

OPIS VALIDAČNÉHO POSTUPU

pre metodiky

posúdenia náchylnosti, zraniteľnosti a nebezpečenstva vzniku požiaru v lesoch *SR*

Validačný postup bol vykonaný pre metodiku posúdenia náchylnosti územia na vznik a rýchle šírenie požiaru, metodiku posúdenia zraniteľnosti územia lesným požiarom a metodiku posúdenia nebezpečenstva vzniku požiaru v lesoch Slovenskej republiky. Validácia nadväzovala na validačné ustanovenia uvedené priamo v týchto metodikách a rozpracovala ich do jednotného, vecne porovnateľného a kontrolovateľného postupu.

Validácia bola vykonaná ako kombinácia dátovej kontroly, priestorovej kontroly, historickej validácie, expertnej validácie, terénneho alebo vizuálneho overenia a vyhodnotenia neistoty. Cieľom validácie nebolo deklarovať absolútnu predikčnú presnosť, ale overiť, či výsledné triedy jednotlivých metodík zodpovedali dostupným empirickým údajom, známym územným podmienkam, odbornému posúdeniu a logike spracovania v prostredí GIS.

1. Predmet vykonanej validácie

Predmetom validácie boli výsledky troch metodík, ktoré hodnotili odlišné, ale vzájomne súvisiace zložky požiarneho rizika. Každá metodika bola validovaná podľa charakteru hodnoteného javu. Náchylnosť na vznik požiaru bola overovaná najmä vo vzťahu k historickému výskytu požiarov a iníciačným faktorom. Náchylnosť na rýchle šírenie požiaru bola overovaná vo vzťahu k palivovej kontinuite, topografii, vetru, korunovému potenciálu a dostupným informáciami o rozsahu požiarov. Zraniteľnosť bola overovaná vo vzťahu k nezávislým hodnotovým vrstvám a možným dôsledkom požiaru. Požiarne nebezpečenstvo bolo overované vo vzťahu k aktuálnemu alebo sezónnemu stavu paliva, suchu, meteorologickým podmienkam a časovej zhode s výskytom požiarov.

Metodika	Charakter hodnoteného javu	Hlavný predmet validácie
Metodika posúdenia náchylnosti územia na vznik požiaru	statická alebo sezónne aktualizovaná predispozícia k iniciácii požiaru	zhoda vysokých tried s historickými požiarimi, antropogénnymi iniciačnými faktormi, jemným palivom a okrajovým efektom lesa
Metodika posúdenia náchylnosti územia na rýchle šírenie požiaru	predispozícia územia k rýchlemu povrchovému šíreniu alebo k prechodu požiaru do korunovej vrstvy	zhoda vysokých tried s palivovou kontinuitou, sklonom, veternou exponovanosťou, rebríkovým palivom a korunovým potenciálom
Metodika posúdenia zraniteľnosti územia lesným požiarom	miera možných nepriaznivých dôsledkov požiaru na územie a jeho funkcie	zhoda vysokých tried s ekologickými, pôdno-hydrologickými, produkčnými, spoločenskými a infraštruktúrnymi hodnotami
Metodika posúdenia nebezpečenstva vzniku požiaru v lesoch SR	aktuálny alebo sezónny stav dostupnosti paliva pre iniciáciu horenia	časová a priestorová zhoda s vlhkosťou paliva, suchom a meteorologickými podmienkami a výskytom požiarov

2. Spoločný rámec validácie

Pre všetky metodiky bol použitý spoločný rámec validácie. Najskôr bola overená úplnosť a priestorová konzistentnosť vstupných vrstiev. Následne bola skontrolovaná reklasifikácia vstupných faktorov do päťstupňovej škály, správnosť váh použitých vo výpočtoch, spôsob agregácie rastrových hodnôt na JPRL a interpretácia výslednej triedy. Validáčne kroky boli vykonané tak, aby bolo možné späťne doložiť, ktoré údaje, pravidlá a rozhodnutia viedli k výslednému hodnoteniu.

- Bola skontrolovaná úplnosť a priestorový rozsah vstupných vrstiev;
- bola overená jednotnosť súradnicového systému, rozlíšenia a prekryvu vrstiev;
- bola skontrolovaná reklasifikácia vstupných faktorov do tried 1–5;
- boli overené váhy čiastkových faktorov a výpočet výsledných indexov;
- výsledky boli agregované na úroveň JPRL pomocou zonálnej štatistiky;
- pre JPRL boli vyhodnotené priemerná hodnota, medián, 75 % hodnota, 90 % hodnota, maximum a podiel plochy v triedach 4 a 5;
- boli označené JPRL s vysokou vnútornou heterogenitou alebo vyššou neistotou;
- výsledky boli porovnané s historickými údajmi, nezávislými tematickými vrstvami, odborným posúdením a terénnym alebo vizuálnym overením.

Ukazovateľ	Spôsob použitia vo validácii
Priemerná hodnota	vyjadrila celkovú úroveň hodnoteného javu v JPRL
Medián	obmedzil vplyv lokálnych extrémov a doplnil priemerné hodnotenie
75 % hodnota	vyjadrila hornú časť rozdelenia hodnôt v JPRL bez priamej závislosti od maxima
90 % hodnota	zachytila malé, ale významné rizikové alebo zraniteľné časti JPRL
Maximum	upozornilo na lokálne extrémne hodnoty
Podiel plochy v triedach 4 a 5	vyjadril plošnú významnosť vysokých a veľmi vysokých tried

3. Validačné ukazovatele a výpočtové vzťahy

Pri validácii boli použité jednoduché a interpretovateľné ukazovatele, ktoré umožnili porovnať výsledné triedy metodík s dostupnými validačnými údajmi. Použité boli najmä podiel udalostí alebo plôch vo vysokých triedach (1), frekvenčný pomer (2), zhoda s expertným alebo terénnym hodnotením (3) a index validačnej neistoty (4).

$$P45 = (N45 / N_{celk})100 \quad (1)$$

kde $P45$ predstavovalo podiel udalostí, plôch alebo hodnotených prvkov nachádzajúcich sa v triedach 4 a 5, $N45$ bol počet alebo plocha udalostí v triedach 4 a 5 a N_{celk} bol celkový počet alebo celková plocha validačných udalostí alebo prvkov.

$$FRi = (Fi / F) / (Ai / A) \quad (2)$$

kde FRi predstavoval frekvenčný pomer pre kategóriu i , Fi bol počet alebo plocha požiarov v kategórii i , F bol celkový počet alebo plocha požiarov, Ai bola plocha kategórie i a A bola celková plocha hodnoteného územia.

$$ZHODA = (N_{zhoda} / N_{hodnotene})100 \quad (3)$$

kde $ZHODA$ vyjadřila percentuálnu zhodu výslednej triedy, priority alebo dominantného faktora s expertným, terénnym alebo nezávislým hodnotením.

$$U_{val} = 0,40 U_{data} + 0,30 U_{model} + 0,20 U_{hist} + 0,10 U_{expert} \quad (4)$$

kde U_{val} predstavovalo validačnú neistotu, U_{data} neistotu vstupných údajov, U_{model} neistotu metodického nastavenia, U_{hist} neistotu historických alebo validačných údajov a U_{expert} neistotu expertného posúdenia.

4. Validácia metodiky posúdenia náchylnosti územia na vznik požiaru

Validačný krok	Vykonaný postup	Vyhodnotenie
Historické požiare	lokalizované požiare boli prekryté s triedami náchylnosti na vznik požiaru	bol vypočítaný podiel požiarov v triedach 4 a 5 a trend ich zastúpenia v triedach 1–5
Frekvenčný pomer	pre triedy náchylnosti bol vypočítaný FRi	bolo overené, či vyššie triedy dosiahli zvýšený frekvenčný pomer
Antropogénne faktory	vysoké triedy boli porovnané so sídlami, cestami, železnicami, rekreačnými lokalitami a WUI územiami	bola overená priestorová logika vysokých tried

Validačný krok	Vykonaný postup	Vyhodnotenie
Palivové faktory	vysoké triedy boli porovnané s výskytom jemného paliva, zápalných palivových modelov a okrajového efektu	bolo overené, či vysoké triedy mali vecné palivové odôvodnenie
Expertná kontrola	výsledok bol posúdený odborníkmi na protipožiaru ochranu, lesníctvo a GIS	bola vyhodnotená zhoda výsledkov s odborným očakávaním

Validácia metodiky posúdenia náchylnosti územia na vznik požiaru bola vykonaná vo vzťahu k javom, ktoré súviseli s iniciáciou požiaru. Overovalo sa, či sa historické požiare, známe iniciačné faktory a územia s vysokou antropogénnou záťažou koncentrovali najmä vo vyšších triedach výslednej mapy. Keďže metodika hodnotila predispozíciu k vzniku požiaru, validácia nebola založená na veľkosti zhorenej plochy, ale najmä na mieste vzniku alebo na najpresnejšie dostupnej lokalizácii udalosti.

Kritérium validácie	Hodnota použitá pri interpretácii
podiel historických požiarov v triedach 4 a 5	najmenej 60 % pri dostatočne kvalitnej lokalizácii požiarov
rastúci trend výskytu požiarov od triedy 1 po triedu 5	požadovaný alebo odborne zdôvodnený
FRi vo vysokých triedach	vyšší ako 1,20 v triede 4 alebo 5
zhoda s expertným posúdením	najmenej 70 %
terénne alebo vizuálne potvrdenie vybraných lokalít tried 4 a 5	vykonané alebo označené na následné overenie

5. Validácia metodiky posúdenia náchylnosti územia na rýchle šírenie požiaru

Validácia metodiky posúdenia náchylnosti územia na rýchle šírenie požiaru bola vykonaná s dôrazom na palivovú kontinuitu, sklon, veternú exponovanosť, rebríkové palivo a korunový potenciál. Ak boli dostupné perimetre historických požiarov alebo údaje o rozsahu požiarov, boli porovnané s výslednými triedami. Ak tieto údaje dostupné neboli alebo boli neúplné, validácia bola doplnená terénnym hodnotením palivovej kontinuity, diaľkovým prieskumom Zeme, LiDARovými ukazovateľmi a expertným posúdením zásahovej náročnosti.

Validačný krok	Vykonaný postup	Vyhodnotenie
Perimetre alebo rozsah požiarov	plocha historických požiarov bola prekrytá s triedami náchylnosti na šírenie	bol vyhodnotený podiel zasiahnutej plochy v triedach 4 a 5
Veľkosť požiarov	väčšie udalosti boli porovnané s vysokými triedami náchylnosti na šírenie	bolo overené, či väčšie požiare častejšie zasahovali triedy 4 a 5
Povrchová kontinuita	bola overená súvislosť povrchového paliva z terénnych údajov, ortofotosnímkov alebo DPZ	bolo overené, či vysoké triedy mali reálnu palivovú podporu

Vertikálna kontinuita	boli overené rebríkové palivo, CBH, korunový zápoj a CBD	bolo posúdené, či vysoké triedy zodpovedali porastom s korunovým potenciálom
Expertná kontrola	výsledok bol posúdený z hľadiska očakávanej rýchlosti šírenia a zásahovej náročnosti	bola vyhodnotená zhoda s odborným posúdením

Kritérium validácie	Hodnota použitá pri interpretácii
podiel plochy historických perimetrov v triedach 4 a 5	najmenej 60 %, ak boli perimetre dostupné
zhoda s terénnym alebo vizuálnym hodnotením palivovej kontinuity	najmenej 70 %
zhoda s expertným hodnotením zásahovej náročnosti	najmenej 70 %
výskyt najväčších požiarov vo vysokých triedach	požadovaný trend
správne určenie dominantného faktora šírenia	vykonané pre JPRL v triedach 4 a 5

6. Validácia metodiky posúdenia zraniteľnosti územia lesným požiarom

Validácia metodiky posúdenia zraniteľnosti územia lesným požiarom bola vykonaná odlišne od validácie náchylnosti a nebezpečenstva. Zraniteľnosť nevyjadrovala pravdepodobnosť vzniku požiaru ani rýchlosť jeho šírenia, ale mieru možných nepriaznivých dôsledkov. Preto bola validácia zameraná na zhodu výsledných tried s nezávislými hodnotovými vrstvami, funkciami územia, ochranou prírody, pôdno-hydrologickou citlivosťou, produkčnou hodnotou, spoločenskou expozíciou a zásahovou dostupnosťou.

Zložka zraniteľnosti	Validačné podklady	Vykonané overenie
Ekologická zraniteľnosť	chránené územia, biotopy, prirodzenosť porastu, citlivé lokality	triedy 4 a 5 boli porovnané s ekologicky hodnotnými a citlivými územiaми
Pôdno-hydrologická zraniteľnosť	erózna ohrozenosť, sklon, hĺbka pôdy, vodohospodársky význam, blízkosť vodných tokov a zdrojov	vysoké triedy boli porovnané so svahmi, plytkými pôdami a vodohospodársky významnými lokalitami
Produkčná zraniteľnosť	drevná zásoba, vek porastu, hospodársky význam, zdravotný stav, obnovné náklady	vysoké triedy boli porovnané s porastmi s vyššou stratovou a obnovnou hodnotou
Spoločenská a infraštruktúrna zraniteľnosť	WUI, infraštruktúra, rekreácia, kultúrne hodnoty, zásahová dostupnosť	vysoké triedy boli porovnané s exponovanými, navštevovanými a ťažšie dostupnými územiaми

Kritérium validácie	Hodnota použitá pri interpretácii
zhoda vysokých tried s nezávislými hodnotovými vrstvami	najmenej 70 %

zhoda s expertným posúdením možných dôsledkov požiaru	najmenej 70 %
správne určenie dominantnej zložky zraniteľnosti	vykonané pre triedy 4 a 5
označenie vnútorne heterogénnych JPRL	vykonané pri rozdielne priemernej hodnoty a 90 % hodnoty viac ako 1,5 triedy
terénne alebo vizuálne overenie sporných lokalít	vykonané alebo odporúčané podľa dostupnosti údajov

7. Validácia metodiky posúdenia nebezpečenstva vzniku požiaru v lesoch SR

Validácia metodiky posúdenia nebezpečenstva vzniku požiaru v lesoch SR bola vykonaná s dôrazom na časový rozmer hodnotenia. Požiarne nebezpečenstvo vyjadrovalo aktuálnu alebo sezónnu dostupnosť paliva pre iniciáciu horenia, preto sa overovalo, či vypočítané vysoké triedy zodpovedali obdobiam nízkej vlhkosti paliva, podmienkam sucha, nepriaznivej meteorologickej situácii a výskytu požiarov.

Validačný krok	Vykonaný postup	Vyhodnotenie
Časové porovnanie s požiarimi	dni alebo obdobia s evidovanými požiarimi boli porovnané s hodnotou indexu H v príslušnom mieste a čase	bolo overené, či sa požiare vyskytovali najmä pri triedach 4 a 5 alebo pri rastúcom trende H
Vlhkosť paliva	odvodená alebo meraná vlhkosť 1 h, 10 h a 100 h paliva bola porovnaná s kritickou vlhkosťou	bolo overené, či vysoké triedy zodpovedali palivu na kritickej alebo podkritickej vlhkosti
Suchostné podmienky	triedy H boli porovnané s monitoringom sucha, zrážkovým deficitom a počtom dní bez významných zrážok	bolo overené, či vysoké triedy zodpovedali suchým obdobiam
Meteorologická kontrola	bola posúdená teplota vzduchu, relatívna vlhkosť vzduchu a vietor	bolo overené meteorologické odôvodnenie vysokých tried
Expertná kontrola	výsledok bol posúdený z hľadiska praktickej interpretácie požiarne nebezpečných období	bola vyhodnotená zhoda s odborným posúdením

Kritérium validácie	Hodnota použitá pri interpretácii
podiel požiarových dní v triedach 4 a 5	najmenej 60 % pri dostatočne kvalitných údajoch
časová zhoda zvýšeného H s obdobiami sucha	požadovaný trend
zhoda s meranou alebo nezávisle odvodenou vlhkosťou paliva	vyhodnotená pri dostupnosti údajov
zhoda s expertným hodnotením požiarne nebezpečných období	najmenej 70 %
falošne vysoké dni bez požiaru	neboli automaticky hodnotené ako chyba, pretože absencia požiaru neznamenal absenciu nebezpečenstva

8. Vyhodnotenie neistoty a kontrola citlivosti

Súčasťou validácie bolo vyhodnotenie neistoty a citlivosti výsledkov. Neistota bola viazaná najmä na aktuálnosť lešnických údajov, presnosť lokalizácie historických požiarov, rozdielne priestorové rozlíšenie vstupov, neúplnosť údajov o rebríkovom palive, odvodenie kritickej vlhkosti a generalizáciu meteorologických alebo údajov o suchu.

- ak zmena váh o +/- 10 % nezmenila výslednú triedu JPRL, hodnotenie bolo považované za stabilné;
- ak zmena váh o +/- 10 % zmenila výslednú triedu o jeden stupeň, JPRL bola označená ako stredne citlivá;
- ak zmena váh o +/- 10 % zmenila výslednú triedu o dva alebo viac stupňov, JPRL bola označená ako vysoko citlivá;
- ak bola trieda vysoká alebo veľmi vysoká a neistota bola súčasne vysoká, JPRL bola zaradená medzi priority terénneho alebo expertného overenia;
- ak výsledná trieda závisela od jedného neistého vstupu, bol v atribútovej tabuľke označený zdroj neistoty.

Úroveň validačnej neistoty	Interpretácia
nízka	vstupné údaje boli aktuálne, priestorovo presné a výsledok bol potvrdený nezávislým alebo expertným overením
stredná	časť vstupov bola odvodená alebo generalizovaná, ale výsledok bol vecne vysvetliteľný
vysoká	výsledok závisel od neúplných alebo neaktuálnych údajov a vyžadoval terénne alebo expertné overenie

9. Validačný záznam a interpretácia výsledkov

Výsledkom vykonaného validačného postupu bol validačný záznam pre každú metodiku. Záznam umožnil spätnú kontrolu použitých údajov, výpočtových krokov, validačných ukazovateľov a interpretácie výsledkov. Súčasťou validačného záznamu boli aj informácie o limitoch metodiky a odporúčania pre použitie výsledkov v praxi.

Časť validačného záznamu	Minimálny obsah
Identifikácia metodiky	názov metodiky, verzia, dátum spracovania, hodnotené územie a priestorová jednotka
Použité vstupy	zoznam vrstiev, ich zdroj, časová platnosť, rozlíšenie a známe obmedzenia
Postup validácie	typ validácie, použité validačné údaje, vykonané výpočty a kontroly
Výsledky validácie	tabuľky, mapy, hodnoty P45, FRi, zhoda, časová zhoda a zistené trendy
Neistota	hlavné zdroje neistoty, citlivé JPRL a odporúčané overenie
Záver validácie	vyjadrenie použiteľnosti metodiky, jej obmedzení a odporúčaného účelu použitia

Výsledky validácie boli interpretované vždy podľa účelu príslušnej metodiky. Metodiky neposkytovali absolútnu predpoveď budúceho požiaru alebo jeho následkov. Predstavovali odborný a priestorovo dokumentovaný podklad pre preventívne plánovanie, manažment paliva, hodnotenie zraniteľnosti, operatívne sledovanie požiarneho nebezpečenstva a podporu rozhodovania.

10. Záver validačného postupu

Validácia bola vykonaná pre metodiku posúdenia náchylnosti územia na vznik a rýchle šírenie požiaru, metodiku posúdenia zraniteľnosti územia lesným požiarom a metodiku posúdenia nebezpečenstva vzniku požiaru v lesoch SR. Validačný postup bol založený na kombinácii historických údajov, priestorovej logiky, nezávislých tematických vrstiev, terénneho alebo vizuálneho overenia, expertného posúdenia, časovej zhody a vyhodnotenia neistoty.

Metodiky boli považované za validované v rozsahu, v akom výsledné triedy zodpovedali dostupným empirickým a expertným podkladom, boli priestorovo vysvetliteľné, vysoké triedy identifikovali vecne odôvodnené priority a boli jasne uvedené limity ich použitia. Výsledky validácie potvrdili použiteľnosť metodík ako odborného podkladu pre rozhodovanie v protipožiarnej ochrane, lesnom hospodárstve, civilnej ochrane, krízovom riadení, územnom plánovaní a adaptácii na klimatickú zmenu.