným faktorem u výpustí do hydrosféry je průtok vody řeky Vltavy (Kořensko). Pro zvolený reprezentativní suchý rok 2018 (24,4 m³/s) jsou hodnoty roční efektivní dávky téměř dvojnásobné pro reprezentativní osobu ve srovnání s rokem 2023 (průměrný rok z hlediska průtoku 47,4 m³/s) a více než dvounásobné ve srovnání s mokrým rokem 2024 (s průtokem 63,3 m³/s).

Primárními cestami ozáření reprezentativních osob jsou příspěvky:

- úvazků **z ingesce pitné vody** (56,8 %),
- úvazků **z ingesce potravin** (zavlažování, napájení a rybí maso) (43,2 %).

Z výpustí SMR ETE je tritium zodpovědné za přibližně 99,9 % celkové roční efektivní dávky z hydrosféry.

Tab. 10 Primární a sekundární radionuklidy přispívající k roční efektivní dávce reprezentativní osoby od SMR ETE (hydrosféra).

Primární radionuklid přispívající k roční efektivní dávce	^3H (99,92 %)
Sekundární radionuklid přispívající k roční efektivní dávce	^{134}Cs (0,05 %) ^{137}Cs (0,03 %)

Hodnoty roční efektivní dávky reprezentativní osoby od hydrosférických výpustí SMR ETE se pohybují na úrovni **0,1 $\mu\text{Sv/rok}$** pro průměrné roky.

Příspěvky celkové roční efektivní dávky a úvazků efektivní dávky všemi uvažovanými cestami SMR ETE činí **přibližně 4,2 %** z celkové roční efektivní dávky a úvazků efektivní dávky všemi uvažovanými cestami při započtení příspěvků ETE1,2 a NJZ ETE.

Z pohledu roční efektivní dávky vztažené na 1 MW_e instalovaného výkonu je podíl SMR ETE **přibližně 47 %** souhrnného podílu ETE1,2 a NJZ ETE vztaženého na 1 MW_e a tedy přibližně poloviční.

Tab. 11 Identifikace reprezentativní osoby a sumární dávka na reprezentativní osobu všemi cestami ozáření v důsledku ročních obálkových výpustí ze SMR ETE v jednotlivých analyzovaných variantách (Abmerit – nuclear and space, 2026).

Kalendářní rok	Rok 2018	Rok 2023	Rok 2024
	„Suchý rok“	„Průměrný rok“	„Mokrý rok“
Vliv výpustí do ovzduší			
Lokalita (obydlená) s nejvyšší efektivní dávkou [Sv] na reprezentativní osobu			
Popis lokality	Katastr obce Dříteň, Temelín, Lokalita „Kočín“	Katastr obce Temelín, Týn nad Vltavou, lokalita „Zvěrkovice“, „Zadní kohout“	Katastr obce Temelín, Týn nad Vltavou, lokalita „Zvěrkovice“, „Zadní kohout“
Efektivní dávka	1.4E-07	1.8E-07	1.6E-07
Věková skupina	16	16+ let	6–15 let, 16+ let
Vliv výpustí do Vltavy			
Lokalita (obydlená) s nejvyšší efektivní dávkou [Sv] na reprezentativní osobu			
Popis lokality	Katastr obce Albrechtice, Chrášťany, lokalita „Újezd“ a lokalita „Chaty Pašovice“	Katastr obce Albrechtice, Chrášťany, lokalita „Újezd“	Katastr obce Albrechtice, Chrášťany, lokalita „Újezd“
Efektivní dávka	2.8E-07	1.5E-07	1.3E-07
Věková skupina	Dítě 0-5 let	0–5 let	0–5 let
Společný vliv výpustí do ovzduší a výpustí do Vltavy (výsledná reprezentativní osoba)			
Lokalita (obydlená) s nejvyšší efektivní dávkou [Sv] na reprezentativní osobu			
Popis lokality	Katastr obce Chrášťany, Všemyslice, Lokalita „Neznašov“	Katastr obce Temelín, Týn nad Vltavou, lokalita „Zvěrkovice“, „Zadní kohout“	Katastr obce Temelín, Týn nad Vltavou, lokalita „Zvěrkovice“, „Zadní kohout“
Efektivní dávka	3.0E-07	1.8E-07	1.6E-07
Věková skupina	Plod, Dítě 0–5 let	16+ let	6–15 let., 16+ let

Z tabulky č. 11 vyplývají následující závěry:

- Maximální hodnota efektivní dávky včetně úvazku efektivní dávky na reprezentativní osobu jako důsledek obálkových výpustí ze SMR ETE do atmosféry je **$1,8 \times 10^{-7}$ Sv**, a to v lokalitě katastru obce Temelín, Týn nad Vltavou, lokalita „Zvěrkovice“, Zadní kohout.
- Maximální hodnota efektivní dávky včetně úvazku efektivní dávky na reprezentativní osobu jako důsledek obálkových výpustí ze SMR ETE do hydrosféry je **$2,8 \times 10^{-7}$ Sv**, a to v lokalitě katastru obce Albrechtice, Chrášťany, lokalita „Újezd“ a lokalita „Chaty Pašovice“.
- Maximální hodnota efektivní dávky včetně úvazku efektivní dávky pro reprezentativní osobu v důsledku obálkových výpustí ze SMR ETE do ovzduší a povrchových vod byla vypočtena na **$3,0 \times 10^{-7}$ Sv za rok** (0,3 μ Sv/rok). Tato hodnota byla stanovena pro lokalitu „Neznašov“ v katastrálním území obce Všemyslice. Ve srovnání s uvažovanou roční efektivní dávkou z přírodního radiačního pozadí **5,93 mSv** představuje příspěvek obálkových výpustí přibližně **0,005 %** této hodnoty.

Pro uvedené tři maximální hodnoty efektivní dávky a úvazku efektivní dávky pomocí konzervativního modelu (roční příkon $\cdot$ doba pobytu) lze spočítat celkovou radiační zátěž pro různé doby pobytu v zájmové oblasti a následně celkovou hodnotu zdravotní újmy (součin celkové radiační zátěže a nominálního koeficientu rizika ($5,7 \times 10^{-2}$ Sv $^{-1}$) vztažené k újmě pro stochastické účinky pro expozici záření s malým dávkovým příkonem).

Na základě hodnot uvedených v tabulkách 12 až 14 lze usuzovat, že příspěvek posuzovaného zdroje k radiační zátěži obyvatelstva je nízký. Odhadované zdravotní riziko je ve srovnání s ostatními složkami ozáření obyvatelstva malé, přičemž je třeba zohlednit nejistoty použitého modelového hodnocení.

Tab. 12 Kumulativní vliv výpustí ze SMR ETE do atmosféry pro reprezentativní osobu.

Vliv výpustí ze SMR ETE do atmosféry pro reprezentativní osobu			
Roční radiační zátěž [Sv]	Doba pobytu [roky]	Radiační zátěž po dobu pobytu [Sv]	Celková zdravotní újma
1,8E-07	1	1,80E-07	1,03E-08
	5	9,00E-07	5,13E-08
	10	1,80E-06	1,03E-07
	20	3,60E-06	2,05E-07
	30	5,40E-06	3,08E-07
	50	9,00E-06	5,13E-07
	70	1,26E-05	7,18E-07

Tab. 13 Kumulativní vliv výpustí ze SMR ETE do hydrosféry pro reprezentativní osobu.

Vliv výpustí ze SMR ETE do hydrosféry pro reprezentativní osobu			
Roční radiační zátěž [Sv]	Doba pobytu [roky]	Radiační zátěž po dobu pobytu [Sv]	Celková zdravotní újma
2,8E-07	1	2,80E-07	1,60E-08
	5	1,40E-06	7,98E-08
	10	2,80E-06	1,60E-07
	20	5,60E-06	3,19E-07
	30	8,40E-06	4,79E-07
	50	1,40E-05	7,98E-07
	70	1,96E-05	1,12E-06

Tab. 14 Společný vliv ze SMR ETE výpustí do atmosféry a hydrosféry pro reprezentativní osobu

Společný vliv ze SMR ETE výpustí do atmosféry a hydrosféry pro reprezentativní osobu			
Roční radiační zátěž [Sv]	Doba pobytu [roky]	Radiační zátěž po dobu pobytu [Sv]	Celková zdravotní újma
3,0E-07	1	3,00E-07	1,71E-08
	5	1,50E-06	8,55E-08
	10	3,00E-06	1,71E-07
	20	6,00E-06	3,42E-07
	30	9,00E-06	5,13E-07
	50	1,50E-05	8,55E-07
	70	2,10E-05	1,20E-06

1.9 Riziko radiační zátěže z provozu ETE1,2 a NJZ ETE

V lokalitě Temelín jsou v současnosti provozovány 2 bloky VVER 1000 V320 s instalovaným elektrickým výkonem $2 \times 1\,125\text{ MW}_e$. V rámci záměru umístění Nového jaderného zdroje v lokalitě Temelín jsou dlouhodobě připravovány v lokalitě další 2 nové bloky NJZ ETE s elektrickým výkonem až $2 \times 1\,700\text{ MW}_e$.

V rámci dokumentace EIA NJZ ETE byl hodnocen vliv 2 bloků elektrárny ETE1,2 a NJZ ETE na obyvatelstvo a životní prostředí. NJZ ETE je z hlediska původní koncepce ($4 \times 1000\text{ MW}_e$) dostavbou elektrárny o nové moderní bloky.

Radiační vliv ETE1,2 a NJZ ETE je analyzován ve zprávě – Nový jaderný zdroj v lokalitě Temelín včetně vyvedení výkonu do rozvodny Kočín, dokumentace vlivů záměru na životní prostředí (AMEC, 2010).

Výpočet radiologických následků (atmosférických) normálního provozu ETE1,2 (2 bloky) a NJZ ETE ($2 \times 1700\text{ MW}_e$) byl vypracován programem NORMAL verze 02, který je schválený k používání hodnotící komisí č. 6 Státního úřadu pro jadernou bezpečnost. Výpočty radiologických následků NJZ ETE a ETE1,2 byly provedeny s rozdělením okolí lokality ETE do 16 směrových a 20 vzdálenostních pásem. Program uvažuje nadmořské výšky, drsnost terénu a typy zemského povrchu podle reálné situace v lokalitě Temelín. Pro výpočet a stanovení přízemních objemových aktivit, depozice na zemském povrchu a depozičních příkonů byly použity konzervativní předpoklady (AMEC, 2010).

V dokumentaci vlivů záměru na životní prostředí (AMEC, 2010), byly radiační vlivy (roční efektivní dávky a úvazky efektivní dávky) výpustí ETE1,2 do hydrosféry stanoveny pomocí programu RDETE. Program zahrnuje šíření radioaktivních látek a jejich dceřiných produktů ve vodním prostředí, odhady vlivu koupání v kontaminované vodě, jízdu na člunu, pobyty na nánosu, pobyty na zavlažované půdě, ingesci pitné vody, ingesci ryb žijících v kontaminované vodě, ingesci masa a mléka zvířat napájených kontaminovanou vodou a ingesci zemědělských produktů zavlažovaných kontaminovanou vodou. Uvažované expoziční cesty jsou uvažovány pro všechny věkové skupiny.

V dokumentaci vlivů záměru na životní prostředí (AMEC, 2010) jsou stanoveny roční efektivní dávky jako součet roční dávky z mraku, roční dávky z depozitu v daném roce, úvazku efektivní dávky z inhalace a ingesce a úvazky efektivní dávky z inhalace z resuspenze.

Ve studii radiologického vlivu výpustí NJZ ETE a ETE1,2 do atmosféry byly stanoveny hodnoty ročních efektivních dávek na obyvatelstvo, přičemž maximální roční dávka byla stanovena pro severovýchodní směr. Ve studii jsou vyčíslené hodnoty uvedené pro tento směr jako nejnepríznivější.

Hodnoty celkové efektivní dávky a úvazků efektivní dávky všemi uvažovanými cestami pro ozáření obyvatelstva byly počítány samostatně pro NJZ ETE (2 bloky $1\,200/1\,700\text{ MW}_e$) a ETE1,2 (2 bloky). Vypočítané hodnoty celkové efektivní dávky a úvazků efektivní dávky všemi uvažovanými cestami na obyvatelstvo jsou rozděleny do 6 věkových kategorií:

- děti 0–1 rok, děti 1–2 roky, děti 2–7 let, děti 7–12 let, děti 12–17 let a dospělí.

Vzhledem ke vzdálenosti lokalit stanovených ve studii radiačních vlivů normálního provozu SMR ETE na lokality **Kočín, Zvěrkovice a Litoradlice** z hlediska atmosférických výpustí je zájmová vzdálenost 2 333 m a 3 333 m od ETE1,2.

Po vydání novely vyhlášky č. 422/2016 Sb. (SÚJB, 2026a) byly ve zprávě „Amentum DP29 – Revize studie DP17B se zohledněním novely vyhlášky č. 422/2016 Sb.“ (Amentum Clean Energy s.r.o., 2026) stanoveny nové hodnoty roční efektivní dávky a úvazku efektivní dávky od atmosférických výpustí pro jednotlivé věkové skupiny obyvatel. Nově vypočtené hodnoty roční efektivní dávky jsou ve srovnání s hodnotami stanovenými podle původního znění vyhlášky nižší. Při hodnocení kumulativních účinků příspěvků od bloků ETE 1,2 a nového jaderného zdroje ETE však byly z konzervativních důvodů zachovány hodnoty roční efektivní dávky použité v dokumentaci EIA pro nový jaderný zdroj v lokalitě Temelín (AMEC, 2010). Nebyla tedy provedena jejich aktualizace podle novely vyhlášky č. 422/2016 Sb. Pokud by byly na hodnoty roční efektivní dávky pro ETE 1,2 a nový jaderný zdroj ETE aplikovány přepočtové koeficienty vyplývající z novely vyhlášky, výsledné hodnoty by se snížily přibližně o 6 %.

Tab. 15 Součet ročních efektivních dávek a úvazků efektivní dávky všemi uvažovanými cestami efektivních dávek jednotlivých věkových kategorií z ročního provozu bloků ETE1,2 a NJZ ETE (2× 1 700 MW_e) z výpustí do atmosféry pro vybrané zájmové vzdálenosti.

Vzdálenost	Celková roční efektivní dávka a úvazek efektivní dávky všemi uvažovanými cestami					
	Děti 0–1 let	Děti 1–2 let	Děti 2–7 let	Děti 7–12 let	Děti 12–17 let	Dospělí
[m]	[Sv/rok]	[Sv/rok]	[Sv/rok]	[Sv/rok]	[Sv/rok]	[Sv/rok]
2333	1,00E-06	1.35E-06	1,11E-06	1,07E-06	1,03E-06	1,03E-06
3333	6,31E-07	8,85E-07	7,10E-07	6,77E-07	6,48E-07	6,47E-07

Podle záměru NJZ ETE mají být 2 nové bloky umístěny severozápadně od stávajícího areálu ETE1,2, tato skutečnost posouvá vzdálenost obce Litoradlice od NJZ ETE na vzdálenost 4,3 km, pro další rozbor je konzervativně nadále uvažována vzdálenost 3,3 km.

Objem vypuštěných aktivních vod ETE1,2 se řadí veškerým množstvím neaktivních odpadních vod z elektrárny ETE1,2, především odluhů z chladicích věží a následně jsou vody odváděny do recipientu (Vltava, profil Kořensko). Průměrný průtok Vltavy v profilu zaústění odpadních vod z ETE1,2 a plánovaného NJZ ETE byl v dokumentaci EIA pro NJZ ETE uvažován na 50 m³/s.

Hodnoty v následující tabulce byly upraveny o poměrný koeficient nárůstu ročních efektivních dávek pro jednotlivé věkové skupiny na základě změny vyplývající z vyhlášky č. 13/2026 Sb., jako novely vyhlášky č. 422/2016 Sb. Jelikož hodnoty ročních efektivních dávek pro ETE1,2 a NJZ ETE nejsou po aktualizaci vyhlášky č. 13/2026 Sb. přímo známy, poměrné koeficienty ročních efektivních dávek byly stanoveny z dat pro SMR ETE, na základě aktualizace zprávy Amentum

DP29 – Revize studie DP17B se zohledněním novely vyhlášky č. 422/2016 Sb. (SUJB, 2026a). Hodnoty ročních efektivních dávek a úvazku efektivní dávky z kapalných výpustí SMR vycházejí aktuálně vyšší než při aplikaci konverzních faktorů dle původního znění vyhlášky č. 422/2016 Sb., a proto byl konzervativně aplikován poměrný koeficient navýšení i na hodnoty RED pro ETE1,2 a NJZ ETE.

Tab. 16 Roční efektivní dávka a úvazek efektivní dávky všemi uvažovanými cestami z užívání vod od výpustí do hydrosféry ETE1,2 a NJZ ETE.

Věková skupina [roky]	Celková roční efektivní dávka a úvazek efektivní dávky všemi uvažovanými cestami od provozních výpustí do hydrosféry 2 bloků ETE1,2 ($2 \times 1\,000\text{ MW}_e$) [Sv/rok]	Celková roční efektivní dávka a úvazek efektivní dávky všemi uvažovanými cestami z projektových hodnot výpustí do hydrosféry 2 bloků NJZ ETE ($2 \times 1\,700\text{ MW}_e$) [Sv/rok]	Součet celkové roční efektivní dávky a úvazků efektivní dávky všemi uvažovanými cestami od výpustí do hydrosféry ETE1,2 ($2 \times 1\,000\text{ MW}_e$) a NJZ ETE ($2 \times 1\,700\text{ MW}_e$) [Sv/rok]
0–1	1,03E-06	2,71E-06	3,74E-06
1–2	8,17E-07	2,24E-06	3,05E-06
2–7	9,30E-07	2,49E-06	3,42E-06
7–12	5,71E-07	1,59E-06	2,16E-06
12–17	4,66E-07	1,38E-06	1,85E-06
Dospělí	6,03E-07	1,84E-06	2,45E-06

1.10 Riziko radiační zátěže od zaplněných obalových souborů v SVJP po rozšíření

V lokalitě Temelín se současně připravuje rozšíření kapacity skladu vyhořelého jaderného paliva (SVJP) z 96 na 152 obalových souborů.

V rámci zpracování dokumentace EIA pro rozšíření SVJP byla posouzena radiační zátěž záření gama a neutronů od zaplněných obalových souborů v SVJP po rozšíření (Podzimek, červen 2024).

Maximální očekávané hodnoty příkonů dávkových ekvivalentů ve vzdálenosti 2 m od pláště obalového souboru OS ŠKODA 1000/19 převzaté do modelového výpočtu jsou uvedeny v tabulce č. 11.

Tab. 17 Maximální očekávané hodnoty příkonů dávkových ekvivalentů ve vzdálenosti 2 m od pláště obalového souboru OS ŠKODA 1000/19 převzaté do modelového výpočtu.

	Neutrony	Gama záření	Součet
	[$\mu\text{Sv/h}$]	[$\mu\text{Sv/h}$]	[$\mu\text{Sv/h}$]
2 m od střední části pláště	61,4	33,0	94,4

Pro konzervativní cílový scénář byl stanoven příkon prostorového dávkového ekvivalentu (PDE) ve volném prostoru + stínění budovy pro 38 obalových souborů (OS) umístěných v první řadě podél stěny skladu. Vyhodnocen byl vliv v nejbližším okolí a nejbližší trvale obydlené oblasti, obec Temelín, část Kočín vzdálené přibližně 1 600 m od SVJP. Výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 18.

Tab. 18 Příkony prostorového dávkového ekvivalentu ve volném prostoru + stínění budovy SVJP pro 38 OS – konzervativní cílový scénář.

	PDE [Sv/h] ve 2 m	Počet OS	Příkon prostorového dávkového ekvivalentu ve volném prostoru s uvažováním stínění budovy [nSv/h]				
			Vzdálenost od OS [m]				
			2	7	100	1 000	1 600
záření gama	3,30E-05	38	1,96E+04	1,60E+03	7,84E+00	7,84E-02	3,06E-02
neutrony	6,14E-05	38	2,30E+04	1,87E+03	9,19E+00	9,19E-02	3,59E-02
záření gama + neutrony	9,44E-05	38	4,26E+04	3,47E+03	1,70E+01	1,70E-01	6,65E-02
Podíl PDE od neutronů k celkovému PDE	65,0 %		54,0 %	54,0 %	54,0 %	54,0 %	54,0 %

Z tabulky vyplývají následující závěry:

- Při konzervativním cílovém scénáři, kdy bylo uvažováno s maximálním počtem 38 OS v první řadě, bude příspěvek ke stávající radiační zátěži v místě nejbližšího sídla, tj. v obci Temelín (část Kočín) reprezentovaný **ročním prostorovým dávkovým ekvivalentem** vyvolaným SVJP po rozšíření **$5,83 \times 10^{-7} \text{ Sv}$ ($0,583 \mu\text{Sv}$)**, což představuje jen malý zlomek radiační zátěže z přirozeného pozadí, která v této lokalitě dosahuje cca **5,65 mSv** ročně (Podzimek, červen 2024).

- Současně při ročním pobytu v obci Kočín předpokládaný roční prostorový dávkový ekvivalent vyvolaný SVJP po rozšíření **583 nSv** odpovídá **0,058 %** ročního limitu efektivní dávky pro obyvatelstvo.

K 31. prosinci 2025 bylo v SVJP skladováno 48 obalových souborů CASTOR 1000/19 s 912 palivovými soubory, 5 OS ŠKODA 1000/19 s 95 palivovými soubory a 22 OS ŠKODA 1000/19M s 418 palivovými soubory.

1.11 Riziko radiační zátěže z provozu SMR ETE, ETE1,2, SVJP a NJZ ETE

Při analýze společného vlivu ETE1,2, SVJP ETE (po budoucím plánovaném rozšíření) a záměrů NJZ ETE a SMR ETE byla stanovena **zájmová oblast** pro výpusti do atmosféry, která zahrnuje obce **Kočín, Zvěrkovice a Litoradlice**. Vliv SVJP ETE je charakterizován příkony prostorového dávkového ekvivalentu ve volném prostoru podle zprávy (Podzimek, červen 2024).

Kumulativní hodnocení je provedeno pro obálkový případ NJZ ETE $2 \times 1\,700\text{ MW}_e$, který svými následky celkově převyšuje výkonovou alternativu $2 \times 1\,200\text{ MW}_e$. Pro data o efektivních dávkách z ETE1,2 a NJZ ETE byla konzervativně přijata hodnota pro vzdálenost 2 333 m a 3 333 m pro výpusti do atmosféry. Pro hydrosféru byla zvolena lokalita **Neznašov zahrnující Újezd a Chaty Pašovice**.

Reprezentativní data maximálních ročních efektivních dávek od atmosférických výpustí ETE1,2 a NJZ ETE byla stanovena na **směr severovýchod**. Hydrosférické výpusti ze všech posuzovaných elektráren jsou vyvedené **do Vltavy – profil Kořensko**. V rámci zvolené zájmové oblasti pro atmosférické výpusti se obec **Kočín nachází jiho-jihozápadně od ETE1,2, Litoradlice se nacházejí východo-východojižně od ETE1,2 a Zvěrkovice nacházející se severovýchodně od ETE1,2**. Vzhledem k umístění obcí budou reálné příspěvky ročních efektivních dávek od ETE1,2 a NJZ ETE v těchto lokalitách menší (pro Zvěrkovice maximálně stejné) než konzervativně zvolená data pro směr severovýchod v Dokumentaci EIA pro NJZ ETE (AMEC, 2010).

Ve studii radiačního vlivu SMR ETE se uvažovalo s parametry – **suchý, průměrný a mokrý rok** (Abmerit – nuclear and space, 2026).

Při stanovení vlivu jednotlivých elektráren byly zvoleny různé věkové kategorie reprezentativních osob tak, jak to odpovídalo tehdy platné, a v současnosti platné legislativě. Proto se při porovnání hodnot sledoval překryv daných věkových skupin, a konzervativně byla zvolena největší hodnota roční efektivní dávky od výpustí ETE1,2 a NJZ ETE. Následně byl stanoven příspěvek SMR ETE a příspěvek ETE1,2 a NJZ ETE. Pro účely hodnocení kumulativního vlivu SMR ETE se považuje součet hodnot roční efektivní dávky od ETE1,2 a NJZ ETE jako požadová hodnota příspěvku na ozáření obyvatelstva.

Příspěvky **roční efektivní dávky a úvazků efektivní dávky** všemi uvažovanými cestami **od atmosférických výpustí SMR ETE jsou výrazně nižší než z ETE1,2 + NJZ ETE** pro všechny řešené scénáře. Pro uvažovanou výšku ventilačního komína SMR ETE 56 m je maximální podíl

roční efektivní dávky reprezentativní osoby od atmosférických výpustí lokality ETE maximálně 18 %.

Z hlediska příspěvku roční efektivní dávky z atmosféry na 1 MW_e instalovaného výkonu je SMR ETE na úrovni přibližně 73 % ETE1,2 a NJZ ETE.

Příspěvek **roční efektivní dávky od hydrosférických výpustí** je pro SMR ETE přibližně 12násobně menší než společný příspěvek od ETE1,2 a NJZ ETE. Ve studii radiačních vlivů normálního provozu SMR ETE byly stanoveny hodnoty roční efektivní dávky pro suchý rok 2018, průměrný rok 2023 a mokřý rok 2024. Pro ETE1,2 a NJZ ETE ale byly stanoveny hodnoty pouze pro průměrný rok s průtokem Vltavy 50 m³/s. Proto byla kumulativní roční efektivní dávka stanovena pouze pro průměrný rok 2023.

Tab. 19 Porovnání ročních efektivních dávek od hydrosférických výpustí SMR ETE a ETE1,2 + NJZ ETE.

Výpusti do hydrosféry	SMR ETE	ETE1,2 + NJZ ETE
Výpočtový průměrný roční průtok Vltava – Kořensko [m ³ /s]	47,4	50
Věková skupina [roky]	0–5, plod	0–1
Celková roční efektivní dávka a úvazek efektivní dávky všemi uvažovanými cestami [Sv/rok]	1,48E-07 (1,09E-07)	3,74E-06

Celkové roční efektivní dávky a úvazky efektivní dávky všemi uvažovanými cestami z ozáření hydrosférických výpustí SMR ETE se pohybují maximálně na úrovni do 5 % příspěvku od hydrosférických výpustí z lokality ETE tvořených ETE1,2 a NJZ ETE.

Pro stanovení kumulativních maximálních ročních efektivních dávek na reprezentativní osobu byly sečteny maximální hodnoty ozáření obyvatelstva od jednotlivých elektráren. Ve skutečnosti budou tyto hodnoty menší (pro Zvěrkovice maximálně rovné), neboť maximální radiační vliv ETE1,2 a NJZ ETE je stanoven na směr severovýchod (Zvěrkovice). A lokality Kočín (J–JZ) a Litoradlice (V–JV), kde vychází nejvyšší dávky z atmosférických výpustí ze SMR se nacházejí v jiných směrech. Ve skutečnosti budou i dávky ve Zvěrkovicích nižší, protože byla uvažovaná konzervativní vzdálenost od ETE1,2 i pro plánovaný NJZ ETE, který bude vzdálen více.

Tab. 20 Kumulativní maximální roční efektivní dávky reprezentativní osoby od ETE1,2, NJZ ETE a SMR ETE.

Scénář	Lokalita, věková skupina reprezentativních osob	Maximální kumulativní roční efektivní dávka (ETE1,2, NJZ ETE, SMR ETE) [Sv/rok]
Scénáře ozáření od atmosférických výpustí		
Scénář 2a, VK 56 m, suchý rok 2018	Kočín, děti 0–5 let	1,47E-06
Scénář 4a, VK 56 m, průměrný rok 2023	Zvěrkovice, děti 0–5 let	1,05E-06
Scénář 6a, VK 56 m, mokrá rok 2024	Zvěrkovice, děti 0–5 let	1,03E-06
Scénáře ozáření od hydrosférických výpustí		
Scénář 1 h, průměrný rok 2023	Újezd a Chaty Pašovice, plod/děti 0–5 let	3,89E-06

Z hlediska **atmosférických výpustí** bude **maximální kumulativní roční efektivní dávka včetně úvazku efektivní dávky** reprezentativní osoby v okolí lokality ETE maximálně **1,47 μ Sv/rok**, při výšce ventilačního komína SMR ETE 56 metrů. Se zahrnutím příspěvku příkonu prostorového dávkového ekvivalentu v důsledku záření z rozšířeného SVJP se bude jednat o hodnoty maximálně **2,05 μ Sv/rok**, v lokalitě Kočín.

Z hlediska kumulativních dávek reprezentativní osoby od **hydrosférických výpustí** je maximální roční kumulativní efektivní dávka reprezentativní osoby včetně úvazku efektivní dávky na úrovni **3,89 μ Sv/rok** při uvažování průměrného průtoku v řece Vltava v lokalitě Újezd a Chaty Pašovice.

Vzhledem k lokalizaci reprezentativní osoby se u ní příspěvek SVJP neprojeví.

Pro výpočet celkové radiační zátěže a celkové zdravotní újmy použijeme následující vstupní údaje:

- Maximální hodnota efektivní dávky včetně úvazku efektivní dávky na reprezentativní osobu jako důsledek **obálkových výpustí od ETE1,2, NJZ ETE a SMR ETE do atmosféry je $1,47 \times 10^{-6}$ Sv/rok**, a to v lokalitě Kočín. V lokalitě Kočín se uplatní i příkon prostorového dávkového ekvivalentu, který po rozšíření SVJP může v této lokalitě dosahovat hodnotu až **$5,81 \times 10^{-7}$ Sv/rok**. Celková radiační zátěž v lokalitě Kočín z kumulativního působení všech JZ v lokalitě Temelín by tak mohla dosahovat hodnot do **$2,05 \times 10^{-6}$ Sv/rok**.

- Maximální hodnota efektivní dávky včetně úvazku efektivní dávky na reprezentativní osobu jako důsledek **obálkových výpustí od ETE1,2, NJZ ETE a SMR ETE do hydrosféry je $3,89 \times 10^{-6}$ Sv/rok**, a to v lokalitě Újezd a Chaty Pašovice.
- V lokalitě **Pašovice** je roční příspěvek efektivní dávky a úvazku efektivní dávky od výpustí do atmosféry od **ETE1,2 roven $1,25 \times 10^{-7}$ Sv/rok** (AMEC, 2010).
- V lokalitě **Pašovice** je roční příspěvek efektivní dávky a úvazku efektivní dávky od výpustí do atmosféry od **NJZ ETE $2,95 \times 10^{-7}$ Sv/rok** (AMEC, 2010).
- V lokalitě **Pašovice** je roční příspěvek efektivní dávky a úvazku efektivní dávky od výpustí do atmosféry od **SMR ETE $1,6 \times 10^{-8}$ Sv/rok**
- Maximální hodnota efektivní dávky včetně úvazku na reprezentativní osobu jako důsledek **obálkových výpustí od ETE1,2, NJZ ETE a SMR ETE do hydrosféry a atmosféry je $4,33 \times 10^{-6}$ Sv/rok**.

Tab. 21 Vliv výpustí z provozu SMR ETE, ETE1,2, SVJP a NJZ ETE do atmosféry pro reprezentativní osobu.

Vliv výpustí z provozu SMR ETE, ETE1,2, SVJP a NJZ ETE do atmosféry pro reprezentativní osobu v lokalitě Kočín			
Roční radiační zátěž [Sv/rok]	Doba pobytu [roky]	Radiační zátěž po dobu pobytu [Sv]	Celková zdravotní újma
2,05E-06	1	2,05E-06	1,17E-07
	5	1,03E-05	5,84E-07
	10	2,05E-05	1,17E-06
	20	4,10E-05	2,34E-06
	30	6,15E-05	3,51E-06
	50	1,03E-04	5,84E-06
	70	1,44E-04	8,18E-06

Tab. 22 Vliv výpustí z provozu SMR ETE, ETE1,2, SVJP a NJZ ETE do hydrosféry pro reprezentativní osobu.

Vliv výpustí z provozu SMR ETE, ETE1,2, SVJP a NJZ ETE do hydrosféry pro reprezentativní osobu v lokalitě Pašovice			
Roční radiační zátěž [Sv/rok]	Doba pobytu [roky]	Radiační zátěž po dobu pobytu [Sv]	Celková zdravotní újma
3,89E-06	1	3,89E-06	2,22E-07
	5	1,95E-05	1,11E-06
	10	3,89E-05	2,22E-06
	20	7,78E-05	4,43E-06
	30	1,17E-04	6,65E-06
	50	1,95E-04	1,11E-05
	70	2,72E-04	1,55E-05

Tab. 23 Společný vliv z provozu SMR ETE, ETE1,2, SVJP a NJZ ETE výpustí do atmosféry a hydrosféry pro reprezentativní osobu.

Společný vliv z provozu SMR ETE, ETE1,2, SVJP, a NJZ ETE výpustí do atmosféry a hydrosféry pro reprezentativní osobu v lokalitě – Pašovice			
Roční radiační zátěž [Sv]	Doba pobytu [roky]	Radiační zátěž po dobu pobytu [Sv]	Celková zdravotní újma
4,33E-06	1	4,33E-06	2,47E-07
	5	2,17E-05	1,23E-06
	10	4,33E-05	2,47E-06
	20	8,66E-05	4,94E-06
	30	1,30E-04	7,40E-06
	50	2,17E-04	1,23E-05
	70	3,03E-04	1,73E-05

Tyto hodnoty ročních efektivních dávek jsou jak jednotlivě, tak i v součtu výrazně nižší než dávková optimalizační mez stanovená v § 82 atomového zákona (zákon č. 263/2016 Sb., ve znění pozdějších předpisů), která činí 250 μ Sv za rok pro reprezentativní osobu. V případě energetické

kých jaderných zařízení se tato hodnota uplatňuje souhrnně pro všechna jaderná zařízení v daném území k umístění jaderného zařízení, přičemž pro výpusti do ovzduší je stanovena hodnota 200 μSv za rok a pro výpusti do povrchových vod 50 μSv za rok. Maximální vypočtená roční efektivní dávka 0,3 μSv za rok odpovídá přibližně 0,12 % celkové dávkové optimalizační meze 250 μSv za rok. V případě posuzování atmosférických výpustí představuje tato hodnota přibližně 0,15 % příslušné dávkové optimalizační meze 200 μSv za rok.

Hodnocení ozáření od skladu vyhořelého jaderného paliva je prováděno samostatně a není zahrnuto do posouzení dávkové optimalizační meze pro výpusti.

Výpočet radiační zátěže po dobu pobytu a tím pádem i riziko zdravotní újmy byly stanoveny velmi konzervativně, protože se:

- brala nejvyšší zjištěná dávka pro věkovou kategorii jako by působila celou dobu bez ohledu na skutečný věk reprezentativní osoby a jeho změnu v čase,
- nezohledňovalo se směrové působení u spolupůsobícího účinku atmosférických výpustí ETE1,2 a NJZ ETE a brala se maximální zjištěná hodnota v určité vzdálenosti,
- SVJP se bral maximálně zaplněný, tj. 38 OS v krajní řadě, což po uvedené době výpočtu není.
- Celkový nominální koeficient rizika celkové újmy $5,7 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ je populační průměr zahrnující všechny věkové skupiny, včetně dětí. Hodnota pro dospělé $4,2 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$ je nižší, protože u dospělé populace je celoživotní riziko stochastických účinků při stejné dávce menší.
- Při výpočtu celoživotního rizika zdravotní újmy byl použit stejný algoritmus výpočtu (DDREF = 1) jako ve zprávě (Kotulán, 2010), aby bylo možno výsledky porovnávat.
- Frakcionované či protrahované dávky jsou však spojeny s nižším rizikem, což naznačuje, že dávkově specifické odhady pocházející z vysokých dávek při akutní expozici by měly být děleny faktorem efektivity dávky a dávkového příkonu (DDREF) při aplikacích u nízkých spojitých či frakcionovaných dávek.
- Faktor účinnosti dávky a dávkového příkonu (Dose and dose-rate effectiveness factor – DDREF) je odhadem stanovený faktor, který obecně charakterizuje obvykle nižší biologickou účinnost (na jednotku dávky) při ozáření nízkými dávkami a nízkými dávkovými příkony ve srovnání s ozářením vysokými dávkami a vysokými dávkovými příkony.
- Hodnota DDREF = 2 je obecně kompatibilní s daty studií na zvířatech, při všech nejistotách Komise ICRP doporučuje, aby DDREF = 2 byla dále užívána pro účely radiační ochrany (ICRP 103, 2009).
- Při použití faktoru DDREF = 2 bude hodnota celkové zdravotní újmy poloviční.

Zdravotní riziko je považováno za **zcela zanedbatelné**, zejména ve srovnání s jinými faktory ovlivňujícími zdraví obyvatelstva (např. kvalita ovzduší, životní styl).

1.12 Riziko radiační zátěže z provozu ETE1,2, NJZ ETE a SMR ETE v příhraničních oblastech

Pro kumulativní vliv na Rakousko byla stanovena reprezentativní osoba v **lokalitě Rottal** ve věkové kategorii 6–15 let.

Maximální efektivní roční dávka z výpustí SMR ETE, ETE1,2 a NJZ ETE pro tuto reprezentativní osobu nepřekročí **50 nSv**. Příspěvek SMR ETE z této hodnoty tvoří méně než 10 %.

Pro kumulativní vliv na Německo byla stanovena reprezentativní osoba v **lokalitě Schnellenzipf** ve věkové kategorii 6–15 let.

Maximální roční efektivní dávka z výpustí SMR ETE, ETE1,2 a NJZ ETE pro tuto reprezentativní osobu nepřekročí **65 nSv**. Příspěvek SMR ETE z této hodnoty tvoří méně než 5 %.

Roční efektivní dávky pro Německo jsou vyšší kvůli dávkám z ETE1,2 a NJZ ETE, které jsou stanoveny na základě starších povětrnostních dat, kdy byl směr větru a meteorologický vliv na Německo významnější. (Amentum Clean Energy s.r.o, 2026)

Vzhledem ke vzdálenosti se SVJP na ozáření osoby v této lokalitě nepodílí.

Tab. 24 Riziko radiační zátěže z provozu ETE1,2, NJZ ETE a SMR ETE v příhraničních oblastech Rakouska.

Riziko radiační zátěže z provozu ETE1,2, NJZ ETE a SMR ETE v příhraničních oblastech Rakouska			
Roční radiační zátěž [Sv/rok]	Doba pobytu [roky]	Radiační zátěž po dobu pobytu [Sv]	Celková zdravotní újma
5,00E-08	1	5,00E-08	2,85E-09
	5	2,50E-07	1,43E-08
	10	5,00E-07	2,85E-08
	20	1,00E-06	5,70E-08
	30	1,50E-06	8,55E-08
	50	2,50E-06	1,43E-07
	70	3,50E-06	2,00E-07

Zdravotní riziko je považováno za **zcela zanedbatelné**, zejména ve srovnání s jinými faktory ovlivňujícími zdraví obyvatelstva (např. kvalita ovzduší, životní styl).

Tab. 25 Riziko radiační zátěže z provozu ETE1,2, NJZ ETE a SMR ETE v příhraničních oblastech Německa.

Riziko radiační zátěže z provozu ETE1,2, NJZ ETE a SMR ETE v příhraničních oblastech SRN			
Roční radiační zátěž [Sv/rok]	Doba pobytu [roky]	Radiační zátěž po dobu pobytu [Sv]	Celková zdravotní újma
6,50E-08	1	6,50E-08	3,71E-09
	5	3,25E-07	1,85E-08
	10	6,50E-07	3,71E-08
	20	1,30E-06	7,41E-08
	30	1,95E-06	1,11E-07
	50	3,25E-06	1,85E-07
	70	4,55E-06	2,59E-07

Zdravotní riziko je považováno za **zcela zanedbatelné**, zejména ve srovnání s jinými faktory ovlivňujícími zdraví obyvatelstva (např. kvalita ovzduší, životní styl).

1.13 Závěr

V rámci hodnocení plánované expoziční situace za normálního provozu SMR ETE byly stanoveny maximální roční efektivní dávky pro reprezentativní osobu způsobené atmosférickými a kapalnými výpustěmi radioaktivních látek. Současně byly identifikovány dominantní cesty ozáření a radionuklidy, které nejvíce přispívají k celkové roční efektivní dávce. Toto hodnocení je omezeno na radiační dopady běžného provozu zařízení a nezahrnuje potenciální ozáření při radiačních mimořádných událostech, havarijní připravenost ani posuzování neradiačních vlivů na životní prostředí a zdraví obyvatelstva. Tyto oblasti jsou řešeny samostatně v příslušných částech dokumentace a navazujících bezpečnostních analýzách.

V návaznosti na analýzu pro SMR ETE byl srovnán radiační vliv SMR ETE s vlivem ETE1,2 a NJZ ETE. Na základě porovnání bylo ukázáno, že roční efektivní dávky z atmosférických obálkových výpustí SMR ETE jsou obecně **významně nižší** než sumární roční efektivní dávky od ETE1,2 a NJZ ETE. Z hodnocení radiačních vlivů SMR ETE z výpustí do hydrosféry byly stanoveny hlavní cesty ozáření na úvazek efektivní dávky z ingesce potravin a pitné vody. Při hydrosférických výpustích byly roční efektivní dávky na úrovni **4 %** z celkového příspěvku lokality ETE.

Hodnoty roční efektivní dávky reprezentativní osoby od hydrosférických výpustí SMR ETE se pohybují na úrovni **0,1 µSv/rok** pro průměrné roky.

Hodnoty příspěvku atmosférických i hydrosférických výpustí na ozáření obyvatelstva od SMR ETE se pohybují na úrovni do **0,30 $\mu\text{Sv/rok}$** .

Konzervativně stanovené kumulativní příspěvky z atmosférických výpustí od ETE1,2, NJZ ETE a SMR ETE dosahují maximálních hodnot na úrovni **1,47 $\mu\text{Sv/rok}$** . Z uvedených dávek SMR ETE produkuje maximálně **18 %**. Se zahrnutím příspěvku příkonu prostorového dávkového ekvivalentu v důsledků záření z rozšířeného SVJP se bude jednat o hodnoty maximálně **2,05 $\mu\text{Sv/rok}$** .

Konzervativně stanovené kumulativní příspěvky od hydrosférických výpustí ETE1,2, NJZ ETE a SMR ETE dosahují maximálních hodnot na úrovni **3,89 $\mu\text{Sv/rok}$** během průměrných let.

Maximální hodnota efektivní dávky včetně úvazku na reprezentativní osobu jako důsledek **obálkových výpustí od ETE1,2, NJZ ETE a SMR ETE do hydrosféry a atmosféry je $4,33 \times 10^{-6} \text{ Sv/rok}$** .

Maximální hodnota je dosahována v lokalitě Pašovice a podílí se na ní především výpusti do hydrosféry z NJZ ETE a ETE1,2.

Tyto kumulativní **příspěvky jsou bezpečně pod hodnotou dávkové optimalizační meze stanovenou atomovým zákonem**, pro výpusti do hydrosféry (**50 $\mu\text{Sv/rok}$**) a atmosféry (**200 $\mu\text{Sv/rok}$**) pro všechny jaderné zařízení v lokalitě Temelín.

1.14 Literatura

- Abmerit – nuclear and space. (červen 2026). .: DP29 – REVIZE STUDIE DP17 SE ZOHLEDNĚNÍM NOVELY V422. V *Abmerit/2026/Amentum/02*. Trnava: ABmerit, s.r.o.
- AMEC. (2010). Nový jaderný zdroj v lokalitě Temelín včetně vyvedení výkonu do rozvodny Kočín, Dokumentace vlivů záměru na životní prostředí. *Květen 2010*.
- Amentum Clean Energy s.r.o. (2026). DP17B – Kumulativní vliv normálního provozu SMR ETE, ETE1,2 a NJZ ETE na ozáření obyvatelstva, rev.1. *SMR ETE – Dokumentace EIA*.
- Cinelli, G. D. (2019). *European Atlas of Natural Radiation*,. Luxembourg,.
- Česko. (2016). *Zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon*. Praha: Sbírka zákonů České republiky.
- Česko. (2016a). *Vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje - Vyhláška 422/2016*. Praha: Sbírka zákonů České republiky.
- Česko. (2025). *Zákon č. 83/2025 Sb., kterým se mění zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon, ve znění pozdějších předpisů. V Sbírka zákonů: částka 83/2025 – datum zveřejnění ve Sbírce (27. 3. 2025)*. Česká republika: Platnost/účinnost: nabyl platnosti 27. 3. 2025, účinnost od 1. 7. 2025.
- ČGS. (2016). *Geologická mapa České republiky 1:500 000*. Praha: ČGS.
- ČGS. (2023). *mapy.geology.cz/radon/*. Načteno z <https://mapy.geology.cz/radon/>
- ICRP 103. (2009). ICRP Publikace 103: 2007 Doporučení Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu, český překlad ICRP Publication 103: 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection,. Praha.
- ICRP. (1991). *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60*.
- Kotulán, J. (2010). Nový jaderný zdroj elektrárny Temelín - Hodnocení vlivů na veřejné zdraví. *ARTECH spol. s r.o.*
- Petrová, K. (05. 03 2021). *Hodnocení lékařského ozáření*. Získáno 16. 12 2021, z SUJB: <https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/lekarske-ozareni/hodnoceni-lekarskeho-ozareni>
- Podzimek, F. (2024). *Radioaktivita a ionizující záření kolem nás*. Praha: České vysoké učení technické.
- Podzimek, F. (červen 2024). Posouzení vlivu radiace dostavby SVJP na obyvatelstvo a veřejné zdraví. V . Praha: ČVUT v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství, Katedra zdravotnických odborů a ochrany obyvatelstva.
- SUJB. (2026a). *Vyhláška č. 13/2026 Sb., kterou se mění vyhláška č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje*.

SÚJB. (2026b). *Výroční zprávy SÚJB*. Získáno 10. 08 2025, z SUJB:
<https://www.sujb.cz/dokumenty-a-publikace/vyrocní-zpravy>

UNEP. (2016). Ionizující záření. Účinky a zdroje.

UNSCEAR. (2012). *Sources, effects and risks of ionizing radiation [UNSCEAR 2012 report]*
(Scientific annexes: Uncertainties in risk estimates for radiation-induced cancer. United Nations, 2012.. vyd.). New York: United Nations, .

1.15 Seznam zkratk

Zkratka	Význam
ALARA	Tak nízké, jak je jen možné rozumně dosáhnout (As Low As Reasonably Achievable)
CRPO	Centrální registr pracovníků ozářených
CT	Výpočetní tomografie (Computed Tomography)
ČGS	Česká geologická služba
ČR	Česká republika
DDREF	Faktor efektivity dávky a dávkového příkonu
DNA	Deoxyribonukleová kyselina
DOM	Dávková optimalizační mez
EIA	Environmental Impact Assessment – posuzování vlivů na životní prostředí
ESTE	Environmentální systém Temelín
ETE	Jaderné zařízení sestávající ze současných 2 bloků VVER1000 (ETE1,2) a připravovaného 3. a 4. bloku (NJZ ETE)
ETE1,2	Jaderná elektrárna Temelín (provozované bloky 1 a 2)
EURDEP	Evropská platforma pro výměnu radiologických dat
ICRP	Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu
JE	Jaderná elektrárna
JZ	Jaderné zařízení
LNT	Lineární bezprahový model
MonRaS	Radiační monitorovací síť
NJZ	Nový jaderný zdroj
NJZ ETE	Nový jaderný zdroj v lokalitě Temelín
NORMAL	Výpočetní program NORMAL pro hodnocení šíření radionuklidů a stanovení radiačních dopadů
NVA	Nejmenší významná aktivita
OS	Obalový soubor
PDE	Příkon dávkového ekvivalentu
PES	Plánované expoziční situace
PFDE	Příkon prostorového dávkového ekvivalentu
RDETE	Program pro výpočet šíření radioaktivních látek a jejich dceřiných produktů ve vodním prostředí
RTG	Rentgenové záření

Zkratka	Význam
SI	Mezinárodní soustava jednotek (Système International d'Unités)
SMR	Malý modulární reaktor
SMR ETE	Malý modulární reaktor (angl. Small Modular Reactor) v lokalitě Temelín
SVJP	Sklad vyhořelého jaderného paliva
SVZ	Systém včasného zjišťování
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SÚRO	Státní ústav radiační ochrany
TLD	Termoluminiscenční dozimetry
UNEP	Program OSN pro životní prostředí
UNSCEAR	Vědecký výbor OSN pro účinky atomového záření
VK	Ventilační komín

1.16 Seznam tabulek

Tab. 1 Porovnání deterministických a stochastických účinků.....	5
Tab. 2 Nominální koeficienty rizika [μSv^{-1}] vztažené k újmě pro stochastické účinky pro expozici záření s malým dávkovým příkonem (ICRP 103, 2009), (ICRP, 1991).	8
Tab. 3 Hlavní zdroje radiační zátěže obyvatelstva z přírodních zdrojů.....	13
Tab. 4 Odhad průměrné roční efektivní dávky [mSv] z přírodního pozadí na jednoho obyvatele ve vybraných státech (Cinelli, 2019).....	14
Tab. 5 Průměrné čtvrtletní hodnoty příkonu prostorového dávkového ekvivalentu [nSv/h] naměřené lokální sítí integrálního měření (TLD) v okolí JE Temelín v roce 2025 (SÚJB, 2026b).	16
Tab. 6 Přehled monitorovaných položek životního prostředí a potravního řetězce v okolí JE Temelín v roce 2024 (dodavatel dat SÚJB a SÚRO) (SÚJB, 2026b).....	23
Tab. 7 Sumární výsledky, efektivní dávka včetně úvazku na reprezentativní osobu jako důsledek obálkových výpustí ze SMR ETE – atmosféra.	28
Tab. 8 Sumární výsledky, efektivní dávka včetně úvazku efektivní dávky na reprezentativní osobu jako důsledek obálkových výpustí SMR ETE – hydrosféra.	29
Tab. 9 Primární a sekundární radionuklidy přispívající k roční efektivní dávce reprezentativní osoby od SMR ETE (Atmosféra).	29
Tab. 10 Primární a sekundární radionuklidy přispívající k roční efektivní dávce reprezentativní osoby od SMR ETE (hydrosféra).....	30
Tab. 11 Identifikace reprezentativní osoby a sumární dávka na reprezentativní osobu všemi cestami ozáření v důsledku ročních obálkových výpustí ze SMR ETE v jednotlivých analyzovaných variantách (Abmerit – nuclear and space, 2026).	31
Tab. 12 Kumulativní vliv výpustí ze SMR ETE do atmosféry pro reprezentativní osobu.....	32
Tab. 13 Kumulativní vliv výpustí ze SMR ETE do hydrosféry pro reprezentativní osobu.....	33
Tab. 14 Společný vliv ze SMR ETE výpustí do atmosféry a hydrosféry pro reprezentativní osobu	33
Tab. 15 Součet ročních efektivních dávek a úvazků efektivní dávky všemi uvažovanými cestami efektivních dávek jednotlivých věkových kategorií z ročního provozu bloků ETE1,2 a NJZ ETE ($2 \times 1\,700\text{ MW}_e$) z výpustí do atmosféry pro vybrané zájmové vzdálenosti.	35

Tab. 16 Roční efektivní dávka a úvazek efektivní dávky všemi uvažovanými cestami z užívání vod od výpustí do hydrosféry ETE1,2 a NJZ ETE.	36
Tab. 17 Maximální očekávané hodnoty příkonů dávkových ekvivalentů ve vzdálenosti 2 m od pláště obalového souboru OS ŠKODA 1000/19 převzaté do modelového výpočtu.....	37
Tab. 18 Příkony prostorového dávkového ekvivalentu ve volném prostoru + stínění budovy SVJP pro 38 OS – konzervativní cílový scénář.....	37
Tab. 19 Porovnání ročních efektivních dávek od hydrosférických výpustí SMR ETE a ETE1,2 + NJZ ETE.....	39
Tab. 20 Kumulativní maximální roční efektivní dávky reprezentativní osoby od ETE1,2, NJZ ETE a SMR ETE.	39
Tab. 21 Vliv výpustí z provozu SMR ETE, ETE1,2, SVJP a NJZ ETE do atmosféry pro reprezentativní osobu.	41
Tab. 22 Vliv výpustí z provozu SMR ETE, ETE1,2, SVJP a NJZ ETE do hydrosféry pro reprezentativní osobu.	41
Tab. 23 Společný vliv z provozu SMR ETE, ETE1,2, SVJP a NJZ ETE výpustí do atmosféry a hydrosféry pro reprezentativní osobu.	42
Tab. 24 Riziko radiační zátěže z provozu ETE1,2, NJZ ETE a SMR ETE v příhraničních oblastech Rakouska.	44
Tab. 25 Riziko radiační zátěže z provozu ETE1,2, NJZ ETE a SMR ETE v příhraničních oblastech Německa.	45

1.17 Seznam obrázků

Obr. 1 Podíl váženého ročního průměru efektivní dávky [%] pro různé přírodní zdroje záření na celkové efektivní dávce pro Českou republiku (Podzimek, 2024).....	15
Obr. 2 Rozmístění měřících bodů v MonRaS v okolí JE ETE.	15
Obr. 3 Příkon fotonového dávkového ekvivalentu (PFDE) v lokalitě Temelín podle evropské databáze EURDEP v období 15.–22.08.2025.....	18
Obr. 4 Radonový index v lokalitě Týn nad Vltavou (ČGS, mapy.geology.cz/radon/ , 2023).	19
Obr. 5 Přibližný podíl jednotlivých sledovaných skupin na kolektivní dávce v roce 2020 (dle posledních údajů, které jsou k dispozici) (Podzimek, 2024).....	21