

Introskeletal erosion threat in mountain forests of the Czech Republic

S. VACEK¹, V. V. PODRÁZSKÝ², M. MIKESKA³, W. K. MOSER⁴

¹*Forestry and Game Management Research Institute, Research Station Opočno, Czech Republic*

²*Czech University of Agriculture, Faculty of Forestry, Prague, Czech Republic*

³*Forest Management Institute, Branch Hradec Králové, Czech Republic*

⁴*Missouri Department of Conservation, Columbia, USA*

ABSTRACT: Summarization of the potential of introskeletal erosion (ISE) was done on the basis of field surveys in the Šumava Mts., Krkonoše Mts. and Jeseníky Mts. areas. The results give a rough estimation of the ISE extent in mountain forests of the Czech Republic. They indicate that in the mountainous areas of the Czech Republic there are 46,535 ha of forest lands endangered by these processes, which represents 10.1% of mountain forests and 1.7% of the total forest area in the country. The worst situation is in the Krkonoše Mts., where the considerable ISE potential is on 30.5% of forest area (in the Jeseníky Mts. 16.6%, in the Novohradské hory Mts. 13.3%, in the Šumava Mts. 8.2%). Because these areas are relevant production and water protection areas, the ISE processes have to be studied carefully and forest lands have to be protected, also using special technologies for forest protection and restoration.

Keywords: mountain forests; spruce stands; immissions; bark beetle; introskeletal erosion; protection; reforestation

Introskeletal erosion (ISE) is defined as vertical downwards gravitation movement and/or percolation of small organic as well as inorganic solid particles into spaces between stones – soil skeleton – of weathered rock cover. The soil body is lost from the surface, the mass moves towards the basis of weathering zone on block fields (ŠACH 1990). Another phenomenon is the mineralization of the surface humus after a change in microclimatic conditions on the soil surface. The process of ISE is mostly initialized by a clear-cut of forest stand and is strengthened by cutting and logging operations. These ecological processes appear even in the forest decline and thinning phases in sensitive mountain localities at extreme skeleton and sunny sites (air pollution, bark beetle attack, etc.). At progressive ISE, a decrease in the thickness of soil profile and its losses occur, block appearance on the soil surface is observed and the extremity of the site increases. To a small extent, block fields are an interesting natural phenomenon, especially on the timber line, but a larger increase in their surface represents a heavy problem in forest sustainability. Processes of ISE often become limiting factors for reforesta-

tion of more extreme sites in exposed localities – with all the undesirable effects on the non-production functions of forest ecosystems (production function is very often minor there). For their importance, they have been studied in the Czech Republic since the early 80ies. Research is concentrated on the extent and dynamics studies: soil depth, surface stones, site microrelief, mineralization intensity, herb layer dynamics – herb and moss layers (ŠACH, PAŠEK 1996; PODRÁZSKÝ 1996; VACEK et al. 1999).

METHODS

Differentiated potential of ISE danger was determined on the basis of field survey and site analyses. The study was performed in particular Forest Natural Regions (FNR – geomorphologically and phytogeographically defined natural areas with differentiated forest history, growth conditions and dynamics):

- Šumava Mts. (FNR 13),
- Krkonoše Mts. (FNR 22),
- Hrubý Jeseník Mts. (FNR 27).

This study was supported by Research Projects *Influence of Environment on Forest Regeneration* (S. VACEK) Grant Agency of the Czech Republic No. 206/03/1583 *Nutrient Cycles in Mountain Forest Ecosystems Saturated by Nitrogen: Past, Present and Future State of Water, Soil and Norway Spruce Stands* (V. V. PODRÁZSKÝ).



Fig. 1. Mountain forests (6th–9th vegetation altitudinal zones) in Forest Natural Regions (FNR) of the Czech Republic (data IFM Brandýs nad Labem, GIS by K. MATĚJKA, IDS)

The institutions involved were Forest and Game Management Research Institute (FGMRI), Forest Management Institute (FMI) and Czech University of Agriculture in Prague (CUA).

Further, the estimation of ISE potential was performed in 10 FNR with considerable mountain forest area [Fig. 1, FNR 01 – Krušné hory Mts., 03 – Karlovarská vrchovina (Upland), 11 – Český les Mts., 13 – Šumava Mts., 14 – Novohradské hory Mts., 21 – Jizerské hory Mts. and Ještěd (Ridge), 22 – Krkonoše Mts., 25 – Orlické hory Mts., 27 – Hrubý Jeseník Mts., 40 – Moravskoslezské Beskydy Mts.], as well as the global summarization for the Czech Republic. Outside these areas, ISE was registered to a greater extent in FNR 04 – Doupovské hory Mts., 07 – Brdská vrchovina (Upland) and 16 – Českomoravská vrchovina (Upland) and in regions with the occurrence of thick-bedded sandstones: 24 – Sudetské mezihoří (Upland), 18b – Český ráj (Hills), 19 – Lužická pískovcová vrchovina (Upland).

Potential ISE threat to forest soils is stratified into 5 classes:

- low – isolated block fields on stony slopes. Forest site types – (FST) from Forest Site Type Groups (FSTG):
 - 6M – Nutrient-poor Beech with Spruce,
 - 7M – Nutrient-poor Spruce with Beech,
 - 8M – Nutrient-poor Spruce,
 - 6N – Stony-acidic Beech with Spruce,
 - 7N – Stony-acidic Spruce with Beech,
 - 8N – Stony-acidic Spruce,
 - 8Z – Scrub Spruce with Rowan,
 - 8K – Acidic Spruce.
- middle – frequent plots of block fields on stony slopes. FST from FSTG:
 - 6Y – Skeletal Beech with Spruce,
 - 6N – Stony-acidic Beech with Spruce,

- 7N – Stony-acidic Spruce with Beech,
- 8N – Stony-acidic Spruce.
- high – large block fields on the surface. FST from FSTG:
 - 8Y – Skeletal Spruce,
 - 8Z – Scrub Spruce with Rowan,
 - 8N – Stony-acidic Spruce,
 - 7Y – Skeletal Spruce with Beech.
- very high – areas on the timber line on block fields. FSTG:
 - 9Z – Dwarf Pine,
 - 9K – Dwarf Pine with Spruce.
- extreme – periglacial block fields. FSTG:
 - 9Y – Arctoalpine tundra.

In the presented study, the ISE potential is evaluated in detail in the FNR: Šumava Mts., Krkonoše Mts., Hrubý Jeseník Mts. and the general summarization for the Czech Republic is given.

RESULTS

The results concerning ISE threat to the three selected mountain regions of the Czech Republic are summarized in Tables 1–4 and presented also in Figs. 2–4.

Site conditions and ISE

From the geological point of view, the greatest ISE potential is considered on granites, granodiorites, diorites and syenites. Mechanical weathering of these parent rocks leads to the origination of not only large-grain substrates, but also compact stones and blocks with large inter-block spaces. The ISE potential is considerably lower on the Moldanubicum series and Proterozoic rocks (schist gneisses, paragneisses, migmatites, mica schists, phyllites,

Table 1. The extent of introskeletal erosion potential in FNR 13 – Šumava (Bohemian Forest) Mts.

ISE potential by FST	Area	
	(ha)	(%)
Low: 6N1, 6N2, 6N3, 7N3, 8K9, 8M – isolated block fields on stony slopes	5,457	4.1
Middle: 6N4, 6Y, 7N4, 7Z9, 8N1, 8N3 – frequent plots of block fields on stony slopes	4,788	3.5
High: 7Y, 8Y, 8Z9 – large block fields on the surface	804	0.6
Total	11,049	8.2

Data on the areas of particular FST are taken from regional forest development plants (RFDP) – IFM Brandýs nad Labem

Table 2. The extent of introskeletal erosion potential in FNR 22 – Krkonoše (Giant) Mts.

ISE potential by FST	Area	
	(ha)	(%)
Low: 6M9, 6N1, 6N3, 7M9, 7N1, 7N3, 8Z2, 8M, 8K9, 8N5 – isolated block fields on stony slopes	3,988	11.7
Middle: 6Y, 6N0, 7N0, 6N4, 7N4, 8N1, 8N3 – frequent plots of block fields on stony slopes	1,971	5.8
High: 8Y, 8Z9, 8N0, 7Y – large block fields on the surface	912	2.7
Very high: 9Z, 9K – areas on the timber line on block fields	3,201	9.4
Extreme: 9Y – periglacial block fields	316	0.9
Total	10,308	30.5

Data on the areas of particular FST are taken from RFDP – IFM Brandýs nad Labem

orthogneisses, granulites, etc.). Smaller size stones originate by weathering of these parent materials, the blocks are finer and inter-spaces are not so frequent.

As for the soil types, ISE is spread especially on lithic Leptosols and Leptosols, less on rendzic Leptosols, humus grass haplic Podzols, entic Podzols and the least on

ranker Cambisols. Besides the parent material and soil type (pedogenesis), the terrain relief, slope, exposition, altitude and ground vegetation (vegetation cover) play a decisive role. Ground vegetation reflects the surface humus status including ISE progress very well, which was also used at ISE potential evaluation by FST.

Table 3. The extent of introskeletal erosion potential in FNR 27 – Hrubý Jeseník Mts.

ISE potential by FST	Area	
	(ha)	(%)
Low: 6N1, 6N2, 6N3, 7N2, 7N3, 8K9, 8M, 8Z2, 8Z5, 8Z6 – isolated block fields on stony slopes	4,774	8.8
Middle: 6N4, 7N4, 8N2, 8N3, 8N4 – frequent plots of block fields on stony slopes	3,125	5.7
High: 7Y, 8Y, 8Z9 – large block fields on the surface	384	0.7
Very high: 9K, 9Z – areas on the timber line on block fields	774	1.4
Total	9,057	16.6

Data on the areas of particular FST are taken from RFDP – IFM Brandýs nad Labem

Table 4. The extent of introskeletal erosion potential in the Czech Republic

ISE potential by FST	Area		
	(ha)	(%)	
		+	*
Low: 6M9, 6N1, 6N2, 6N3, 7M9, 7N1, 7N2, 7N3, 8K9, 8M, 8N5, 8Z2, 8Z5, 8Z6 – isolated block fields on stony slopes	23,085	0.9	5.0
Middle: 6N0, 6N4, 6Y, 6Z9, 7N0, 7N4, 7Z9, 8N1, 8N2, 8N3, 8N4 – frequent plots of block fields on stony slopes	16,660	0.6	3.6
High: 7Y, 8N0, 8Y, 8Z9 – large block fields on the surface	2,498	0.1	0.5
Very high: 9K, 9Z – areas on the timber line on block fields	3,976	0.1	0.2
Extreme: 9Y – periglacial block fields	316	0.0	0.1
Total	46,535	1.7	10.1

Data on the areas of particular FST are taken from RFDP – IFM Brandýs nad Labem

+ % of the area of all forests in the Czech Republic

* % of the area of mountain forests

FNR Šumava Mts.

There are 11,049 ha of forests endangered by ISE in the Šumava Mts. territory. It accounts for 24% of the total area with considerable ISE potential in the Czech Republic (Fig. 2, Table 1). Localities with high ISE potential (0.6% FNR area) represent the highest threat. Block fields are covered with thin layer of ground vegetation (*Vaccinium myrtillus*, *Deschampsia flexuosa*), litter only, and/or fixed by tree (spruce) roots. After forest decline they can change into hard-to-reforest sites or even bare block

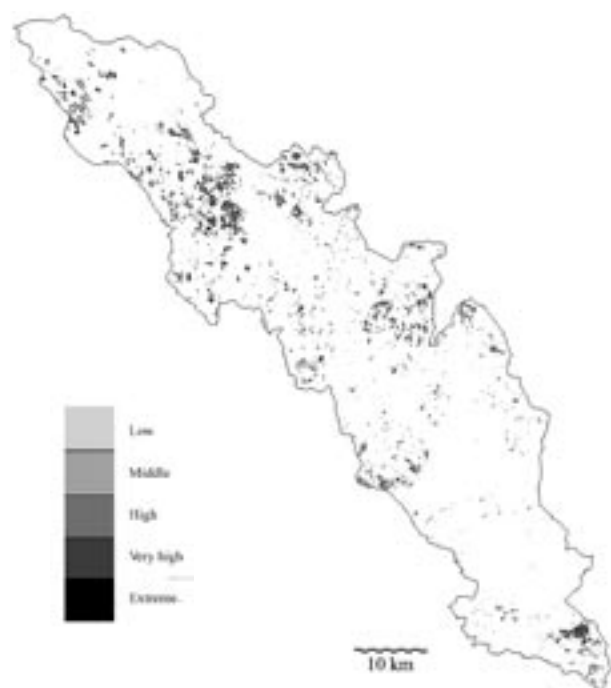


Fig. 2. Introskeletal erosion potential in the FNR 13 – Šumava (Bohemian Forest) Mts.

fields, without fine earth. The most pronounced dynamics was registered in fully closed spruce stands of the *Anastrepto-Piceetum* association after a bark beetle attack. The typical shade-demanding moss vegetation was disturbed due to a rapid change in light conditions while accelerated holorganic layer mineralization occurs as well as ISE is progressing very rapidly. These stands should be excluded from timber harvesting and their regeneration (underplantings, undersowings) should be realized as soon as possible to prevent the physiological soil profile loss.

The middle ISE potential (3.5% FNR) is represented by a mosaic of block field plots on stony slopes. Reforestation is compared with the previous site type. If successful, only islets of blocks could be found in growing plantings and thickets. The localities with low threat (4.1%) occur in forest types only slightly inclining to ISE. The bark beetle disaster was also less pronounced here, isolated ISE occurrence does not represent a heavy problem.

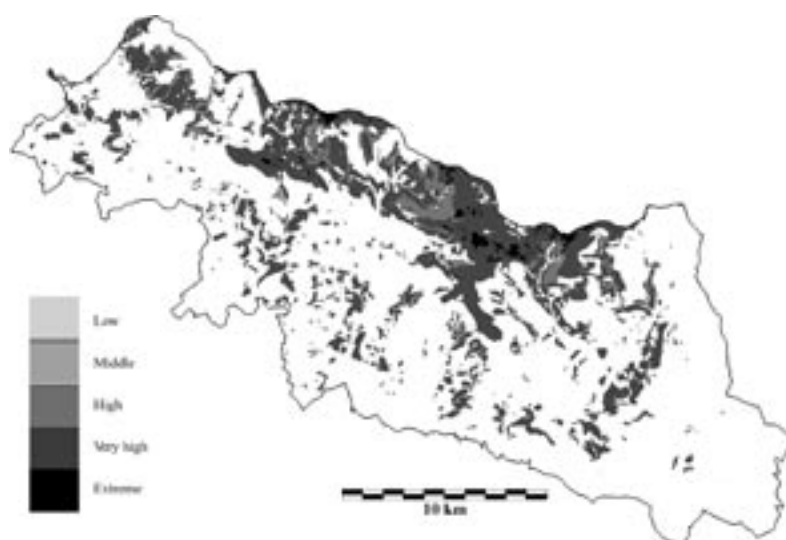
FNR Krkonoše Mts.

In the Krkonoše Mts., ISE potential is considerable on 10,308 ha, i.e. on 30.5% of the FNR area (22% of the ISE potential area in the Czech Republic – Fig. 3, Table 2). The sites with very high and extreme ISE potential are located above the timber line. Counteracting is not considered on the majority of areas because block fields are estimated as a climax ecosystem stage especially in the arcto-alpine ecosystems. Very scarce reforestation is highly difficult even though special technologies including earth import are used. Treatments are similar like in the case of the Šumava Mts. territory in other ISE potential classes.

FNR Hrubý Jeseník Mts.

Some 9,057 ha, i.e. 16.6% of the FNR, are affected by a different ISE potential in the Hrubý Jeseník Mts. and the Králický Sněžník massif (19% of the ISE areas in the

Fig. 3. Introskeletal erosion potential in the FNR 22 – Krkonoše (Giant) Mts.



Czech Republic – Fig. 4, Table 3). Prevention treatments are also similar like in the previous territories.

Mountain forests of the Czech Republic

ISE potential is remarkable on 46,535 ha of the mountain forests (6th–9th vegetation altitudinal zones) in the Czech Republic. It represents 10.1% of mountain forests and 1.7% of the country's total forest area (Table 4). Representing considerable production and function areas, ISE dynamics requires stable study and interest. Species with pioneer strategy are convenient for reforestation of damaged areas: rowan tree, site corresponding birches and willows, green alder, but also Norway spruce and dwarf pine. Earth import is sometimes necessary at the most extreme sites on bare block fields. Soil should carefully be inserted into spaces and fixed using stones, biotextiles and powders of basic rocks to prevent downwards movement. A minimum mechanical influence on the soil is desirable

there. Potted plants are used with advantage. It can be concluded from the research results in the Krkonoše Mts. that ISE progress is slowed down at a plantation height of 50 cm. In this stage, root growth is sufficient to fix the soil and to protect it (VACEK et al. 1996).

CONCLUSIONS

The results confirmed the hypothesis on ISE progress in the studied regions. In the mountain forests of the Czech Republic, there are 46,535 ha with considerable ISE potential, which represents 10.1% of mountain forests and 1.7% of the total forest area in the country. The most serious situation is in the Krkonoše Mts. (30.5% of forest lands), in the Hrubý Jeseník Mts. and Králický Sněžník Mts. (16.6%), Novohradské hory Mts. (13.3%), and in the Šumava Mts. (8.2%). ISE dynamics is prominent especially at the clear-cut stage of forest types in stony localities in mountain regions. These conditions are

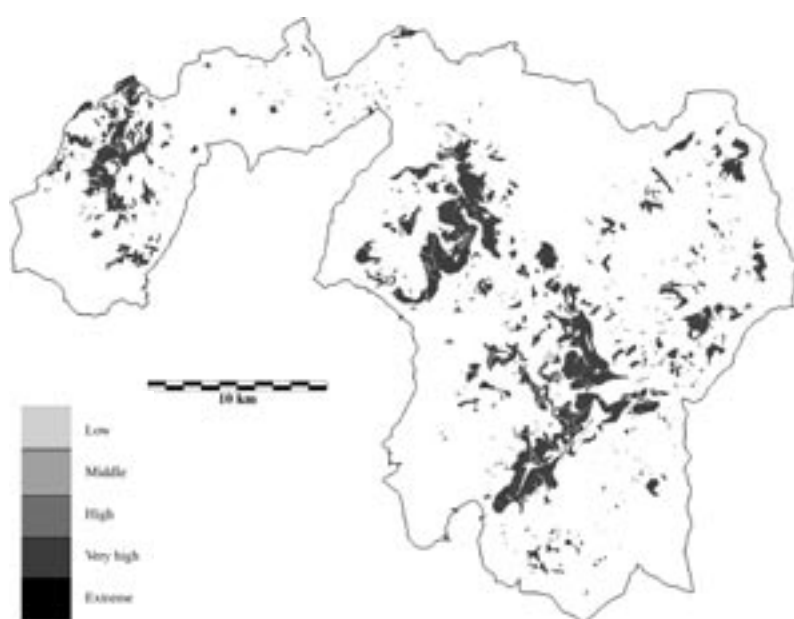


Fig. 4. Introskeletal erosion potential in the FNR 27 – Hrubý Jeseník Mts.

prevailing on large areas due to air-pollution and consequent bark beetle disasters in the last decades – also other factors contribute considerably (snow, windstorms, etc.). To prevent large production as well as functional losses, the maximum care has to be paid to as rapid as possible reforestation, in optimum cases to prevent deforestation at all. Only close-to-nature stand regeneration and stable forest stand cover can mitigate, or even eliminate, this unfavourable process.

References

- PODRÁZSKÝ V., 1996. Vliv odlesnění na půdní chemismus a pedobiologické charakteristiky na lokalitách ohrožených introskeletovou erozí. In: VACEK S. (ed.), Monitoring, výzkum a management ekosystémů na území Krkonošského národního parku. Sbor. příspěv. z mezinár. konf., Opočno, 15.–17. 4. 1996. VÚLHM, VS Opočno: 101–107.
- ŠACH F., 1990. Vnitropůdní eroze – nebezpečný proces na kamenitých lesních pozemcích po imisních těžbách. Zpr. Lesn. Výzk., 35 (3): 13–15.

ŠACH F., PAŠEK M., 1996. Rozsah a dynamika introskeletové eroze v Krkonoších. In: VACEK S. (ed.), Monitoring, výzkum a management ekosystémů na území Krkonošského národního parku. Sbor. příspěv. z mezinár. konf., Opočno, 15.–17. 4. 1996. VÚLHM, VS Opočno: 79–88.

VACEK S., MATĚJKA K., ŠACH F., 1996. Analýza vegetačních změn na půdách náchylných k introskeletové erozi. In: VACEK S. (ed.), Monitoring, výzkum a management ekosystémů na území Krkonošského národního parku. Sbor. příspěv. z mezinár. konf., Opočno, 15.–17. 4. 1996. VÚLHM, VS Opočno: 89–100.

VACEK S., MATĚJKA K., ŠACH F., 1999. Změny vegetace na stanovištích ohrožených introskeletovou erozí. In: SLODIČÁK M. (ed.), Obnova a stabilizace horských lesů. Sbor. z celost. konf. s mezinár. účastí, Bedřichov v Jizerských horách, 12.–13. 10. 1999. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 107–112.

Received for publication March 17, 2003

Accepted after corrections May 6, 2003

Ohrožení půd introskeletovou erozí v horských lesích ČR

S. VACEK¹, V. PODRÁZSKÝ², M. MIKESKA³, W. K. MOSER⁴

¹Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Výzkumná stanice Opočno, Česká republika

²Česká zemědělská univerzita v Praze, Lesnická fakulta, Česká republika

³Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, pobočka Hradec Králové, Česká republika

⁴Ústav ochrany přírody státu Missouri, Columbia, USA

ABSTRAKT: Na základě terénního průzkumu byla provedena sumarizace potenciálu introskeletové eroze (ISE) v oblasti Šumavy, Krkonoš a Jeseníků. Výsledky poskytují hrubý odhad rozsahu ohrožení lesních půd introskeletovou erozí v horských lesích České republiky. Dokládají rozsah ohrožení na 45 535 ha lesní půdy, což reprezentuje 10,1 % horských lesů a 1,6 % celkové zalesněné plochy v ČR. Nejzávažnější situace je v Krkonoších, kde je doložen výrazný potenciál ISE na 30,5 % lesních půd, a dále v Jeseníkách (16,6 %). V dalších přírodních lesních oblastech zaujímají plochy ohrožené ISE rovněž rozsáhlá území: Novohradské hory (13,3 %), Šumava (8,2 %). Protože se jedná o produkčně i mimoprodukčně (vodní zdroje) důležitá území, je procesy a projevy ISE nutné pečlivě studovat a chránit lesní půdy před degradací, a to i s využitím speciálních technologií v ochraně a obnově lesa.

Klíčová slova: horské lesy; smrkové porosty; imise; kůrovec; introskeletová eroze; protierozní ochrana; zalesňování

Introskeletová eroze (ISE) je definována jako převážně vertikální propadávání a proplavování organických i anorganických půdních částic mezerami mezi skeletem do spodin zvětralinového pláště – do dutin mezi kameny a balvany na suťových stanovištích (ŠACH 1990). Proces introskeletové eroze je nejčastěji iniciován smýcením lesních porostů a bývá obvykle umocněn soustředěním

dřeva. Na extrémně skeletovitých a slunných lokalitách převážně v horských polohách se introskeletová eroze objevuje dokonce již v progresivní fázi odumírání stromového patra v důsledku působení škodlivých činitelů. Při postupující introskeletové erozi dochází ke ztenčování a ztrátě půdního profilu a k následnému vystupování kamenitých a balvanitých sutí. Při výrazném zvětšování

původně malých plošek sutě či povrchové kamenitosti se procesy introskeletové eroze stávají limitujícím faktorem obnovy lesa.

Na základě terénního průzkumu rozsahu a dynamiky introskeletové eroze na Šumavě (přírodní lesní oblast – PLO – 13), v Krkonoších (PLO 22), v Hrubém Jeseníku a v masivu Králického Sněžníku (PLO 27) byla ve spolupráci Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, Ústavu pro hospodářskou úpravu lesa a Lesnické fakulty České zemědělské univerzity v Praze zpracována diferenciací potenciálního ohrožení lesních půd introskeletovou erozí pro 10 PLO s výrazným zastoupením horských lesů ČR (obr. 1, PLO 01 – Krušné hory, 03 – Karlovarská vrchovina, 11 – Český les, 13 – Šumava, 14 – Novohradské hory, 21 – Jizerské hory a Ještěd, 22 – Krkonoše, 25 – Orlické hory, 27 – Hrubý Jeseník, 40 – Moravskoslezské Beskydy) a pro horské lesy v ČR celkem. Kromě těchto území byly procesy ISE zaznamenány v PLO 04 – Doupovské hory, 07 – Brdská vrchovina a 16 – Českomoravská vrchovina a v oblasti výskytu kvádrových pískovců: 24 – Sudetské mezihoří, 18 – Český ráj, 19 – Lužická pískovcová vrchovina.

Potenciální ohroženost lesních půd je členěna do pěti tříd:

- nízká – ojedinělé plošky sutě na kamenitých svazích (příslušné LT ze SLT 6–8M, 6–8N, 8Z, 8K),
- střední – časté plošky sutě na kamenitých svazích (příslušné LT ze SLT 6Y, 6–8N),
- vysoká – rozsáhlé plochy sutě (příslušné LT ze SLT 8Y, 8Z, 8N, 7Y),
- velmi vysoká – plochy nad horní hranicí lesa s výskytem sutě (SLT 9Z, 9K),
- extrémní – periglaciální sutě (SLT 9Y).

V práci je však hodnocen pouze potenciál introskeletové eroze na Šumavě, v Krkonoších, v Jeseníkách a v ČR celkem. Získané výsledky jsou shrnuty v tab. 1–4. Z geologického hlediska byl největší potenciál ISE shledán na žulách, granodioritech, dioritech a syenitech. Rozpadem těchto hornin vznikají nejen hrubozrnné zvětraliny, ale i kompaktní balvany s velkými meziprostory. Podstatně menší potenciální ohrožení introskeletovou erozí bylo zjištěno na sérii moldanubika a proterozoika (svorové ruly, pararuly, migmatity, svory, fylity, ortoruly, granulity apod.). Zvětrávání těchto hornin vytváří menší kameny, suť je drobnější a meziprostory v ní nevelké. Z hlediska půdních typů a subtypů procesy ISE hrozí nejvíce na litozemích a rankerech, méně již na pararendzinách, podzolu humusovém drnovém, kryptopodzolu rankerovém a nejméně na kambizemi rankerové. Kromě geologického podkladu a půdních typů procesy ISE významně ovlivňuje reliéf terénu, sklon svahu, expozice, nadmořská výška a přízemní vegetační kryt (rostlinné společenstvo). Zejména pak spektrum přízemní vegetace (bylinné a mechové) až její absence a výskyt povrchové kamenitosti odráží projevy ISE, čehož bylo využito při uvedené diferenciaci potenciálního ohrožení půd introskeletovou erozí podle LT.

Na Šumavě je ISE potenciálně ohroženo 11 049 ha, tj. 8,2 % lesů PLO, což je asi 24 % ploch potenciálně ohrožených ISE v horských oblastech ČR (obr. 2, tab. 1). Lokality s vysokou ohrožeností (0,6 % plochy PLO) zde představují z hlediska ISE největší nebezpečí. Sutě pokryté jen drnem borůvky, metličky, mechů či sutě, spojené pouze kořeny stromů a kryté hrabankou, se po odlesnění mohou vlivem ISE změnit v nezalesnitelné souvislé kamenné plochy bez jemnozeme. Největší dynamika ISE přitom byla zaznamenána v plně zapojených smrkových porostech rostlinné asociace *Anastrepto-Piceetum* po silném napadení kůrovcem. Typicky stínomilná dominantní mechová vegetace v těchto porostech v důsledku náhlé změny světelných poměrů při odumření stromového patra též chřadne a odumírá. Dochází zde k urychlené mineralizaci a výrazným procesům ISE. Tyto porosty je proto vhodné z těžby vyloučit. V případě jejich rozpadu vlivem lýkožrouta smrkového lze použít podsadby, popř. podsíje, aby nedošlo k úplné ztrátě půdy, resp. její jemné minerální a organické složky.

Lokality ohrožované středně (3,5 % plochy PLO) představují mozaiku častých plošek sutě na kamenitých svazích. Proti předcházející třídě je zalesňování těchto lokalit méně obtížné. Je-li úspěšné, po čase v kulturách a mlazinách nacházíme jen různě velké ostrůvky sutě.

Lokality s nízkou ohrožeností (4,1 % rozlohy PLO) se nacházejí na LT pro vznik a vývoj ISE méně příznivých. Tyto lokality navíc většinou nebyly postiženy rozsáhlými těžbami při asanaci kůrovce. Ojedinělý výskyt ISE nevytváří předpoklady pro její rozšiřování.

V Krkonoších je ISE potenciálně ohroženo 10 308 ha, tj. 30,5 % plochy PLO, což je 22 % ploch ISE potenciálně ohrožených v horských lesích ČR (obr. 3, tab. 2). Lokality s velmi vysokou a extrémní ohrožeností (10,3 % plochy PLO) se nacházejí nad horní hranicí lesa. Na většině těchto ploch se s opatřeními proti ISE neuvažuje, protože sutě jsou zejména v arkoalpínské tundře považovány za cílové stadium vývoje půd. Ojedinělé zalesňování těchto lokalit (pouze v SLT 9K) je velmi obtížné i s využitím speciálních technologií včetně donášky zeminy. Na řadě lokalit s vysokou třídou ohroženosti byly procesy introskeletové eroze výrazně urychleny použitím nevhodných těžebně dopravních technologií v průběhu imisní a kůrovcové kalamity. Opatření v ostatních třídách ohroženosti jsou shodná jako na Šumavě.

V oblasti Hrubého Jeseníku a masivu Králického Sněžníku je ISE potenciálně ohroženo 9 057 ha, tj. 16,6 % plochy PLO, což je 19 % ploch ISE potenciálně ohrožených v horských lesích ČR (obr. 4, tab. 3). Opatření v jednotlivých třídách ohroženosti jsou podobná jako na Šumavě.

V horských lesích ČR, tj. v 6.–9. LVS, je introskeletovou erozí potenciálně ohroženo 46 535 ha, tj. 10,1 % plochy horských lesů a 1,7 % plochy všech lesů v ČR (tab. 4). Protože se jedná o významnou produkční plochu, je třeba procesům ISE a protierozní ochraně v horských polohách věnovat značnou pozornost. K zalesňování neohroženějších lokalit jsou vhodné dřeviny především

s pionýrskou strategií, ať již jeřáb ptačí, bříza pýřitá a karpatská, vrba obecná, olše zelená, ale i smrk ztepilý a kleč horská. V místech s nedostatkem zeminy, tj. na slabě zazemněných sutích, je nutné dodávání zeminy, a to především ze zemníků. V prostorách mezi kameny je nutné dodanou půdu řádně utěsnit a stabilizovat použitím kamenů, popř. biotextilií či přírodními moučkami, aby nedošlo k jejímu rychlému propadání a odpavení. V těchto podmínkách je velmi důležitá pečlivá příprava půdy, aby při jejím nakopání byl minimálně narušen půdní povrch. Výhodné je použití obalených sazenic, pro které není potřeba dělat větší jamku. Kořeny z obalů

postupně prorůstají a vyhledávají akumulace půdy. Z výsledků experimentů v Krkonoších je známo, že se procesy ISE výrazně zpomalují po dosažení výšky výsadeb kolem 50 cm. V tomto stadiu již dochází ke značnému růstu kořenů, a tím i k plnění půdoochranných funkcí kultur (VACEK et al. 1999).

Získané výsledky o ohrožení lesních půd introskeletovou erozí v horských lesích ČR co do plošného rozsahu i z hlediska její dynamiky ve sledovaných pohořích potvrdily hypotézu o postupující introskeletové erozi na kamenitých i balvanitých stanovištích.

Corresponding author:

Doc. RNDr. STANISLAV VACEK, DrSc., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Výzkumná stanice Opočno, Na Olivě 550, 517 73 Opočno, Česká republika
tel.: + 420 494 668 391, fax: + 420 494 668 393, e-mail: vacek@vulhmop.cz
