



Centrum pro otázky
životního prostředí
Univerzita Karlova v Praze

Studie vlivu prolomení těžebních limitů na životní prostředí a lidské zdraví: aplikace analýzy drah dopadů na kvantifikaci externích nákladů

Centrum pro otázky životního prostředí Univerzity Karlovy v Praze

Jan Melichar, Milan Ščasný, Vojtěch Máca, Lukáš Rečka

Výroční seminář ČMeS

„Atmosférická chemie a její interakce s procesy v atmosféře“

hotel Mostař, Žermanická přehrada u Ostravy | 22. září 2015

Struktura prezentace

1. Vymezení předmětu hodnocení
2. Územní ekologické limity
3. Použitá metodologie pro výpočet externích nákladů
4. Prezentace odhadnutých externích nákladů
5. Shrnutí a diskuse výsledků



Předmět studie

Kvantifikovat **externí náklady** (environmentální a zdravotní dopady) spojené s dopady těžby a užití HU na **životní prostředí**

Základní scénář

- dopady těžby ve variantě 1 – 4 → pouze HU vytěžené ve velkolomech Bílina a ČSA (2015-2050)
- vytěžené HU bude užitě v energetických zdrojích dle studie MPO (2015) „*Analýza potřeby dodávek HU pro teplárenství*“
- navazuje na rozptylovou a akustickou studii společnosti ATEM – Ateliér ekologických modelů, s.r.o.
- dopady na území ČR (domácí hledisko)
- dopady z emisí znečišťujících látek vypouštěných do ovzduší (těžba, užití uhlí) a hluku (těžba)

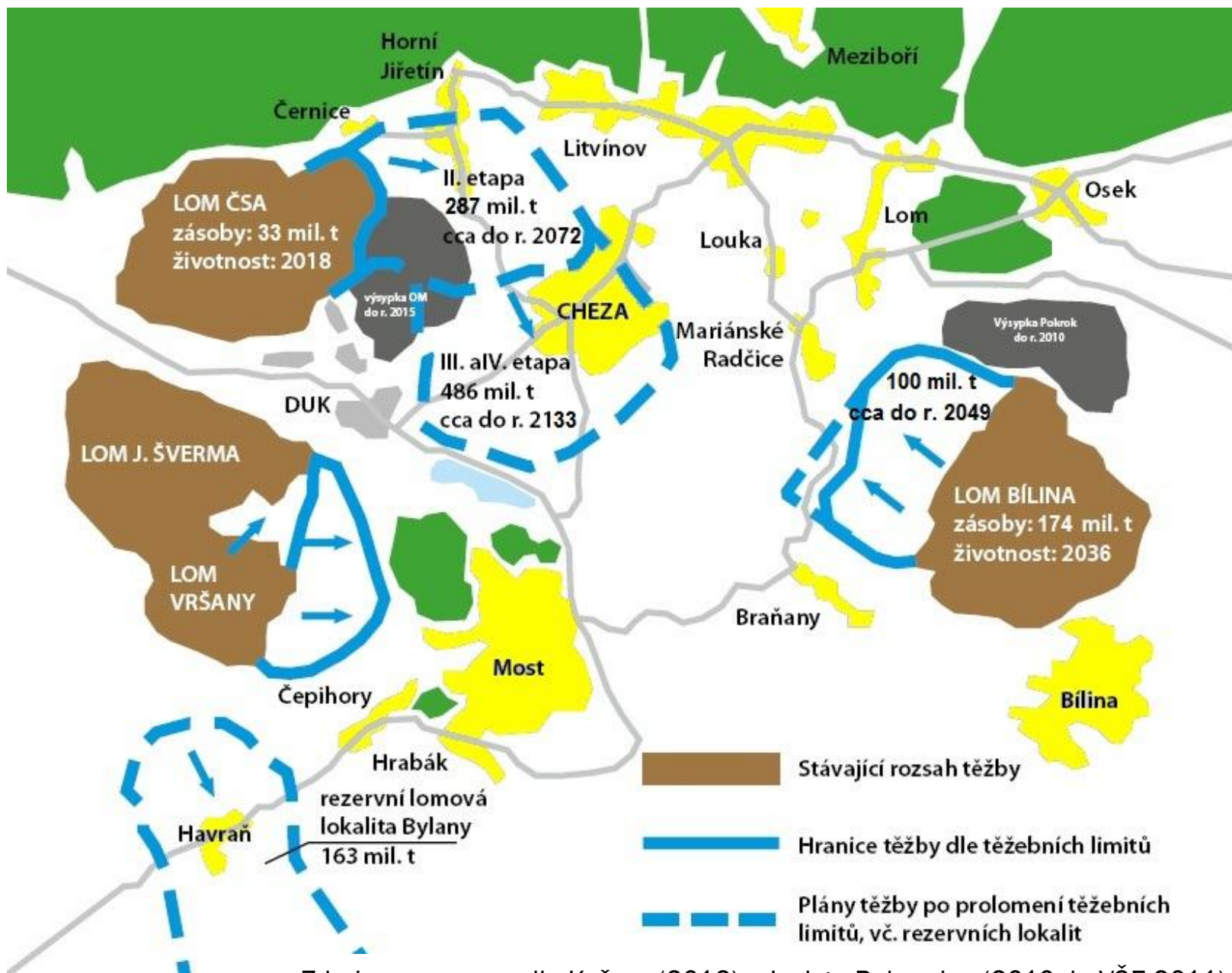
Doplňkové scénáře

- dopady mimo ČR (ČR vs. EU vs. svět)
- dopady ze změny klimatu způsobené emisemi skleníkových plynů
- optimalizace energetického systému

Územní ekologické limity (ÚEL)

- ÚEL „stanovují závazné linie omezení těžby a výsypek, za jejichž hranicemi nesmějí být těžbou a energetikou přímo narušovány a likvidovány mimo jiné přírodní prvky a sídelní struktura...“ (Ludvík 2010)
- ÚEL v oblasti Severočeské hnědouhelné pánve se týkají především:
 - usn. vlády ČR č. 444 z 30. října 1991 ke zprávě o ÚEL těžby hnědého uhlí a energetiky v SHP, které bylo potvrzeno:
 - usn. vlády ČR č. 1176 z 10. září 2008 k ÚEL těžby hnědého uhlí v SHP
- Prolomení ÚEL se týká především těžebních lokalit:
 - **velkolomu Československé armády (ČSA)** – od roku 2013 provozován energetickou společností Severní energetická a.s. (dříve energetickou skupinou Czech Coal, společnost Litvínovská uhelná a.s.)
 - **velkolomu Bílina** – provozován těžební společností Severočeské doly, a. s., jejímž vlastníkem je ČEZ, a.s.
- Vně ÚEL se v těchto lokalitách nalézají cca **873 mil. tun HU** (i III. a IV. etapa na ČSA)

Mapa územních ekologických limitů těžby na Mostecku



Zdroj: upraveno podle Kořeny (2012) a Invicta Bohemica (2010, in VŠE 2011)

Hodnocené varianty postupu těžby

1. zachování územních ekologických limitů (varianta 1),
2. prolomení územních ekologických limitů na velkolomu Bílina (varianta 2),
3. prolomení územních ekologických limitů na velkolomu Bílina a částečné prolomení limitů na velkolomu ČSA (v rámci II. etapy – tzv. malá Armáda), které by znamenalo částečné přesídlování v Horním Jiřetíně. (varianta 3),
4. prolomení územních ekologických limitů na velkolomu Bílina a ČSA (tzv. velká Armáda) znamenající přesídlování obcí Černice a Horní Jiřetín (varianta 4).

Varianta	Lom	Limity	Využitelné zásoby (mil tun hnědého uhlí)	Těžba (rok)
1	Bílina	Zachování současných limitů	136,0	až 2038
	ČSA	Zachování současných limitů	27,7	až 2024
2	Bílina	Prolomení současných limitů	100 až 200	2020 až 2055
	ČSA	Zachování současných limitů	27,7	až 2024
3	Bílina	Prolomení současných limitů	100 až 200	2020 až 2055
	ČSA	Prolomení současných limitů (malá Armáda)	47,0	2025 až 2035
4	Bílina	Prolomení současných limitů	100 až 200	2020 až 2055
	ČSA	Prolomení současných limitů (velká Armáda)	240,0	2036 až 2072

Metodologie

Funkce škod

- Analýza drah dopadů (ExternE): zdroj → **emise** → rozptyl → **změna koncentrací** → dopady na receptory → **fyzické dopady** → **peněžní ocenění** dopadů
- funkce koncentrace-odpověď (expozice-odpověď)

Neoklasická ekonomie → ekonomie blahobytu

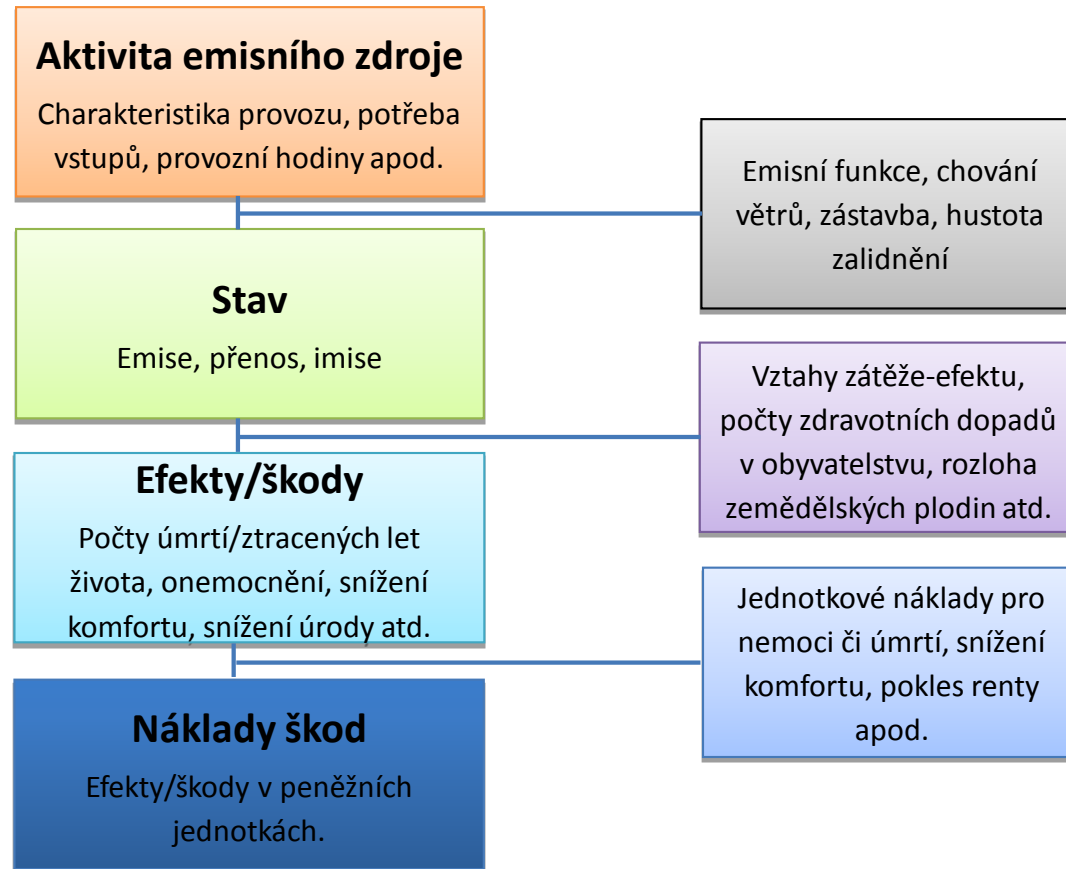
- Dopady na užitek jednotlivců nebo zisk firem
- Transfer hodnot přínosů („*benefit transfer*“)
- Společenské náklady uhlíku („*social cost of carbon*“)

Optimalizace energetického systému

- Model dílčí rovnováhy TIMES (*The Integrated MARKAL-EFOM System*), který hledá optimální mix minimalizující náklady

Všechny hodnoty v cenách roku 2014

Schéma přístupu funkce škody u environmentálních externalit



- Metodický rámec ExternE (*Externalities of Energy*) ⇒ rozvíjena a používána v rámci výzkumných projektů Evropské komise k hodnocení externích nákladů pocházejících zejména z výroby elektřiny a tepla (více na www.externe.info)
- Přístup dráhy působení sleduje cesty znečišťující látky (resp. hluku) od zdroje, který danou emisi vypouští, až po receptor (obyvatelstvo, úroda, lesy, budovy atd.), na které působí škodlivý dopad.

Environmentální a zdravotní dopady

Zahrnuté ve studii

těžba

- emise prašného aerosolu
- hluková zátěž

užití (spálení)

- primární emise NO_x, PM_{2.5}, PM₁₀
- sekundární polutanty (O₃)
- těžké kovy
- CO₂

Nezahrnuté ve studii

těžba

- změna užití území
- kvalita života

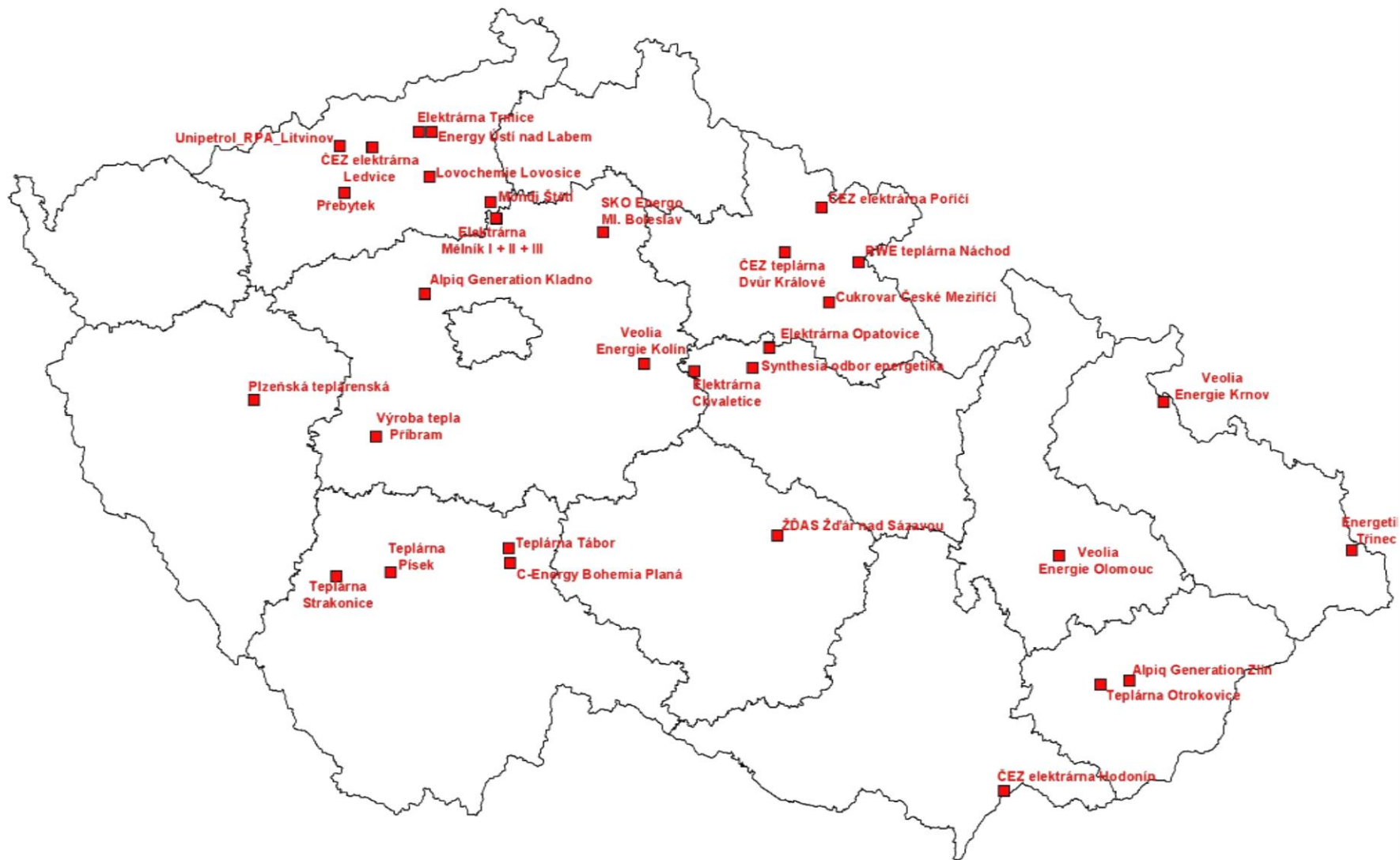
užití (spálení)

- BaP
- fertilita a rozvoj dítěte
- dopady na materiály (SO₂)

technologie

- spalování HU v domácích topeništích

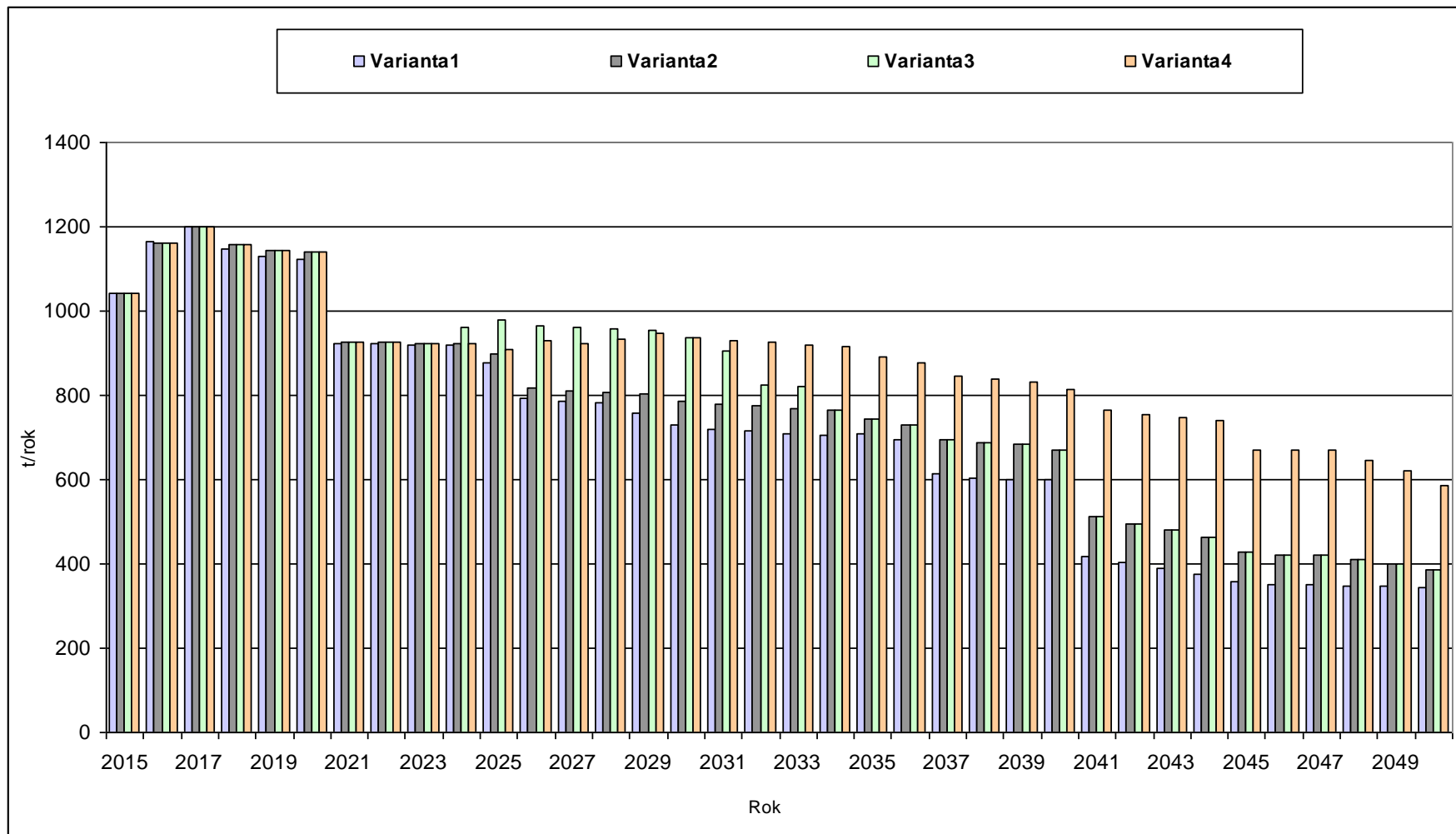
Umístění posuzovaných provozoven



Stanovení emisí znečišťujících látek pro spalovací zařízení

- **Emise 2015** -> měrné výrobní emise spalovacího zařízení za rok 2014 (REZZO) X spotřeba HU
- **Emise 2016-2020** -> nižší hodnota z měrných výrobních emisí X spotřeba HU, emisí z PNP a emisí vypočtenou ze spotřeby HU, objemu spalin a emisních limitů dle BAT
- Pokud látka vyjmutá z PNP, emise počítána z emisních limitů (vyhláška 415/2012 Sb), spotřeby paliva s vypočteným objemem spalin
- **Emise 2021 – 2050** (TZL, SO₂, NO_x) vychází z emisních limitů odpovídající dokumentům maximálních hodnotám návrhu BREF v návaznosti na celkový jmenovitý tepelný příkon a typ topeniště (fluidní nebo roštové)
- **Emise VOC a těžkých kovů** (As, Cd, Ni, Pb, Cr, Hg) vypočteny ze spotřeb HU a emisních faktorů používaných v REZZO
- **ELE IV** -> emisní limity dle vydaného integrovaného povolení
- **Přebytek HU** (2041 do r. 2050) -> areál elektrárny Počerady, emisní limity odpovídající platnému BREF pro předpokládané koncentrace TZL-SO₂-NO_x ve výši 10-100-150 mg/m³.

Celkové emisní bilance provozoven, pro které bylo zpracováno emisní hodnocení v letech 2015 – 2050 ve variantách 1 – 4 pro PM₁₀



Období 2015-2050:

Varianta 1

25,537 kt

Varianta 2

27,148 kt

Varianta 3

28,243 kt

Varianta 4

31,745 kt

Zdroj: ATEM (2015)



Emisní charakteristiky těžby

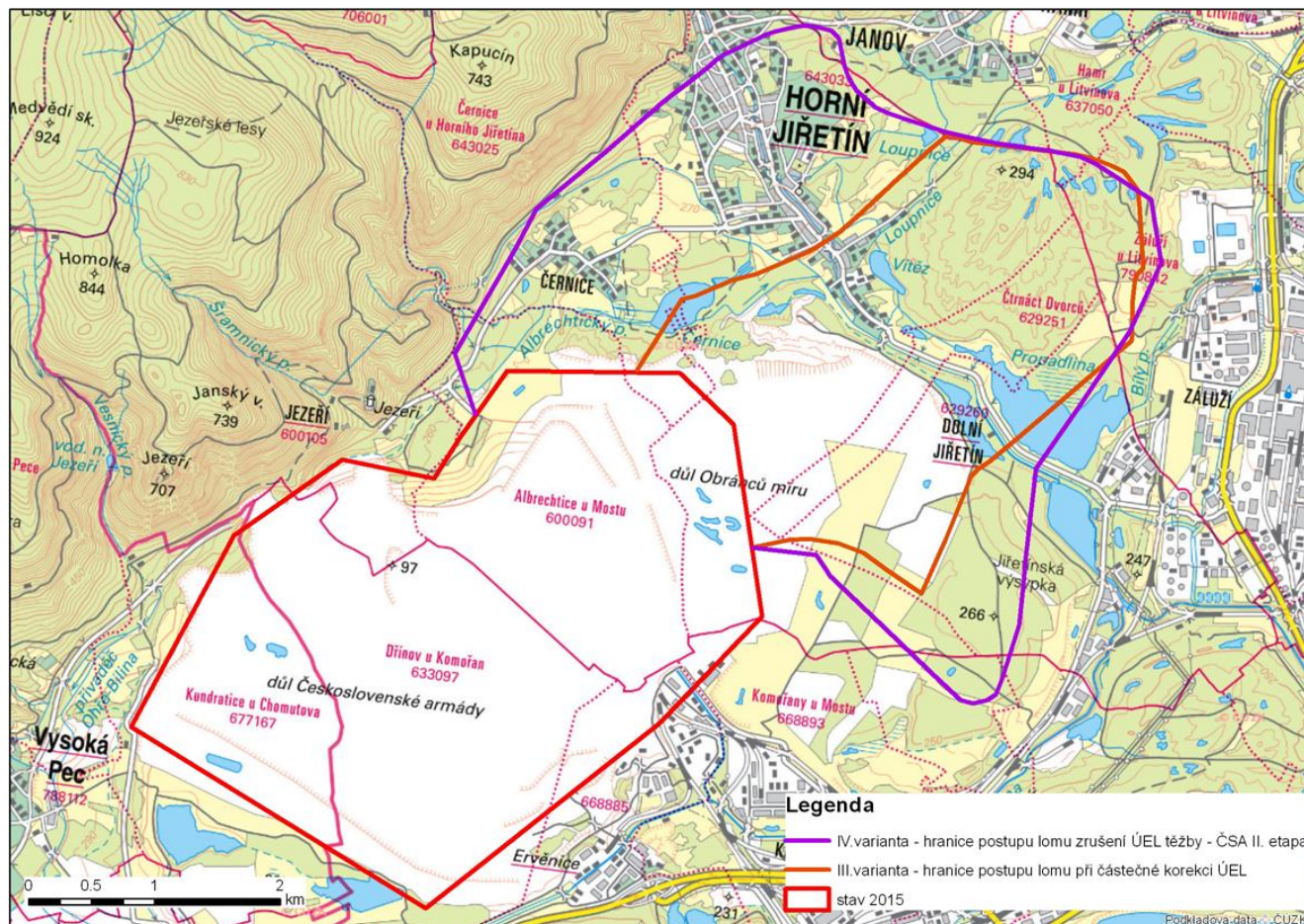
- Emisní charakteristiky TZL, PM10 a PM2.5 z dostupných EIA studií, VUHU, U.S. EPA
- Zahrnuty emise z dobývacích a zakládacích strojů, transportu pásovými dopravníky, zhutňovacích strojů, nakládky při expedici, automobilové dopravy v lomu a resuspenze prachu větrem
- Emise redukovány na základě realizovaných nebo v krátké době plánovaných protiprašných opatření
- Pouze emise prachu, které se z lomu uvolní do vnějšího prostředí

Těžba na lomě ČSA

Předpokládaný objem těžby na lomu ČSA

Rok	Projektovaná těžba skrývky [mil. m ³]	Plán hrubé těžby uhlí [mil. t]
2015	34,5	3,4
2030 (varianta III)	34,5	6
2050 (varianta IV)	17,0	6

Posuzované časové horizonty těžebních prací



Zdroj: ATEM (2015)

Modelování imisíh příspěvků

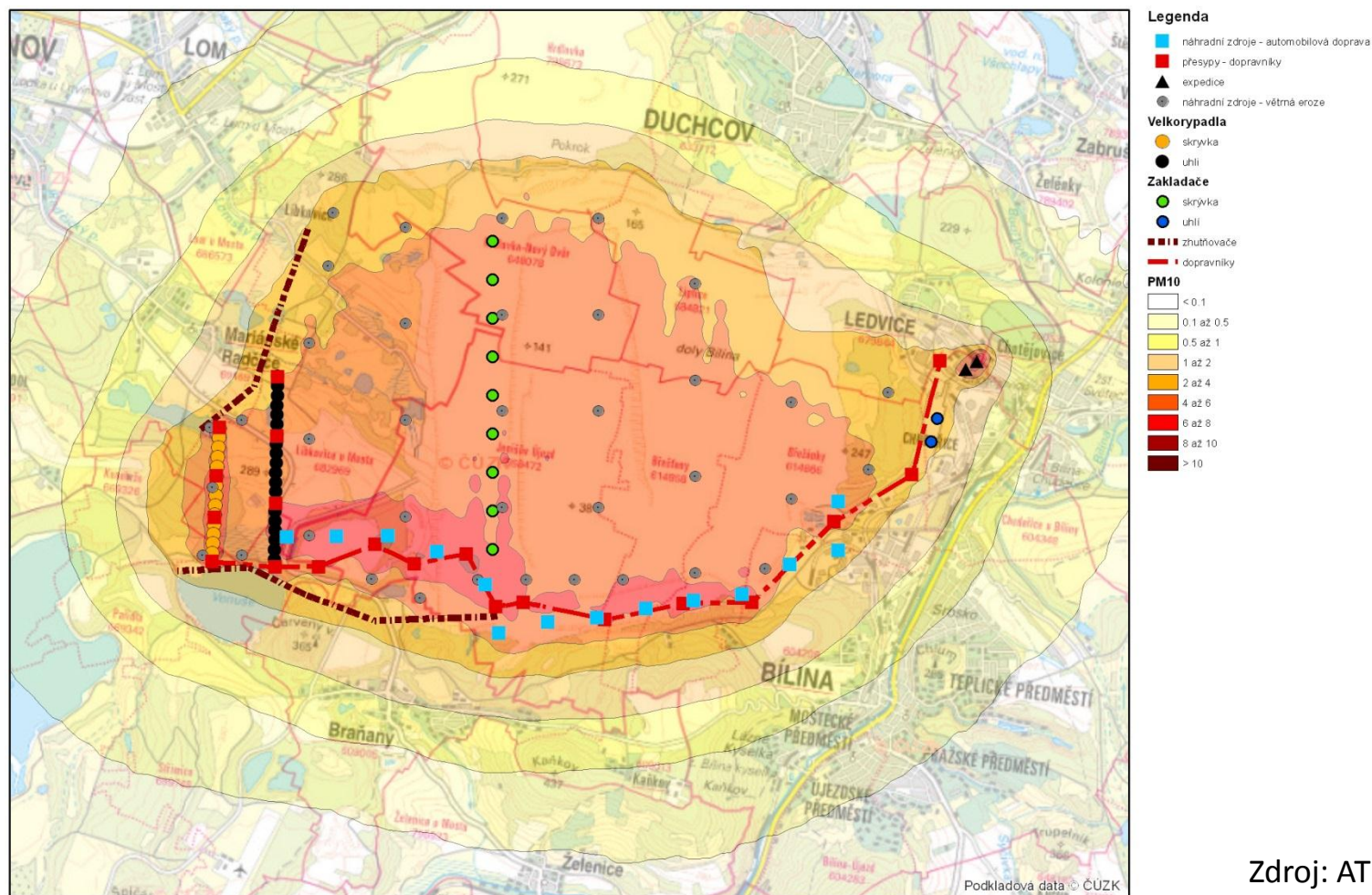
Energetické provozy

- Průměrné roční koncentrace PM_{10} a $PM_{2,5}$ a oxid dusičitý (NO_2) -> model ATEM (gaussovský disperzní model rozptylu znečištění)
- Vznik a depozice sekundárních polutantů (troposférického ozónu a sekundárních anorganických aerosolů sulfátů a nitrátů) -> modelový systém EcoSense (součástí je Windrose Trajectory Model a EMEP/MSC-West s výstupem matice zdrojů-receptorů)

Těžba

- Průměrné roční koncentrace suspendovaných částic frakce PM_{10} a $PM_{2,5}$ -> model ATEM
- Modelování hlukové zátěže
 - Programu Hluk+
 - Výsledkem akustického posouzení je vymezená obytná zástavba zasažena hladinou akustického tlaku vyšší než 35 dB. Přepokládá se splnění hygienického limitu 40 dB u nejbližší zástavby.
 - Ve vyhodnocení je zohledněno také plánované pásmo hygienické ochrany, které bude v šířce 450 až 500 m navazovat na hranici vymezeného prostoru dané varianty.

Imisní příspěvky z provozu lomu Bílina pro průměrné roční koncentrace suspendovaných prachových částic frakce PM₁₀ pro rok 2048 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]

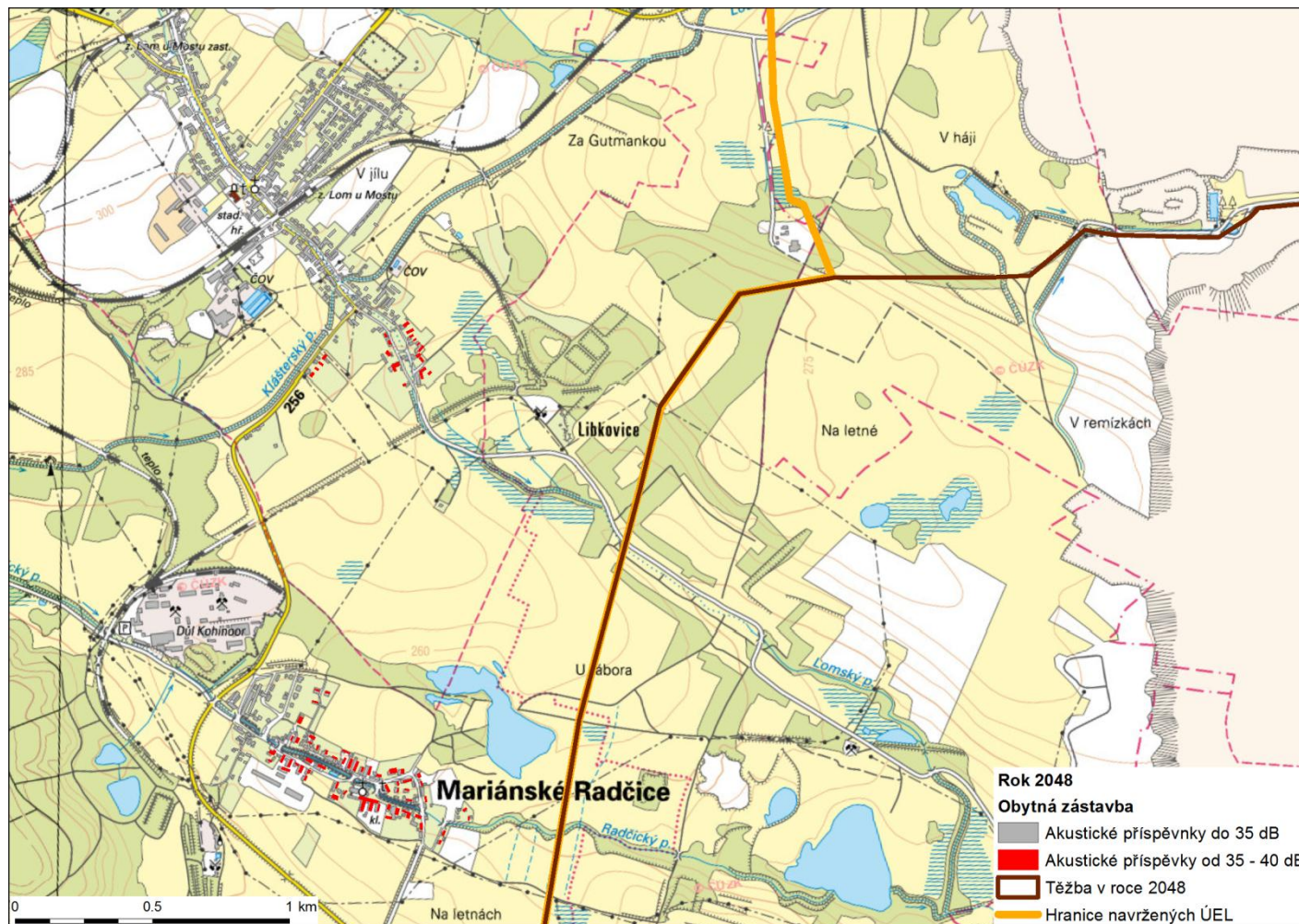


Zdroj: ATEM (2015)

- Nejvíce bude zasažena obytná zástavba obcí a měst v bezprostřední blízkosti lomu -> Duchcov, Ledvice, Světec, Bílina, Braňany a Mariánské Radčice

Vyhodnocení akustických příspěvků – lom Bílina

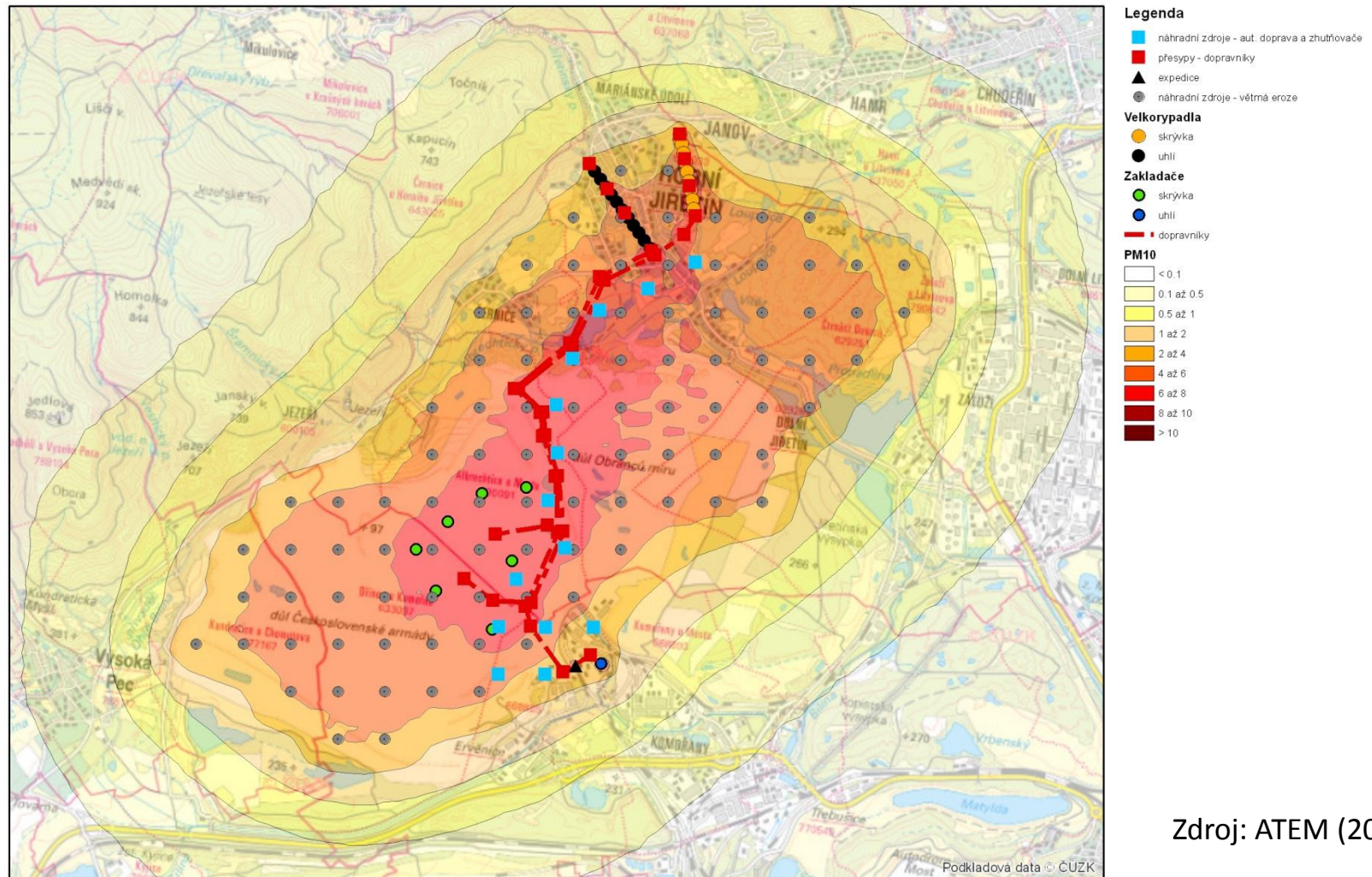
Mariánské Radčice, $L_{Aeq,T} > 35$ dB (rok 2048)



Zdroj: ATEM (2015)

- Celkově bude hlukem nad 35 dB zasaženo v roce 2015 celkem 1 823 obyvatel, v roce 2035 poté 1 185 obyvatel a v roce 2048 konečně 686 obyvatel.

Imisní příspěvky z provozu lomu ČSA pro průměrné roční koncentrace suspendovaných prachových částic frakce PM₁₀ pro rok 2050 [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]

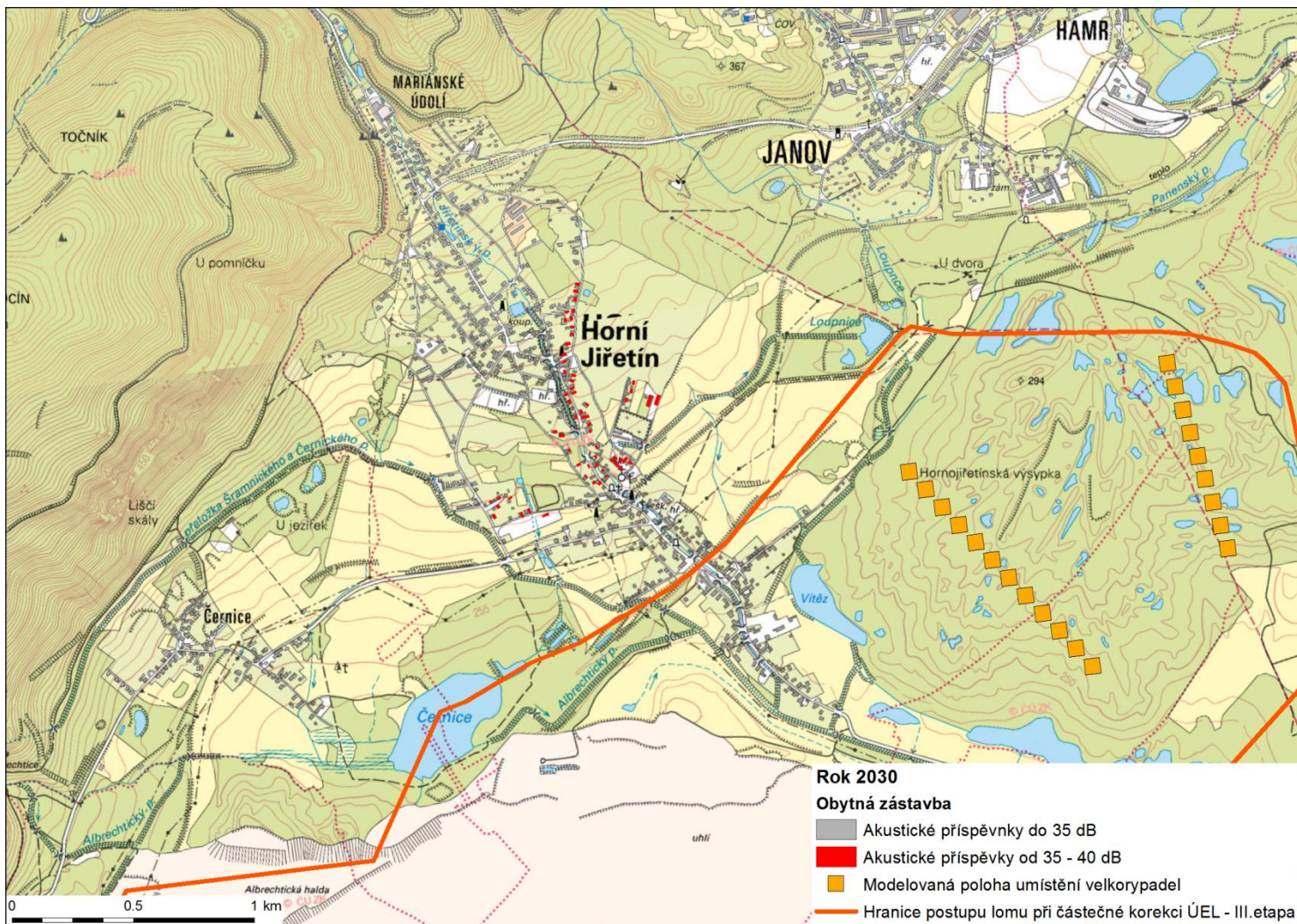


Zdroj: ATEM (2015)

- Nejvíce bude zasažena obytná zástavba obcí a měst v bezprostřední blízkosti lomu -> Vysoká Pec, Horní Jiřetín a Litvínov

Vyhodnocení akustických příspěvků – lom ČSA

Území Horního Jiřetína a okolí, LAeq,T > 35 dB (rok 2030)



Zdroj: ATEM (2015)

- Celkový počet obyvatel zasažených hlukem nad 35 dB bude v roce 2015 celkem 953, v roce 2030 poté 279 a v roce 2050 konečně 524.

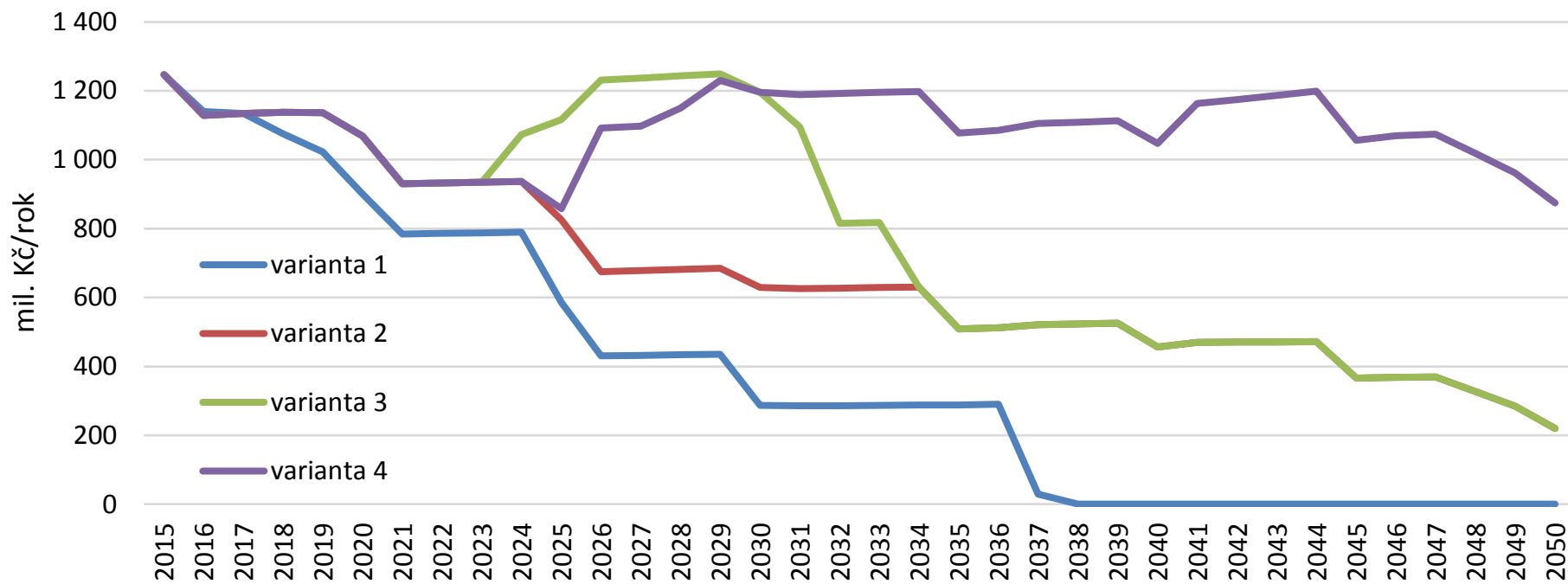
Odvození fyzických dopadů na zdraví

- Použity vztahy expozice-odezva ze studie WHO HRAPIE (2013), která je nejnovější evropskou syntézou stavu poznání v hodnocení vlivu znečištěného ovzduší na lidské zdraví
- Vývoj populace je zohledněn co do změny struktury populace, změna celkové velikosti populace není uvažována.
- Zdravotní dopady jsou odvozeny pouze pro obyvatelstvo ČR, dopady na celou Evropu jsou uvedeny pouze v doplňkovém scénáři
- Kvantifikace rovněž nezahrnuje dopady na zdraví u pracovníků podílejících se na těžbě a využití HU k výrobě elektřiny a tepla, u nichž se předpokládá, že případné poškození zdraví je zcela pokryto (internalizováno) příplatky za práci v rizikovém prostředí podle platné legislativy.

Peněžní ocenění dopadů

- Dopady na výnosy **zemědělské produkce** (tržní ceny), dopady na **materiály a budovy** (náklady údržby a oprav), dopady na **biodiverzitu** (náklady na obnovu poškozeného území), **zdravotní dopady** -> měřítkem změny blahobytu v důsledku zhoršení zdraví je ekvivalentní (hicksovský) přebytek měřený ochotou platit (WTP) za vyhnutí se tomuto zhoršení.
- Přednostně jsou používány hodnoty ochoty platit za vyhnutí se hodnoceným dopadům, které byly získány v šetřeních na české populaci.
- Hodnoty ochoty platit vyjádřeny v cenové úrovni roku 2014.
- Ochota platit je podmíněna **příjmem**, a proto je předpokládáno, že se bude ochota platit v čase zvyšovat s příjmovou elasticitou ochoty platit 1,0.
- Konzistentně se studií PwC (2015) je uvažován konstantní roční nárůst mezd o 0,93 %
- Ekonomické přínosy z **emisí GHG** -> odhad peněžního efektu snížení dopadů klimatické změny, který je možné přisoudit určitému snížení emisí CO₂.
- Mezní náklady škod z emisí CO₂ -> čistá současná hodnota dodatečné škody vzniklé v důsledku malého zvýšení emisí CO₂ a představují společenské náklady uhlíku.

Externí náklady: základní scénář



Období 2015-2050:

Varianta 1

14 mld. Kč

Varianta 2

24 mld. Kč

Varianta 3

28 mld. Kč

Varianta 4

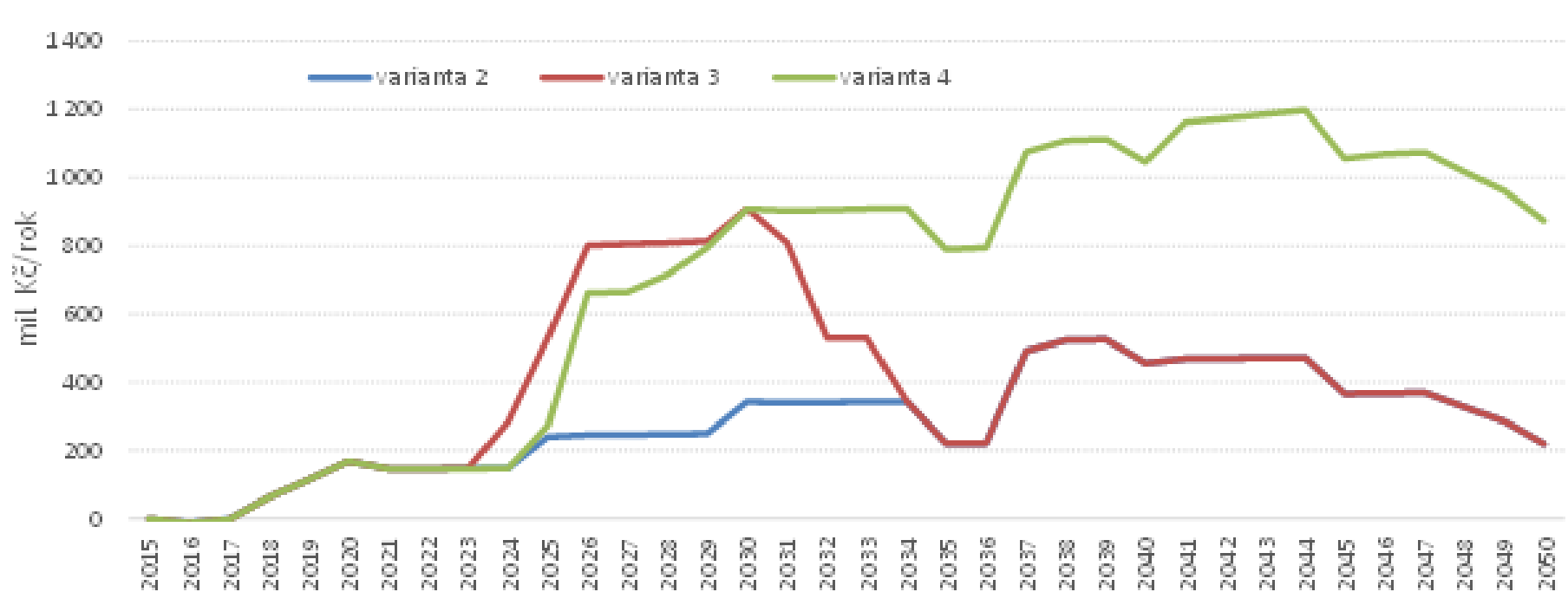
39 mld. Kč

Celkové externí náklady za celé období 2015-2050 (v mil. Kč)

		varianta 1	varianta 2	varianta 3	varianta 4
těžba	hluk	7	9	9	10
	prašný aerosol	48	118	125	139
užití uhlí	NO _x	8 336	14 340	16 764	23 434
	O ₃	4 638	8 005	9 369	13 101
	PM ₁₀	51	87	102	136
	PM _{2.5}	1 161	1 988	2 325	3 112
	těžké kovy	2	4	5	7
CELKEM		14 243	24 552	28 699	39 939

Rozdílové hodnocení variant

Dodatečné externí náklady variant 2-4 (oproti variantě 1)



Období 2015-2050:

Varianta 1

Varianta 2

10,1 mld. Kč

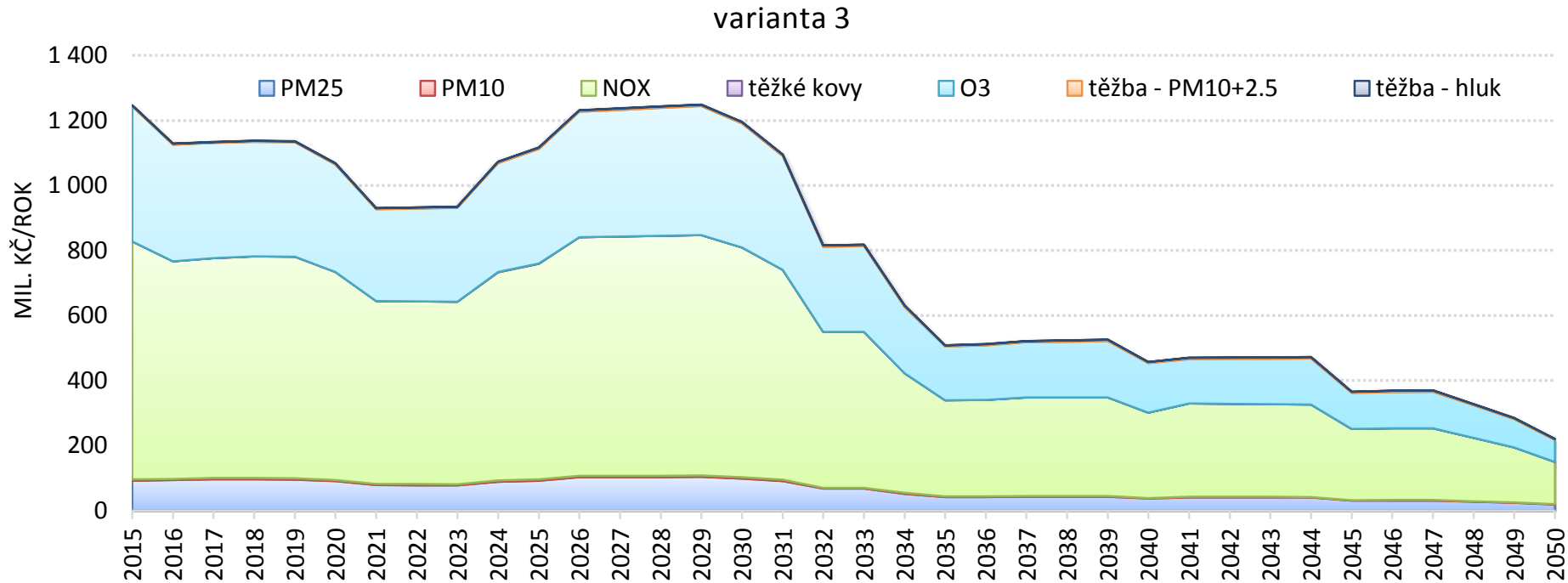
Varianta 3

14,2 mld. Kč

Varianta 4

25,3 mld. Kč

Externí náklady: základní scénář



- primární emise NO_x tvoří téměř 60 %,
- ozón se podílí 30 %
- primární emise tuhých část přispívají dalšími 8 %.
- externality z emisí těžby představují pouze cca 0,4 %
- dopady z hlukové zátěže působené těžbou jsou velmi nízké z důvodu plnění zákonných limitů a malého počtu dotčených obyvatel
- dopady těžkých kovů jsou rovněž takřka zanedbatelné (0.02 % celkové hodnoty)

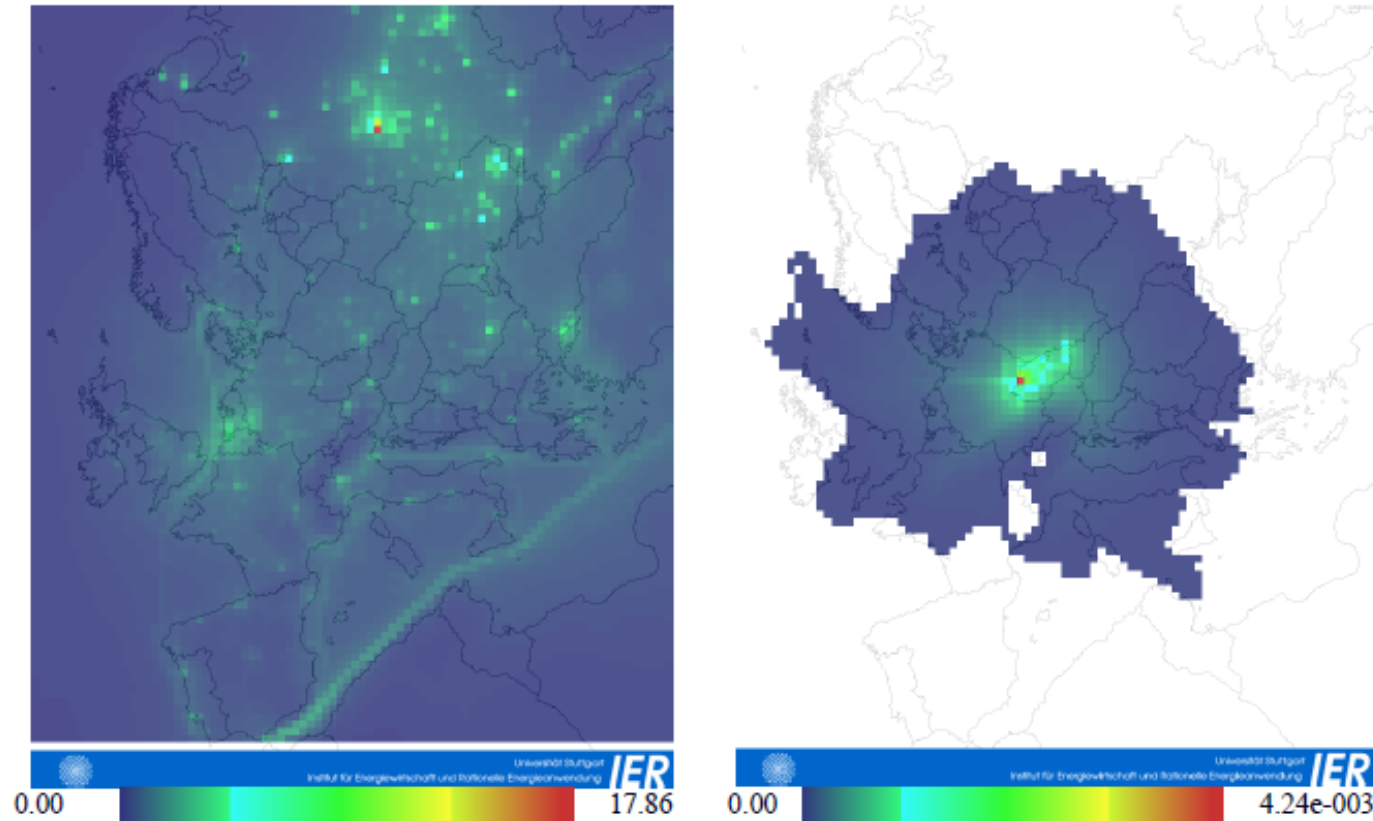
Externí náklady: základní scénář

Fyzické dopady v důsledku expozice ozónu za jednotlivé varianty za celé období 2015-2050 (počet let/ počet hospitalizací/ počet dní)

	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4
roky ztraceného života	18 321	31 009	36 259	50 075
chronická bronchitida	68	117	137	183
příznaky astmatu u astmatických dětí	1 889	3 132	3 663	4 800
bronchitida u dětí	361	595	695	921
hospitalizace s kardiovaskulárními onemocněními	453	802	940	1 339
hospitalizace s respiračními onemocněními	47	87	101	143
dny s omezenou aktivitou	82 130	140 315	164 101	219 362
dny s mírně omezenou aktivitou	233 284	380 133	444 761	600 700
dny pracovní neschopnosti	35 561	59 249	69 292	91 250

Zahrnutí dopadů v ekonomickém hodnocení: Česká republika – EU – svět ?

Box 2. Pozadíové koncentrace (vlevo) a modelový rozptyl (vpravo) tuhých částic $PM_{2.5}$ pro emisní scénář v modelovém prostředí EcoSenseWeb V1.3 (v $\mu g/m^3$)



Zdroj: výstup z modelu EcoSenseWeb V1.3 (IER, 2012)

Poznámka: Jedná se o mapové výstupy pro látku $PM_{2.5}$ pro Scénář 1 – zdroje nad 300 MW jmenovitého příkonu spalující práškové hnědé uhlí v granulačním topeništi z velkolomu ČSA II. etapa.

Zhrnutí dopadů v ekonomickém hodnocení: Česká republika – EU – svět ?

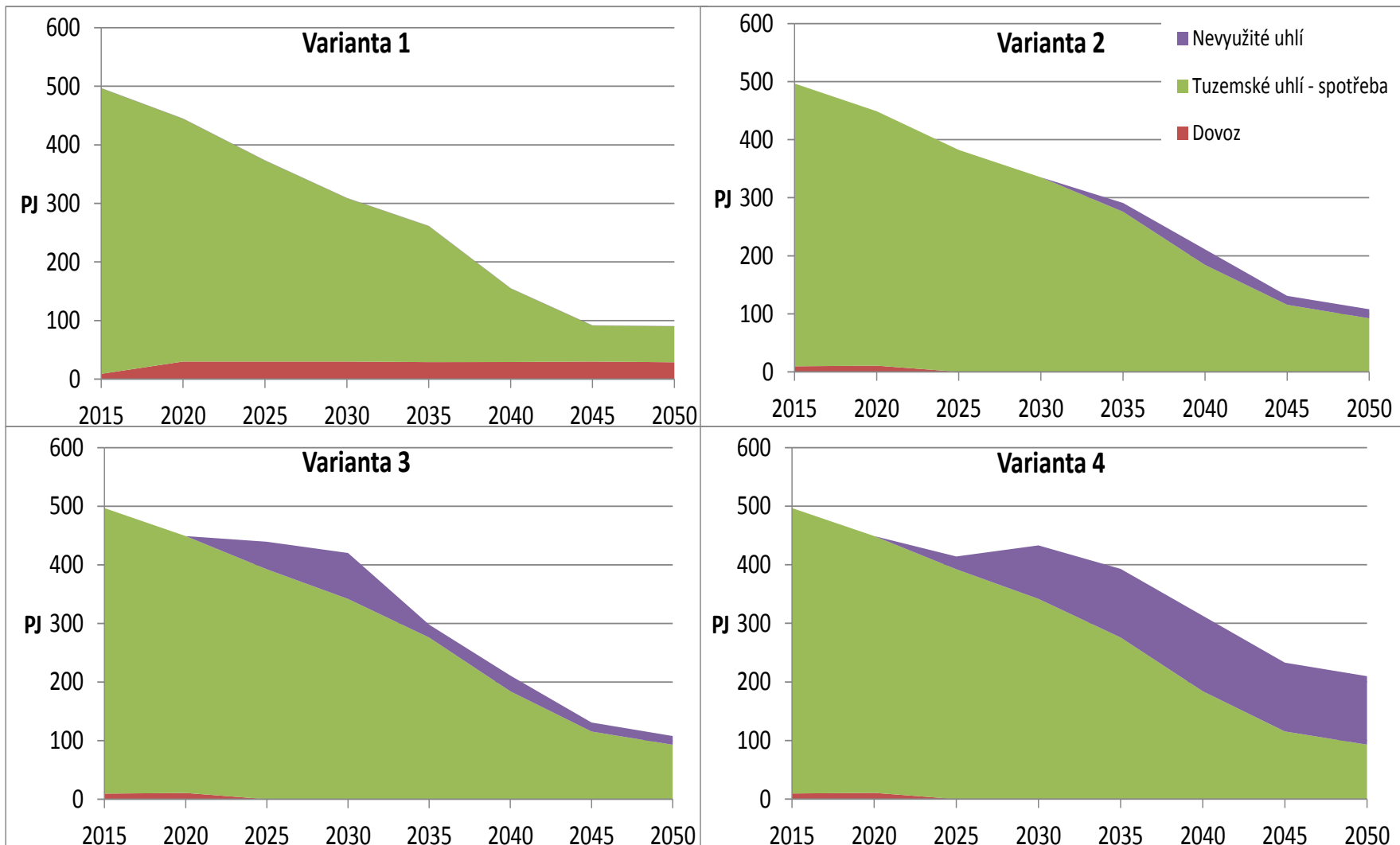
v mld. Kč	varianta 1	varianta 2	varianta 3	varianta 4
<i>národní perspektiva</i>				
(i) externality bez dopadů klimatické změny	14	24	28	39
(ii) externality spojené s dopady klimatické změny	0.7	1.3	1.6	2.3
Celkem	15	25	30	42
<i>perspektiva EU</i>				
(i) externality bez dopadů klimatické změny	137	236	276	385
(ii) externality spojené s dopady klimatické změny	35	66	78	110
Celkem	172	302	354	496
<i>globální perspektiva</i>				
(i) externality bez dopadů klimatické změny	139	241	281	392
(ii) externality spojené s dopady klimatické změny	172	347	407	604
Celkem	311	588	688	996

Externí náklady na tunu hnědého uhlí, Kč / t

	varianta 1	varianta 2	varianta 3	varianta 4
národní perspektiva				
(i) externality bez dopadů klimatické změny	85	84	85	90
(ii) externality spojené s dopady klimatické změny	4	5	5	5
(iii) celkem	89	88	90	96
perspektiva EU				
(i) externality bez dopadů klimatické změny	825	818	831	886
(ii) externality spojené s dopady klimatické změny	214	229	234	254
(iii) celkem	1 040	1 047	1 065	1 140
globální perspektiva				
(i) externality bez dopadů klimatické změny	840	833	846	902
(ii) externality spojené s dopady klimatické změny	1 038	1 203	1 223	1 389
(iii) celkem	1 878	2 036	2 069	2 291

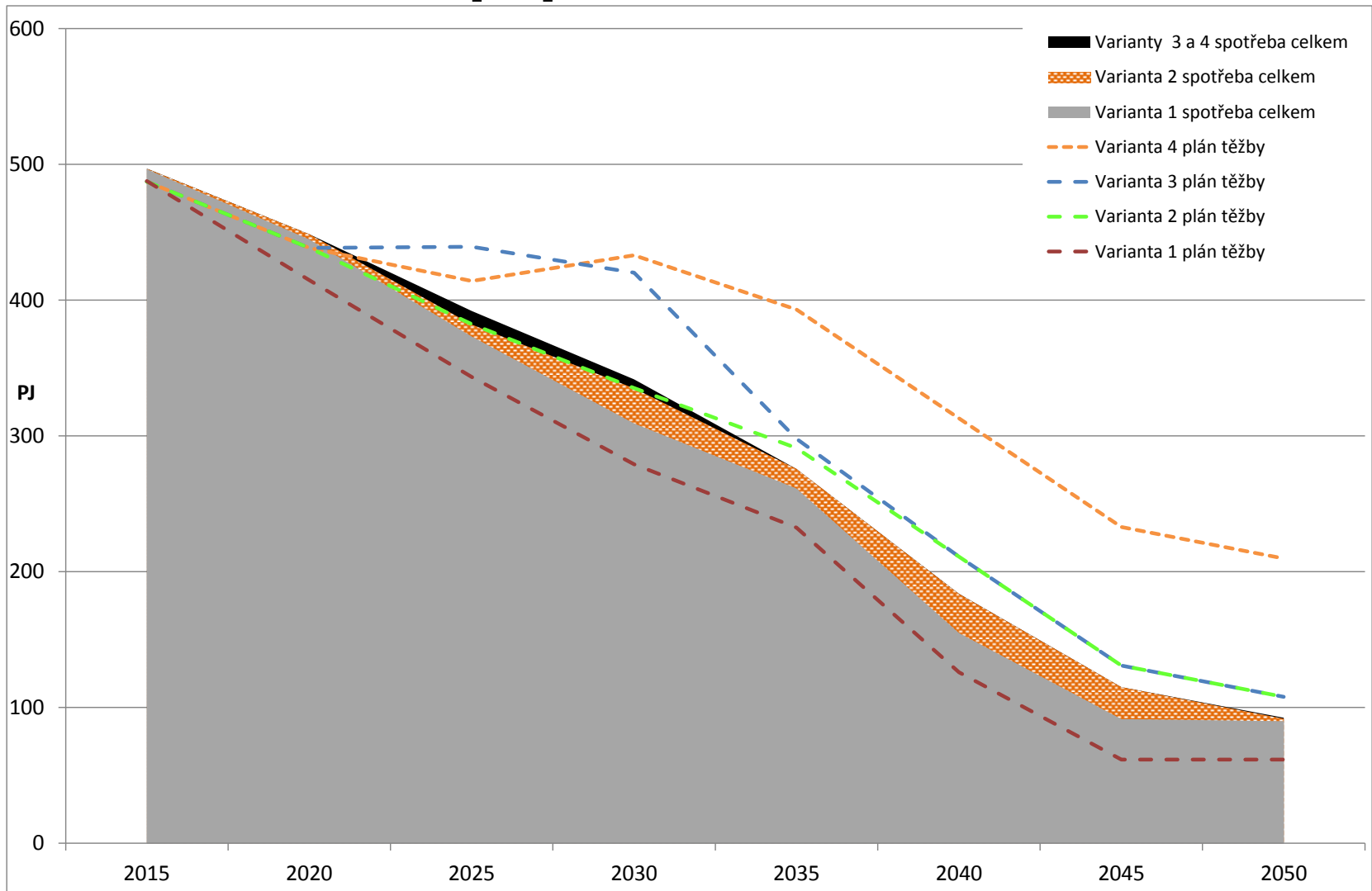
Optimalizace energetického systému

Bilance hnědého uhlí: model TIMES



Optimalizace energetického systému

Nabídka versus poptávka HU: model TIMES



Závěry studie

Prolomení ÚEL

- povede ke zvýšení negativních dopadů, zejména na lidské zdraví, o 10 až 25 mld. Kč nebo 85 – 90 Kč na tunu HU (EU: 1 000 Kč/t; svět: 2 000 Kč/t). Rozšíření perspektivy při ekonomickém hodnocení a/nebo zahrnutí dopadů ze změny klimatu výrazně zvyšuje hodnotu externích nákladů a
- povede k přebytku hnědého uhlí, tj. k objemům, pro které nebude v ČR poptávka (dle předpokladů SEK)

Zadání naší studie vs. analýza nákladů a přínosů

Posouzení závažnosti politiky

- kvantifikace dopadů a jejich vyjádření prostřednictvím externích nákladů

Analýza nákladů a přínosů

- srovnání variant dle společenských nákladů
- návrh optimální regulace (daní, poplatků, emisních stropů)
- energetický mix (fuel-mix, technology-mix)
- užití HU dle optimálního mixu (minimalizace nákladů)
- míra internalizace externalit
- ekonomické dopady

Kontaktní informace

Jan Melichar, jan.melichar@czp.cuni.cz

Milan Ščasný, milan.scasny@czp.cuni.cz

Vojtěch Máca, vojtech.maca@czp.cuni.cz

Lukáš Rečka, lukas.recka@czp.cuni.cz

Centrum pro otázky životního prostředí

Univerzita Karlova v Praze

www.czp.cuni.cz

Tento příspěvek vznikl v rámci řešení projektu výzkumu a vývoje č. TD020183 „Integrovaný model hodnocení zdravotních a environmentálních rizik z povrchové těžby hnědého uhlí“ s finanční podporou z programu OMEGA Technologické agentury ČR.