

# MAPY OHROŽENÍ SMRKOVÝCH POROSTŮ SUCHEM JAKO NÁSTROJ IDENTIFIKACE RIZIKOVÝCH OBLASTÍ

## odborné sdělení

MAPS OF DROUGHT RISK FOR NORWAY SPRUCE STANDS AS A DECISION TOOL INDICATING THREATENED REGIONS IN THE CZECH REPUBLIC  
short communication

VÍT ŠRÁMEK ✉ - KATEŘINA NEUDERTOVÁ HELLEBRANDOVÁ

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i, Strnady 136, CZ - 252 02 Jíloviště, Czech Republic

✉ e-mail: sramek@vulhm.cz

### ABSTRACT

The Norway spruce decline in the northern part of Moravia and Silesia has increased in last years. After the drought year 2015 there was a strong need to define areas where calamitous damage on forests is primarily caused by drought. Immediate solution was applied by combining existing maps provided by the Czech Meteorological Institute mainly for agricultural crops. For the definition of drought risk in forest ecosystem we have used the water balance maps for the years of 2012–2014 to comply the long-term effects of drought to tree species in combination with 2015 maps of soil drought indexes where we have counted approximate length and severity of the period with soil water content lower than 30% of standard usable soil water capacity. The estimate is still rough, and application of new models based on forest water balance should be developed in the near future.

**Klíčová slova:** sucho, poškození lesa, smrk ztepilý, mapy

**Key words:** drought, forest damage, Norway spruce, maps

### ÚVOD

Prakticky od počátku milénia dochází k rozsáhlému chřadnutí smrkových porostů v nižších a částečně i ve středních polohách některých regionů České republiky. Jde o lokality, kde smrk sice není původní dřevinou, ale dosahuje zde – nebo donedávna dosahoval – velmi dobré produkce. Situace se v posledním desetiletí zhoršuje a zejména v oblasti severní Moravy a Slezska dochází k rozsáhlému odumírání celých lesních komplexů (ŠRÁMEK et al. 2008; SLODIČÁK 2014). Chřadnutím a odumíráním jsou postiženy smrkové porosty všech věkových stupňů, založené uměle i z přirozené obnovy. Mechanismus poškození není do detailu popsán, ale jeho základní příčinou jsou výkyvy meteorologických podmínek, které můžeme dát do souvislosti s probíhající globální změnou klimatu. Spouštěcím mechanismem kalamitního poškození jsou opakující se periody sucha (HOLUŠA, LIŠKA 2002). V poškozených porostech je pak výrazný sekundární výskyt biotických škůdců, zejména podkorního hmyzu (*Ips typographus*, *Ips duplicatus*, *Pityogenes chalcographus*) a václavky (*Armillaria* sp.) (TURČÁNI 2001; LUBOJACKÝ 2013).

Vzhledem k naléhavosti situace v některých regionech umožnilo Ministerstvo zemědělství ČR financování obnovy lesních porostů poškozených suchem z Programu rozvoje venkova v rámci operace 8.4.1 Obnova lesních porostů po kalamitách (MZe 2016). Jako podklad pro poskytnutí podpory bylo nutné ve velmi krátkém čase identifikovat

oblasti, kde hraje sucho v komplexu poškození zásadní roli. K dispozici byly podklady Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ), který ohrožení suchem modeluje pro území ČR pouze pro travní porosty a vybrané zemědělské plodiny. Lesní dřeviny včetně smrku jsou specifické tím, že mají značnou ekologickou plasticitu (WOODWARD 1995). Jako dlouhověké organismy uchovávají dostatečné energetické zásoby a dokáží vzdorovat nepříznivým podmínkám i relativně dlouhou dobu. Na období sucha reagují uzavřením průduchů, v extrémních případech opadem asimilačních orgánů, a pokud nedojde k poškození kořenů (např. vysokými teplotami či v opačných případech dlouhodobým zaplavením), jsou v následujícím vegetačním období schopny postupně obnovit své fyziologické funkce. K letálnímu poškození tak dochází prakticky výhradně v případech, kdy suchým periodám předchází několikaleté oslabení vlivem chronického sucha – a prakticky bez výhrad je spojeno s výrazným výskytem biotických škůdců, kteří zde působí jako sekundární stresový faktor.

### MATERIÁL A METODIKA

Výchozí data byla získána od ČHMÚ prostřednictvím Ministerstva zemědělství ČR, které realizovalo jejich nákup. Jednalo se o rastrové vrstvy s prostorovým rozlišením 500 m × 500 m aktuální vláhové bilance ve vegetačním období pro roky 2011–2014, dále o vektorové vrstvy míry ohrožení půdním suchem ve vybraných termínech roku 2015.

### Mapy aktuální vláhové bilance

Základem map je bilance srážek a hodnot aktuální evapotranspirace travního porostu. Pro hodnocení aktuální evapotranspirace jsou použity vybrané algoritmy modelu AVISO (modifikovaná metodika Penman-Monteith). Pro každý den vegetačního období (1.4.–30.9.) je pro soubor automatizovaných klimatických stanic vypočítána denní vláhová bilance (v  $\text{mm}\cdot\text{den}^{-1}$ ) na základě měřených úhrnů srážek a evapotranspirace, modelované na základě průměrné denní teploty vzduchu [ $^{\circ}\text{C}$ ], průměrného denního tlaku vodní páry [ $\text{hPa}$ ] vypočítaného podle teploty a relativní vlhkosti vzduchu, trvání slunečního svitu za den [hod], průměrné denní rychlosti větru [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ] a denního úhrnu srážek [mm]. Pro výpočet jsou brány v úvahu středně těžké půdy s využitelnou vodní kapacitou VVK = 170 mm pro hloubku 1 m půdního profilu. Denní hodnoty vláhové bilance jsou sečteny za vegetační období a následně interpolovány s využitím interpolační metody ClidataDEM (lineární regrese se závislostí na nadmořské výšce s korekcí podle měřených dat na jednotlivých stanicích).

### Mapy míry ohrožení půdním suchem ve vybraných termínech roku 2015

Mapy jsou zpracovány v širším vegetačním období (březen až říjen) zvláště pro půdní vrstvy 0 až 20 cm a 0 až 100 cm, půdní pokryv tvoří v obou případech travní porost. Vznikají kombinací přímých měření vlhkosti půdy na stanicích ČHMÚ (v současnosti probíhá na 44 stanicích ve třech vrstvách pod trávníkem, 0 až 10 cm, 10 až 50 cm a 50 až 100 cm) a výstupů modelů počítajících půdní vlhkost v orniční vrstvě (do 20 cm a do 40 cm, model BASET) a ve vrstvě 0 až 100 cm (model AVISO). Modelové a měřené hodnoty vlhkosti půdy jsou poté roztrženy do šesti kategorií půdní vlhkosti vyjádřené v % využitelné vodní kapacity (0 – vlhkost půdy nad 90 % VVK, 1 – vlhkost 70–90 % VVK, 2 – vlhkost 50–70 % VVK, 3 – vlhkost 30–50 % VVK, 4 – vlhkost 10–30 % VVK, 5 – vlhkost pod 10 % VVK). Hodnoty pro jednotlivé klimatické stanice reprezentované bodovou vrstvou byly interpolovány v ploše ČR s využitím interpolační metody LLR (Local Linear Regression). Jedná se o využití lokální lineární regrese se závislostí na nadmořské výšce s korekcí odhadnuté hodnoty odchylkou tak, aby se zachovaly hodnoty odpovídající lokalitě stanice. Byly poskytnuty mapy zpracované ke dnům: 29. 3. 2015, 26. 4. 2015, 31. 5. 2015, 28. 6. 2015, 26. 7. 2015, 30. 8. 2015, 27. 9. 2015 a 1. 11. 2015.

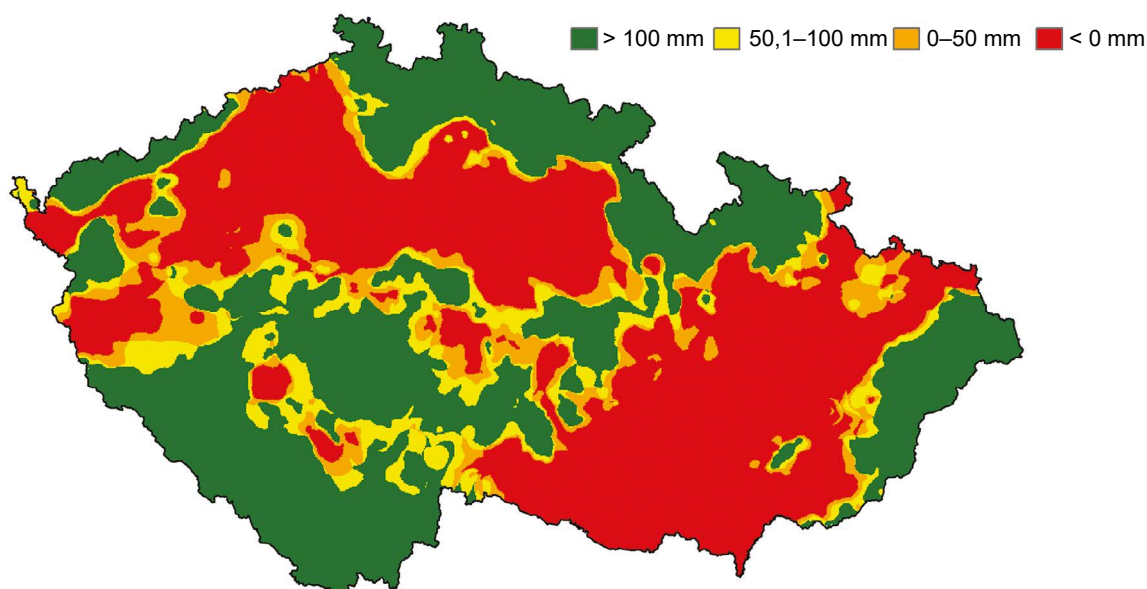
### Zpracování dat

Při zpracování prostorových dat bylo testováno několik způsobů vyhodnocení. Výsledky byly srovnávány s výsledky pozemních šetření, ať už s informacemi o zdravotním stavu lesních porostů v jednotlivých regionech ČR, vyplývajících z poradenské činnosti Lesní ochranné služby, nebo z monitoringu zdravotního stavu lesů v rámci programu ICP Forests. Při srovnávání jsme posuzovali na jedné straně překrytí výsledných oblastí „ohrožených suchem“ s plochami ICP Forests, kde nedošlo k viditelnému zhoršení zdravotního stavu smrku a na druhé straně překrytí výsledných oblastí „bez ohrožení suchem“ s lokalitami, kde na základě dat ICP Forests či hlášení Lesní ochranné služby došlo k závažnému chřadnutí smrkových porostů v důsledku sucha s cílem plochu těchto rozporných lokalit minimalizovat. Na základě této verifikace byly vybrány postupy, které nejlépe korespondovaly s aktuálním zdravotním stavem smrkových porostů a zároveň dobře charakterizovaly fyziologické působení vláhového deficitu jako stresového faktoru na lesní dřeviny.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

### Mapa dlouhodobého stresu suchem – vláhová bilance za období 2012–2014

Při hodnocení dlouhodobého stresu suchem jsme vycházeli z poslední práce BRAUN et al. (2015), ve které autoři hodnotili mortalitu buku a smrku v závislosti na faktorech prostředí. Vzhledem k tomu, že velké škody suchem jsou v současné době pozorovány především ve smrkových porostech, přizpůsobili jsme metodiku této dřevině. Pro ni zjistili Braun a kol. signifikantní závislost mortality na poměru aktuální (skutečné) a potenciální evapotranspirace ( $ET_a/ET_p$ ) v uplynulých třech letech. Tuto charakteristiku naplňují mapy vláhové bilance ČHMÚ popsané v metodice. Při jejich zpracování jsme kombinovali vrstvy výsledné vláhové bilance za roky 2012–2014 prostřednictvím operací mapové algebry – součtem ročních bilancí srážek pro jednotlivé pixely (obr. 1). Výsledné hodnoty jsme rozdělili do čtyř kategorií: i) negativní bilance – tj. oblasti s celkovou bilancí pod 0 mm, kde byly lesní porosty výrazně stresovány suchem. Pro smrk považujeme za výrazně nepříznivé i následující dvě kategorie



**Obr. 1.**

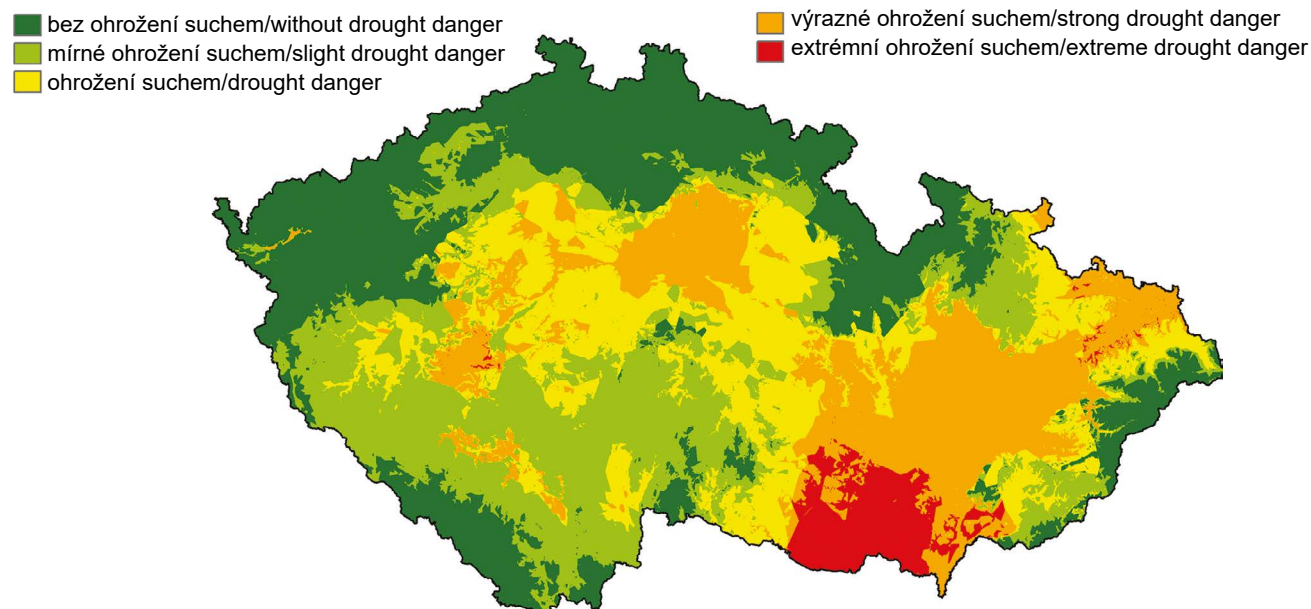
Dlouhodobý stres suchem 2012–2014

**Fig. 1.**

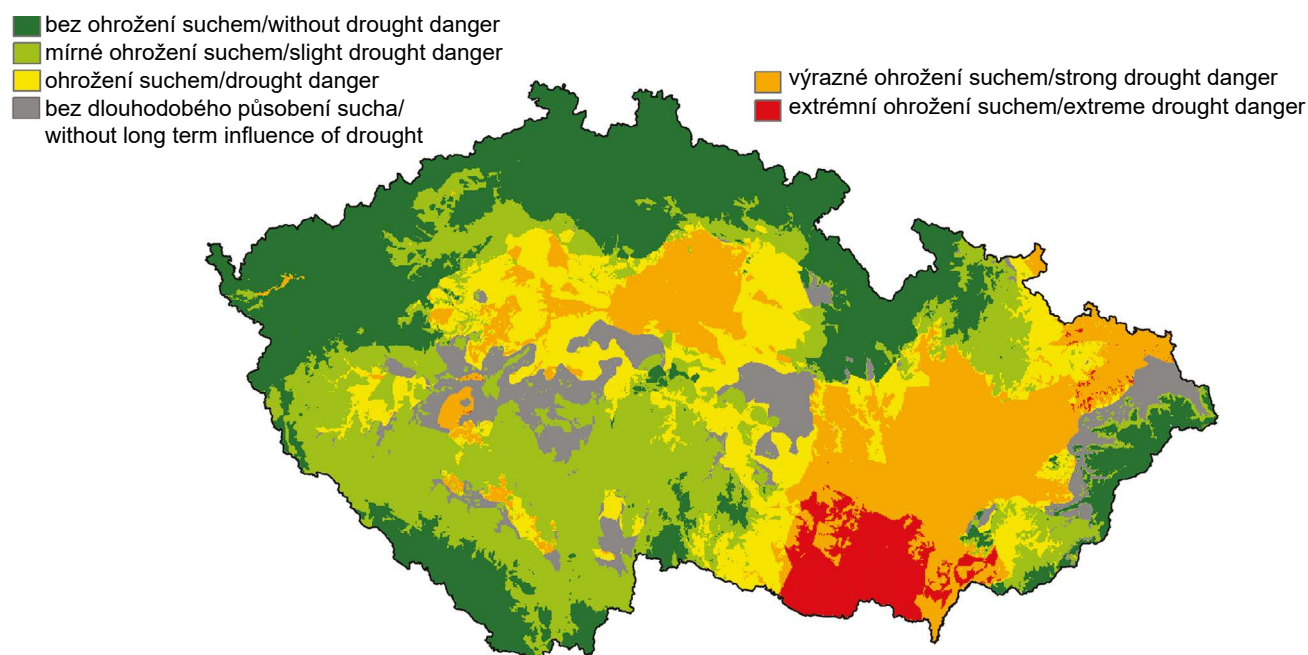
Long-term drought stress in the period of 2012–2014

ii) s bilancí 0–50 mm a iii) s bilancí 50–100 mm. Je tomu tak proto, že původní mapy ČHMÚ jsou počítány pro evapotranspiraci travního porostu, která je nižší než transpirace středně starých a dospělých porostů jehličnatých dřevin. Poslední kategorii iv) s vodní bilancí

nad 100 mm za předchozí tři vegetační období považujeme za mírně stresovanou nebo vůbec nestresovanou suchem. U jinak zdravých porostů by na takových lokalitách nemělo docházet k akutním kalamitním poškozením, a to ani při výrazném přísušku během jedné vegetační sezóny.



**Obr. 2.**  
Stres suchem v roce 2015  
**Fig. 2.**  
Drought stress in 2015



**Obr. 3.**  
Kombinovaný stres suchem v roce 2015  
**Fig. 3.**  
Combined drought stress in 2015

### Mapa stresu lesních porostů suchem v roce 2015

Tato mapa (obr. 2) vychází z map ohrožení půdním suchem ČHMÚ popsáných v metodice. Pro tvorbu výsledné mapy byly použity vrstvy se zahrnutím vláhové bilance celého půdního profilu (0–100 cm), které lépe odpovídaly měřeným hodnotám půdní vlhkosti v lesních porostech než vrstvy pro půdní vrstvu 0–20 cm. Zpracovány byly dvěma způsoby. V prvním případě byla jako hraniční hodnota pro stres suchem považována využitelná vodní kapacita půdy VVK < 50 %. Lépe se však osvědčila druhá varianta, kdy byla hraniční hodnota stresu nastavena na VVK < 30 %. Pro jednotlivé kategorie využitelné vodní kapacity byly zvoleny následující hodnoty: VVK > 30 % = 0; VVK 10–30 % = 1; VVK 0–10 % = 2. Pro interpretaci mapy byly použity kategorie:

- bez ohrožení suchem – hodnota VVK se maximálně ve čtvrtině případů pohybovala pod 30 %; maximálně jednou pod hodnotou 10 %
- 0 mírné ohrožení suchem – VVK se pohybovala pod hodnotou 30 % méně než v polovině případů
- 1 ohrožení suchem – VVK se pohybovala pod hodnotou 30 % v polovině případů, případně se kombinovala s obdobími výraznějšího stresu s VVK pod 10 %
- 2 výrazné ohrožení suchem – VVK se mohla pohybovat až dvě třetiny vegetačního období pod hodnotou 30 % nebo bylo dosaženo opakovaného výrazného stresu s VVK pod 10 %
- 3 extrémní ohrožení suchem – VVK se po většinu vegetačního období pohybovala pod hodnotou 30 %.

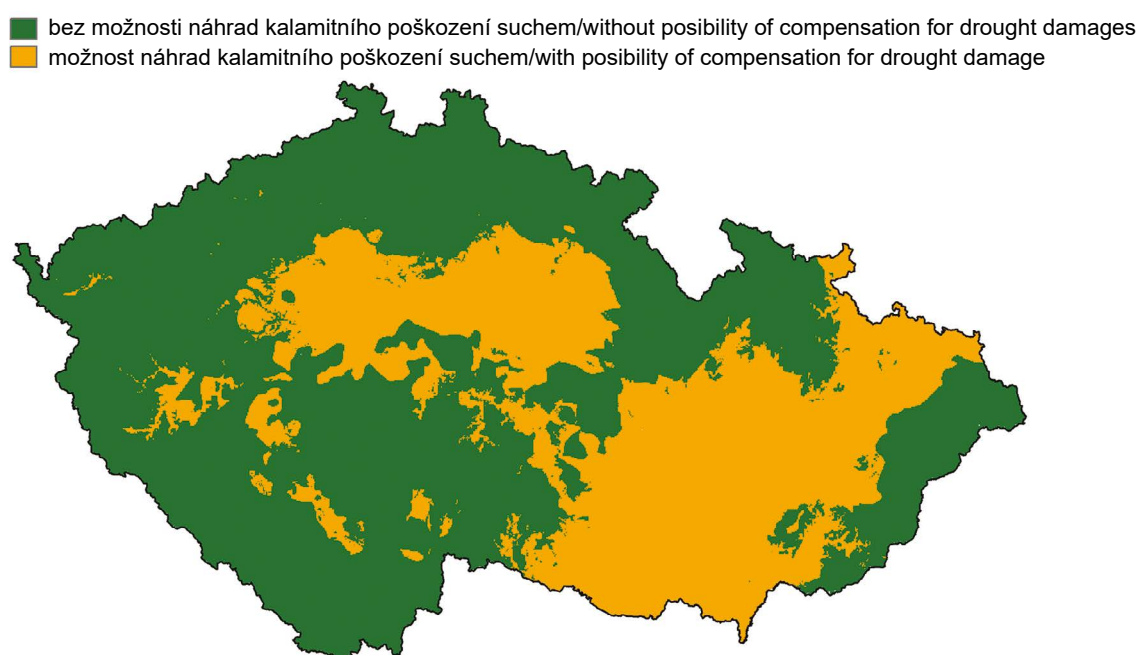
### Kombinovaná mapa ohrožení smrkových porostů suchem

Jako základ byla použita mapa stresu suchem ve vegetačním období roku 2015 s hodnocením sucha při VVK < 30 % (obr. 2). Pro vznik kalamitního poškození smrkových porostů suchem jsou uvažovány tři kategorie: ohrožení suchem, výrazné ohrožení suchem a extrémní

ohrožení suchem. Zároveň vycházíme z předpokladu, že k akutnímu kalamitnímu poškození může dojít pouze v případě víceletého chronického působení sucha. Od oblastí ohrožených suchem byly tedy odečteny oblasti, kde dlouhodobé sucho nebylo zaznamenáno – lokality s pozitivní vláhovou bilancí nad 100 mm za roky 2012–2014 (obr. 1). Výsledná mapa je na obr. 3. Pro účely poskytování náhrad kalamitního poškození suchem byly oblasti sloučeny do dvou kategorií: i) bez možnosti náhrad = bez ohrožení suchem + mírné poškození suchem + oblast bez dlouhodobého působení sucha; ii) s možností náhrad kalamitního poškození suchem = oblasti ohrožené až extrémně ohrožené suchem v roce 2015 a zároveň s nepříznivou vláhovou bilancí v letech 2012–2014 (obr. 4).

### ZÁVĚR

Prezentované mapy vycházejí z meteorologických parametrů poskytnutých Českým hydrometeorologickým ústavem. Pro účely hodnocení „kalamitního sucha“ v lesních porostech by bylo vhodnější uplatnit modely přímo zaměřené na vodní bilanci lesních porostů, které však dosud nebyly k dispozici a na nichž se v současné době ve spolupráci obou organizací pracuje. Další nepřesnosti mohou vyplývat z toho, že současné poškození je způsobováno komplexním souborem faktorů, ne jenom průběhem srážek a potenciální evapotranspirace. Ve skutečnosti tak plochy ohrožené suchem zahrnují i zdravé smrkové porosty, a naopak chřadnutí smrku se v některých případech vyskytuje i v oblastech mimo území identifikovaná jako ohrožená suchem. Přesto předložené výstupy představují se současnými podklady relevantní podklad pro státní správu, byť je na jeho zpřesňování do budoucna nutné ještě výrazně pracovat. Mapa slouží pouze jako rámcový podklad pro poskytování podpory pro obnovu porostů kalamitně poškozených suchem, který bude každoročně aktualizován. Veškeré další podmínky a omezení jsou dány aktuálními podmínkami Programu rozvoje venkova, které jsou dostupné na webových stránkách Ministerstva zemědělství ČR (MZe 2016).



**Obr. 4.**  
 Oblasti s možností náhrad kalamitního poškození suchem  
**Fig. 4.**  
 Regions with eligible compensation for drought damages on Norway spruce stands

**Poděkování:**

Příspěvek byl zpracován v rámci poskytnuté institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace MZe ČR – Rozhodnutí č. č. RO0116 (č. j. 10462/2016-MZE-17011) a projektu NAZV č. QJ1630441. Vstupní data od Českého hydrometeorologického ústavu zakoupilo a pro zpracování bezplatně poskytlo Ministerstvo zemědělství ČR.

**LITERATURA**

- BRAUN S., SCHINDLER CH., RIHM B. 2015. Tree mortality in Swiss forest observation plots: the role of drought, nutrition and N-deposition. In: Global challenges of air pollution and climate change to forests. Programme and abstracts. Nice, 1–5 June, 2015. IUFRO 2015 International Congress: 91.
- HOLUŠA J., LIŠKA J. 2002. Hypotéza chřadnutí a odumírání smrkových porostů ve Slezsku (Česká republika). Zprávy lesnického výzkumu, 47: 9–15.
- LUBOJACKÝ J. 2013. Škodliví činitelé v lesích Moravskoslezského kraje v letech 2002–2012. Lesnická práce, 92: 366–367.
- MZE. 2016. Informace pro žadatele z PRV – operace 8.4.1. [online] [cit 2016-04-06]. Dostupné na/Available on: [www: http://eagri.cz/public/web/mze/dotace/program-rozvoje-venkova-na-obdobi-2014/opatreni/m08-investice-do-rozvoje-lesnich-oblasti/x8-4-1-obnova-lesnich-porostu-po/informace-8-4-1-mapasucha.html](http://eagri.cz/public/web/mze/dotace/program-rozvoje-venkova-na-obdobi-2014/opatreni/m08-investice-do-rozvoje-lesnich-oblasti/x8-4-1-obnova-lesnich-porostu-po/informace-8-4-1-mapasucha.html)
- SLODIČÁK M. 2014. Příčiny chřadnutí smrku na Opavsku. In: Novák J., Dušek, D. (eds.): Chřadnutí smrku v oblasti severní a střední Moravy. Sborník přednášek odborného semináře. Budišov nad Budišovkou 14. 10. 2014. Opočno, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti – Výzkumná stanice: 5–8.
- ŠRÁMEK V., VEJPUŠTKOVÁ M., NOVOTNÝ R., HELLEBRANDOVÁ K. 2008. Yellowing of Norway spruce stands in the Silesian Beskids – damage extent and dynamics. Journal of Forest Science, 54: 55–63.
- TURČÁNI M. 2001. Podiel podkorneho hmyzu na hynutí smrekových porastov postihnutých žltnutím. In: Zúbrik, M. (ed.): Aktuálne problémy v ochrane lesa 2001. Zborník referátov z celoslovenského seminára, ktorý sa konal 10. – 11. apríla 2001 v Banskej Štiavnici. Zvolen, Lesnícký výskumný ústav: 56–60.
- WOODWARD F.I. 1995. Ecophysiological controls of conifer distributions. In: Smith, W.K., Hinckley T.M.: Ecophysiology of coniferous forests. San Diego, Academic Press: 79–94.

## MAPS OF DROUGHT RISK FOR NORWAY SPRUCE STANDS AS A DECISION TOOL INDICATING THREATENED REGIONS IN THE CZECH REPUBLIC

### short communication

**SUMMARY**

The gradual decline of Norway spruce stands has been observed in North Moravia and Silesia since the late 1990s. Deterioration has increased lately in lower and middle altitudes where Norway spruce is not native species but is artificially planted for its high wood production (ŠRÁMEK et al. 2008; SLODIČÁK 2014). The damage is caused by broad complex of factors where drought periods seem to be a trigger (HOLUŠA, LIŠKA 2002), and biotic agents as *Ips typographus*, *Ips duplicatus*, *Pityogenes chalcographus* and *Armillaria* sp. the final reason for mortality of trees and even whole forest stands (TURČÁNI 2001; LUBOJACKÝ 2014). Because of the extent of the problem after the drought year 2015 the Ministry of Agriculture of the Czech Republic decided to support the afflicted forest owners by the donation for the acute drought calamities on forests. For this reason a need for maps indicating the regions with extreme “forest drought” has risen. Currently only maps of drought risk for agricultural crops have been at disposal by the Czech Hydrometeorological Institute. For definition of drought risk in forest ecosystem we used the water balance maps for years 2012–2014 to comply the long-term effects of drought on tree species (BRAUN et al. 2015). As a regions at risk we defined areas where the difference between precipitation and potential evapotranspiration during vegetation period was 100 mm or lower (Fig. 1). For the drought stress in 2015 we used the maps of soil drought indexes where we counted approximate length and severity of the period with soil water content lower than 30% of standard available soil water capacity (Fig. 2). In the next step we exclude the areas with low risk of long-term drought effect by combining two above mentioned maps (Fig. 3) and then summarize the results in just two categories – one with eligible donation for damage on forests, and the other without this possibility. The estimate is still rough and application of new models based on forest water balance should be developed in the near future. All the requirements for subsidies have also to be checked by the Forest Protection Service (Department of Forestry and Game Management Research Institute) to confirm the reason of the forest stand decline.

Zasláno/Received: 11. 04. 2016

Přijato do tisku/Accepted: 01. 09. 2016