

Rizika elektromagnetického impulsu v intravilánu obce

Jan Čížek

Bakalářská práce
2023



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení
Ústav krizového řízení

Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Jan Čížek
Osobní číslo: L20555
Studijní program: B1022A020002 Management rizik
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Rizika elektromagnetického impulsu v intravilánu obce

Zásady pro vypracování

1. Zpracujte teoretickou část k zadanému tématu bakalářské práce.
2. Identifikujte a zhodnoťte rizika vybraných prvků kritické infrastruktury ohrožených elektromagnetickým impulzem.
3. Na základě výstupu z analýzy navrhnete ochranná opatření.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. BAKER, George H. et al. *Electromagnetic Pulse (EMP) Protection and Resilience Guidelines for Critical Infrastructure and Equipment* [online]. Version 2.2. Arlington, Virginia: National Cybersecurity and Communications Integration Center Arlington, Virginia, 2019. Dostupné z: https://cisa.gov/sites/default/files/publications/19_0307_CISA_EMP-Protection-Resilience-Guidelines.pdf.
2. VALOUCH, Jan. *Zbraně se směrovanou energií jako prostředek rozvoje schopností ozbrojených sil*. *Vojenské rozhledy*, 2016, 25 (3), 61-81. ISSN 1210-3292 (print), 2336-2995 [online]. Dostupné z: www.vojenskerohledy.cz.
3. VIČAR, Dušan et al. *Nuclear, radiological and chemical weapons, radiation and chemical accidents* [online]. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, Fakulta logistiky a krizového řízení, 2021. ISBN 978-80-7678-053-8. Dostupné z: <https://doi.org/10.7441/978-80-7678-053-8>.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jakub Rak, Ph.D.**
Ústav ochrany obyvatelstva

Datum zadání bakalářské práce: **1. prosince 2022**

Termín odevzdání bakalářské práce: **5. května 2023**

L.S.

doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
děkanka

Ing. et Ing. Jiří Konečný, Ph.D.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 2. prosince 2022

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne: 5.5. 2023

Jméno a příjmení studenta: Jan Čížek

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá analýzou problematiky elektromagnetických impulsů. V následujících kapitolách teoretické části jsou rozebrány jejich možnosti vzniku, dále pak historické události a možnosti ochrany proti účinkům elektromagnetickým impulsům. Praktická část je věnována analýze dopadů elektromagnetického impulsu na infrastrukturu vybrané obce, pro kterou jsou doporučeny způsoby ochrany.

Klíčová slova: elektromagnetický impuls, EMP, nukleární zbraně, sluneční erupce, vesmírné počasí

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the analysis of electromagnetic pulses. In the following chapters of the theoretical part, the possibilities of electromagnetic pulses occurrence are discussed, as well as historical events and possibilities of protection against the effects of EMP. The practical part is devoted to the analysis of the impact of the electromagnetic pulse on the infrastructure of the selected urban area, for which protection methods are recommended.

Keywords: electromagnetic pulse, EMP, space weather, solar flares, nuclear weapons

Chtěl bych upřímně poděkovat všem trpělivým lidem, kteří ochotně a s velkým nasazením odpovídali na mé nekonečné otázky k tématu bakalářské práce. Děkuji Mozartovi za jeho inspirativní muziku, která mi byla skvělým doprovodem při psaní této práce. Velké díky patří rodině za nesmírnou dávku podpory napříč cestou mého života. A nakonec, ale rozhodně ne méně důležité díky patří vedoucímu práce, který mi poskytl cenné rady a pomoc při dokončování této etapy mého akademického života.

„Nevím, čím se bude bojovat ve třetí světové válce, ale ve čtvrté to budou klacky a kameny.“
– Albert Einstein

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 ELEKTROMAGNETICKÝ IMPULS	11
1.1 UMĚLÉ ELEKTROMAGNETICKÉ IMPULSY	12
1.1.1 Nukleární exploze ve výšce	13
1.1.2 Povrchová nukleární exploze	14
1.1.3 Elektromagnetické zbraně.....	14
1.2 PŘÍRODNÍ ELEKTROMAGNETICKÉ IMPULSY	15
1.2.1 Vesmírné počasí.....	15
1.2.2 Meteorologické jevy	17
2 HISTORICKÉ UDÁLOSTI	18
2.1 CARRINGTON EVENT	18
2.2 STARFISH PRIME.....	19
2.3 GEOMAGNETICKÁ BOUŘE 1989	19
2.4 JADERNÉ ZKOUŠKY SOVĚTSKÉHO SVAZU NAD KAZACHSTÁNEM.....	20
3 ZPŮSOBY OCHRANY PROTI ELEKTROMAGNETICKÉMU IMPULSU ... 21	
3.1 FARADAYOVA KLEC	22
3.2 STÍNĚNÍ.....	22
3.3 UZEMNĚNÍ.....	23
3.4 PŘÍSTUP MANAGEMENTU RIZIK	23
DÍLČÍ ZÁVĚR	25
II PRAKTICKÁ ČÁST	26
4 PŘEDSTAVENÍ OBCE NOVÝ BYDŽOV	27
4.1 STRATEGICKÉ DOKUMENTY MĚSTA NOVÝ BYDŽOV	28
4.2 KRIZOVÉ ŘÍZENÍ ORP NOVÝ BYDŽOV	29
4.3 PŘIPRAVENOST MĚSTA NOVÝ BYDŽOV NA RIZIKO ELEKTROMAGNETICKÉHO IMPULSU	29
4.3.1 Cvičení blackout 2015	32
4.4 SLOŽKY INTEGROVANÉHO ZÁCHRANNÉHO SYSTÉMU	33
4.5 VZNIK MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI NA ÚZEMÍ MĚSTA NOVÝ BYDŽOV	33
5 VYMEZENÍ VÝZNAMNÉ INFRASTRUKTURY MĚSTA NOVÝ BYDŽOV 35	
5.1 ZDRAVOTNICTVÍ	36
5.1.1 Oblastní nemocnice Jičín a.s., nemocnice Nový Bydžov	36
5.2 ENERGETIKA	38
5.3 KOMUNIKACE.....	40
5.3.1 Funkčnost jednotného systému varování a vyrozumění	41
5.4 POTRAVINÁŘSTVÍ A ZEMĚDĚLSTVÍ	43

5.4.1	Zásobování vodou	45
5.5	DOPRAVNÍ INFRASTRUKTURA.....	46
6	ANALÝZA DOPADŮ ELEKTROMAGNETICKÉHO IMPULSU	49
6.1	WHAT-IF ANALÝZA	49
6.2	ANALÝZA RIZIKOVÝM KALKULÁTOREM.....	51
7	CELKOVÝ NÁVRH OCHRANY A PREVENCE	54
7.1	ZVÝŠENÍ ODOLNOSTI KRITICKÉ INFRASTRUKTURY	55
7.2	ZAJIŠTĚNÍ KOMUNIKACE	55
7.3	ZAJIŠTĚNÍ NOUZOVÝCH ZÁSOB.....	55
7.3.1	Zajištění zásob paliva a energie	55
7.3.2	Potraviny	56
7.3.3	Pitná voda.....	56
7.4	VÝVOJ PLÁNŮ A SBĚR DAT	57
	ZÁVĚR	58
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	59
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	67
	SEZNAM OBRÁZKŮ	68
	SEZNAM TABULEK.....	69

ÚVOD

Dynamický rozvoj moderních technologií, umocněný pandemií Covid-19, způsobil výskyt celé řady nových rizik, se kterými se společnost teprve učí vyrovnat. Mezi tuto skupinu stále ještě nedostatečně prozkoumaných rizik, jimiž jsou ohroženy veřejné i soukromé subjekty napříč státy, patří i rizika spojená s elektromagnetickým impulsem (dále jen EMP), která mohou mít mnoho podob. Rashid (2022) ve své publikaci na IEEE říká, že veškeré naše znalosti o EMP stavíme na analýzách provedených v minulosti, kdy naše technologie nebyla zdaleka tak vyspělá. Společnost se za posledních pár let vyvíjela vysokým tempem čímž se stala velmi zranitelnou proti účinkům elektromagnetického impulsu. S tímto tvrzením souhlasím, proto se ve své práci chci zabývat účinky elektromagnetických pulsů a ochraně proti nim. Elektromagnetický impuls beru jako velkou bezpečnostní hrozbu pro moderní společnost. Na velikosti této hrozby se shodne i velká část odborné veřejnosti. Ostatně, dne 26. března 2019 podepsal Americký prezident D. Trump výkonný příkaz číslo 13865, který má zabezpečit národní odolnost proti elektromagnetickým impulsům. Tento příkaz zavádí základní požadavky na odolnost a bezpečnost kritické infrastruktury USA jako národní prioritu. „*Elektromagnetický impuls má potenciál narušit, degradovat a poškodit technologii a systémy kritické infrastruktury. Člověkem vytvořená nebo přirozeně se vyskytující EMP mohou ovlivnit velké geografické oblasti, narušit prvky kritické infrastruktury pro bezpečnost a ekonomickou prosperitu národa a mohly by nepříznivě ovlivnit globální obchod a stabilitu. Federální vláda musí podporovat udržitelné, efektivní a nákladově efektivní přístupy ke zlepšení odolnosti národa vůči účinkům EMP*“ (federalregister.gov). Tato práce si klade za cíl získat a analyzovat relevantní literární prameny, které poslouží jako teoretický základ pro další výzkum a převážně pro vlastní empirickou část práce. Dále tato práce pak vychází z potřeby zvednutí povědomí o dané problematice. Jedná se totiž o málo zkoumané téma, jehož projevy mají devastující následky. Metody použité pro naplnění práce: literární rešerše, What-if analýza, SWOT analýza, schéma dopadu, analýza rizikovým kalkulátorem, nestrukturovaný rozhovor. Omezením práce je zaměření se na části prvků kritické infrastruktury z oblasti energetiky a potravinářství. Omezení je zapříčiněno volbou konkrétní obce a zájem jejích zástupců o vpracování této práce. Na území dané obce se nenachází konkrétní prvek kritické infrastruktury, ale pouze části přenosové soustavy a zkoumaná obec jako taková užívá služeb prvků kritické infrastruktury. Vymezené prvky infrastruktury, zmíněné v této práci jsou identifikovány z důvodu jejich kritičnosti pro vybranou obec. Na problematiku EMP bude nahlíženo z pohledu managementu rizik, nikoliv z technické perspektivy.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ELEKTROMAGNETICKÝ IMPULS

Elektromagnetický impuls je silné uvolnění elektromagnetické energie zapříčiněné zrychleným pohybem nabitých částic, které následně mohou způsobit škody nebo zcela zničit elektronické systémy přepětím jejich obvodů. EMP nemá přímý dopad na lidské zdraví, ale představuje riziko pro různé prvky kritické infrastruktury (Lane, 2017). Zdrojem elektromagnetického impulsu mohou být různé přírodní jevy jako blesk, sluneční erupce, geomagnetická bouře a dále pak jevy umělé neboli člověkem sestrojené. Jejich příkladem může být nukleární exploze nebo EMP bomba (Brandt, 2018). Jednotlivé zdroje EM pulzů jsou rozebrány v dalších částech této práce. Vičar (2020) tvrdí, že EMP je charakteristický následujícími vlastnosti: intenzivní, širokopásmový, krátkodobý výron elektromagnetické energie. Dále pak ve své publikaci uvádí, že „*charakter, nadmořská výška výbuchu, místo a vzdálenost zařízení od centra výbuchu má vliv na intenzitu a tvar signálu*“. Je tedy možné rozlišovat různé druhy elektromagnetických impulsů podle jejich působnosti na (Baker, 2019):

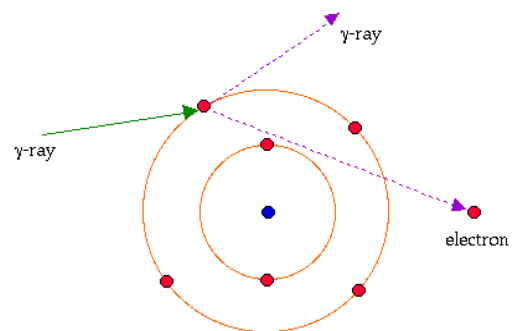
- EMP vyvolaný detonací nukleární zbraně ve výšce, kterému se říká HEMP – z anglického High-altitude Electromagnetic Pulse.
- EMP v případě detonace nukleární zbraně v nižších výškách nebo na zemi, nazývaný SREMP – z anglického Source Region Electromagnetic Pulse.
- EMP v případě záměrného elektromagnetického rušení jako je EM zbraň: IEMI – z anglického Intentional Electromagnetic Interference.

EMP po jaderném výbuchu vygeneruje elektrické pole o síle 50 000 V/m a magnetické pole asi 130 A/m. Všechny elektricky vodivé materiály reagují na EMP buď vytvořením napěťových či proudových impulsů nebo fungují jako vodič k dalším prvkům elektrického zařízení. Mezi nejcitlivější prvky elektrického zařízení patří: integrované obvody, tranzistory, tyristory. Mezi méně citlivé na EMP jsou například elektromotory a transformátory (Mika, 2011). S tímto tvrzením souhlasí i Vičar (2020), který dále ve své publikaci rozvádí, že na kovových prvcích, které se chovají v případě EMP jako antény, se indukují vysoké napětí, pokud není možné EMP nějak uzemnit. EMP je podle Vičara ničující převážně pro polovodiče a absolutně destruktivní pro FET tranzistory. Na základě dosud prováděných testů odolnosti proti EMP Valouch (2015) ve své publikaci tvrdí: „*v rámci uvádění výrobků na trh v EU, jsou standardní elektronická zařízení testována na odolnost proti působení vyzařovaného EM pole signály o intenzitě 1–30 V/m.*“

Jyothi (2021) řadí EMP do kategorie černých labutí¹. Dále přirovnává EMP k jiným, těžce detekovatelných událostem, jako je zemětřesení nebo kolize hvězdy s černou dírou. Na rozdíl však od těchto zmíněných událostech máme pro intenzivní elektromagnetické impulsy menší množství dat pro jejich analýzu, z důvodu jejich složitosti a menšímu výskytu. Autorka dále zmiňuje, že jsme schopni detekovat některé změny na Slunci, které by mohly vyústit v elektromagnetické impulsy, na základě zkušeností s EMP, ale jedná se o jednu z nejtěžších oblastí astrofyziky. Na tom se shodne i kolektiv autorů, kteří se zabývali účinky EMP na setkání dolní sněmovny, výboru pro obranu ve Velké Británii. Jeden z mluvčích říká, že předpověď vesmírného počasí je velmi obtížná a stále se nachází v ranném stádiu (publications.parliament.uk).

Fyzikální princip EMP

Jakmile dojde k iniciaci nálože, uvolní se elektromagnetická energie ve formě gama záření. Toto záření se šíří prostorem směrem od výbuchu, dokud nedojde k interakci s elektrony molekul vzduchu. Pokud k iniciaci dojde ve větší výšce jak 30 km, kde je hustota atmosféry poměrně nízká, umožní to cestovat impulsu velkou vzdálenost bez střetu s překážkami. Jakmile impuls vstoupí do nižší atmosféry, začíná reagovat s atmosférickými molekulami a vytváří tak jev popisovaný jako Comptonův rozptyl. Při této interakci dochází k rozptylu molekul, pohlcení části gama záření a uvolnění elektronu. Tento elektron dále reaguje s geomagnetickým polem Země (Brandt, 2018).



Obrázek 1 Comptonův rozptyl
(Zdroj: commons.wikimedia.org)

1.1 Umělé elektromagnetické impulsy

Uměle vytvořené EMP bychom jednoduše mohli rozdělit do dvou skupin – nukleární a nenukleární. Nenukleární zbraně mají většinou menší rozměry, jsou mnohem levnější a snazší na výrobu než zbraně nukleární. Nenukleárních zbraní je několik typů, mohou to být například zbraně se směrovanou energií anebo tzv. E-bomby (Rashid, 2022).

¹ Neboli událost, která má významný dopad a téměř vůbec ji nelze predikovat

1.1.1 Nukleární exploze ve výšce

HEMP generuje tak velké elektromagnetické pole, že se cokoliv kovového stává anténou, přijímačem EMP. Takovým přijímačem se pak stávají prvky jako jsou elektrická vedení, kabely, kovová vedení a samotné antény (Rashid, 2022). Jakmile je jaderná bomba iniciována, uvolní se velké množství gama záření, které se pohybuje téměř rychlostí světla. Při svém působení interaguje gama záření s atomy vzduchu, z kterých pak oddělí elektrony. Tyto elektrony následně interagují s magnetickým polem Země a pohybují se podél magnetických siločar. Tyto proudy pak mohou poškodit nebo zničit citlivou elektroniku. Příkladem nemusejí být pouze počítačové systémy, osvětlení atd., ale také družice, které se pohybují v nižších výškách. Dále může podle Duška (2006) nastat rušení radiového spojení.

Detonace nukleární exploze ve velké výšce nebo ve vesmíru může generovat silný elektromagnetický impuls (HEMP) s katastrofickým účinkem na elektrickou infrastrukturu. HEMP se skládá především ze 3 pulsů.

E1 HEMP:

Takto je označována raná/první fáze EMP. Podle ČSN EN 61 000-2-9 je charakterizován „*velkým maximem elektrického pole (desítky kilovoltů na metr), krátkou dobu náběhu (nanosekundy), krátkým trvání impulsu (do 100 nanosekund) a vlnovou impedancí 377 Ω*“ (ČSN EN 61 000-2-2, str 12).

Oblast, která je vystavena účinky E1 HEMP může být opravdu velká, protože oblast působení EMP je dána zorným polem od místa detonace nálože. Horton (2019) ve svém reportu píše, že v případě výbuchu nukleární zbraně ve výšce 200 km může být zasáhnutá elektromagnetickým impulsem oblast o rozloze 7 770 000 km² (celá Evropa má pro srovnání 10 530 000 km²). Autor však zdůrazňuje, že ne všechny zasažené oblasti zasáhne maximální působení EMP, protože síla se vzdáleností klesá.

E2 HEMP

Druhá fáze, které se říká střednědobá, je podle ČSN EN 61 000-2-9 typická „*svou amplitudou v řádu 10 V/m až 100 V/m a může se vyskytovat v časovém intervalu od 100 nanosekund do desítek milisekund*“ (ČSN EN 61 000-2-2, str 12).

Působení E2 HEMP někdo přirovnává k úderu blesku. Není tomu přímo tak, říká Horton (2019), neboť EMP E2 se propojuje s vodivými částmi úplně jiným způsobem, než je tomu

u blesku. Způsob propojení vodičů je prostřednictvím vzduchu, stejně jako u E1 HEMP. Kdežto blesk udeří přímo do vodiče.

E3 HEMP

Poslední fáze EMP, která je nejdelší, se nazývá také magnetohydrodynamické EMP. Podle ČSN EN 61 000-2-9 se poslední fáze vyznačuje „*elektrickým polem o malých amplitudách (desítky milivoltů na metr), dlouhou dobou náběhu (sekundy), a dlouhým trváním impulsu (stovky sekund). Tato fáze EMP může poškodit v přenosových a distribučních vedeních indukované proudy, které vyústí v harmonické a fázové nesymetrie, které mohou poškodit podstatné prvky přenosového systému, například transformátory*“ (ČSN EN 61 000-2-2, str 12).

1.1.2 Povrchová nukleární exploze

Když je nukleární zbraň detonována na zemi nebo v blízkosti země, síla EMP se liší kvůli proměnlivosti prostředí výbuchu. Proto má source region electromagnetic pulse (dále jen SREMP) mnohem menší dosah než HEMP. V blízkosti výbuchu může SREMP způsobit vysoké napětí na elektrických kabelech nebo kovových vedeních. V tom případě pak může nastat jiskření a následné požáry v místech, kde se tato vedení setkávají s různou infrastrukturou. Dále pak může poškodit zařízení, která jsou připojena k telefonním linkám, napájecím kabelům a ethernetovým kabelům, a to do vzdálenosti až 100 km. Na rozdíl od připojených zařízení jsou například telefony odolné proti účinkům SREMP. Autor článku na dhs.gov (2012) však uvádí, že to nemusí být taková výhoda, když infrastruktura, která podporuje funkčnost mobilních telefonů, nebude fungovat následkem EMP (dhs.gov).

1.1.3 Elektromagnetické zbraně

Elektromagnetické zbraně jsou zařízení, která využívají elektromagnetickou energii ve formě elektromagnetických vln, jež podle Valoucha (2015) mají schopnost narušit funkčnost elektronických zařízení a způsobit poškození či zničení obvodů, případně jejich zahoření. Elektromagnetické zbraně se mohou využít pro poškození elektroniky nebo integrity dat, případně na narušení komunikace. Jak uvádí Świątochowski (2019), elektromagnetické zbraně se řadí do kategorie neletálních zbraní – tedy zbraní, jejichž primárním účinkem není způsobit újmu na zdraví. Tyto zbraně se nejvíce využívají pro vojenské účely. V anglické literatuře jsou elektromagnetické zbraně označovány jako „Direct Energy Weapons (DEW)“, tedy zbraně se směrovanou energií.

Valouch (2016) tyto zbraně ve své publikaci rozlišuje na:

- DEWRF (direct energy weapons – radio frequency) – neboli zbraně, které využívají impulsní elektromagnetické pole v pásmu radiových vln (stovky kHz až 1 GHz).
- DEWM (direct energy weapons – microwave) – naopak využívají pásmo mikrovln (okolo 1–300 GHz).

Skupina pro národní a vnitřní bezpečnost Spojených států amerických, která se zabývá právě EMP, analyzovala, jakou hrozbu představuje užití EMP zbraní Ruskem. Ve svém dokumentu uvádí, že Rusko má tzv. „superEMP“ zbraně neboli speciální jaderné hlavice k útoku pomocí HEMP. Taková hlavice má nízkou nálož cca 10 kilotun, ale velmi vysokou gama energii². Dále se pak autor studie odkazuje na různé ruské technické a vojenské zdroje, které prý uvádějí, že mohou tyto hlavice generovat HEMP o síle 100 000 V/m. To je podle autora značné překročení americké vojenské normy o HEMP, které uvádí sílu 50 000 V/m (Pry, 2021). Vičar (2021) říká, že tato technologie znamená novou etapu v moderní válce. Brzy by mohla zničit veškeré nepřátelské vybavení na bázi polovodičů dříve, než se na místo dostanou vojáci a technika. Podle Stone (2020) se vojenští plánovači obávají také rizika Severní Koreje. Severní Korea má jaderné hlavice, ale nemá na oběžné dráze žádný satelit, který by mohl být poškozen v důsledku jaderného výbuchu nebo následného působení EMP.

1.2 Přírodní elektromagnetické impulsy

Přírodní EMP jsou přirozeně se vyskytující jevy, které mají potenciál poškodit nebo zcela zničit elektronická zařízení. Mezi největší hrozby přírodních EMP patří extrémní kosmické počasí. Takové jevy nemusí poškodit prvky infrastruktury pouze u nás na Zemi, ale také naše satelity na oběžné dráze a ve vesmíru. To by mělo za následek mimo jiné narušení komunikace, navigace, dále pak ohrožení dálkového průzkumu Země nebo elektroniky v letadlech (Droegemeier, 2019). V dokumentu ministerstva vnitřní bezpečnosti Spojených států amerických autoři tvrdí, že zasažení infrastruktury EMP by mohlo vyvolat domino efekt, z důvodu propojenosti dnešní infrastruktury, i mimo zasaženou oblast. (dhs.gov).

1.2.1 Vesmírné počasí

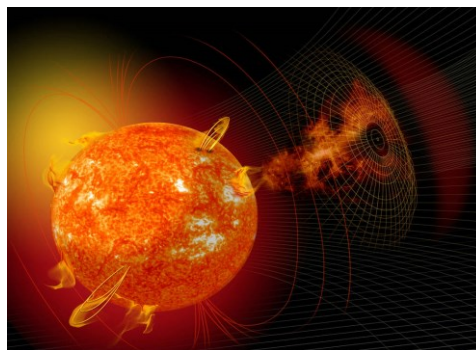
Vesmírné počasí je způsobené činností Slunce, které svým působením ovlivňuje okolí neustálým proudem plazmy, nazývané sluneční vítr, a občasnými výbuchy, jimž říkáme sluneční

² Velké gama záření je zapotřebí ke způsobení HEMP

erupce a výrony koronální hmoty (nasa.gov). Takové působení ovlivňuje nejen kosmické okolí, ale i okolí naší planety a prostřednictvím indukce elektrických proudů i infrastrukturu na Zemi (Výbošťoková, 2017).

Výron koronální hmoty

Podle Space weather prediction center je výron koronální hmoty (dále jen CME³) uvolněním sluneční plazmy z poslední vrstvy Slunce, označované jako Koróna (sluneční atmosféra). Rychlost pohybu je od nejpomalejší, 250 km/s, až po nejrychlejší, kolem 3000 km/s. To znamená, že následky mohou zasáhnout naši planetu už za 15-18 hodin, pomalejší, které jsou častější, však trvají 3-5 dní (swpc.noaa.gov). Pomalejší CME mají podle scijinks.gov tu výhodu, že můžeme včas zabezpečit některé prvky infrastruktury proti EMP způsobeném CME a varovat kosmonauty, protože výstup do kosmu za působení CME by mohlo být smrtelné. Tato opatření můžeme aplikovat díky neustálému monitorování Slunce a systému včasného varování. Autor článku (science.howstuffworks.com) popisuje působení CME se zemí jako působení dvou magnetů, jeden magnet velmi silný a druhý slabý. Pole těchto magnetů se musí vyrovnat a takové výkyvy nemusí ovlivnit pouze funkčnost kompasu, ale vzhledem k tomu, že magnetická pole indukují elektřinu, se může stát jakýkoliv vodič na Zemi induktorem. Silnější CME by tedy mohlo indukovat elektřinu ve velkých vodičích, čímž by se přetížily systémy a způsobilo by to rozsáhlé škody.



Obrázek 2 Výron koronální hmoty (Zdroj: nasa.gov)

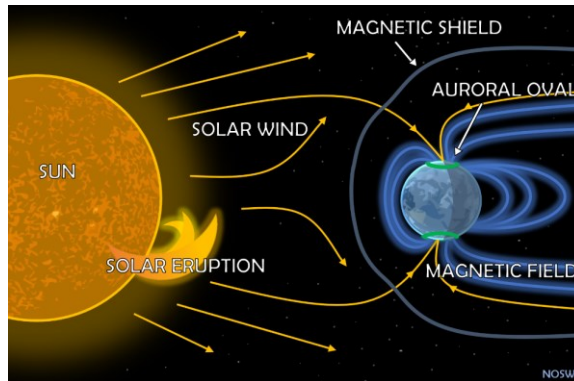
Sluneční vítr

Sluneční vítr je nepřetržitý proud protonů a elektronů ze sluneční koróny. Magnetosféra chrání naši Zemi mimo jiné proti nepříznivým účinkům slunečního větru. Když sluneční vítr začne interagovat s magnetosférou naší Země, magnetické siločáry svedou sluneční vítr k pólům a mohou tak vytvořit polární záři, podobně jako CME (space.com). Podle

³ Z anglického Coronal Mass Ejection

(nasa.gov) je sluneční vítr méně hustý ale mnohem rychlejší. Obvyklá rychlost slunečního větru je 1 609 000 km/h – 3 218 000 km/h.

Obrázek 3 Sluneční vítr (Zdroj: site.uit.no)



Sluneční erupce

Sluneční erupce jsou nejčastější a nejvýraznější projevy Slunce. Erupce jsou způsobeny náhlým přepojením magnetického pole a uvolněním energie (astro.cz). Obvykle k erupcím dochází v oblastech skvrn, ve kterém se nacházejí smyčky magnetických polí. Při uvolnění energie vznikají urychlené svazky elektronů a protonů, které dále ovlivňují sluneční i zemské okolí (Výbošťoková, 2017).

1.2.2 Meteorologické jevy

Blesk

Blesk je silný elektrický výboj, který vzniká v atmosféře. Blesk se uvolní v případě, kdy se přiblíží kladně nabitý oblak k záporně nabitému oblaku a mezi nimi vznikne elektrické napětí, které se uvolní ve formě blesku. Tento výboj má několik tisíc ampérů i stupňů Celsia, čímž může způsobit vážné škody jako například požáry, poškození elektronických prvků nebo zranění či případné usmrcení lidí (hzscr.cz) (edu.techmania.cz).

Zásah blesku může být přímý a nepřímý. Přímý zásah znamená, že blesk protéká přímo zasaženým předmětem. Nepřímým bleskem rozumíme událost, kdy předmět není zasažen přímo, ale proud blesku do něj přechází skrze zem nebo kovové vedení. Autor článku na (elektrika.cz) se odkazuje na výrok, který je podle něho mylně vnímán. Někteří si myslí, že blesk, který zasáhne zemi ztrácí své napětí a nemůže dále nic poškodit. Podle autora dochází v místě úderu blesku k „překročení elektrické pevnosti půdy (typicky 2 až 10kV/cm) a vzniku oblasti s ionizovanou vodivou půdou.“ Pokud se v takovém místě nachází kabel elektrického vedení a dojde k překročení elektrické pevnosti půdy, dojde k obloukovému přeskočení napětí až do desítek metrů a tento bleskový proud se pak šíří oběma směry po kabelu (elektrika.cz).

2 HISTORICKÉ UDÁLOSTI

Matoušek (2007) tvrdí, že elektromagnetický impuls v rané fázi vývoje a testování jaderných zbraní nebyl vůbec předvídan. Savage (2010) s tímto tvrzením však zcela nesouhlasí – elektromagnetický impuls podle něho předvídan při testech nukleárních zbraní byl. Říká však, že nebyl předvídan pouze tak silný, hlavně u fáze E1 HEMP. Své tvrzení rozvíjí tím, že adekvátní teorie o E1 HEMP vznikly až po přesunutí testování nukleárních zbraní do podzemí. Emanuelson (2019) ve svém článku tento výrok potvrzuje a odkazuje se na report, který zmiňuje, že elektronické zařízení, které mělo zaznamenávat výbuch nukleární zbraně, bylo stíněno z důvodu předpokladu ionizace vzduchu kvůli paprskům gama. Toto zařízení i přes svou ochranu ztratilo několik záznamů (futurescience.com).

2.1 Carrington event

Oficiální název SOL1859-09-01. Sluneční bouře, zaznamenaná Richardem Carringtonem v roce 1859 byla největší zaznamenanou bouří v historii lidstva. Několik měsíců se před samotnou událostí začaly objevovat na Slunci skvrny, které Carrington zaznamenal. Spolu se skvrnami byla vidět silná polární záře i v tropických částech Země. 1. září 1859, se v místě slunečních skvrn vytvořila sluneční erupce, kterou Carrington sledoval a zaznamenal její přesnou polohu během celkového pětiminutového děje. V tu dobu však nevěděl, že se jedná o eejkci koronální hmoty. Tento puls překonal vzdálenost od Slunce k Zemi za 17,6 hodiny, tedy mnohem rychleji než obvyklá doba CME k dosažení oběžné dráhy. Při dopadu CME selhaly telegrafní systémy v celé Evropě a Severní Americe. Operátoři telegrafů dostávali elektrické šoky a v některých místech bylo zaznamenáno jiskření a následné požáry. Historické důkazy dále naznačují, že CME o velikosti Carringtonovy bouře se už odehrála v roce 774 n.l. a tato událost se bude opakovat jednou za několik tisíciletí. Dobrijevic ve svém článku připomíná závěry publikované SciJinks, podle kterých se tato událost odehrává jednou za 500 let (space.com). K události podobné rozměrům Carringtonovy bouře došlo i v roce 2012, která však minula zemi o 9 dní. Odborníci se shodují, že kdyby taková událost zasáhla Zemi, mohla by způsobit rozsáhlé globální výpadky, případné poškození infrastruktury. Odhady pro obnovu se odhadují od jednoho týdne u méně zasažených oblastí až do 1 roku u kriticky zasažených oblastí (nasaspaceflight.com) (space.com).

2.2 Starfish prime

Starfish prime byl největší pokus o detonaci nukleární nálože ve vesmíru. Dne 9. července 1962 Americká armáda odpálila 1,44 megatun jaderné nálože (asi pětsetkrát silnější než atomová bomba shozená na Japonské město Hirošima) ve výšce 400 km. Americká vláda původně chtěla tento test utajit. To se však nepodařilo, protože vědci neočekávali tak silný elektromagnetický impuls, jaký tato jaderná nálož vygenerovala. EMP totiž způsobilo poškození elektroniky na Havaji, tedy 1445 km od místa detonace. Výbuch vyřadil pouliční osvětlení, spustil poplašné systémy a narušil telefonní signál (futurescience.com) (national-geographic.com). Dále podle dokumentu NASA, Starfish prime test vygeneroval kolem 10^{29} odstěpených elektronů což způsobilo umělý radiační pás a tím i vyšší ionizační dávku, která vedla ke ztrátě celkem sedmi satelitů i po několika měsících ode dne detonace z důvodu poškození solárních článků (Stassinopoulos, 2015). Jako odezva na události tohoto typu byl následující rok podepsán dokument o zákazu nukleárních zkoušek ve vesmíru. Tento zákaz podepsali: Spojené státy americké, Velká Británie a Sovětský svaz (nationalgeographic.com).

2.3 Geomagnetická bouře 1989

Dne 13.3. 1989 v Kanadě, provincie Quebec vyřadila geomagnetická bouře elektrickou síť a způsobila blackout. V tento den se ze Slunce uvolnilo několik miliard tun plynu, pro srovnání to je energie výbuchu několika tisíc nukleárních zbraní. Tato vlna okamžitě způsobila krátkovlnné rádiové rušení, například Ruské vysílání z Rádia Svobodná Evropa. Jak už je známo, tato bouře způsobila polární záři, která byla výjimečně vidět až na jihu Floridy a na Kubě. Z důvodu geomagnetické bouře následoval 12hodinový výpadek, který způsobil kromě chladných domovů, také zaseknuté výtahy s lidmi a tmavé pracovní prostředí. Problém s elektronikou nezůstal pouze na Zemi ale i ve vesmíru, na některých satelitech. Naštěstí se po odeznění bouře elektronika na satelitech opět vzpamatovala a nebyly potřebné opravy (nasa.gov). Podrobností o události z roku 1989 moc nemáme. Dříve totiž Slunce nebylo neustále monitorováno tak jako dnes. Tato bouře byla také velkým přínosem pro odbornou společnost. Po této události se začaly pořádat konference a studie, které si vzaly za cíl více ochránit elektrickou síť. Když by se taková událost stala dnes, uvádí Phillips (2021), naše síť by díky dostatečné ochraně tento nápor mohla vydržet (spaceweatherarchive.com).

2.4 Jaderné zkoušky Sovětského svazu nad Kazachstánem

V roce 1961–1962 byla provedena série nukleárních testů ve výškách nad obydleným Kazachstánem. Tyto testy sloužily k pozorování fyzikálních účinků a pro získání experimentálních údajů nukleárních výbuchů ve výšce. Jednotlivé testy jsou shrnuty v tabulce č.1 (iss-atom.ru). Dr. Pry (2021) ve svém dokumentu píše, že SSSR tajila výsledky z provedených testů více jak 30 let. Tato data byla publikována až Ruským generálem v roce 1994.

Tabulka 1 Seznam testů SSSR (Zdroj: iss-atom.ru)

Datum	Testovací číslo	Název operace	Výška	Síla (kt)
6.9. 1961	Test číslo: 88	Гроза „bouře“	22,7 km	11 kt
6.10. 1961	Test číslo: 115	Гром „hrom“	41,3 km	40 kt
27.10.1961	Test číslo: 128	K-1	150 km	1,2 kt
27.10. 1961	Test číslo: 127	K-2	300 km	1,2 kt
22. 10. 1962	Test číslo: 184	K-3	290 km	300 kt
28.10. 1962	Test číslo: 187	K-4	150 km	300 kt
1.11.1962	Test číslo: 195	K-5	59 km	300 kt

Žádný z testů však nebyl tak závažný jako Test 184, občas také nazývaný „K3.“ Tento nukleární test ve vesmíru provedený Sovětským svazem v roce 1962. 300 kilotunová nálož byla odpálena ve výšce 290 km. Přestože Kazachstán nebyl v té době nějak zvláště elektronicky vyspělý, EMP mělo velký dopad na celý stát, zničením několika stovek kilometrů telefonních linek, které bylo chráněné několika desítkami pojistek a přepěťové ochrany. EMP bylo natolik silné, že tato ochrana selhala. Další poškození bylo způsobeno na 1000 km dlouhém podzemním a stíněném elektrickém vedení. Toto vedení bylo v hloubce 90 cm pod zemí. Následkem jiskření také vzniklo několik požárů. Jeden z nejzávažnějších požárů byl ten, který zničil elektrárnu Karaganda. Odborná veřejnost se domnívá, že podzemní elektrické vedení bylo zničeno pulsem E3, který lépe proniká do půdy. EMP poškodil také vysílačky ve vzdálenosti 600 km a vyřadilo radar vzdálený 1000 km (futurescience.com). Messier (2022) také zmiňuje možnost poškození kosmodromu Bajkonur, z důvodu selhání každé následující mise po detonaci, Sovětský svaz však nikdy poškození nepotvrdil.

3 ZPŮSOBY OCHRANY PROTI ELEKTROMAGNETICKÉMU IMPULSU

Elektromagnetický impuls má schopnost poškodit nebo zničit elektronická zařízení, a proto potřebujeme tato zařízení nějak chránit. Mishra (2014) ve své publikaci tvrdí, že je taková ochrana proveditelná. Visingr (is.muni.cz) však ve svém článku píše, že absolutní ochrana proti EMP je téměř nemožná.

Vičar (2021) dělí způsoby ochrany na:

- **Opatření technického charakteru:**

To je speciální ochrana fyzického charakteru, jako jsou různé filtry a stínění.

- **Opatření technickoorganizační:**

Kontrola přívodů a kontrola izolací vodičů. Připravenost obsluhy na zajištění ochrany proti EMP a následnému odstranění závad způsobené EMP.

Způsobů ochrany proti EMP je několik. Mishra (2014) ve svém článku píše o možnostech stínění, použití speciálních odolnějších kovů, použití elektronek, souvislého kovového obalu. V dokumentu Ministerstva vnitřní bezpečnosti Spojených států amerických vytyčili jako nejméně nákladné možnosti ochrany proti EMP. Následující způsoby, které představují nejnižší formu ochrany proti EMP, pro kterou nejsou potřebné téměř žádné náklady.

1. Vypnutí a odpojení zařízení

Nejjednodušší a nejlevnější možnost ochrany proti EMP je odpojit veškeré zařízení od jakéhokoliv vedení, které by mohlo svést EMP a poškodit elektroniku. To znamená vedení elektrické sítě, telefonní linky, ethernetové kabely, antény, koaxiální kabely. Pokud je to možné, kabely vytáhnout i ze samotných zařízení, nejen z elektrické zásuvky.⁴

Podle autora je nejčastější chybou, že záložní zdroje napájení jsou zapojeny do sítě. Většina společností je má stále zapojené pro plynulý přechod na zálohu v případě výpadku. Při působení EMP by se však takto připojený zdroj mohl poškodit (Baker, 2016).

⁴ Takové kabely se mohou chovat jako anténa a svést EMP k citlivé elektronice

2. Obalení elektroniky hliníkovou fólií

Drobnou elektroniku je možné pro nízkou ochranu obalit nejprve plastovým sáčkem a poté silnou hliníkovou fólií a to nejlépe 2 souvislé vrstvy. Lze také zakoupit speciální obaly proti EMP (Baker, 2016).

Dále se budu zabývat nejzákladnějšími typy ochrany proti EMP.

3.1 Faradayova klec

Elektromagnetická bariéra, jehož ideálním příkladem je Faradayova klec se podle Amerického národního normativního slovníku elektromagnetické kompatibility (2014) vyznačuje jako uzavřený vodivý povrch, který uzavírá určitý objem prostoru a který má určitý stupeň účinnosti stínění, neprostupnosti pro dopadající elektromagnetické vlny. Příkladem jsou rádiové vlny, mikrovlny, elektromagnetické vlny atd. Podle Rashid (2021) závisí účinnost stínění Faradayovy kleci podle materiálu použitého k jejímu sestavení a tloušťce daného materiálu. Zajímavým příkladem Faradayovy klece je mikrovlnná trouba, kterou si můžeme představit jako obrácenou Faradayovu klec. Mikrovlny jsou udrženy uvnitř mikrovlnné trouby, aby se nedostaly ven. Zcela uzavřená Faradayova klec, někdy také jako Faradayův štít je ideální ochranou proti EMP. Faradayova klec má však podle Visingra nevýhodu, že v případě uzavření zařízení do Faradayovy klece, zamezíme normálnímu fungování přístroje (převážně u těch, které potřebují kontakt s okolím pro své fungování) (is.muni.cz).

Samotná Faradayova klec, je jistou formou stínění, pro svou specifickou a účinnosti proti EMP jí však byla věnována samostatná kapitola.

3.2 Stínění

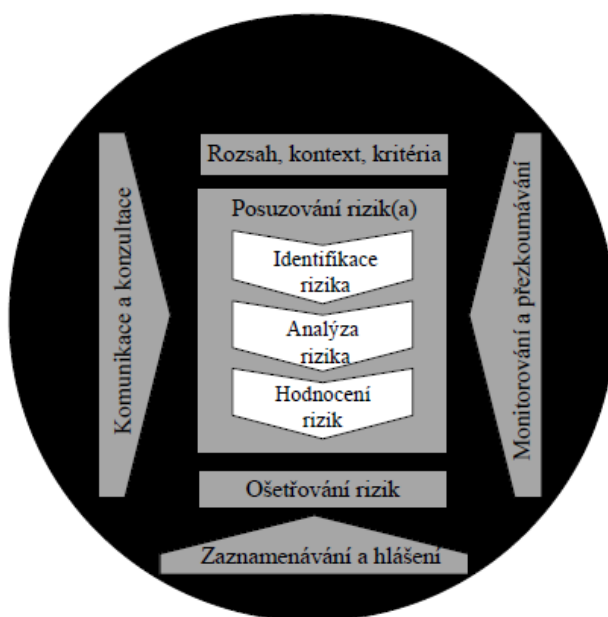
Elektromagnetické stínění si můžeme představit jako vodivou bariéru, obklopující zařízení, které svými vlastnostmi chrání před rušením z okolí, jako je elektromagnetické pole, nebo naopak proti rušení okolí zevnitř samotného zařízení. Pro EM stínění se používají různé materiály, může to být například kovová fólie nebo stínící oplet. Úplné uzavření není nutné, pokud jsou otvory menší než elektromagnetické vlny. Stínění se provádí nejen kvůli rušení z okolí ale například i kvůli vzájemnému rušení součástí. Příkladem může být telefon, který má zároveň stínění celulárního vysílače, aby neovlivnil citlivou elektroniku a stínění které blokuje určité množství radiofrekvenčního záření, které by mohl uživatel absorbovat (tech-target.com) (cpcases.com).

3.3 Uzemnění

Správné uzemnění může zajistit bezpečnost elektronického systému, a proto je uzemnění důležitým aspektem elektromagnetické kompatibility. Uzemnění je důležitým prvkem ochrany, který určuje, co se stane v případě poruchy elektrických přechodů nebo v případě elektromagnetického rušení. Emanuelson (2017) tvrdí, že je aplikace uzemnění proti účinkům EMP úplně jiné než jako ochrana před zkratem nebo účinky blesku. Je třeba si dávat pozor, aby se zemní materiál nechoval jako anténa, která by svedla EMP přímo k elektronice. Autor dává příklad zasažení zemní měděné tyče „předpokládejme, že měděná tyč je zasažena jaderným elektromagnetickým impulsem, který má sílu elektrického pole 20 000 voltů na metr ve vertikálně polarizovaném směru. To znamená, že část měděné tyče o délce 3 metry která vyčnívá ze země, bude mít na horní straně tyče indukované více než 60 000 voltů.“ Dále myšlenku rozvádí o případ, kdy tyč bude nahrazena měděným drátem s vodovodným vedením. V takovém případě by byl účinek EMP ještě horší, protože by se mohlo na drátu indukovat napětí až 150 000 V, v případě působení EMP o síle 50 000 V/m. Z tohoto důvodu je třeba provést uzemnění proti EMP odborníkem, který musí zajistit ochranu uzemnění několika vrstvami ochrany a stínění (learnemc.com) (futurescience.com).

3.4 Přístup managementu rizik

Proces managementu rizik by byl podle Arduiny (2022) vhodný přístup k řízení rizik spojených s EMP. Proces managementu rizik upravuje norma ČSN ISO 31000.



Obrázek 4 Proces managementu rizik (Zdroj: ČSN ISO 31000:2018)

Management rizik je definován podle normy jako „*koordinované činnosti pro vedení a řízení organizace s ohledem na rizika*“ (ČSN ISO 31000:2018, str. 9). Samotný proces managementu rizik spočívá na jednotlivých krocích, jako jsou „*komunikace a konzultace, vymezení kontextu a hodnocení, zpracování, monitorování, přezkoumávání, zaznamenávání a ohlašování rizik*“ (ČSN ISO 31000:2018, str. 19). Proces managementu rizik se skládá ze základních kroků, kterými jsou: stanovení kontextu, posouzení rizik a ošetření rizik. Posouzení rizik se skládá z dílčích kroků: identifikací rizika, analýzou rizika a hodnocením rizika.

Sabath (2017) ve svém článku píše, že se odborníci na elektromagnetickou kompatibilitu zaměřují převážně na posouzení rizika a jeho ošetření a přezkoumání. Předešlé kroky dle jeho slov neberou tolik v potaz. Myšlenku autor rozvíjí tím, že ostatní kroky se zaměřují spíše na manažerský pohled na problém, tedy pohled netechnický.

Posouzení rizik elektromagnetických pulsů je důležitou technickou činností procesu managementu rizik. Posouzení může být provedeno pomocí jedné nebo více metod. Obvykle tento krok provádí multidisciplinární tým odborníků na elektromagnetickou kompatibilitu a další s odpovídajícími znalosti k dané problematice (Sabath, 2017).

Ošetření rizik musí být zahájeno u identifikovaných rizik, které nejsou tolerovatelné. Tento krok zahrnuje aplikaci jednoho nebo více opatření ke snížení nebo prevenci rizika. Taková opatření proti rizikům EMP obsahují například stínění určitých prvků nebo redundantní systém (Sabath, 2017).

Přezkoumání rizik má za úkol zjistit, zda provedené ošetření rizik funguje a nenarušuje plynulý provoz nebo odolnost zařízení. Autor říká, že přezkoumávání rizik by mělo být prováděno pravidelně kvůli stárnutí chráněných prvků či změně rizika (Sabath, 2017).

DÍLČÍ ZÁVĚR

V teoretické práci bylo nastíněno, jakým jsou elektromagnetické impulsy velkým rizikem pro moderní společnost. Tyto impulsy mohou být způsobeny přirozeně, tedy nejčastěji ze Slunce, nebo mohou být zapříčiněny vedlejším účinkem nukleárních zbraní, případně speciálních e-bomb.

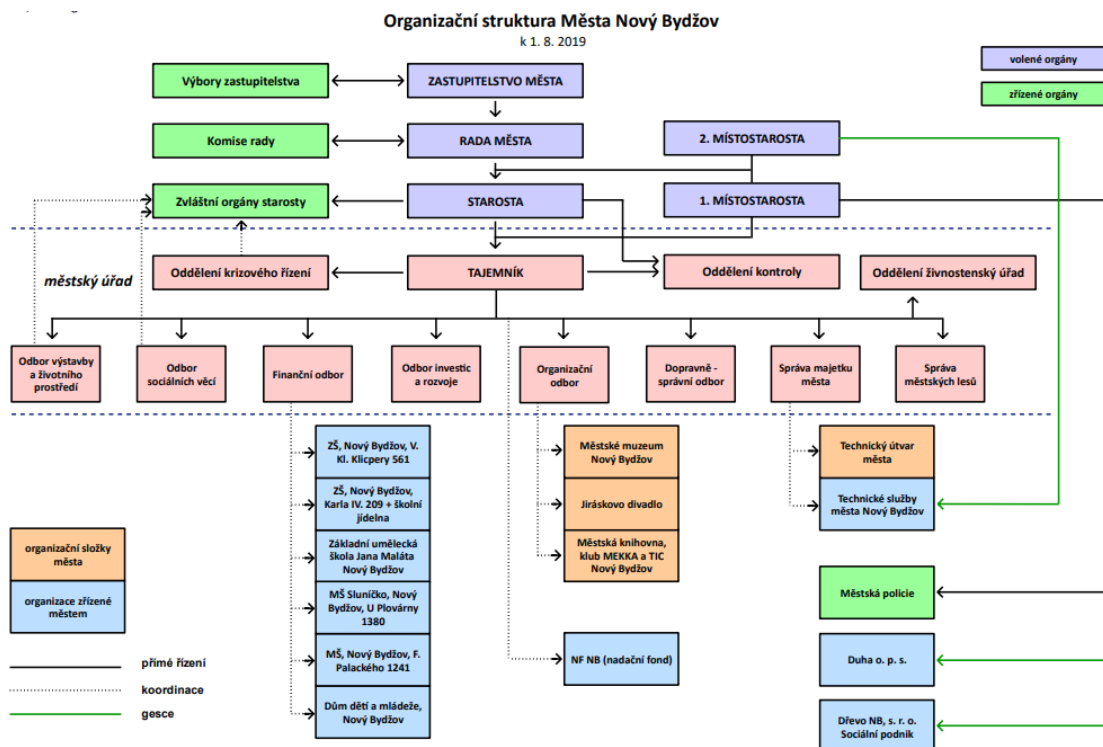
V naší historii jsme se mohli přesvědčit o ničivosti elektromagnetických impulsů, přestože v té době nebyla elektronická infrastruktura tak vyspělá jako dnes. Největší geomagnetická bouře, která zasáhla naši Zemi v roce 1859 se bude podle odhadů odborníků dále opakovat. Pokud by taková bouře zasáhla naši planetu v současné době, následky by byly devastující.

Dále byly zmíněny možnosti ochrany proti EMP. Přestože existují různé formy ochrany, jejich aplikace v praxi není tak rozšířena. V dnešní době, převážně v civilní oblasti, se ochrana do zařízení nepoužívá z důvodu vysokých nákladů. Dalším znevýhodněním pro moderní společnost je nedostatečné množství dat k elektromagnetickým impulsům a jeho dopadů na moderní infrastrukturu.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 PŘEDSTAVENÍ OBCE NOVÝ BYDŽOV

Město Nový Bydžov se nachází v Královéhradeckém kraji, mezi krajským městem Hradec Králové a bývalým okresním městem Jičín. Město Nový Bydžov zahrnuje začleněné obce Skochovice, Žantov, Nová Skřeněř, Stará Skřeněř a Vysočany. Z regionálního významu je vhodné zmínit i blízká města jako Chlumeck nad Cidlinou, Městec Králové a Nechanice. Nový Bydžov má podle výroční zprávy z roku 2021, 5 711 obyvatel. *Město mělo k 31. 12. 2021 zřízeno 7 příspěvkových organizací, 1 obecně prospěšnou společnost, 1 nadační fond, 4 organizační složky, městskou policii (orgán města), 3 vnitřní útvary a dále má akciovou společnost v likvidaci. Pod město patří i Sbory dobrovolných hasičů (novybydzov.cz).* Nový Bydžov je pověřenou obcí s rozšířenou působností a zahrnuje pod své působení celkem 23 spádových obcí (Babice, Barchov, Hlušice, Humburky, Kobylce, Králíky, Lužec nad Cidlinou, Měník, Mlékosrby, Myštěves, Nepochy, Nový Bydžov, Ohnišťany, Petrovice, Prasek, Skřivany, Sloupno, Smidary, Starý Bydžov, Šaplava, Vinary, Zachrašťany, Zdechovice). Z těchto spádových obcí má pouze Nový Bydžov statut města. (strategický plán rozvoje města Nový Bydžov, 2014)



Obrázek 5 Organizační struktura města Nový Bydžov (Zdroj: novybydzov.cz)

4.1 Strategické dokumenty města Nový Bydžov

Ve vnitřní směrnici Nového Bydžova číslo 24, o systému strategických dokumentů, jsou rozděleny jednotlivé dokumenty dle jejich specifík do barevných složek:

- **Oranžová složka**, která reprezentuje strategické plány, které se týkají všech oblastí místního a regionálního rozvoje, jako zemědělství, podnikání, služby, školství, sociální otázky, veřejnou správu, dopravní a technickou infrastrukturu a další. Tento koncept tak slouží jako nadřazený rámec pro všechny ostatní, specificky zaměřené strategické dokumenty.
- **Modrá složka**, tento koncept zahrnuje strategické dokumenty s cílem zefektivnění práce městského úřadu a jeho přímo návazných subjektů. Tyto dokumenty se nezaobývají přímo opatřeními týkajícími se území, jejich vliv je tedy na kvalitu života v městě spíše nepřímý – skrze zlepšování výkonu samosprávy. Některé z těchto dokumentů jsou prezentovány prostřednictvím interních směrnic města Nový Bydžov.
- **Červená složka**, je zaměřena na sociální oblast. Koncepce se v této složce zaměřují především na podporu školství, prevenci nežádoucích jevů a různými formami podpory pro všechny druhy obyvatelstva.
- **Zelená složka**, ve které jsou řešeny prvky infrastruktury, stavby, rekonstrukce, tedy „tvrdé“ projekty.
- **Fialová složka**, v této složce jsou dokumenty krizového řízení a povodňové plány. Jsou zde obsazeny postupy pro řešení mimořádných událostí. Tyto dokumenty však mají speciální režim zpřístupnění osobám mimo oddělení krizového řízení města Nový Bydžov.
- **Šedivá složka**, představuje pozici územně plánovacích dokumentů.

4.2 Krizové řízení ORP Nový Bydžov

Krizové řízení má na starost vedoucí oddělení krizového řízení, člen bezpečnostní komise Ondřej Kunst, DiS. Bezpečnostní komise má celkem osm členů.

V žádném z bezpečnostních dokumentů krizového řízení není zaznamenáno riziko elektromagnetického impulsu. V krizovém plánu je pouze evidováno riziko blackoutu.

- **Evakuace a ukrytí:** V Novém Bydžově není vybudován žádný stálý úkryt pro ukrytí obyvatelstva, je tedy nutné použít improvizované úkryty (sklepní prostory, vícepatrové objekty).
- **Shromaždiště:** V případě vzniku mimořádné události slouží místa určená krizovým plánem ORP Nový Bydžov.
- **Nouzové ubytování:** K nouzovému ubytování slouží místní ubytovací zařízení, tělocvičny, školní prostory.
- **Sklad materiálu civilní ochrany a humanitární pomoci:** v Novém Bydžově není. V případě nutnosti bude takové místo zřízeno.
- **Místo pro vyvezení nebezpečných látek:** je určeno mimo území Nového Bydžova. V havarijním plánu Nového Bydžova je takové místo určeno v blízké obci Zábědov.

4.3 Přípravenost města Nový Bydžov na riziko elektromagnetického impulsu

Soudobá infrastruktura síť, která je závislá na elektřině se stává vysoce zranitelnou vůči EMP, který by mohl mít devastující dopad na mnoho aspektů moderní společnosti. Pro účely analýzy připravenosti byla použita metoda SWOT, která analyzuje silné a slabé stránky města a jeho příležitosti a hrozby spojené s dopadem EMP. Jedna ze silných stránek Nového Bydžova je jeho předešlá účast na cvičení BLACKOUT 2015, pořádaném Královéhradeckým krajem. Cvičení bude podrobněji rozebráno v následující kapitole 4.3.1. Věřím, že toto cvičení by se mohlo stát značným přínosem pro řízení rizik možných dopadů EMP. Zmíněné cvičení je navíc podloženo krizovým plánem města Nový Bydžov, ve kterém se pojednává o činnostech během blackoutu.

Následující SWOT analýza a její bodové hodnocení bylo provedeno na základě vedených rozhovorů s vedoucím oddělení krizového řízení města Nový Bydžov, Ondřejem Kunstem.

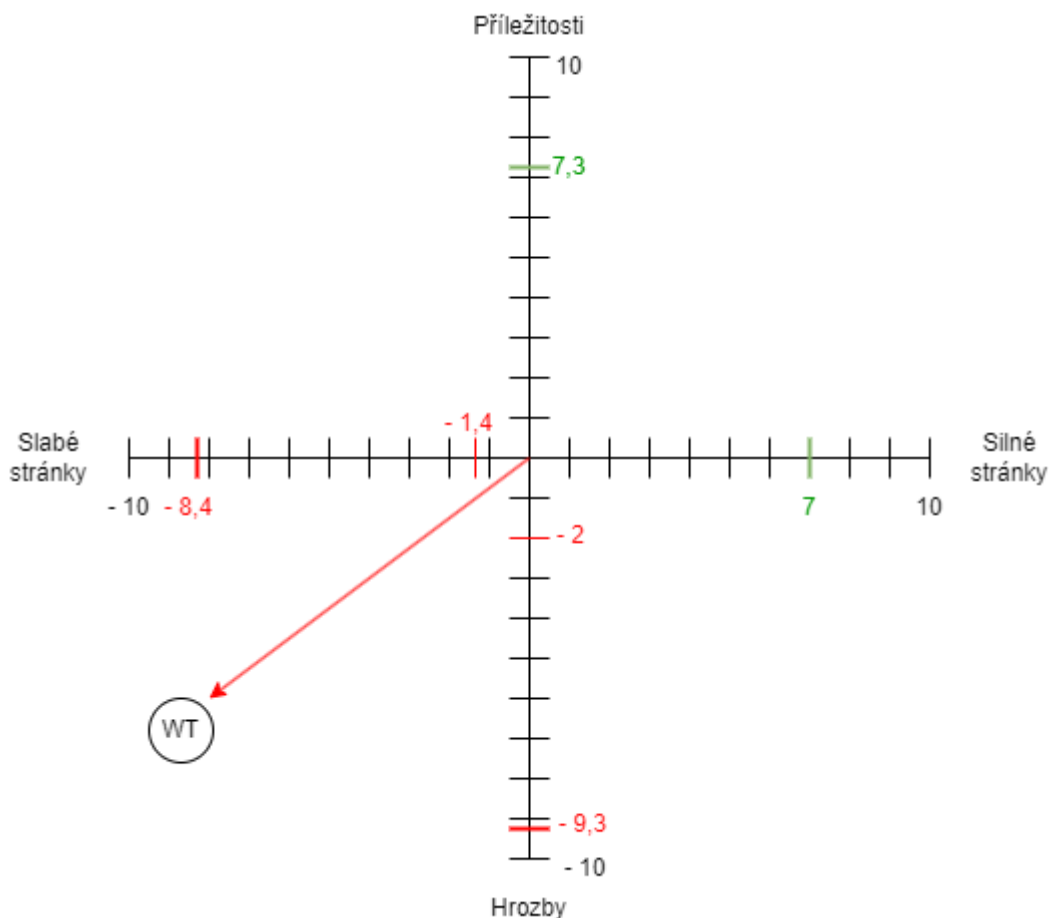
Tabulka 2 SWOT analýza (Zdroj: vlastní zpracování)

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none"> • Krizový plán pro blackout • Cvičení BLACKOUT 2015 • Krizové řízení • Podpora kraje, státu 	<ul style="list-style-type: none"> • Nedostatečné množství dat o EMP • Nízký počet bezpečnostních složek • Nízký počet pracovníků krizového řízení • Nedostatečná ochrana proti EMP
Příležitosti	Hrozby
<ul style="list-style-type: none"> • Poučení obsluh • Výzkum působení na místní infrastrukturu • Inspirace v opatření pro jiné ORP a zemí • Zvýšení požadavků na elektromagnetickou susceptibilitu 	<ul style="list-style-type: none"> • Rozsah EMP • Vysoké škody • Vysoké náklady • Občanské nepokoje

Po analýze interního a externího prostředí bylo provedeno obodování jednotlivých parametrů uvnitř kvadrantů, kterým byly přiřazeny váhy podle jejich důležitosti. Pro každý parametr byl proveden součin bodů a vah. Výsledky byly sečteny a přiřazeny jednotlivým kvadrantům. Podle výsledku byl sestaven graf, který vykazuje vhodnou strategii města Nový Bydžov dle jeho připravenosti na elektromagnetický impuls.

Tabulka 3 Vyhodnocení SWOT analýzy (Zdroj: vlastní zpracování)

	Parametr	Body	Váha	Výsledek
Silné Stránky	• Krizový plán pro blackout	7	0,3	2,1
	• Cvičení BLACKOUT	8	0,4	3,2
	• Krizové řízení	6	0,2	1,2
	• Podpora kraje, státu	5	0,1	0,5
		<1,10>	Σ 1	Σ 7
Slabé stránky	• Nedostatečné množství dat o EMP	- 9	0,4	-3,6
	• Nízký počet bezpečnostních složek	- 7	0,1	-0,7
	• Nízký počet pracovníků krizového řízení	- 7	0,2	-1,4
	• Nedostatečná ochrana proti EMP	- 9	0,3	-2,7
		<-1,-10>	Σ 1	Σ -8,4
Příležitosti	• Poučení obsluh	4	0,1	0,4
	• Výzkum působení na místní infrastrukturu	8	0,5	4
	• Inspirace v opatření pro jiné ORP a zemí	5	0,1	0,5
	• Zvýšení požadavků na elektromagnetickou susceptibilitu	8	0,3	2,4
		<1,10>	Σ 1	Σ 7,3
Hrozby	• Rozsah EMP	- 10	0,3	-3
	• Vysoké škody	- 10	0,4	-4
	• Vysoké náklady	- 7	0,1	-0,7
	• Občanské nepokoje	- 8	0,2	-1,6
		<-1,-10>	Σ 1	Σ -9,3



Obrázek 6 Výsledek SWOT (Zdroj: vlastní zpracování)

Strategie úniku nebo likvidace WT – Weaknesses Threats

Po odečtení interní a externí části bylo dosaženo výsledku WT, tedy kdy převažují slabé stránky a hrozby u připravenosti města Nový Bydžov. V tomto případě by mělo město blíže identifikovat své slabosti a pracovat na jejich zlepšení. Dále se zaměřit na použití opatření pro snížení vnějších hrozeb elektromagnetických impulsů. Možnostmi, které mohou zvýšit připravenost města se budu zabývat dále v této práci.

4.3.1 Cvičení blackout 2015

Královéhradecký kraj, jehož součástí je ORP Nový Bydžov, v roce 2015 simuloval rozsáhlý blackout po celém regionu. Toto cvičení vnímám jako nejsilnější stránku města Nový Bydžov pro čelení rizikům EMP. Během cvičení byl simulován třídní výpadek všech rozvodů, domácností, čerpacích stanic, telefonů atd. v zájmové oblasti. Do tohoto cvičení byly zapojeny všechny složky IZS a orgány krizového řízení. Cílem bylo prověřit činnost orgánů krizového řízení nejen kraje ale i obcí, složek IZS a dalších zainteresovaných orgánů a or-

organizací Královéhradeckého kraje. Na konci cvičení se sešly orgány krizového řízení na poradě a shrnutí chyb a nedostatků. Hejtmán Královéhradeckého kraje Lubomír Franc pak cvičení shrnul slovy „*Ukázalo se, že největší problémy by byly s nedostatkem elektrocentrál, následně pak se zásobováním pohonnými hmotami, pitnou vodou a potravin. Právě voda a potraviny byly nejčastějšími požadavky ze strany obcí. V případě, že by kraj už neměl dostatek zásob a nebyli bychom schopni situaci řešit, museli bychom se obrátit na ústřední krizový štáb na republikové úrovni*“ (kr-kralovehradecky.cz).

4.4 Složky integrovaného záchranného systému

- Městská policie Nový Bydžov.
- Policie ČR – obvodní oddělení Nový Bydžov.
- Hasičský záchranný sbor Královéhradeckého kraje – stanice Nový Bydžov.
- Rychlá lékařská služba Nový Bydžov – výjezdové stanoviště.

Město nový Bydžov dále zřídilo 4 jednotky Sboru Dobrovolných hasičů – 1x JPO II (Jednotka požární ochrany II. stupně), která vyjíždí k zásahu do 5 minut po vyhlášení poplachu a dále 3x JPO V (Jednotka požární ochrany V. stupně) s místní působností. (strategický plán rozvoje města Nový Bydžov, 2014)

4.5 Vznik mimořádné události na území města Nový Bydžov

Mezi nejpravděpodobnější zdroje mimořádných událostí na území města Nový Bydžov patří **zimní stadion**, který používá k chlazení ledové plochy amoniak. Podle dokumentu oddělení krizového řízení je stanovena zóna ohrožení, v případě mimořádné události, na $R = 100$ m. Dalšími zdroji mohou být veškeré **čerpací stanice pohonných hmot** a LPG. Výrazné nebezpečí pro město představují **povodně**. Riziko vzniku elektromagnetického impulsu Nový Bydžov vůbec neviduje.

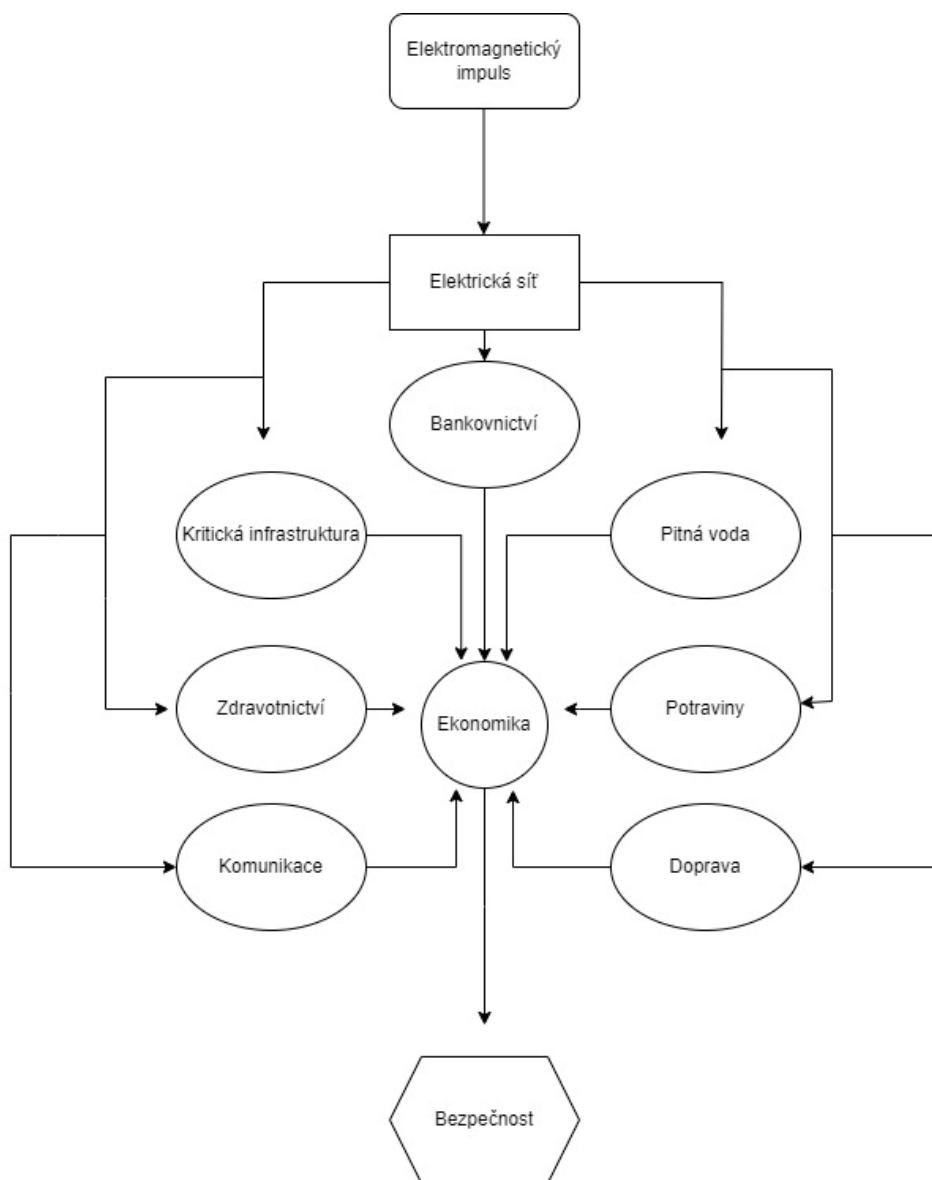
Možnosti vzniku mimořádné události a vytyčení organizací s rizikovými faktory je třeba zmínit, protože elektromagnetický impuls může podstatně zvýšit riziko vzniku mimořádné události a taktéž může zkomplikovat nebo znemožnit adekvátní reakce pro řízení těchto rizik. Po EMP nemusí fungovat ani bezpečnostní signalizace pro detekci případného úniku nebezpečných látek nebo vzniku požáru. Podle dokumentu odůvodnění územního plánu města Nový Bydžov, provedený autorizovanou firmou pro územní plánování REGIO, projektový ateliér s.r.o. (2021) byly vytyčeny tyto rizikové objekty a jejich rizikové faktory:

Tabulka 4 Rizikové objekty (Zdroj: Odůvodnění územního plánu města Nového Bydžova, REGIO, projektový ateliér s.r.o.)

Název společnosti	Místo	Rizikový faktor	Riziko	Ohroženo osob	Možná zasažená oblast
PLM Protein. Mléko. Laktóza a.s.	Smetanova 1332	amoniak 0,85 t sklad chemikálií	PLYN	18	100 m
Prokeš & co s.r.o.	Polní, Chudonice 224	výrobky z pryže dusík 16,2 t	POŽÁR	Nepočítá se	
PRONEA – Božena Minaříková	Zábědov	čerpací stanice – benzin 37 t, nafta 25 t	POŽÁR	94	100 m
Sklárny Bydžov a.s.	U Mlýna 1430 Nový Bydžov	sklad chemikálií mazut 100 t rozpouštědla 1,4 t	POŽÁR	Nepočítá se	
NOBYKO	Dukelská 971 Nový Bydžov	mazut 150 t	POŽÁR	Nepočítá se	
ZEM a.s.	Zábědov	nafta 37,5 t	POŽÁR	24	50 m
ČS LPG Václav Novák	Dukelská 990 Nový Bydžov – Bláhova	LPG stanice 2 x 4,85 m3 propanbutan	POŽÁR, VÝBUCH	12	25 m
Flaga-plyn s.r.o.	Turkova 1328, areál Natura	Propan-butan 120 t	POŽÁR, VÝBUCH	754	200 m
CEREA a.s.	Jungmanova 1730 Nový Bydžov	obilí 21 000 t krmné směsi 3600 t	POŽÁR	Nepočítá se	
Benzina a.s.	Dukelská Nový Bydžov	benzín 43,4 t nafta 20 t	POŽÁR	94	100 m
VAK provozna Nový Bydžov	Tovární 1355	sklad chemikálií chlór 1,5 t	VÝRON TOXICKÉHO PLYNU	75	200 m
Zimní stadion. technické služby	U Plovárny	amoniak – 0,85t	VÝRON	5	100 m
NATURA DK A.S.,	Turkova 1338	propan-butan 4,85 m3	POŽÁR, VÝBUCH	24	50 m

5 VYMEZENÍ VÝZNAMNÉ INFRASTRUKTURY MĚSTA NOVÝ BYDŽOV

V následujícím diagramu můžeme vidět propojenost jednotlivé infrastruktury v její závislosti na elektrické energii. Elektromagnetický impuls má převážně synergický efekt na tuto infrastrukturu, tedy vyřazení veškeré sítě v každé oblasti infrastruktury. Pokud by se přeci jen stalo, že některá část infrastruktury nebude přímo ohrožena elektromagnetickým impulsem, nastává zde přesto druhotné riziko. Propojenost dnešní infrastruktury je znatelná, a proto dopad EMP na jedno odvětví se projeví i na další klíčové infrastruktuře.



Obrázek 7 Propojenost infrastruktury (zpracování vlastní, dle: Chauhan a Prakash, 2016)

5.1 Zdravotnictví

5.1.1 Oblastní nemocnice Jičín a.s., nemocnice Nový Bydžov

V roce 2004 došlo k fúzi s Oblastní nemocnicí Jičín a.s., v současné době je tedy Novobydžovská nemocnice součástí Oblastní nemocnice Jičín.

Energetik oblastní nemocnice Jičín a.s. Miroslav Lhota (2023) poskytl informaci o nemocničním vybavení pro případ výpadku el. proudu. Nemocnice v Novém Bydžově je vybavena jedním dieselagregátem ČKD Hořovice 65 160 PN. Vlastní generátor, který je součástí soustrojí, je typ A 14 AG UGT – o výkonu 160 kW. Úkolem zařízení je zajistit dodávku elektrické energie pro areál nemocnice v určených objektech, v případě přerušení dodávky z distribuční sítě. Dieselagregát je neustále nastaven na automatický provoz, takže při výpadku elektrické energie se z distribuční sítě ihned zprovozní a během cca 20-30 vteřin je schopen dodávat vyrobenou energii do připojených objektů. Některé objekty se na dieselagregát přepínají celé a některé mají rozdělenou elektroinstalaci budovy na méně důležité obvody, které nejsou zálohovány a důležité obvody, zálohované dieselagregátem. Provozoschopnost je pravidelně ověřována (studený start – jednou týdně – bez zátěže) + (jednou měsíčně teplý start – zkouška do zátěže) a zařízení je také pravidelně servisováno odbornou externí firmou.

V nemocnici není oddělení ARO, JIP nebo operační sály, u kterých je nutné chod důležitých přístrojů zálohovat zdroji UPS⁵ pro nepřetržité napájení i při výpadku sítě. Pokud se například na interním oddělení používají přístroje, které jsou citlivé na ztrátu napětí v síti, tak mají svůj záložní zdroj UPS, který překlene dobu, než naběhne dieselagregát. Tak to je řešeno i u důležité počítačové techniky.

Nemocnice v Novém Bydžově tedy nemá oddělení ARO ani JIP, to nám poskytuje výhodu, že v případě působení EMP nebudou bezprostředně ohroženy osoby, jejichž život může být udržován přístroji závislými na elektrické energii. V nemocnici se dále nenachází ani žádné výtahy, které by mohly způsobit riziko uvěznění osob.

Oddělení v nemocnici Nový Bydžov:

- **Interní oddělení:** počet lůžek 22
- **Léčebna dlouhodobě nemocných:** počet lůžek: 158
- **Rehabilitační oddělení**

⁵ Z anglického uninterruptible power supply

- Oddělení klinické biochemie
- Oddělení radiologické
- Oddělení léč. výživy a stravy
- Plicní ambulance

Následující tabulky číslo 5 – 11 se bude zabývat intenzitou dopadů EMP vybraný prvek v Novém Bydžově. Intenzita EMP byla rozdělena do 3 levelů.

Level 1 = Optimistický pohled dopadu EMP vybraný prvek. U takového EMP předpokládáme, že je EMP dostatečně daleko, k tomu je odstíněný enviromentálními prvky krajiny. Takové EMP nemá dostatečnou intenzitu pro zničení elektroniky.

Level 2 = Odhad působení EMP, který je částečně odstíněn krajinnými prvky. Takové EMP není dostatečně vzdálené, aby bylo téměř neškodné jako u levelu 1. Takové EMP má tedy vážnější dopad, ne však kritický jako následující level 3.

Level 3 = Pesimistický pohled dopadu EMP. V tomto případě se jedná o nejsilnější EMP, který je dostatečně blízko, aby měl kritický dopad na elektronické systémy.

Tabulka 5 Úrovně dopadu EMP na nemocnici (Zdroj: vlastní zpracování)

Riziko způsobené EMP:	Level 1	Level 2	Level 3
Vyřazení el. energie.	Narušení elektrické sítě v nemocnici. Výpadek velmi citlivých zařízení.	Zničení některých obvodů po celé nemocnici – nutnost přejít na náhradní zdroj elektrické energie.	Zničení všech obvodů po celé nemocnici, včetně nouzových zdrojů elektrické energie.
Vyřazení elektrických obvodů ve vozidlech záchranné služby.	Bez znatelného poškození vozidel.	Opravitelné poškození vozidel.	Těžké poškození vozidel – dlouhodobá oprava.

Návrh na ochranu:

Nemocnice v Novém Bydžově má dieselaagregát, tedy náhradní zdroj elektrické energie v případě výpadku proudu z elektrorozvodné sítě města. To, že nemocnice disponuje náhradním zdrojem elektrické energie je velkým bonusem. Lhota (2023) v emailové konverzaci uvedl, že je zdroj stále připojený k síti. To může být problém, který byl zmíněný v teoretické části této práce. Jestliže je náhradní zdroj elektrické energie stále připojený, pro rychlé přepnutí na náhradní zdroj v případě výpadku proudu, může mít za následek jeho poškození či zničení. V takovém případě může být elektromagnetický impuls sveden po kabelech elektrického vedení přímo k náhradnímu zdroji elektrické energie. Vhodnou ochranou by tedy bylo pořízení záložního zdroje elektrické energie, který by nebyl připojený k síti pro automatický přechod. V takovém případě by bylo vhodné dieselaagregát uzavřít do Faradayovy klece, včetně jeho součástí (kabely pro připojení). Pokud by měl být zajištěn chod dieselaagregátu, je zapotřebí zajistit pravidelné dodávky paliva.

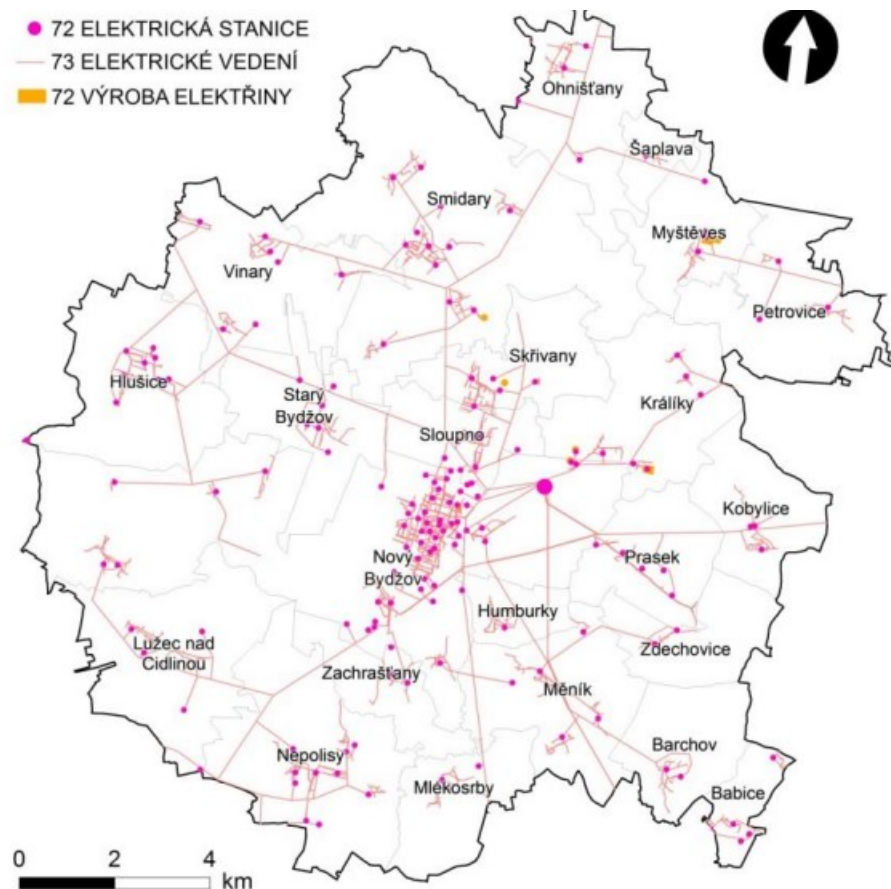
Pro ochranu vozidel záchranné služby by měly být zajištěny náhradní díly, namísto těch, co by mohly být poškozeny EMP. Samotná vozidla pak parkovat nejlépe v robustně uzavřené garáži, pro lepší odstínění proti EMP. Dalším z důležitých prvků pro zajištění chodu a bezpečí nemocnice po dopadu EMP by mělo být zajištění odvozu nebezpečných věcí (biologický materiál, zemřelí) i v případě nefunkčnosti dopravních prostředků.

5.2 Energetika

Na území ORP Nový Bydžov nejsou žádné významné výroby elektrické energie, pouze malé vodní, fotovoltaické a větrné elektrárny a bioplynová stanice. Město Nový Bydžov je stejně jako převážná část Královéhradeckého kraje napojeno na nadřazenou celostátní soustavu v transformovně 400/110 kV Neznášov, ze které je napájena rozvodna 110/35 kV Nový Bydžov (Úřad územního plánování ORP Nový Bydžov, 2020).

Dopad EMP na energetiku bude závažný. Moderní technologie a celková funkčnost současné společnosti je závislá na dostupnosti energií. Bez přívodu el. energie nelze provádět některé každodenní činnosti. Lze předpokládat, že adaptace na situaci, kdy nebude fungovat téměř nic na bázi moderní elektroniky, bude mít závažný dopad na fungování společnosti.

Energetická infrastruktura je rozsáhlá síť elektrických stanic a vedení, které se bude chovat jako velká anténa pro EMP, které následně zničí pravděpodobně vše, co je k této síti připojeno.



Obrázek 8 Energetická infrastruktura ORP Nový Bydžov
(Zdroj: ÚAP ORP NOVÝ BYDŽOV, 2020)

Elektrorozvodna Nový Bydžov

Provozovatel elektrické sítě je ČEZ Distribuce, a.s.

Území města Nový Bydžov je napájeno z rozvodny 110/35kV vrchními linkami 35kV VN 300, VN 302, VN 303, VN 304, VN 306, VN 307. Z těchto kmenových linek jsou vrchními odbočkami připojeny jednotlivé trafostanice. Pro celé město a jeho místní části je požadovaný příkon cca 28000 kW. V současné době se město Nový Bydžov snaží modernizovat trafostanice, Podle společnosti ČEZ a.s. bude v roce 2024 provedena rekonstrukce vedení 110 kV – V1151, V1152) (Územní plán – REGIO, projektový ateliér s.r.o., 2021).

Dále je snaha o modernizaci nadzemního vedení, tedy o přechod na vedení podzemní. V takovém případě tedy i odolnějším proti některým elektromagnetickým impulsům.

Plyn

Území města je plně plynofikované. Hlavním, tedy páteřním plynovodem je plynovod Přelouč – Chlumeck nad Cidlinou – Nový Bydžov – Konecchlumí – Nová Paka, na který navazuje systém plynovodů, který pokrývá celý Nový Bydžov (Úřad územního plánování ORP Nový Bydžov, 2020). Většinový podíl obyvatelstva používá podle energetické koncepce Královéhradeckého kraje (2018) k vytápění plyn. EMP představuje riziko pro samotné zásobování plynem nebo například pro jeho zapalování v moderních plynových kotlích.

Obnovitelné zdroje energie.

Na území Nového Bydžova se využívá převážně biomasa. Některé zemědělské podniky se tak i orientují na pěstování rychle rostoucích plodin, pro zpracování biomasy. V přilehlých obcích Myštěves, Kobylice, Babice, Králíky je vybudován zdroj energie z fotovoltaických panelů. V Zachrašťanech se nachází 2 stožáry větrné elektrárny. Ve Skřivanech a Novém Bydžově jsou malé vodní elektrárny. V obci Králíky se pak nachází i bioplynová stanice s kogenerační jednotkou. (Úřad územního plánování ORP Nový Bydžov, 2020)

Tabulka 6 Úroveň dopadu EMP na energetiku (Zdroj: vlastní zpracování)

Riziko způsobené EMP:	Level 1	Level 2	Level 3
Přepětí obvodů.	Bez projevu, krátké narušení energie.	Poškození některé elektroniky. Opravitelné.	Nevratné poškození. Nutnost výměny součástí nebo celku.

Opatření:

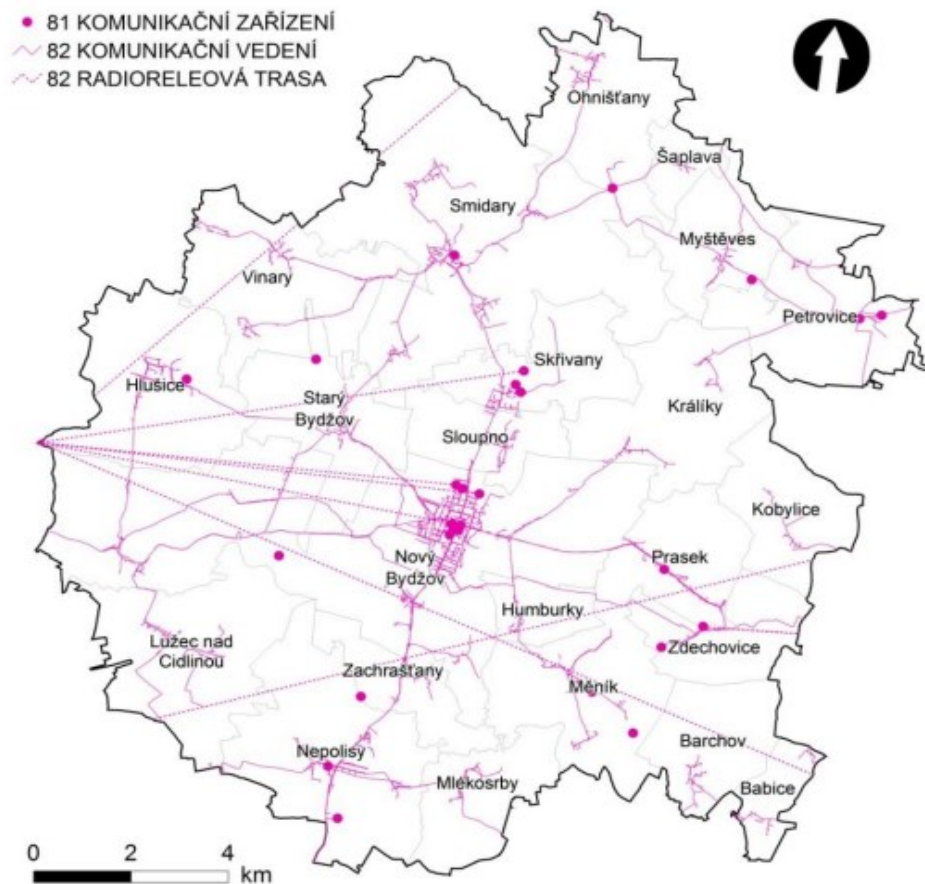
Nastavení opatření pro tak velkou energetickou síť je téměř neproveditelné. Jedním z cílů pro zajištění ochrany by byla izolace jednotlivých uzlů. U tak rozměrných prvků jako je rozvodna elektrické sítě by byla potřebná aplikace specializované ochrany proti EMP. Namísto drahé ochrany je možné naskladnění náhradních zdrojů energie a jejich následná ochrana ve Faradayově kleci před EM pulsy.

5.3 Komunikace

Komunikace spojuje veškeré prvky infrastruktury. Pokud nebude možné komunikovat, nebude možné určit rozsah škod ani nebude možné přivolat potřebnou pomoc. Komunikace je jedním ze základních potřeb pro řízení rizik.

Telekomunikace

Po území Nového Bydžova je kabelová telefonní síť. Jednotlivé síťové rozvaděče jsou napojeny na telekomunikační obvod Hradec Králové.



Obrázek 9 Mapa telekomunikace (Zdroj: ÚAP ORP NOVÝ BYDŽOV, 2020)

5.3.1 Funkčnost jednotného systému varování a vyrozumění

Elektronické sirény, kterými je vybaveno město Nový Bydžov, musejí být podle dokumentu technických požadavků na jednotný systém varování a vyrozumění (dále jen: JSVV) „*provoznuschopné i v případě přerušení dodávky elektrické energie z elektrorozvodné sítě. Je požadováno zajištění provozuschopnosti koncového prvku minimálně po dobu 72 hodin za podmínky vyslání 4 signálů po 140 sekundách za 24 hodin a zároveň vyslání 10 verbálních informací po 20 sekundách za 24 hodin, nebo celkem 200 sekund verbálních informací definovaných uživatelem, nebo jedné tísňové informace v trvání 5 minut.*“ Co se týká společných požadavků na JSVV a elektromagnetické kompatibility, musí JSVV splňovat podmínky na-

řízení vlády č. 117/2016 Sb. o posuzování shody výrobků z hlediska elektromagnetické kompatibility při jejich dodávání na trh, dále pak odolnost dle ČSN EN 61000-6-2 a ČSN EN 61000-6-3. Tyto požadavky musejí být splněny pro všechny provozní režimy, tedy při napájení z elektrorozvodné sítě i z náhradního zdroje. (Ministerstvo vnitra, 2008)

Jedním z dalších požadavků na JSVV je, že musí být stále připojené ke zdroji elektrické energie. Z tohoto důvodu můžeme předpokládat, že elektromagnetický impuls bude sveden k prvkům JSVV skrze dráty elektrického napětí, které se při EMP chovají jako anténa. Vzhledem k požadavkům na JSVV nejsou schopny tyto prvky odolávat napětí silných EMP, tedy 50 000 V/m. Je tedy vysoká pravděpodobnost, že JSVV bude zničen následkem zničení obvodů způsobené EMP. (Ministerstvo vnitra, 2008)

Tabulka 7 Úrovně dopadu EMP na JSVV (Zdroj: vlastní zpracování)

Riziko způsobené EMP:	Level 1	Level 2	Level 3
Vyřazení elektrického proudu.	Bez projevů, u citlivějších může dojít k rušení.	Poškození, které je opravitelné.	Poškození, vyžaduje výměnu JSVV nebo přechod na redundantní systém.

Opatření:

Zprovoznění komunikace by mělo být jednou z prioritních činností orgánů krizového řízení. Vhodným řešením by bylo naskladnění náhradních součástí kritických pro opravu základních komunikačních uzlů. Tyto součástky by měly být uzavřeny ve Faradayově kleci, společně s náhradními prvky pro komunikaci (telefony, vysílačky). Je však třeba pravidelně nabíjet baterie u uskladněných odstíněných komunikačních prvků, aby nedošlo k poškození baterií, tudíž k samotnému zničení náhradních prvků komunikace. Pokud se podaří opravit jednotlivé komunikační uzly, je třeba zajisti prioritizaci hovorů složek IZS a orgánů krizového řízení.

Jedním z možných řešení pro varování a vyrozumění obyvatelstva po poškození JSVV elektromagnetickým impulsem by mohly být mechanické rotační sirény. U nich je však problém, že nemůžeme použít slovní výstrahu. Tím může být zapříčiněno zmatení občanů, kteří uslyší pouze výstražný tón a nebudou vědět co se děje. Dalším problémem u použití mechanické rotační sirény je její dosah. Po celém intravilánu obce by tak muselo být rozmístěno více odpovědných osob za výstrahu. Dalším možným řešením by mohlo být pojízdné vozidlo

s výstražnou zprávou. Bohužel u elektromagnetických pulsů nemůžeme zcela jistě odhadnout rozsah poškození u aut. Auto samo o sobě by se mohlo chovat jako Faradayova klec. Ochrana auta může dobře působit proti blesku, ale jak uvádí Schejbal (2011) při silnějších frekvencích se projeví problém různých otvorů v autě. Proto je možné použít například elektromagnetické zbraně pro zastavení aut. Auto je tedy proti silným elektromagnetickým pulsům zranitelné. Jestliže je auto zaparkované v uzavřené garáži, která je stavěná ze železobetonu, je pravděpodobné, že auto bude dostatečně stíněné proti účinkům EMP.

Podle vedoucího oddělení krizového řízení, Ondřeje Kunsta (2023) by bylo vhodným řešením při nefunkčnosti JSVV roznést zprávu mezi obyvateli o tom, kde se budou pravidelně konat hlášení občanům a vyvěšovat důležité informace. Takové místo by mohlo být zřízeno na Masarykově náměstí v Novém Bydžově. U Masarykova náměstí se nachází městský úřad, ve kterém sídlí krizové řízení ORP Nový Bydžov, kde by se mohly konat porady orgánů krizového řízení a jiných zainteresovaných orgánů.

5.4 Potravinářství a zemědělství

Silný elektromagnetický impuls, který zasáhne potravinářskou infrastrukturu by mohl představovat vysoké riziko, které by mohlo ohrozit životy občanů, případné narušení veřejného pořádku. U lidí, kteří nebudou mít dostatečnou nouzovou dávku potravin se předpokládá zvýšená poptávka po potravinách. Taková zvýšená poptávka umocněna panikou a nefunkční elektronikou by mohla vyústit v rabování. Předmětem takových rabování by mohly být tyto subjekty:

Větší supermarkety:

- Lidl, Revoluční třída 221
- Penny Market, Jana Maláta 1910
- Penny Market, Revoluční třída 775

Ochody s potravinami menšího rozsahu:

- Hruška, Revoluční třída 234
- Potraviny ENAPO, Dukelská třída 629
- Můj obchod – Potraviny Na Rohu, Dukelská třída 602
- Potraviny BALA MINI, Masarykovo náměstí 1462

- Můj obchod – Potraviny u Komerční Banky, Masarykovo náměstí 1459

Informace o vybavenosti jednotlivých obchodů proti ztrátě elektrické energie nebyla po žádosti poskytnuta. Můžeme tedy předpokládat, že výše zmíněné obchody nedisponují náhradním zdrojem energie či ochrannými prvky proti EMP. V takovém případě hrozí zkažení potravin, které mají požadavky na uchování v chladu.

Tabulka 8 Úrovně dopadu EMP na potravinářství (Zdroj: vlastní zpracování)

Riziko způsobené EMP:	Level 1	Level 2	Level 3
Vyřazení elektrického proudu.	Bez projevů, případné rušení citlivé elektroniky (platební brány).	Zničení některé elektroniky. Nutný přechod na náhradní zdroj elektrické energie pro chlazení potravin. Nutná platba v hotovosti.	Zničení veškeré elektroniky, včetně náhradních zdrojů energie. Uzavření obchodu. Výpadek bezpečnostních systémů – začátek rolování. Postupné znehodnocení potravin.

Zemědělství

V okolí města Nový Bydžov se nacházejí 4 větší zemědělské subjekty, které by se mohly stát v případě mimořádné události nouzovým skladem i zdrojem potravin. Kromě zdroje potravin by se také mohly stát zdrojem biomasy pro nouzovou výrobu energie. Je však důležité připomenout, že u těchto podniků nemusí fungovat ani traktory pro sklizení potravin či biomasy. Jednotlivé podniky byly vymezeny ve strategickém dokumentu města Nový Bydžov.

Zemědělské podniky v ORP Nový Bydžov:

- ZEM a.s.

Sídlí v Lužci nad Cidlinou, tedy cca 8 km od města Nový Bydžov a je součástí koncernu AGROFERT. Tento podnik se orientuje převážně na rostlinnou výrobu. Ve svém okolí obhospodaruje cca 4 tisíce hektarů půdy, ze kterých produkuje ročně asi 13 000 tun obilovin, 20 000 tun cukrovky, 3 000 tun řepky, dále pak v menšinách kukuřici a další plodiny. Co se týče živočišné produkce, chov skotu, který vyprodukuje přibližně 5 mil. litrů mléka ročně.

- AGROPODNIK Humburky a.s.

Sídlí v Novém Bydžově – Humburky. Hlavní činností je klasická rostlinná výroba a chov dojnic

- ROLNICKÁ a.s.

Sdílí v blízké obci Králíky. Má ve svém chovu 670 ks. krav. Zabývá se také výrobou elektrické energie z biomasy.

- AGRO DZ

Sídlo ve Starém Bydžově

Tabulka 9 Úrovně dopadu EMP na zemědělství (Zdroj: vlastní zpracování)

Riziko způsobené EMP:	Level 1	Level 2	Level 3
Vyřazení elektrického proudu. Přepětí obvodů v technice pro sklizeň.	Bez projevů, případné rušení citlivé elektroniky.	Zničení některé elektroniky. Nutný přechod na náhradní zdroj elektrické energie.	Zničení veškeré elektroniky, včetně náhradních zdrojů energie. Použití ruční mechanizace (sklizeň, krmení).

5.4.1 Zásobování vodou

Město je součástí Vodárenské soustavy Východní Čechy (dále jen: VSVČ).

Pro použití požární vody mohou sloužit místní vodní plochy, protože hydranty připojené k vodovodu nemusí být funkční. Podle krizového plánu Královéhradeckého kraje je nejlepším odběrovým místem řeka Cidlina, která protéká Novým Bydžovem. Pro hašení případných požárů však nebude možnost využít moderní hasicí techniky, která pro svou činnost potřebuje elektrinu. Přestože tato technika může být poháněna elektrocentrálou, hasiči se nemusí dostat k požáru kvůli ucpané komunikaci nebo nepojízdnému vozidlu po následku EMP.

Nouzové zásobování pitnou vodou: Plán nouzových dodávek pitné vody by měl být zprostředkován cisternami plněnými ze zdrojů VSVČ. Po rozsáhlém a silném EMP můžeme však předpokládat nefunkčnost dopravních prostředků. Výhoda malého města Nový Bydžov spočívá v tom, že se v blízkém okolí nachází studny, na soukromých pozemcích občanů, ze kterých by bylo možné odebírat vodu v případě krizové situace, podle zákona 240/2000 Sb. Odebírání vody bude ztíženo nefunkčními čerpadly. Proto je třeba zajistit manuální pumpy nebo nádoby pro nabírání vody. Z VSVČ je pro Novobydžovsko podle územního plánu dodáváno množství vody ve výši cca 1 mil. m³ /rok (cca 30 l/s). Odebírat takové množství vody ze studen není možné. Nedostatek pitné vody a její následný přidělový systém může mít druhotný následek zhoršení hygienických podmínek obyvatelstva.

Tabulka 10 Úrovně dopadu EMP na zásobování pitnou vodou (Zdroj: vlastní zpracování)

Riziko způsobené EMP:	Level 1	Level 2	Level 3
Vyřazení elektrického proudu.	Bez projevů	Krátkodobá nefunkčnost vodovodu (možnost rychlé opravy)	Dlouhodobý výpadek vodovodu. Nutnost studně s mechanickým odběrem vody.

Opatření:

Pro zajištění zásobování pitnou vodou je důležitá prevence, která spočívá v připravenosti na mimořádné situace. Tedy naskladnění nouzových dodávek vody v lehce distribuovatelných obalech. Naskladnění mechanických čerpadel. Vhodnou prevencí by bylo udělat seznam studen s pitnou vodou, které by se mohly stát nouzovou zásobárnou vody v případě výpadku vodovodů. S tím se však pojí povinnost pravidelné kontroly nezávadnosti pitné vody.

5.5 Dopravní infrastruktura

V novém Bydžově se naházejí silnice:

- II/327 (Chlumeck nad Cidlinou – Podhorní Újezd),
- II/327 (Metličany – Myštěves – křižovatka se sil. I/35)
- II/324 (Hradec Králové – Městec Králové)
- Další silnice III. a IV. třídy

Silnice II/324 je využívána jako alternativní trasa za silnici první třídy Praha – Hradec Králové. Podle odůvodnění územního plánu města Nový Bydžov, zpracovaný REGIO, projektový ateliér s.r.o. (2021) je z hlediska ovlivnění životního prostředí a převážně z důvodu bezpečnosti nevýhodný komunikační systém, který je veden přes jedno místo, a to centrum města – Masarykovo náměstí. To je odůvodněno nedostatečnými šířkovými parametry a rozhledovými poměry silnice. Toto místo by mohlo představovat problém v případě poškození elektronických obvodů v autech, způsobené elektromagnetickým impulsem. V takovém případě by pravděpodobně došlo k ucpání silnic, tedy znemožnění průjezdu nouzového zásobování nebo složek IZS. Dále územím prochází železniční trať č. 040 Chlumeck nad Cidlinou – Ostroměř – Stará Paka – Kunčice – Trutnov. V pracovních dnech projíždí touto trasou cca 40 vlaků za 24 hodin. Možnost letecké dopravy se nachází v Novém Bydžově – Zábědově. Tato přistávací plocha se používá převážně pro zemědělská letadla. (Odůvodnění územního plánu, REGIO, projektový ateliér s.r.o., 2021)

Tabulka 11 Úrovně dopadu EMP na dopravní infrastrukturu (Zdroj: vlastní zpracování)

Riziko způsobené EMP:	Level 1	Level 2	Level 3
Spálení elektrických obvodů v dopravních prostředcích.	Bez projevů.	Zkratky v plně elektrifikovaných autotech. Nutnost vyměnit součástky.	Kolaps dopravy – nevratné spálení elektroniky v autotech. Ucpání silnic.

Pro představu intenzity dopravy ve městě Nový Bydžov bylo provedeno měření, Ředitelstvím silnic ČR, na které se odkazuje dokument odůvodnění územního plánu města Nový Bydžov, zpracovaný REGIO, projektový ateliér s.r.o. (2021) Tyto údaje byly měřeny na skutečných vozidlech během 24 hodin, za rok 2020.

Tabulka 12 Intenzita dopravy ve městě Nový Bydžov (Zdroj: Odůvodnění územního plánu města Nového Bydžova, REGIO, projektový ateliér s.r.o., 2021)

Číslo silnice	Úsek	Umístění	Těžká motorová vozidla a přívěsy	Osobní a dodávkové automobily	Jednotopá motorová vozidla	Součet
II/324	5-1380	Prasek	726	4618	27	5371
II/324	5-2571	ul. V Aleji	674	3629	10	4313
II/324	5-2572	Masarykovo nám.	1488	10038	81	11607
II/324	5-2573	Dukelská třída	2554	10053	50	12657
II/326	5-1368	Metličany	325	2598	25	2948
II/327	5-1370	Zachrašťany	835	3637	39	4511
II/327	5-2550	Skřivany	629	2863	25	3517
II/327	5-2551	tř. B. Smetany	629	2863	25	3517
II/327	5-2552	Revoluční tř.	835	3637	39	4511
III/32419	5-2561	ul. Jana Maláta	474	3124	22	3620

Opaření:

Zajistit opatření proti ucpání silnice není možné. Pokud by bylo nutné odklidit poškozená auta z komunikací, bylo by možné použít starší typ tažného vozidla (např. traktoru), které v sobě nemá moderní technologie, závislé na elektřině. Možnosti ochrany dopravních prostředků složek IZS či orgánů krizového řízení by mohly spočívat v naskladnění náhradních součástí. Některé obvody ve vozidlech by mohly být zničeny elektromagnetickým impulsem. Dále by mohla představovat dostatečnou ochranu robustní uzavřená garáž ze silného železobetonu. Případné pořízení staršího typu auta, které nepotřebuje pro svůj chod elektromotorku.

6 ANALÝZA DOPADŮ ELEKTROMAGNETICKÉHO IMPULSU

Odborná veřejnost je přesvědčena, že elektromagnetický impuls zapříčiní rozsáhlý domino efekt, který bude mít vysoký dopad na různé sektory státu. Záleží samozřejmě na síle a dosahu EMP. V Novém Bydžově se však nenachází žádná národně významná kritická infrastruktura, na kterou by mohl být proveden lokální útok EMP. Z toho důvodu uvažujeme, že EMP, který by zasáhl město Nový Bydžov by nebyl pouze regionální, ale týkal by se celého státu. Takový dosah mají převážně HEMP zbraně nebo přirozeně se objevující EMP v přírodě jako jsou například koronální ejekce hmoty, které byly zmíněny v teoretické části práce.

Analyzovat dopady a pravděpodobnost vzniku EMP je velice obtížné. Jedním z hlavních důvodů je skutečnost, že EMP může být způsoben různými zdroji. V takových případech tedy rozhoduje intenzita, rozsah a další aspekty jednotlivých ohrožených prvků, jako je jejich design, umístění, velikost, stáří atd. Možnosti vzniku elektromagnetických impulsů jsou sami o sobě nepředvídatelné. Přírodní, tedy i vesmírné počasí zatím nelze předvídat na požadované úrovni. Stejně tak nelze zcela předvídat teroristickou činnost, která by mohla vést například k iniciaci e-bomby.

Vzhledem k tomu, že EMP jsou stále poměrně neznámým a nepředvídatelným jevem, je důležité rozšíření povědomí o téhle problematice a zaměření se na výzkum a analýzy v této oblasti.

6.1 What-if analýza

Následně provedená analýza what-if se zaměřuje na událost elektromagnetického impulsu v intravilánu obce. Tedy co se stane, když EMP zasáhne město Nový Bydžov. Jak bylo výše zmíněné, předpokládáme, že EMP, které by zasáhlo město Nový Bydžov by bylo pravděpodobně silné EMP způsobené například zbraněmi HEMP nebo přírodními zdroji EMP. V této analýze bude provedena identifikace příčin a následků na základě literární rešerše a nestrukturalizovaných rozhovorů s odborníky na krizové řízení. (Pekaj, 2023), (Kunst, 2023) (Valášek, 2023)

Tabulka 13 What-if analýza (Zdroj: vlastní zpracování)

P.č.	Příčina	Následek	Návrh opatření	Poznámka
1	Zničení elektrické sítě obce.	<ul style="list-style-type: none"> - Nefunkčnost JSVV, bezpečnostních prvků, EPS. - Výpadek telefonní sítě a internetu. - Narušení dodávek potravin a pitné vody. - Nefunkčnost chlazení a vytápění. - Ztráta digitalizovaných dat. - Kolaps infrastruktury (zdravotnictví, komunikace, doprava atd.). - Zhoršení hygienických standardů. 	<ul style="list-style-type: none"> Aplikace specializované ochrany proti EMP. Ochrana jednotlivých kritických uzlů. Redundantní systém (náhradní díly). 	Zničení elektrické sítě obce je přímý následek EMP.
2	Poškození elektronických obvodů v dopravních prostředcích.	<ul style="list-style-type: none"> - Kolaps dopravy – ucpání silnic nepojízdnými auty. - Znemožnění výjezdu IZS. - Možné ztráty na životech. - Nehodovost. 	<ul style="list-style-type: none"> - Parkování vozidel v odstíněné garáži. - Redundantní systém (náhradní součásti). - Využití starších vozidel (bez moderní elektroniky). 	Přestože nemusí dojít ke zničení všech vozidel, ucpání silnic představuje problém.
3	Nefunkčnost JSVV.	<ul style="list-style-type: none"> - Panika. - Zpožděné reakce na MU. 	<ul style="list-style-type: none"> - Redundantní systém (náhradní součástky). 	Komunikace s obyvateli je klíčová pro zajištění bezpečnosti.
4	Nefunkčnost bezpečnostních prvků.	<ul style="list-style-type: none"> - Zvýšená kriminalita. - Šíření požárů. - Únik látek. 	<ul style="list-style-type: none"> - Redundantní systém (náhradní součástky). 	Bezpečnostní prvky jako požární signalizace, detektory, kamery.
5	Narušení dodávek potravin a pitné vody.	<ul style="list-style-type: none"> - Panika. - Rabování. - Hladomor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aplikace speciální EMP ochrany. - Smlouva o smlouvě budoucí. - Redundance (nástroje pro čerpání vody). - Seznam náhradních zdrojů. 	Narušení dodávek pomocí vodovodního potrubí i pomocí dopravy.
6	Zničení prvků pro chlazení potravin.	<ul style="list-style-type: none"> - Kažení potravin. - Zápach. - Druhotné znehodnocení dalších potravin. 	<ul style="list-style-type: none"> - Chlazení pomocí základních fyzikálních principů (odpar). 	Týká se obchodů i domácností.

P.č.	Příčina	Následek	Návrh opatření	Poznámka
			- využití chladnějšího prostředí (sklepení). - Teplotní setrvačnost.	
7	Náhradní zdroj osvětlení s otevřeným plamenem.	- Zvýšené riziko požárů.	- Vyhláška o zvýšené opatrnosti.	Světlo pomocí plamene.
8	Narušení procesu vytápění.	- Nevyhovující hygienické podmínky. - Zvýšené riziko požárů.	- Náhradní prvky vytápění. - Teplotní setrvačnost.	Vytápění otevřeným ohněm.
9	Ztráta digitalizovaných dat.	- Špatné postupy. - Panika. - Ztráta důvěryhodnosti.	- Zálohování na disky, počítače uzavřené ve Faradayově kleci. - Fyzická záloha (papírová podoba).	Některá data nemusí být už nikdy obnovena.
10	Kolaps zdravotnictví.	- Nemoci. - Zvýšená úmrtnost. - Nedostatek zdrav. personálu.	- Zajištění specializované EMP ochrany. - Náhradní zdroje el. energie uzavřené ve Faradayově kleci.	Kolaps následkem zničení prvků na el., přetížením nemocnic a nedostatkem léčiv.
9	Kolaps komunikace.	- Znemožnění identifikace rozsahu škod. - Ztráta kontroly. - Panika. - Nízká efektivita práce.	- Redundantní systém (náhradní díly, náhradní komunikační prvky uzavřené ve Faradayově kleci).	Přestože bude fungovat např. telefon, podpůrná infrastruktura může být zničena (vysílač).
10	Zhoršené hygienické standardy.	- Šíření nemocí.	- Preventivní zajištění hygienických potřeb. - Zajištění nouzových dodávek pitné vody.	Odpady, nemoci, nedostatek vody.

6.2 Analýza rizikovým kalkulátorem

Tato analýza si klade za cíl zhodnotit zranitelnost jednotlivých aktiv vůči různým hrozbám způsobených elektromagnetickým impulsem a barevně vizualizovat intenzitu dopadu, pomocí softwarového nástroje rizikového kalkulátoru RISKAN. Pro provedení analýzy rizik využitý software pracuje s profily ve vztahu k dopadům EMP na intravilán vybrané obce. V každém profilu jsou hodnoceny základní prvky:

- **Hodnota aktiv.**

Aktiva byla hodnocena škálou od 0 do 5, kde: 0 = zanedbatelná, 1 = velmi nízká, 2 = nízká, 3 = střední, 4 = vysoká, 5 = velmi vysoká hodnota aktiva.

- **Zranitelnost aktiva.**


Pro zranitelnost byla zvolena škála od 0 do 3. Hodnoty zranitelnosti představují: 0 = žádná, 1 = nízká, 2 = střední, 3 = vysoká zranitelnost aktiva.

- **Pravděpodobnosti hrozby.**

Pravděpodobnost hrozby byla zhodnocena intervalem od: 0 = zanedbatelné, 1 = velmi nízká, 2 = nízká, 3 = střední, 4 = vysoká, 5 = velmi vysoká pravděpodobnost vzniku.

Maximální možné riziko představuje hodnota 90. Rizika se pohybuje v mezích

- Nízké 0–29, Střední: 30–59, Vysoké: 60–90

		Aktiva		AKTIVA - CELKEM										
		Hodnoty aktiv		OB	ZDRAV	EN	KOM	POT	BEZ	DOP	ŽP	IZS		
<input type="button" value="Generátor grafů"/> <input type="button" value="Export do XML"/>		5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	2	4	
		velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	velmi vysoká	vysoká	nízká	vysoká	
Hrozby		Pravděpodobnost												
HROZBY - CELKEM		5	velmi vysoká	90	90	90	90	90	90	90	90	72	14	72
EL	Zničení el. sítě	5	velmi vysoká	90	90	90	90	90	90	90	90	72	12	72
KOM	Kolaps komunikace	5	velmi vysoká	90	90	90	90	90	30	90	24	0	72	
DOP	Kolaps dopravy	4	vysoká	72	24	72	0	0	72	72	58	0	58	
ZD	Kolaps zdravotnictví	5	velmi vysoká	90	90	90	0	0	0	60	0	0	48	
PV	Kolaps zásobování pit. vody	5	velmi vysoká	90	90	90	0	0	60	90	0	0	72	
PO	Kolaps potravin. a zeměděl.	4	vysoká	72	72	72	0	0	72	72	0	0	58	
HY	Zhoršení hyg. podmínek	3	střední	54	54	54	0	0	36	18	0	7	14	
BA	Kolaps bankovníctví	5	velmi vysoká	90	60	90	90	30	90	90	24	0	48	
BE	Zničení bezpečnostních prvků	5	velmi vysoká	72	30	30	60	30	30	60	24	12	72	
DA	Ztráta digital. dat	4	vysoká	72	72	72	24	48	24	48	19	0	38	
RA	Rabování, panika	4	vysoká	72	72	72	24	24	72	72	19	0	58	
LF	Ztráty na životech	2	nízká	36	36	36	0	0	0	24	0	5	19	
PO	Šíření požárů	2	nízká	36	36	36	24	12	24	36	19	14	29	
CH	Chlazení a vytápění	4	vysoká	72	72	72	0	0	72	48	0	0	0	

Obrázek 10 Výsledek analýzy rizikovým kalkulečem (vlastní zpracování, zdroj: Riskan)

Analýza tabulkovým generátorem nám dokazuje vysoké dopady EMP napříč různými druhy aktiv. Jako největší možná míra rizika způsobeného EMP bylo vyhodnoceno ohrožení obyvatelstva, zdravotnictví, dopad na energetiku, komunikaci, potravinářství a bezpečnost. Tyto prvky jsou pro fungování společnosti kritické, proto je potřeba se při ochraně a prevenci zaměřit primárně na tyto prvky. Další ohrožená aktiva jako složky IZS a dopravní infrastruktura, které se nacházejí v mezích vysokého rizika, tudíž EMP pro ně taktéž představuje vysoké riziko. Nejmenší ohrožení elektromagnetickým impulsem bylo vyhodnoceno životní prostředí. To není ohroženo přímo EMP ale jeho projevy jako například zvýšenou nehodovostí, šířením požárů nebo únikem nebezpečných látek.

S kombinací výsledků z provedených analýz vyplývá představa o dopadech silného EMP na moderní společnost. Lze tedy konstatovat, že elektromagnetický impuls by měl katastrofální dopad napříč zájmovými aktivy v Novém Bydžově. Zabezpečování proti elektromagnetickým impulsům je pouze v rané fázi, a to převážně na úrovni státu než na úrovni menších územních prvků.

V následující kapitole budou konstatovány doporučení a preventivní opatření k dosažení větší bezpečnosti či vhodnějším postupům.

7 CELKOVÝ NÁVRH OCHRANY A PREVENCE

V moderní době, kdy je lidstvo závislé na elektrické energii, je podstatné se zabývat i ochranou proti ztrátě této důležité komodity. Nevýhodou však je, že v moderní civilizaci je velké množství rozdílných prvků různých velikostí, designů a tím i různých zranitelností proti elektromagnetickým impulsům. To tedy znamená, že náklady pro snížení rizika zničení nebo poškození těchto prvků by byly příliš vysoké. Z toho důvodu je třeba začít snižovat toto riziko postupně a co nejdříve, aby budoucí generace nebyla obětí kolapsu společnosti, způsobený elektromagnetickým impulsem. Takové snižování závisí na plánování, identifikaci postupů, metod, simulací, identifikací rizik, zranitelné infrastruktury atd.

Případný elektromagnetický impuls bude mít 2 dopady. Dopad sociální (panika, davová psychóza, rabování) a dopad technický (zničení elektroniky). Pro řešení sociálního dopadu je třeba jednat okamžitě. Je nutné informovat obyvatelstvo a uklidnit ho. První kroky po dopadu EMP by mohly vypadat následovně:

1. Zabránit panice a rabování

Okamžitě informovat obyvatelstvo, že jsou podnikány patřičné kroky pro zajištění jejich bezpečí a náprav škod, poskytnout patřičné informace o tom co se děje. Je třeba provést bezpečnostní opatření a zajistit dostatečné množství pověřených osob pro zajištění bezpečnosti osob a majetku. Vzhledem k nízkému počtu bezpečnostních složek v Novém Bydžově by bylo vhodné sehnat například policisty či vojáky ve výslužbě, bezpečnostní agentury a dobrovolníky pro zajištění této bezpečnosti.

2. Zabezpečit základní potřeby

Tedy zajištění vody, potravin, lékařské péče. Dále by bylo vhodné rozdělit město do několika oblastí a určit odpovědnou osobu pro každou oblast. Odpovědná osoba by komunikovala mezi městem – krizovým řízením a občany v jeho působnosti. Dostávala by pokyny od města a podněty od občanů.

3. Postupná obnova infrastruktury

Spočívá v postupné výměně poškozených prvků u nejdůležitější infrastruktury. Tedy v prvotním zhodnocení rozsahu škod a posouzení funkčnosti kritických prvků. Dle výsledků prioritizovat obnovu u různých odvětví.

7.1 Zvýšení odolnosti kritické infrastruktury

Tento preventivní krok by měl začít samotnou identifikací zranitelností a prioritizací infrastruktury pro řízení rizika EMP. Následně by byly provedeny kroky vedoucí ke zvýšení odolnosti proti EMP, pomocí různých technik ochrany. Je nutné aplikovat speciální ochrany vůči EMP, například uzavření zájmových prvků do Faradayovy klece. Jedním z možných řešení by bylo vybudování podzemních krytů, které by byly odstíněny proti účinkům EMP. Případné využití sklepních prostorů, které by splňovaly podmínky pro dostatečnou ochranu vůči dopadům EMP.

7.2 Zajištění komunikace

Nejvhodnějším řešením je zde prevence. Tedy zajištění záložních komunikačních systémů, které jsou odolné proti EMP. Příkladem takového vybavení jsou staré radiostanice na bázi elektronik. Případně uzavření komunikačních zařízení do Faradayovy klece. Za těchto okolností je nutné dbát na pravidelné dobíjení baterií jednotlivé elektroniky, která bude uzavřena ve Faradayově kleci. V případě uzavření komunikačních prvků (například telefon) do Faradayovy klece sice samotné zařízení ochráníme proti EMP, pokud však bude zničena podpůrná infrastruktura (vysílač), pak ochráněné komunikační zařízení je téměř k ničemu. Zajištění ochrany podpůrné infrastruktury je poměrně složité a drahé. Taková infrastruktura si žádá speciální řešení ochrany proti EMP, které si žádá podrobnější výzkum. Nutnou součástí řešení je naskladnění náhradních součástek pro výměnu poškozených prvků.

7.3 Zajištění nouzových zásob

Se zajištěním zásob se pojí i další preventivní povinnosti pro jejich udržení jako je například: pravidelná revize a údržba, kontrola oleje (u náhradních zdrojů el. energie), pravidelná obměna paliva, kontrola baterií a jejich dobíjení atd. Pro takové preventivní opatření je nutná odborně způsobilá osoba pro výkon kontrolní činnosti a oprav.

7.3.1 Zajištění zásob paliva a energie

Jestliže je ochrana kritické infrastruktury zajištěna nouzovými zdroji elektrické energie, které vyžadují dostatečné množství paliva. Takové zadržování paliva může být však vysoce nákladné jak finančně, tak časově. Převážně benzín a nafta mají omezenou trvanlivost. To upravuje norma ČSN 65 6500 Motorová paliva – Podmínky skladování a doporučená doba použitelnosti, která říká, že uchování benzínu a nafty v certifikované nádobě za nepřístupu

světla a vzduchu a teplotě mezi 10 až 20 stupni, je zaručena maximální trvanlivost 2 roky. Do této doby je nutné palivo spotřebovat a nahradit novým.

Pokud by však nebylo zařízení skladování paliva, jedním z možných řešení by bylo uplatnění krizového zákona 240/2000 Sb.

V oblasti čerpání paliva můžeme předpokládat poškození či zničení elektroniky vlivem EMP. Důsledkem může být nefunkčnost elektronické pumpy paliva. V takovém případě je třeba zařídit manuální pumpu. Při čerpání benzínu a nafty manuálně je třeba dbát zvýšené opatrnosti. Z důvodu zvýšeného tření kapalin by mohlo dojít k požáru či výbuchu.

7.3.2 Potraviny

V Novém Bydžově není určeno žádné místo pro skladování nouzových dávek potravin.

Při poškození či zničení elektroniky elektromagnetickým impulsem můžeme anticipovat zvýšenou paniku ze strany občanů. U obyvatel můžeme očekávat zvýšený zájem o potraviny z blízkých obchodů. Při nákupu potravin bude problémem nefunkčnost platebních terminálů. Je tedy nutné provádět platby v hotovosti. Hotovost však nebude možné vybrat z bankomatů, z důvodu jejich nefunkčnosti.

Supermarkety v Novém Bydžově mají naskladněné určité množství potravin, které by se mohly stát předmětem rabování. Jedním z možných řešení, jak rabování předejít, by bylo opět aplikovat patřičná ustanovení krizového zákona, o případném předání zásob v případě nutnosti. Následně by se potraviny bezpečně uskladnily a přerozdělily obyvatelstvu dle předem stanovených kritérií přidělového systému.

7.3.3 Pitná voda

Se zajištěním nouzového zásobování pitnou vodou je nutné zařídit i její přepravu a získávání. To, jestli bude nouzová doprava vody k obyvatelům možná i po účinku EMP nelze zcela určit. Je důležité si předem vytipovat místo získávání pitné vody a pověřit osoby pro její distribuci podle předem stanovených podmínek. Distribuce větších dávek vody k občanům se stane problémem, pokud nebudou funkční dopravní prostředky. Je vhodné určit místa, na která se bude pravidelně doplňovat pitná voda a ustanovit osobu zodpovědnou za bezpečnost a funkčnost takové distribuce. Je velmi pravděpodobné, že při distribuci pitné vody bude zaveden přidělový systém.

7.4 Vývoj plánů a sběr dat

Pokud dojde ke zničení elektroniky následkem EMP, nebude čas na plánování efektivní odezvy na tuto událost. Plán, který zamezí dalším škodám po dopadu EMP a bude věnován následným postupům vedoucím k obnově infrastruktury, je pro řízení rizik klíčový. Tento plán by měl být sestaven preventivně, ideálně s pravidelným praktickým nácvikem. Provádění modelových situací je důležité pro ověření funkčnosti plánu a pro zvýšení reakceschopnosti složek IZS a orgánů krizového řízení. Dle zjištění nedostatků by probíhala další úprava plánu a zpracování připomínek. Důležitou součástí plánu by byl seznam náhradních součástí pro opravu poškozených prvků a seznam odborně způsobilých osob pro realizaci oprav. Tyto součástky by měly být uzavřeny ve Faradayově kleci a pravidelně obměňovány společně s postupnou modernizací nechráněných prvků.

Pro lepší pochopení elektromagnetického impulsu a jeho dopadu na moderní systémy by bylo vhodné zřídit skupinu pro výzkum a měření EMP. Tato skupina by zároveň evidovala a zkoumala veškeré elektromagnetické pulsy, při kterých by došlo k narušení funkčnosti elektroniky a vytvářela by preventivní opatření a návrhy standardů k ochraně proti EMP.

Analýza připravenosti a postupné kroky konané k ochraně u malého města Nový Bydžov by se mohly stát impulsem pro tvorbu podobných postupů u ostatních obcí. Výhoda malého města je snadnější identifikace zranitelností proti EMP než u měst větších rozměrů, kde je infrastruktura početnější.

ZÁVĚR

V teoretické části byly zmíněny možnosti vzniku EMP, které byly rozděleny do skupin přírodní EMP, jehož zdrojem je převážně vesmírné počasí, a EMP člověkem vytvořené, které využívají například zbraně se směřovanou energií nebo jako následek vedlejšího účinku nukleárních zbraní. Takové rozdělení potvrzují i historické události, při kterých mělo EMP značný dopad. Příkladem může být Carringtonova událost neboli největší zaznamenaná geomagnetická bouře co zasáhla Zemi. Předpokládá se, že v současné době by taková událost zapříčinila kolaps civilizace, jak ji známe. Další historicky významné události, které byly zmíněny v této práci jsou testy jaderných zbraní ve vesmíru. Takové zbraně způsobí silný HEMP, který měl už v době, kdy civilizace nebyla plně elektrifikována, vysoké dopady na elektrickou síť. V poslední kapitole teoretické části byly zmíněny základní způsoby ochrany vůči elektromagnetickým impulsům. Jako nejúčinnější forma ochrany byla popsána Faradova klec, která se ukázala jako technicky nejjednodušším a nejlevnějším řešením při ochraně proti elektromagnetickým pulsům.

V praktické části byla popsána vybraná obec, její krizové řízení a připravenost na dopady EMP. Výsledkem analýzy SWOT, která zkoumala připravenost Nového Bydžova, byla strategie ústupu. Dále byla identifikována infrastruktura zranitelná vůči dopadům elektromagnetického impulsu. Pro lepší vizualizaci byl použit diagram dopadu. Pro jednotlivou infrastrukturu byly rozděleny dopady EMP do 3. kategorií, od optimistického pohledu po dopad pesimistický. Pro vybranou infrastrukturu byly navrženy opatření k minimalizaci dopadů EMP. V analytické části byla provedena what-if analýza, která zkoumala příčiny a možné dopady elektromagnetického impulsu na jednotlivé prvky. Pro hodnocení rizik EMP na město Nový Bydžov byl využit rizikový kalkulátor, software RISKAN.

V poslední kapitole této práce byly navrženy kroky k celkovému opatření a prevenci před dopady EMP. Závěrem lze konstatovat, že město Nový Bydžov není adekvátně připraveno na dopady způsobené elektromagnetickým impulsem. Nepřipravenost města však není výjimkou oproti jiným samosprávním celkům. V oblasti elektromagnetických impulsů jsou stále značné mezery v množství dat o této rizikové problematice. Aby však došlo ke značnému nabytí dat o EMP bude muset být provedeno více testů a simulací. Ke získání většího množství dat a praktické analýze chování moderní technologie na účinky EMP bude muset elektromagnetický impuls zasáhnout Zemi. Proto praxe, která může být pro společnost devastující bude hrát klíčovou roli pro získání dalších informací o EMP.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

American National Standard Dictionary of Electromagnetic Compatibility (EMC) including Electromagnetic Environmental Effects (E3). In: . American National Standards Institute, ročník 2014, C63.14-2014. ISBN 978-0-7381-9320-5. Dostupné také z: <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2014.6974973>

BAKER, George H. et al. Electromagnetic Pulse (EMP) Protection and Resilience Guidelines for Critical Infrastructure and Equipment [online]. Version 2.2. Arlington, Virginia: National Cybersecurity and Communications Integration Center Arlington, Virginia, 2019. Dostupné z: https://www.cisa.gov/sites/default/files/publications/19_0307_CISA_EMPProtectionResilienceGuidelines.pdf

BAKER, George, 2016. Electromagnetic Pulse (EMP) Protection and Restoration Guidelines for Equipment and Facilities: National Coordinating Center for Communications (NCC) National Cybersecurity & Communications Integration Center (NCCIC). Arlington, Virginia. Dostupné také z: <https://info.publicintelligence.net/DHS-FacilitiesGuidelinesEMP.pdf>

BRANDT, Logan. Risk of Electromagnetic Pulse Attacks on the United States: Vulnerabilities and Motives. In: Project on Nuclear Issues: A Collection of Papers from the 2017 Conference Series and Nuclear Scholars Initiative [online]. s. 22-29 [cit. 2023-02-13]. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/resrep22425.6>

Coordinating National Resilience to Electromagnetic Pulses, 2019. In: . THE WHITE HOUSE, ročník 2019, číslo 13865. Dostupné také z: <https://www.federalregister.gov/documents/2019/03/29/2019-06325/coordinating-national-resilience-to-electromagnetic-pulses>

CORONAL MASS EJECTIONS. SPACE WEATHER PREDICTION CENTER [online]. [cit. 2023-02-21]. Dostupné z: <https://www.swpc.noaa.gov/phenomena/coronal-mass-ejections>

ČSN EN 61000-2-9: Elektromagnetická kompatibilita (EMC) - Část 2: Prostředí – Oddíl 9: Popis prostředí HEMP – vyzařované rušení - Základní norma EMC, 1997.

ČSN ISO 31000 Management rizik – Směrnice, 2018. Česká agentura pro standardizaci.

DOBRIJEVIC, Daisy a Andrew MAY. The Carrington Event: History's greatest solar storm: 24.6. 2022 [online]. [cit. 2023-02-21]. Dostupné z: <https://www.space.com/the-carrington-event>

DOBRIJEVIC, Daisy. Solar wind: What is it and how does it affect Earth? [online]. [cit. 2023-02-21]. Dostupné z: <https://www.space.com/22215-solar-wind.html>

DROEGEMEIER, Kelvin et al., 2019. NATIONAL SPACE WEATHER STRATEGY AND ACTION PLAN. THE WHITE HOUSE, Washington D.C. Dostupné také z: <https://trumpwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2019/03/National-Space-Weather-Strategy-and-Action-Plan-2019.pdf>

DUDÍK, Jaroslav. Rekonexe mezi nohami filamentu jako zdroj proudění podél arkád koronálního magnetického pole. Astronomický informační server [online]. [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: <https://www.astro.cz/clanky/hvezdy/vyzkumy-v-asu-av-cr-231-rekonexe-mezi-nohami-filamentu-jako-zdroj-proudeni-podel-arkad-koronalniho-magnetickeho-pole.html>

DUŠEK, Jiří a Jan PÍŠALA. Jaderné zbraně. Brno: Computer Press, 2006. Stručná historie. ISBN 80-251-0817-1.

Electromagnetic Shielding (EM Shielding): A Guide. Cpcases [online]. [cit. 2023-03-16]. Dostupné z: <https://cpcases.com/news/what-is-electromagnetic-shielding/>

EM shielding (electromagnetic shielding). TechTarget [online]. [cit. 2023-03-16]. Dostupné z: <https://www.techtarget.com/whatis/definition/EM-shielding-electromagnetic-shielding>

EMANUELSON, Jerry. EMP History. Futurescience, LLC. [online]. [cit. 2023-03-15]. Dostupné z: <http://www.futurescience.com/emp/EMP-history.html>

EMANUELSON, Jerry. The 1962 Soviet Nuclear EMP Tests over Kazakhstan. [online]. [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: <https://www.futurescience.com/emp/test184.html>

GEBHARDT, Chris. Carrington Event still provides warning of Sun's potential 161 years later [online]. [cit. 2023-02-21]. Dostupné z: <https://www.nasaspaceflight.com/2020/08/carrington-event-warning/>

Graphic of a CME. In: NASA [online]. [cit. 2023-05-03]. Dostupné z: https://www.nasa.gov/mission_pages/sunearth/science/cme-graphic.html

GUTIERREZ, Brian. Why the U.S. once set off a nuclear bomb in space. National Geographic [online]. [cit. 2023-03-15]. Dostupné z: <https://www.nationalgeographic.com/science/article/why-the-us-once-set-off-a-nuclear-bomb-in-space-called-starfish-prime>

HORTON, R. et al., 2019. High-Altitude Electromagnetic Pulse and the Bulk Power System: Potential Impacts and Mitigation Strategies. ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE, California. Dostupné také z: <https://www.epri.com/research/products/3002014979>

HOUSE OF COMMONS DEFENCE COMMITTEE, 2012. Developing Threats: Electro-Magnetic Pulses (EMP): Tenth Report of Session 2010–12. Dostupné také z: <https://publications.parliament.uk/pa/cm201012/cmselect/cmdfence/1552/1552.pdf>

CHAUHAN, Abhishek a Surya PRAKASH. Unaddressed threat to power grid infrastructure: Electromagnetic pulse [online]. 2016 7th India International Conference on Power Electronics (IICPE): IEEE, 1-5 [cit. 2023-05-01]. ISSN 2160-3170. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.1109/IICPE.2016.8079355>

Jak se chovat během bouřky a jak ochránit obydlí před úderem blesku: RADY OBYVATELSTVU [online]. [cit. 2023-03-10]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/jak-se-chovat-behem-bourky-a-jak-ochranit-obydli-pred-uderem-blesku.aspx>

Jaké znáte druhy blesků? ElektriKa.cz [online]. [cit. 2023-03-10]. Dostupné z: <https://elektriKa.cz/data/clanky/jake-znate-druhy-blesku>

JYOTHI, Sangeetha Abdu. Solar Superstorms: Planning for an Internet Apocalypse [online]. [cit. 2023-03-02]. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.1145/3452296.3472916>

Královéhradecký kraj zažil třídní blackout, tentokrát jen cvičně. Královéhradecký kraj [online]. [cit. 2023-04-24]. Dostupné z: <https://www.kr-kralovehradecky.cz/cz/kraj-volene-organy/tiskove-centrum/aktuality1/kralovehradecky-kraj-zazil-tridenni-blackout--tentokrat-jen-cvicne-82372/>

KUNST, Ondřej, 2023. Vedoucí oddělení krizového řízení [*Ústní sdělení*].

LANE, George, 2017. Effects of and Responses to Electromagnetic Pulses (EMP). NPS CHDS 10th Anniversary Homeland Defense & Security Education Summit. Dostupné také z: https://www.chds.us/ed/resources/uploads/2010/05/2017_HS_Summit_Lane_Electromagnetic_Pulses.pdf

MAHER, Kieran. File:NM6 3.gif: Illustration of the Compton Effect. Generated by Kieran Maher using Aldus SuperPaint. In: Wikimedia commons [online]. [cit. 2023-05-03]. Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:NM6_3.gif

MAREŠ, Miroslav, Jaroslav REKTOŘÍK a Jan ŠELEŠOVSKÝ. Krizový management: případové bezpečnostní studie. Praha: Ekopress, 2013. ISBN 978-80-86929-92-7.

MATOUŠEK, Jiří, Jan ÖSTERREICHER a Petr LINHART. CBRN: jaderné zbraně a radiologické materiály. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-029-6.

MIKA, Otakar J. a Milan ŘÍHA. Ochrana obyvatelstva před následky použití zbraní hromadného ničení. Praha: Námořní akademie České republiky, 2011. ISBN 978-80-87103-31-9.

MISHRA, Abhishek Kumar R. a Samresh Kumar SHASHI. EMP & Its Protection–An Overview. Advanced Research in Electrical and Electronic Engineering [online]. 1-4 [cit. 2023-03-13]. ISSN 2349-5812. Dostupné z: https://www.krishisan-skriti.org/vol_image/03Jul201504074401%20%20%20%20%20Abhishek%20Kumar%20%20%201-4.pdf

ODENWALD, Sten. The Day the Sun Brought Darkness. NASA [online]. [cit. 2023-03-16]. Dostupné z: https://www.nasa.gov/topics/earth/features/sun_darkness.html

Organizační struktura: Povinně zveřejňované informace. In: Nový Bydžov [online]. [cit. 2023-05-03]. Dostupné z: https://www.novybydzov.cz/assets/File.ashx?id_org=10716&id_dokumenty=23459

PEKAJ, Robert, 2023. : [Ústní sdělení].

PHILLIPS, Tonny. The Great Québec Blackout. Spaceweatherarchive [online]. [cit. 2023-03-16]. Dostupné z: <https://spaceweatherarchive.com/2021/03/12/the-great-quebec-blackout/>

PINO, Damianos, Rien CHY a Thayer HAYAJNEH. Electromagnetic Warfare and the Cybersecurity Threat. 2017 IEEE 15th Intl Conf on Dependable, Autonomic and Secure Computing, 15th Intl Conf on Pervasive Intelligence and Computing, 3rd Intl Conf on Big Data Intelligence and Computing and Cyber Science and Technology Congress(DASC/PiCom/DataCom/CyberSciTech) [online]. 669-674 [cit. 2023-05-04]. ISBN 978-1-5386-1956-8. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.1109/DASC-PiCom-DataCom-CyberSci-Tec.2017.117>

POŽADAVKY NA ZAŘÍZENÍ PRO JEDNOTNÝ SYSTÉM VAROVÁNÍ A VYROZUMĚNÍ A POSTUP PŘI SCHVALOVÁNÍ PŘIPOJENÍ NOVÝCH ZAŘÍZENÍ DO JEDNOTNÉHO SYSTÉMU VAROVÁNÍ A VYROZUMĚNÍ, 2022. In: . MINISTERSTVO

VNITRA – GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HZS ČR, ročník 2022, MV- 29891-1/PO-KIS-2022.

PRY, Peter Vincent, 2021. RUSSIA: EMP THREAT: The Russian Federation's Military Doctrine, Plans, and Capabilities for Electromagnetic Pulse (EMP) Attack. EMP Task Force on National and Homeland Security. Dostupné také z: <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/AD1124730.pdf>

RADY PRO OBČANY – BLACKOUT. KRIZPORT: Portál krizového řízení JmK. [online]. [cit. 2023-04-22]. Dostupné z: <https://www.krizport.cz/rady/rady-pro-obcany-blackout>

RASHID, Rida a Syed Amer Ahsan GILANI. Electromagnetic Pulse (EMP): A Study of General Trends, Simulation Analysis of E1 HEMP Coupling and Protection Strategies. *2021 International Conference on Cyber Warfare and Security (ICCWS)* [online]. IEEE, 106 - 111 [cit. 2023-05-04]. ISSN 978-1-6654-1208-7. Dostupné z: [doi:https://doi.org/10.1109/ICCWS53234.2021.9703034](https://doi.org/10.1109/ICCWS53234.2021.9703034)

REGIO, projektový ateliér s.r.o., 2021. ÚZEMNÍ PLÁN NOVÝ BYDŽOV. Nový Bydžov. Dostupné také z: https://www.novybydzov.cz/assets/File.ashx?id_org=10716&id_dokumenty=3070

SABATH, Frank. A Systematic Approach for Electromagnetic Interference Risk Management. *IEEE Electromagnetic Compatibility Magazine* (Volume: 6, Issue: 4, Fourth Quarter 2017) [online]. 99 - 106 [cit. 2023-05-03]. ISSN 2162-2272. Dostupné z: [doi:https://doi.org/10.1109/MEMC.0.8272296](https://doi.org/10.1109/MEMC.0.8272296)

SCHEJBAL, Vladimír, Karel DVOŘÁK a Josef ŠROLL. Elektromagnetická kompatibilita a stínění. *Elektrorevue* [online]. 2011(3) [cit. 2023-04-22]. ISSN 1213–1539. Dostupné z: https://ipnp.cz/kodys/works/uceni/MetodySberuDat/sources/Elektrorevue__2011_22.pdf

SCHNIEDER, Maryanne. Vulnerabilities of the U.S. To an Electromagnetic Pulse Attack: Threat Assessments and Mitigation Recommendations. 2016. ISBN 9781634844772. Dostupné také z: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=e000tww&an=1164783&scope=site>

STASSINOPOULOS, Epaminonda. The STARFISH Exo-atmospheric, High-altitude Nuclear Weapons Test. Stassinopoulos at the Hardened Electronics and Radiation Technology (HEART) 2015 Conference. Dostupné také z: <https://nepp.nasa.gov/files/26652/2015->

561-Stassinopoulos-Final-Paper-Web-HEART2015-STARFISH-supplemental-TN26292.pdf

STONE, Richard. U.S. military tests radiation belt cleanup in space: Radio waves could sweep belts clean of satellite-killing particles after nuclear sneak attack. *Science*. (Vol 367, 6473), 9-10. Dostupné z: doi:DOI: 10.1126/science.367.647

STRATEGICKÝ PLÁN ROZVOJE MĚSTA NOVÝ BYDŽOV: ANALYTICKÁ ČÁST – PROFIL MĚSTA, 2014. Nový Bydžov.

STRICKLAND, Jonathan. Could an extremely powerful solar flare destroy all the electronics on Earth? [online]. [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: <https://science.howstuffworks.com/solar-flare-electronics.htm>

ŚWIĘTOCHOWSKI, Norbert. The History and Use of Electromagnetic Weapons. *Historia i Polityka* [online]. General Tadeusz Kościuszko Military University of Land Forces, Command Institute, Wrocław, 123-136 [cit. 2023-03-07]. Dostupné z: doi: <https://doi.org/10.12775/HiP.2018.036>

The Heliopedia. NASA [online]. [cit. 2023-03-02]. Dostupné z: https://www.nasa.gov/mision_pages/sunearth/the-heliopedia

T-SOFT. Software RISKAN.

U.S. Department of Homeland Security, 2018. STRATEGY FOR PROTECTING AND PREPARING THE HOMELAND AGAINST THREATS OF ELECTROMAGNETIC PULSE AND GEOMAGNETIC DISTURBANCES. U.S. Department of Homeland Security. Dostupné také z: https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/18_1009_EMP_GMD_Strategy-Non-Embargoed.pdf

VALÁŠEK, Pavel, 2023. : *[Ústní sdělení]*.

VALOUCH, Jan. MIKROVLNY VYSOKÉHO VÝKONU JAKO HROZBA PRO OBJEKTY KRITICKÉ INFRASTRUKTURY. Conference: Bezpečnostní technologie, systémy a management 2015 At: Zlín [online]. [cit. 2023-03-07]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/305495762_MIKROVLNY_VYSOKEHO_VYKONU_JAKO_HROZBA_PRO_OBJEKTY_KRITICKE_INFRASTRUKTURY

VALOUCH, Jan. Zbraně se směřovanou energií jako prostředek rozvoje schopností ozbrojených sil. *Vojenské rozhledy*. 2016, 25 (3), 61-81. ISSN 1210-3292 (print), 2336-2995 [online]. [cit. 2023-03-07]. Dostupné z: <https://www.vojenskerozhledy.cz/kategorie-clanku/technika-a-vyzbroj/zbrane-se-smerovou-energi>

Varování obyvatelstva v České republice. : Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR [online]. [cit. 2023-04-18]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/varovani-obyvatelstva-v-ceske-republice.aspx>

VIČAR, Dušan et al. Nuclear, radiological and chemical weapons, radiation and chemical accidents [online]. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, Fakulta logistiky a krizového řízení, 2021. ISBN 978-80-7678-053-8. Dostupné z: <https://doi.org/10.7441/978-80-7678-053-8>.

VISINGR, Lukáš. Elektromagnetické pulsní bomby. Dostupné také z: https://is.muni.cz/www/lvisingr/1450261/1450264/emp_bomby.pdf

VLADIMIR GUREVICH. Protecting Electrical Equipment: Good Practices for Preventing High Altitude Electromagnetic Pulse Impacts. 2019. ISBN 9783110635966. Dostupné také z: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=e000tww&an=2145161&scope=site>

VNITŘNÍ SMĚRNICE 24, 2019. 2. Nový Bydžov.

Vulnerability of Smart Grid-based Protection Systems to Ultra-Wide Band IEMI Sources [online]. *IEEE*, 805 - 810 [cit. 2023-05-02]. ISSN 2325-0364. Dostupné z: [doi:https://doi.org/10.1109/EMCEurope51680.2022.9901132](https://doi.org/10.1109/EMCEurope51680.2022.9901132)

Vulnerability of Smart Grid-based Protection Systems to Ultra-Wide Band IEMI Sources. 2022 International Symposium on Electromagnetic Compatibility – EMC Europe [online]. *IEEE*, 805 - 810 [cit. 2023-05-02]. ISSN 2325-0364. Dostupné z: [doi:https://doi.org/10.1109/EMCEurope51680.2022.9901132](https://doi.org/10.1109/EMCEurope51680.2022.9901132)

VÝBOŠŤOKOVÁ, Tatiana a Michal ŠVANDA. Vliv sluneční aktivity na poruchy v české rozvodné síti: předběžné hodnocení. *Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*. 202-212. Dostupné také z: <https://dml.cz/handle/10338.dmlcz/146925>

What was the Carrington Event? [online]. [cit. 2023-02-21]. Dostupné z: <https://sci-jinks.gov/what-was-the-carrington-event/>

Written testimony of National Protection and Programs Directorate Infrastructure Analysis and Strategy Division Director Brandon Wales for a House Committee on Homeland Security, Subcommittee on Cybersecurity, Infrastructure Protection, and Security Technologies hearing titled “The Electromagnetic Pulse (EMP) Threat: Examining the Consequences.”. Homeland Security [online]. [cit. 2023-03-09]. Dostupné z: <https://www.dhs.gov/news/2012/09/12/written-testimony-nppd-house-homeland-security-subcommittee-cybersecurity>

Технологии ядерных испытаний СССР. Воздействие на окружающую среду. Меры по обеспечению безопасности. Ядерные полигоны и площадки.: ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ В АТМОСФЕРЕ. ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ. МЕРЫ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ [online]. [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: https://web.archive.org/web/20140406175913/http://www.iss-atom.ru/sss2/1_9.htm

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CME	Coronal Mass Ejection (výron koronální hmoty)
DEW	Direct Energy Weapons (zbraně se směrovanou energií)
DEWM	Direct Energy Weapons – Microwave
DEWRF	Direct Energy Weapons – Radio Frequency
EM	Elektromagnetický
EMP	Elektromagnetický impuls
EPS	Elektrická požární signalizace
HEMP	High Altitude Electromagnetic Pulse
IEMI	Intentional Electromagnetic Interference
JPO	Jednotka požární ochrany
JSVV	Jednotný systém varování a vyzoomění
ORP	Obec s rozšířenou působností
SREMP	Source Region Electromagnetic Pulse
VSVČ	Vodárenská soustava Východní Čechy

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Comptonův rozptyl (Zdroj: commons.wikimedia.org)	12
Obrázek 2 Výron koronální hmoty (Zdroj: nasa.gov)	16
Obrázek 3 Sluneční vítr (Zdroj: site.uit.no)	17
Obrázek 4 Proces managementu rizik (Zdroj: ČSN ISO 31000:2018)	23
Obrázek 5 Organizační struktura města Nový Bydžov (Zdroj: novybydzov.cz)	27
Obrázek 6 Výsledek SWOT (Zdroj: vlastní zpracování).....	32
Obrázek 7 Propojenost infrastruktury (zpracování vlastní, dle: Chauhan a Prakash, 2016)	35
Obrázek 8 Energetická infrastruktura ORP Nový Bydžov (Zdroj: ÚAP ORP NOVÝ BYDŽOV, 2020)	39
Obrázek 9 Mapa telekomunikace (Zdroj: ÚAP ORP NOVÝ BYDŽOV, 2020).....	41
Obrázek 10 Výsledek analýzy rizikovým kalkulátorem (vlastní zpracování, zdroj: Riskan)	52

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Seznam testů SSSR (Zdroj: iss-atom.ru)	20
Tabulka 2 SWOT analýza (Zdroj: vlastní zpracování)	30
Tabulka 3 Vyhodnocení SWOT analýzy (Zdroj: vlastní zpracování)	31
Tabulka 4 Rizikové objekty (Zdroj: <i>Odůvodnění územního plánu města Nového Bydžova, REGIO, projektový ateliér s.r.o.</i>)	34
Tabulka 5 Úrovně dopadu EMP na nemocnici (Zdroj: vlastní zpracování)	37
Tabulka 6 Úrovně dopadu EMP na energetiku (Zdroj: vlastní zpracování)	40
Tabulka 7 Úrovně dopadu EMP na JSVV (Zdroj: vlastní zpracování)	42
Tabulka 8 Úrovně dopadu EMP na potravinářství (Zdroj: vlastní zpracování)	44
Tabulka 9 Úrovně dopadu EMP na zemědělství (Zdroj: vlastní zpracování)	45
Tabulka 10 Úrovně dopadu EMP na zásobování pitnou vodou (Zdroj: vlastní zpracování)	46
Tabulka 11 Úrovně dopadu EMP na dopravní infrastrukturu (Zdroj: vlastní zpracování) ..	47
Tabulka 12 Intenzita dopravy ve městě Nový Bydžov (Zdroj: <i>Odůvodnění územního plánu města Nového Bydžova, REGIO, projektový ateliér s.r.o., 2021</i>)	47
Tabulka 13 What-if analýza (Zdroj: vlastní zpracování)	50