Kritické zátěže lesních ekosystémů na území Jihomoravského kraje v podmínkách klimatické změny

TECHNICKÁ ZPRÁVA

Vyhotoveno: **květen 2016**

Zpracoval: **Doc. Ing. Miloš Zapletal, Dr., EKOTOXA s.r.o.**

OBSAH

OBSAH 2

1 ROZŠÍŘENÝ ABSTRAKT ZA DÍLČÍ AKTIVITU 3

2 ÚVOD 5

2.1 Vliv klimatické změny na kritické zátěže dusíku a acidity 5

2.2 Sucho 6

2.3 Klimatická změna a posun v dostupnosti vody 6

3 POUŽITÉ METODY 7

4 VÝSLEDKY ŘEŠENÍ 8

4.1 Překročení kritických zátěží dusíku 8

4.2 Překročení kritických zátěží síry a dusíku (acidity) 10

5 ZÁVĚR 12

6 POUŽITÁ LITERATURA 12

7 SEZNAM OBRÁZKŮ 14

8 POUŽITÉ ZKRATKY A SYMBOLY 15

9 PŘÍLOHY ZPRÁVY K DÍLČÍ AKTIVITĚ 15

9.1 GRAFICKÉ PŘÍLOHY ..... **Chyba! Záložka není definována.**

9.2 OSTATNÍ PŘÍLOHY ..... **Chyba! Záložka není definována.**

1 ROZŠÍŘENÝ ABSTRAKT ZA DÍLČÍ AKTIVITU

Mezi doporučované indikátory pro hodnocení vlivu klimatické změny na stav lesních ekosystémů patří přírůst dřevní hmoty, požáry, zásoba uhlíku a zdravotní stav lesních porostů (EEA Report, 2012). Změna zdravotního stavu lesních porostů snižuje přírůst dřevní hmoty (Zapletal et al., 2011). V posledních dvaceti letech je hodnocen zdravotní stav lesních ekosystémů pomocí metodologie tzv. kritických zátěží lesních půd okyselujícími látkami. Kritická zátěž je definována jako „nejvyšší dávka znečišťující látky, která ještě nezpůsobí chemické změny vedoucí k dlouhotrvajícím škodlivým účinkům na strukturu a funkci ekosystému“ (Nilsson, Grennfelt, 1988). Tato metodologie se používá ke stanovení pravidel, jejichž cílem je zachovat vstupy kyselé atmosférické depozice pod úrovněmi, které poškozující lesní ekosystém. Změna klimatu může přímo a nepřímo měnit parametry lesního ekosystému, které se používají v jednoduché hmotové bilanci pro stanovení kritických zatížení acidity. Hodnoty celkové atmosférické depozice dusíku (NO_y a NH_x) v roce 2007 byly porovnány s hodnotami kritických zátěží nutričního dusíku a bylo vyhodnoceno jejich překročení na území lesních ekosystémů Jihomoravského kraje. Hodnoty celkové potenciální kyselé depozice síry a dusíku v roce 2007 byly porovnány s hodnotami kritických zátěží acidity a bylo vyhodnoceno jejich překročení na území lesních ekosystémů Jihomoravského kraje. Atmosférická depozice dusíku překračovala v roce 2007 kritickou zátěž dusíku na většině území lesních ekosystémů Jihomoravského kraje. Atmosférická depozice síry a dusíku překračovala v roce 2007 kritickou zátěž acidity (síry a dusíku) na méně než jedné třetině území lesních ekosystémů Jihomoravského kraje. Se změnami klimatu souvisejí změny biogeochemických procesů v lesních ekosystémech a následně také hodnocení kritických zátěží. V budoucím období bude vyšší evapotranspirace, která bude mít za následek menší odtoky vody do podzemních částí ekosystémů. Rychlost imobilizace dusíku v půdní organické hmotě, která je již za současného stavu u lesních půd velmi nízká (poměr C/N je zpravidla nižší než 25), bude ještě nižší se vzrůstem teploty. V tomto případě dojde ke snížení hodnot kritických zátěží. Naproti tomu lze předpokládat, že zvýšením teploty se zvýší

také rychlost spotřeby dusíku vegetací a lesními porosty (Posch et al., 2003). Tento předpoklad je možné podpořit také nárůstem rychlostí zvětrávání bazických kationů se zvýšením teploty. Tím poklesne také toxicita Al^{3+} půdního roztoku, daná jak poměrem tak i poměrem P/Al. Do jaké míry se však vliv teploty na zvýšení produkce lesních ekosystému uplatní, závisí také na množství srážek a vlhkosti půd, která pravděpodobně poklesne v důsledku vyšší evapotranspirace (Skořepová, 2007).

2 ÚVOD

2.1 VLIV KLIMATICKÉ ZMĚNY NA KRITICKÉ ZÁTĚŽE DUSÍKU A ACIDITY

Mezi doporučované indikátory pro hodnocení vlivu klimatické změny na stav lesních ekosystémů patří přírůst dřevní hmoty, požáry, zásoba uhlíku a zdravotní stav lesních porostů (EEA Report, 2012). Změna zdravotního stavu lesních porostů snižuje přírůst dřevní hmoty (Zapletal et al., 2011). V posledních dvaceti letech je hodnocen zdravotní stav lesních ekosystémů pomocí metodologie tzv. kritických zátěží lesních půd okyselujícími látkami. Tato metodologie se používá ke stanovení pravidel, jejichž cílem je zachovat vstupy kyselé atmosférické depozice pod úrovněmi, které poškozující lesní ekosystém. Kritická zátěž je definována jako „nejvyšší dávka znečišťující látky, která ještě nezpůsobí chemické změny vedoucí k dlouhotrvajícím škodlivým účinkům na strukturu a funkci ekosystému“ (Nilsson, Grennfelt, 1988). Z hlediska ochrany lesních ekosystémů před účinky atmosférické depozice dusíku a síry je důležité znát atmosférickou depozici, kritické zátěže a velikost překročení (o které je nezbytné snížit atmosférickou depozici síry a dusíku tak, aby nedocházelo k dalšímu poškozování lesních ekosystémů acidifikací a eutrofizací). Existuje časové zpoždění mezi překročením kritické zátěže atmosférickou depozicí a chemickou „odpovědí“ (např. změna poměru hliník/bazické kationty v lesní půdě) a biologickou „odpovědí“ (např. poškozením stromů v lesním ekosystému). Tradičně je lesní ekosystém považován za ohrožený, když atmosférická depozice dusíku a síry překračuje kritické zátěže dusíku a síry (acidity). Když kritické zatížení kyselou depozicí v půdě překročí množství okyselujících látek, které je ekosystém schopen absorbovat, potom se předpokládá potenciální změna zdravotního stavu lesa. Čím je větší překročení kritické zátěže acidity kyselou atmosférickou depozicí sloučenin síry a dusíku, tím větší je riziko poškození lesního ekosystémů. Změna klimatu působí přímo (prostřednictvím změn v suchu a teplotních cyklů) a nepřímo (působení hmyzu, nemoci, požáry) na zdraví lesního ekosystému a na úrovně kritických zátěží tohoto ekosystému.

Změna klimatu může přímo a nepřímo měnit parametry lesního ekosystému, které se používají v jednoduché hmotové bilanci pro stanovení kritických zatížení acidity.

2.2 SUCHO

Dlouhodobé (tj. delší než dva roky) sucho může způsobit narušení ekosystému, které potom mají potenciálně výrazně nižší úrovně kritických zátěží. Dlouhodobé sucho má všechny charakteristiky krátkodobého sucha a zároveň zvýšený potenciál pro úmrtnost stromů v důsledku vodního stresu (Kloeppel et al., 2003), zvýšený potenciál pro vznik ohnisek negativního působení hmyzu (Mattson, Haack, 1987) a zvýšené riziko požáru (Flannigan et al., 2000).

2.3 KLIMATICKÁ ZMĚNA A POSUN V DOSTUPNOSTI VODY

Krátkodobé a dlouhodobé sucho je přechodná událost. Nicméně, změna klimatu může způsobit trvalý posun v množství a trvání srážek v regionu. S klimatickými změnami jsou pravděpodobné změny v zastoupení jednotlivých druhů dřevin, změny koloběhu živin a koloběhu vody. Snížení množství srážek by mohlo způsobit posun směrem k více otevřeným, proti suchu odolných lesům (Hansen et al., 2001). Vzhledem k poklesu hustoty stromů se požadavky na spotřebu a příjem dusíku ze strany vegetace snižují. Proto se úroveň kritické zátěže pro ekosystém, který přijímá méně srážek pravděpodobně sníží. Naopak úrovně kritických zátěží by se mohly zvýšit, pokud klimatické změny způsobí zvýšení množství srážek spolu s posunem směrem k více hustým lesům s vyššími nároky na dusík. Dlouhodobá srážky mohou způsobit posuny v lesních druzích a také změnit cyklus dusíku. Dřeviny adaptované na průměrnou půdní vlhkost mají tendenci být více náročné na dusík (Watmough, Dillon, 2004), a to potenciálně zvyšuje úroveň kritických zátěží.

3 POUŽITÉ METODY

Atmosférická depozice má složku suchou a mokrou. Při výpočtu celkové potenciální kyselé depozice (CPKD) se sčítají celková kyselá mokrá depozice a celková kyselá suchá depozice. Celková potenciální kyselá depozice je odhadována jako součet látkových množství suché a mokré depozice síry a dusíku (Erisman et al., 1989):

$$CPKD = 2\ SO_x + NO_y + NH_x,$$

kde SO_x je celková (mokrá a suchá) depozice sloučenin síry (SO_2, SO_4^{2-} v aerosolu a ve srážkách); NO_y je celková depozice oxidovaných sloučenin dusíku (NO_x, NO_3^- v aerosolu a ve srážkách); NH_x je celková depozice redukovaných sloučenin dusíku (NH_3, NH_4^+ v aerosolu a ve srážkách). Předpokládá se, že jeden mol SO_2 může v konečné formě vytvořit dva vodíkové ionty H^+, zatímco jeden mol NO_x nebo NH_3 jeden vodíkový iont H^+ (Erisman et al., 1989). Podrobný popis metodiky výpočtu celkové depozice dusíku a celkové potenciální depozice je uveden v práci Zapletala (2014).

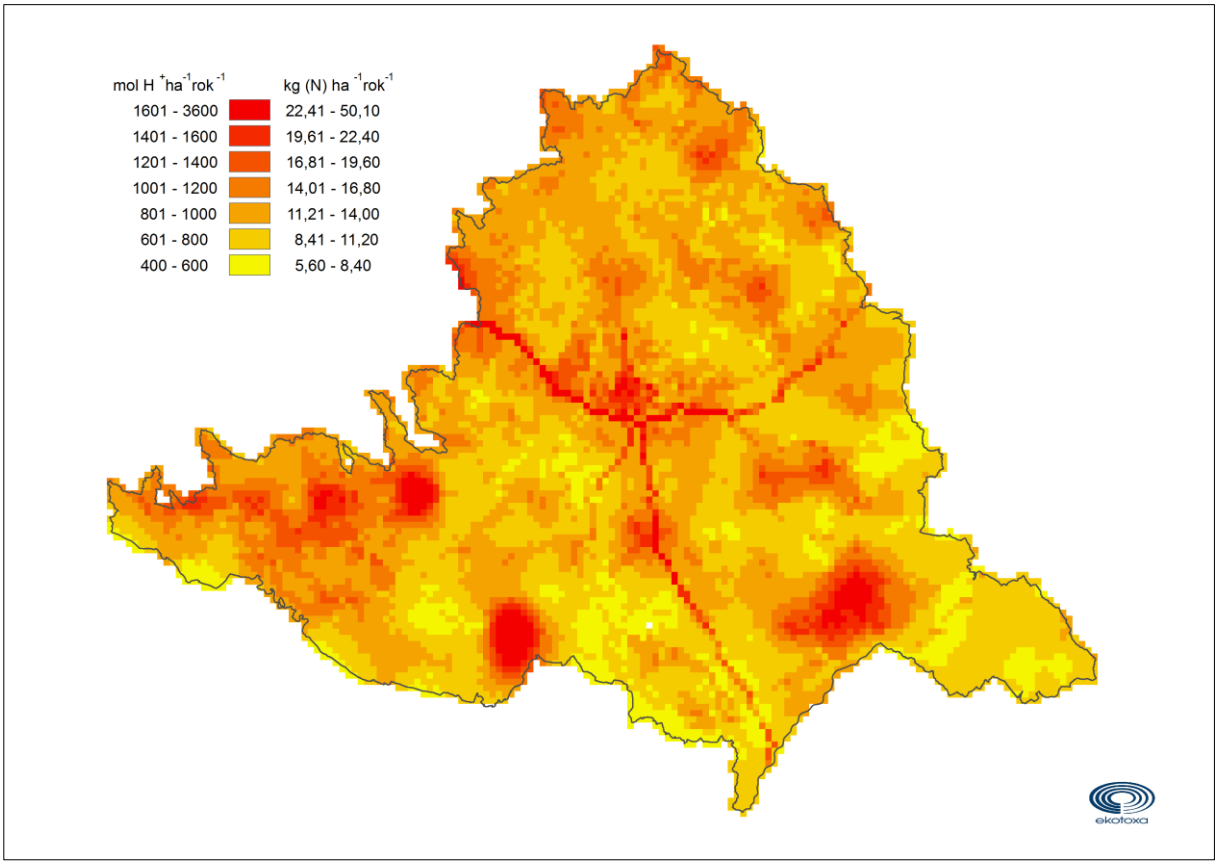
Metodika výpočtu kritických zátěží sloučeninami síry a dusíku je založena na hmotové bilanci vodíkových iontů v lesních půdách za předpokladu ustáleného stavu (steady-state mass balance) ekosystému (Posh et al., 1999; Zapletal, Skořepová, 2001; UBA, 2004).

4 VÝSLEDKY ŘEŠENÍ

4.1 PŘEKROČENÍ KRITICKÝCH ZÁTĚŽÍ DUSÍKU

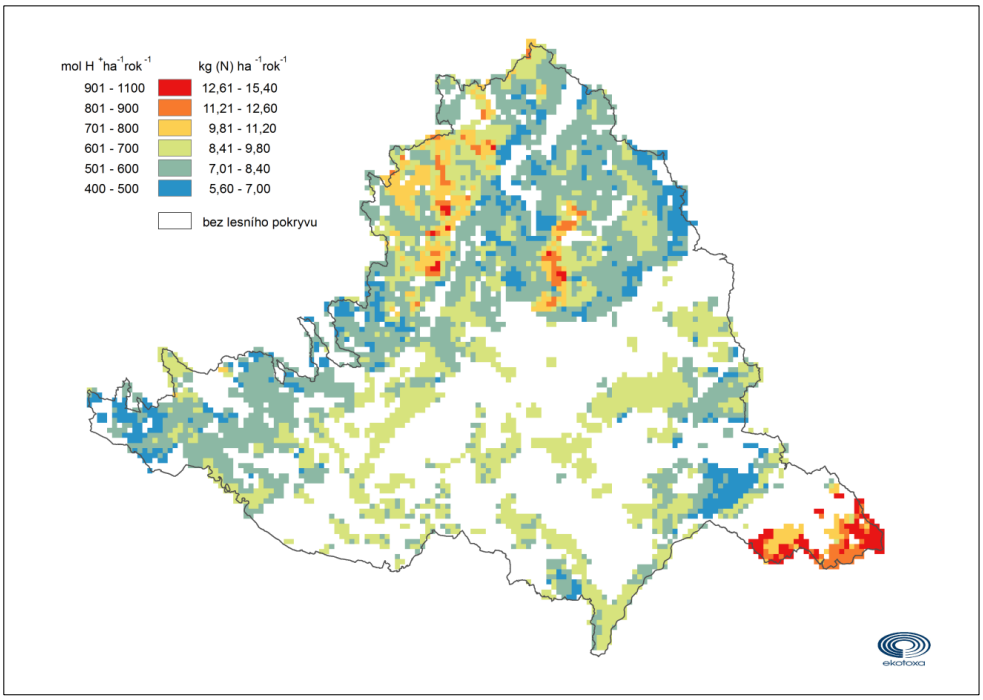
Hodnoty celkové atmosférické depozice dusíku (NO_y a NH_x) (obr. 1) v roce 2007 byly porovnány s hodnotami kritických zátěží nutričního dusíku (obr. 2) a bylo vyhodnoceno jejich překročení (obr. 3) na území lesních ekosystémů Jihomoravského kraje.

Obrázek 1: Celkové atmosférické depozice dusíku (NO_y a NH_x) v Jihomoravském kraji v roce 2007.



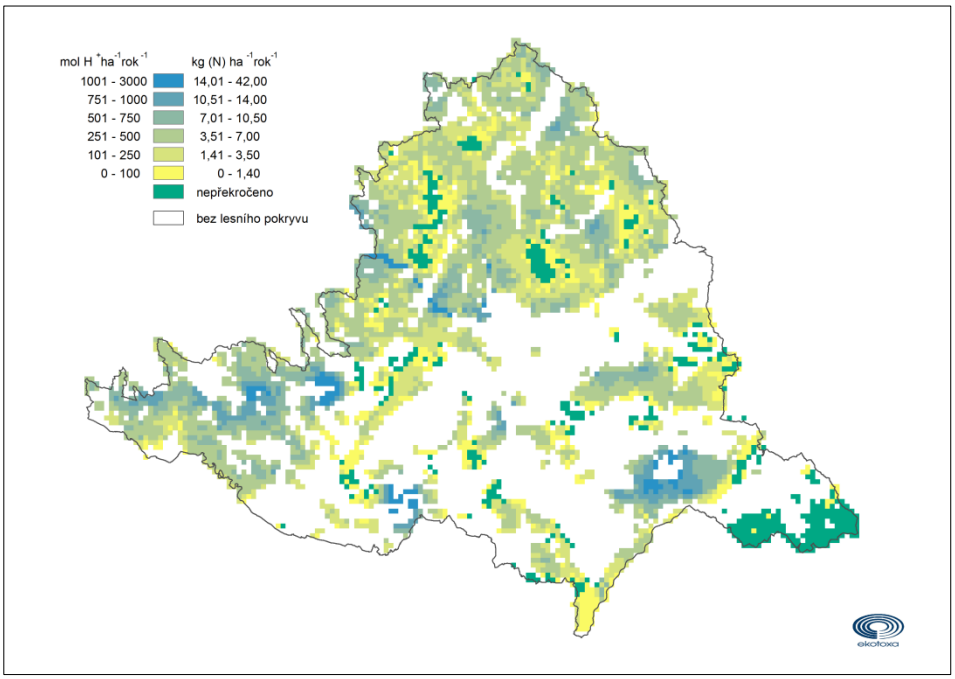
Zdroj: Zapletal (2014)

Obrázek 2: Kritické zátěže dusíku na území lesních ekosystémů Jihomoravského kraje.



Zdroj: Zapletal (2014)

Obrázek 3: Překročení kritických zátěží nutričního dusíku celkovou depozicí dusíku (NO_y a NH_x) v mol (H^+) ha^{-1} rok^{-1} (kg (N) ha^{-1} rok^{-1}) na území lesních ekosystémů Jihomoravského kraje v síti 1x1 km v roce 2007.

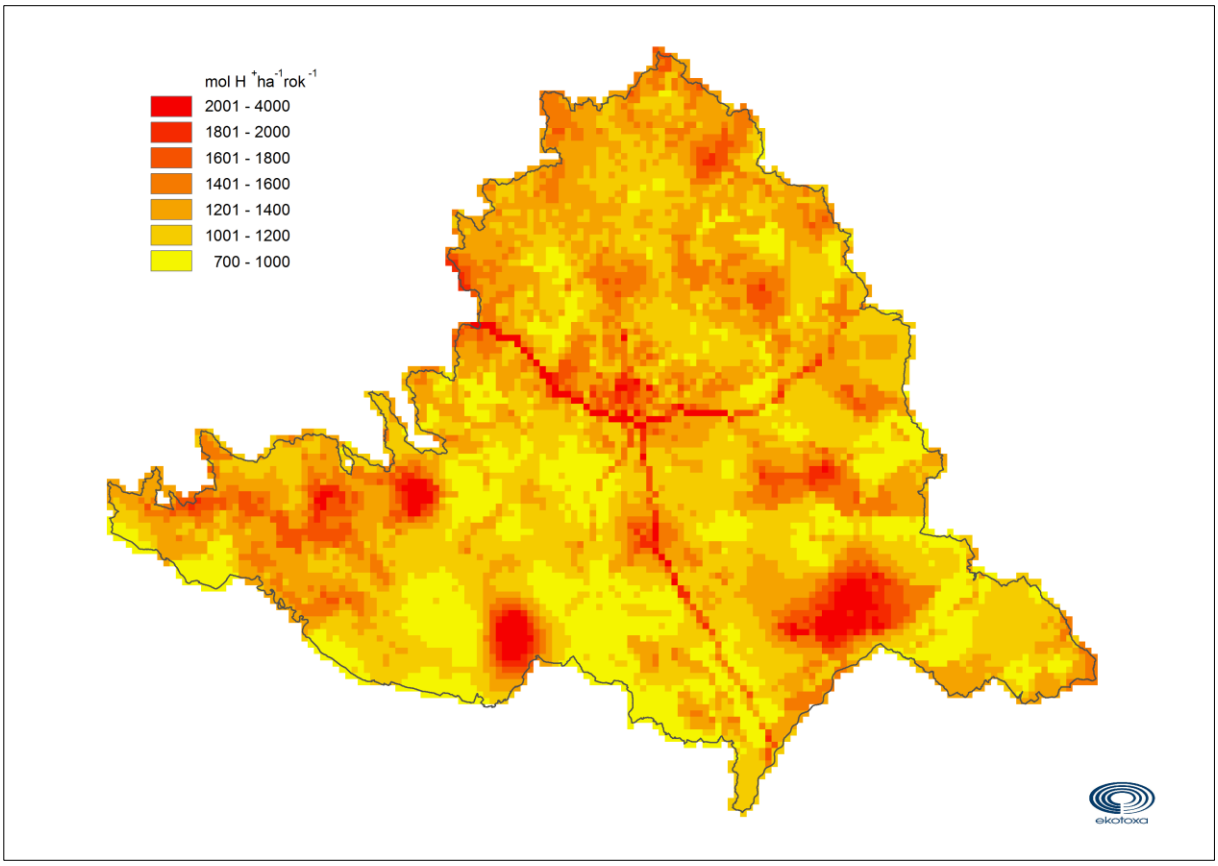


Zdroj: Zapletal (2014)

4.2 PŘEKROČENÍ KRITICKÝCH ZÁTĚŽÍ SÍRY A DUSÍKU (ACIDITY)

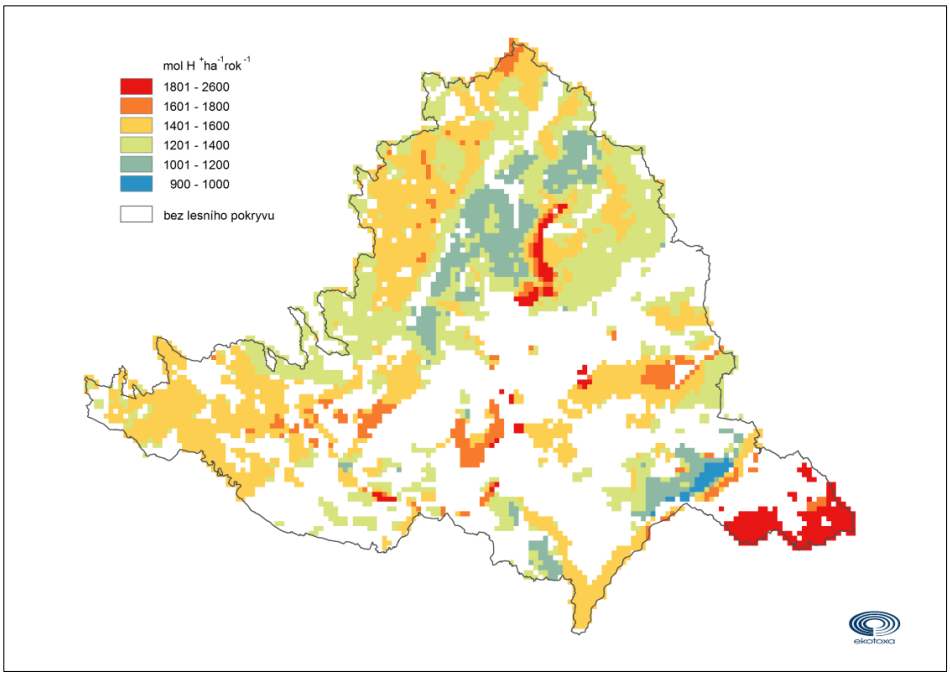
Hodnoty celkové potenciální kyselé depozice síry a dusíku (obr. 4) v roce 2007 byly porovnány s hodnotami kritických zátěží acidity (obr. 5) a bylo vyhodnoceno jejich překročení (obr. 6) na území lesních ekosystémů Jihomoravského kraje.

Obrázek 4: Celková potenciální kyselá depozice v síti 1x1 km na území Jihomoravského kraje v roce 2007.



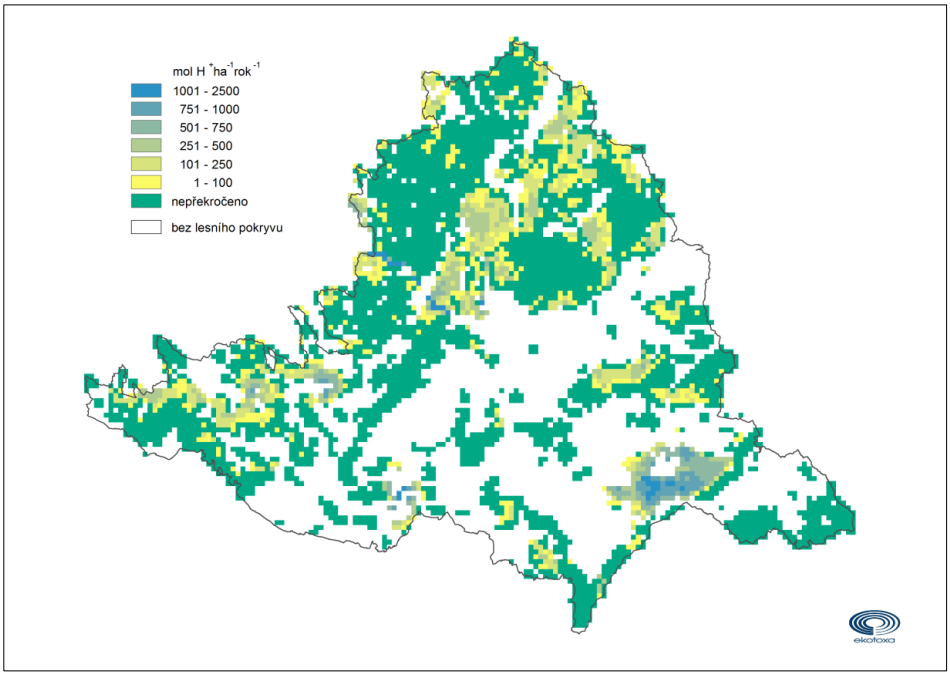
Zdroj: Zapletal (2014)

Obrázek 5: Kritické zátěže acidity v síti 1x1 km na území lesních ekosystémů Jihomoravského kraje.



Zdroj: Zapletal (2014)

Obrázek 6: Překročení kritických zátěží acidity celkovou potenciální kyselou depozicí síry a dusíku v mol (H^+) ha^{-1} rok^{-1} na území lesních ekosystémů Jihomoravského kraje v síti 1x1 km v roce 2007.



Zdroj: Zapletal (2014)

5 ZÁVĚR

Předpokládaný časový trend ve vývoji překročení kritických zátěží

Atmosférická depozice dusíku překračovala v roce 2007 kritickou zátěž dusíku na většině území lesních ekosystémů Jihomoravského kraje. Atmosférická depozice síry a dusíku překračovala v roce 2007 kritickou zátěž acidity (síry a dusíku) na méně než jedné třetině území lesních ekosystémů Jihomoravského kraje. Se změnami klimatu souvisejí změny biogeochemických procesů v lesních ekosystémech a následně také hodnocení kritických zátěží. V budoucím období bude vyšší evapotranspirace, která bude mít za následek menší odtoky vody do podzemních částí ekosystémů. Rychlost imobilizace dusíku v půdní organické hmotě, která je již za současného stavu u lesních půd velmi nízká (poměr C/N je zpravidla nižší než 25), bude ještě nižší se vzrůstem teploty. V tomto případě dojde ke snížení hodnot kritických zátěží. Naproti tomu lze předpokládat, že zvýšením teploty se zvýší také rychlost spotřeby dusíku vegetací a lesními porosty (Posch et al., 2003). Tento předpoklad je možné podpořit také nárůstem rychlostí zvětrávání bazických kationů se zvýšením teploty. Tím poklesne také toxicita Al^{3+} půdního roztoku, daná jak poměrem Ca/Al, tak i poměrem P/Al. Do jaké míry se však vliv teploty na zvýšení produkce lesních ekosystému uplatní, závisí také na množství srážek a vlhkosti půd, která pravděpodobně poklesne v důsledku vyšší evapotranspirace (Skořepová, 2007).

6 POUŽITÁ LITERATURA

EEA Report, 2012. Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012. No 12/2012. European Environment Agency. Copenhagen.

Erisman, J.W., Leeuw, F.A.A.M. de, Aalst, R.M. van., 1989. Deposition of the Most Acidifying Components in the Netherlands During the Period 1980-1986. Atmospheric Environment 23, 1989, 1051-1062.

Flannigan, M.D., Stocks, B.J.,Wotton, B.M., 2000. Climate change and forest fires. Sci. Total Environ. 262, 221–229.

Hansen, A.J., Neilson, R.P., Dale, V.H., Flather, C.H., Iverson, L.R., Currie, D.J., Shafer, S.,

Cook, R., Bartlein, P.J., 2001. Global change in forests: responses of species, communities, and biomes. BioScience 51, 765–779.

Kloeppel, B.D., Clinton, B.D., Vose, J.M., Cooper, A.R., 2003. Drought impacts on tree growth and mortality of Southern Appalachian forests. In: Greenland, D., Goodin, D.G., Smith, R.C. (Eds.), Climate Variability and Ecosystem Response at Long-term Ecological Research Sites. Oxford University Press, New York, New York, USA, pp. 43–55.

Mattson, W.J., Haack, R.A., 1987. The role of drought in outbreaks of plant-eating insects. BioScience 337, 110–118.

Nilsson, J., Grennfelt, P., 1988. Critical loads for sulphur and nitrogen. Report from a workshop held at Skokloster, Sweden, 19-24 March 1988, Nord miljorapport 1988, Nordic Council of Ministers, Copenhagen.

Posh, M., Smet, P. A. M. de, Hettelingh, J. P., Downing, R. J. (eds.), 1999. Calculation and Mapping of Critical Thresholds in Europe - Status Report 1999, RIVM Report No. 259101009, Coordination Centre for Effects, National Institute of Public Health and Environmental Protection, Bilthoven, The Netherlands.

Posch, M., Hettelingh, J.-P., Slootweg, J. and Downing, R.J., (eds.), 2003. Modelling and Mapping of Critical Thresholds in Europe. CCE Status Report 2003, ICP M&M Coordination Center for Effects, RIVM Report No. 259101013, Bilthoven.

Skořepová, I., 2007. Diskuse hodnocení kritických zátěží nutričního dusíku s předpokládanými změnami klimatu. In: Seják, J., Cudlín, P., Černý, K., Petříček, V., Pokorný, J., Skořepová, I., Šindlar, N.,Vacek, V., Zapletal, M., Prokopová, M., Burešová,

R.: Objasnění dlouhodobých interakcí mezi ekosystémy ČR a jejich vnějším prostředím v podmínkách globálních změn. Projket MŽP SP/2d3/99/07. UJEP Ústí nad Labem.

UBA, 2004. Manual on Methodologies and Criteria for modelling and mapping critical loads and levels and air pollutions effects, risks and trends. Federal Environmental Agency (Umweltbundesamt), Texte 52/04, Berlin.

Watmough, S.A., Dillon, P.J., 2004. Major element fluxes from a coniferous catchment

in central Ontario, 1983–1999. Biogeochemistry 67, 369–398.

Zapletal, M., Skořepová, I., 2001. Vývoj atmosférické depozice síry a dusíku s ohledem na kritické zátěže síry a dusíku v České republice v letech 1994 a 1998. Ochrana ovzduší, roč. 13(2001), č. 4, s. 1 – 9, 2001.

Zapletal, M., Cudlín, P., Chroust, P., Urban, O., Pokorný, R., Edwards-Jonášová, M., Czerný, R., Janouš, D., Taufarová, T., Večeřa, Z., Mikuška, P., Paoletti, E., 2011. Ozone flux over a Norway spruce forest and correlation with Net Ecosystem Production. Environmental Pollution 159 (2011), 1024-1034.

Zapletal, M., 2014. Historický vývoj atmosférické depozice síry a dusíku v České republice. Slezská univerzita v Opavě, Opava 2014, 136 s. ISBN 978-80-7510-085-6.

7 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Celkové atmosférické depozice dusíku (NO_y a NH_x) v Jihomoravském kraji v roce 2007. 8

Obrázek 2: Kritické zátěže dusíku na území lesních ekosystémů Jihomoravského kraje 9

Obrázek 3: Překročení kritických zátěží nutričního dusíku celkovou depozicí dusíku (NO_y a NH_x) v mol (H^+) ha^{-1} rok^{-1} (kg (N) ha^{-1} rok^{-1}) na území lesních ekosystémů Jihomoravského kraje v síti 1x1 km v roce 2007. 9

Obrázek 4: Celková potenciální kyselá depozice v síti 1x1 km na území Jihomoravského kraje v roce 2007. 10

Obrázek 5: Kritické zátěže acidity v síti 1x1 km na území lesních ekosystémů Jihomoravského kraje. 11

Obrázek 6: Překročení kritických zátěží acidity celkovou potenciální kyselou depozicí síry a dusíku v mol (H+) ha^{-1} rok^{-1} na území lesních ekosystémů Jihomoravského kraje v síti 1x1 km v roce 2007. 11

8 POUŽITÉ ZKRATKY A SYMBOLY

Al hliník
C uhlík
Ca vápník
CPKD celková potenciální kyselá depozice
H^+ vodíkový iont
N dusík
NH_x celková depozice redukovaných sloučenin dusíku
NH_3 amoniak
NH_4^+ amonný iont
NO_y celková depozice oxidovaných sloučenin dusíku
NO_x oxidy dusíku
NO_3^- dusičnan
P fosfor
SO_x celková depozice sloučenin síry
SO_2 oxid siřičitý
SO_4^{2-} síran

9 PŘÍLOHY ZPRÁVY K DÍLČÍ AKTIVITĚ

Mapky ve zprávě jsou součástí mapového portálu projektu.