

IVAN FARSKÝ

## K ANTROPOGENNÍM VLIVŮM V POVODÍ HORNÍHO TOKU LUŽICKÉ NISY

I. Farský: *A Comment on Anthropogenic Impacts at the Upper Flow of the River Lužická Nisa*. — Sborník ČGS, 96, 1, p. 26—32 (1992). — The contribution deals with the recorded impacts of human activities in the area of the upper river basin of the Lužická Nisa in North Bohemia. A method of binary mass curves has been used for the interrelation between precipitations and the drainage from mean monthly data both for vegetation (April — September) and non-vegetation (October — March) periods for 1951—1990. The variations in the mass curves are confronted with events in the drainage area ascertained in archives and literature.

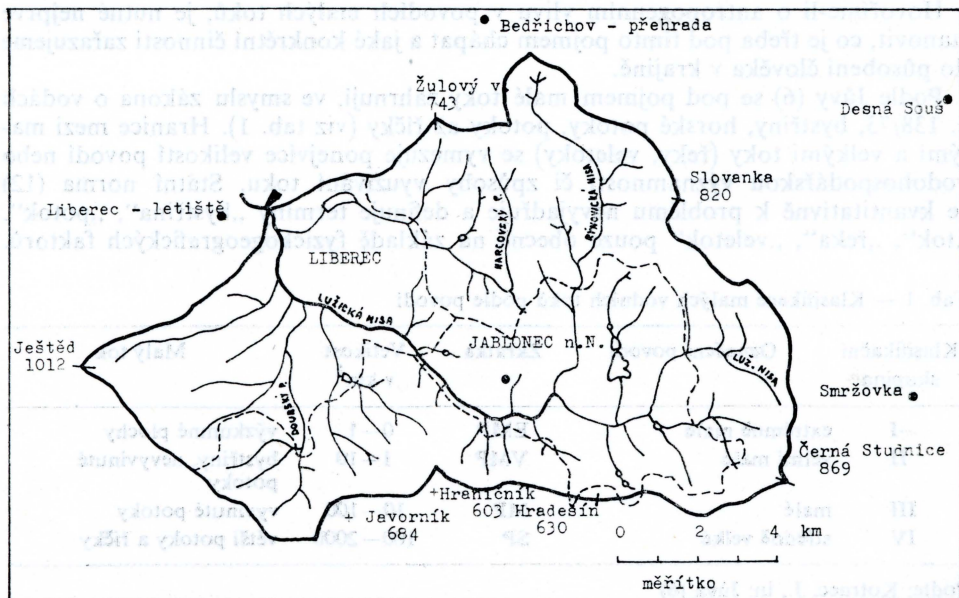
KEY WORDS: anthropogenic impacts — relation between precipitation and drainage.

### Úvod

Stav životního prostředí v německo-polsko-československém pohraničí se často označuje v celosvětovém porovnání za ekologickou katastrofu. Proto je rozboru dopadu antropogenního působení v této oblasti věnována mimořádná pozornost. Cílem prací je najít zdroje negativních vlivů na krajinu a dát návod, jak je buď odstranit, anebo pokud možno alespoň maximálně utlumit. Potíže při plnění tohoto záměru spočívají obvykle mimo jiného především v tom, že vedle činnosti člověka se v konečném efektu uplatňují i vlivy přírodní (anomálie, fluktuace, extremity, nárůst, změny v četnosti výskytu atp.). Dvě výše uvedené různé kategorie příčin se mohou navzájem zesilovat, zeslabovat, vyrovnávat, ale i vylučovat. Předkládaný článek je jedním z řady pokusů o dekompozici těchto účinků v krajině, a to se zaměřením na změny vodního režimu. Jako příklad bylo vybráno povodí Lužické Nisy na československém území o rozloze 121,78 km<sup>2</sup>.

### Základní údaje o povodí horního toku Lužické Nisy

Studované povodí (viz obr. 1) horního toku Lužické Nisy, podle Hydrologických poměrů ČSSR (4) označené 2-04-07-001 až 014, se nalézá podle Balatky et al. (1) v severním svahu Ještědského hřbetu (IV A—3 A), ve východní části Liberecké kotliny (IV A — 4 A) a na jižním svahu Jizerské hornatiny (IV A — 6 B). Celková plocha povodí po profil v Liberci měří 121,87m<sup>2</sup> (5). Sestává ze 14 dílčích povodí a mezipovodí (4). Tvarová charakteristika  $\alpha = 0,22$ , to znamená, že jde o povodí vějířovité. Průměrný sklon činí asi šest procent. K ose toku je pravostranně asymetrické ( $-0,84$ ) a mírně nekompatní (1,405 podle koeficientu Gravelia). Rozvodnice probíhá na jihu většinou přes vrcholy Ještědského hřbetu, na východě téměř po hranici Jizerských hor a Krkonoš, na severu přes vrcholy Jizerské hornatiny, na zápa-



Obr. 1 — Studované povodí horního toku Lužické Nisy. 1 - srážkoměrná stanice, 2 - vodočetná stanice, 3 - hranice katastrů Liberce a Jablonce n/N. s předměstími.

dě Libereckou kotlinou. Hustota říční sítě je asi  $1,75 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$  a průměrná šířka povodí 5 km.

Lužická Nisa je tokem II. řádu, má ve studovaném povodí délku 24,5 km s průměrným sklonem 1,2 % a křivostí toku 1,78 (vypočteno ze Základní vodohospodářské mapy 1 : 50 000). Pramení v katastru obce Nová Ves u Jablonce nad Nisou ve výšce 640 m n. m. na louce vedle silnice z Nové Vsi do Lučan. Pramen je již z minulosti označen kamenným pomníčkem. Vymezené povodí opouští Lužická Nisa ve výšce 346 m n. m.

Pro výpočty byly použity údaje z limnigrafické stanice Liberec, která pracuje od roku 1949 a srážkové údaje ze stanic Liberec — letiště (398 m n. m.), Jablonec nad Nisou (495), Beřřichov — přehrađa (777), Desná — Souš (772), Smrřovka (590). Uvedená data poskytli ČHMÚ Praha.

### Poznámky k používané metodě

Velmi citlivě se projevují antropogenní zásahy v hydrologickém režimu u malých toků. Souhrn ovlivnění v malých povodích může mít však v koncě podobě i svůj odraz ve změnách režimu v povodí větších řek (8). Na rozdíl od velkých toků jsou malé toky funkčně daleko těsněji svázány s okolní krajinou a každý výraznější zásah do jejího vývoje má tendenci projevit se ve změně jejich režimu. Vodogreckij (11) v této souvislosti poukazuje na to, že například při vykácení lesa, rozorání půdy nebo naopak, rozšíření urbanizované plochy již jen na jedné pětině povodí má za následek znatelnou změnu na odtoku v povodích až do 2 000  $\text{km}^2$ . Proto v poslední době sílí snahy po rozboru podkladů, které dokumentují nástup a rozsah těchto vlivů.

Hovoříme-li o antropogenním vlivu v povodích malých toků, je nutné nejprve stanovit, co je třeba pod tímto pojmem chápat a jaké konkrétní činnosti zařazujeme do působení člověka v krajině.

Podle Jůvy (6) se pod pojmem malé toky zahrnují, ve smyslu zákona o vodách č. 138/73, bystřiny, horské potoky, potoky až říčky (viz tab. 1). Hranice mezi malými a velkými toky (řeky, veletoky) se vymezuje ponejvíce velikostí povodí nebo vodohospodářskou významností či způsoby využívání toku. Státní norma (12) se kvantitativně k problému nevyjadřuje a definuje termíny „bystřina“, „potok“, „tok“, „řeka“, „veletok“ pouze obecně na základě fyzickogeografických faktorů.

Tab. 1 — Klasifikace malých vodních toků podle povodí

Klasifikační skupina	Označení povodí	Zkratka	Velikost v km <sup>2</sup>	Malý tok
I	extrémně malé	EMP	0—1	výzkumné plochy
II	velmi malé	VMP	1—10	bystřiny, nevyvinuté potoky
III	malé	MP	10—100	vyvinuté potoky
IV	středně velké	SP	100—2000	větší potoky a říčky

Podle: Kotrnec, J., in: Jůva (6)

Vodogreckij (11) označuje za malý tok takový, který má plochu povodí do 2 000 km<sup>2</sup> bez dalšího podrobnějšího členění. To je ovšem poplatné fyzickogeografickým podmínkám a rozloze býv. Sovětského svazu. O moderní exaktní definici malého povodí se v poslední době pokusil Hrádek (3) na základě rozboru hydraulických a hydrologických procesů v povodí. S přihlédnutím ke zkušenostem uvedeného autora lze konstatovat, že stanovení přesné hranice mezi malým a velkým tokem je obtížné a záleží na účelu využití studie a konkrétní situaci. V československých podmínkách půjde zřejmě o povodí okolo 100 km<sup>2</sup>, které by mohlo vhodně posloužit jako základní indikátor vlivu činnosti člověka na odtok. S ohledem na výše uvedenou úvažu to byl i jeden z řady dalších aspektů, který vedl k výběru povodí Lužické Nisy pro předkládanou studii.

Dnes již bohatá literatura k tematice antropogenních vlivů operuje nejčastěji pojmy: antropogenní tlak, zatížení životního prostředí, vliv činnosti člověka na krajinu atp. Konkrétně se tím rozumí především průmyslová činnost, stavba a rozšiřování měst, zemědělské využívání krajiny, lesní hospodářství, rekreace, stavba a provoz komunikací. Tyto faktory působí často integrovaně a liší se rovněž prostorovou a časovou variabilitou. Z toho plyne důležitost studia dynamiky změn v krajině jako důsledek vlivu hospodářské činnosti člověka. Významné se jeví i stanovení prognózy zjištěného vlivu pro budoucnost, pro potřebu územního plánování.

Jako první krok při studiu změn v hydrologických charakteristikách toku je potřeba předložit důkaz, že jde o zásah člověka a důsledek jeho činnosti. Ovlivnění přírodního původu se řídí jinými zákonitostmi. Za účelem podání důkazu se používá například metody porovnávání dvou a i více období, kdy se řada dat rozdělí na dílčí úseky označené, řekněme, ovlivněné a neovlivněné, či úseky s pravidelným počtem let, a potom se vypočtou hydrologické parametry charakterizující zkoumané jevy a porovnávají se v jednotlivých obdobích. Velikosti odchylek mezi jednotlivými parametry naznačují možný antropogenní vliv (komparativní analýza).

Jiné metody jsou založeny na korelacích a regresní analýze. Nejčastěji používanou metodou je však analýza podvojně součtové čáry. V podstatě jde o zjištění homo-

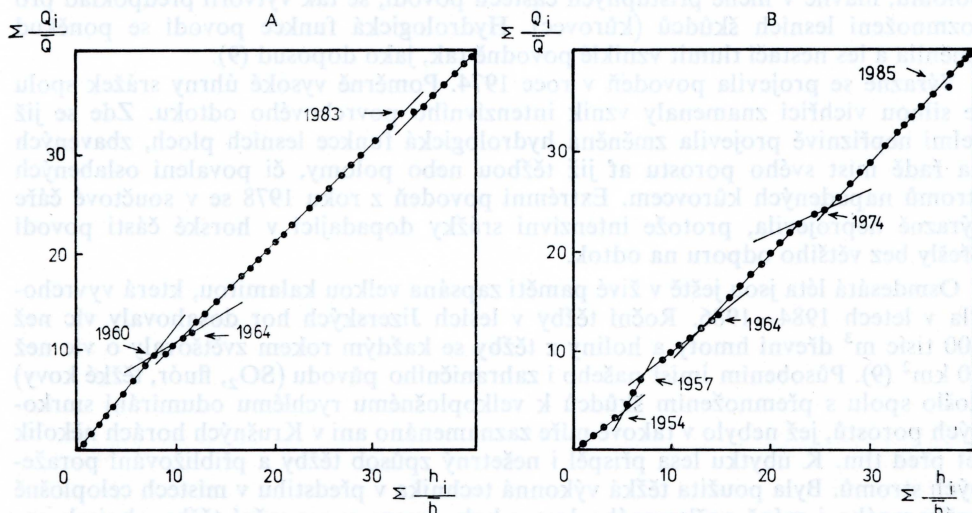


genity časové řady v porovnání s jinou časovou řadou homogenního charakteru (2, 7, 11).

Předkládaná studie se bude zabývat, za použití metody rozboru podvojně součtové čáry, čtyřicetiletou řadou průměrných měsíčních průtoků ve stanici Liberec a odpovídající řadou srážek v povodí za léta 1951 až 1990.

### Rozbor podvojných součtových čar odtoků a srážek

Na vykreslených podvojných součtových čarách (viz obr. 2) sestavených z průměrných měsíčních průtoků ve vegetačním a mimovegetačním období spolu s příslušnými srážkami v povodí je patrných několik zlomů.



Obr. 2 — Podvojně součtové čáry průměrných měsíčních průtoků a průměrných měsíčních srážek v období 1951–1990. A - v měsících X–III, B - v měsících IV–IX.

V první polovině padesátých let nastaly výrazné změny ve struktuře druhů pozemků. Nahlédnutím do výkazu úhrnných hodnot druhů pozemků (kultur) – ÚHDP, zachovaných ještě na okresních odděleních s. p. Geodézie, lze tyto změny přesně zjistit v jednotlivých katastrech. Tak změna způsobu obhospodařování pozemků, která nastala ve východní části povodí (dnešní okres Jablonec nad Nisou) zapříčinila pravděpodobně výraznou změnu v odtokových poměrech a je signalizována zlomem součtové čáry (2B). Ve všech katastrech tu v uvedené době došlo současně k výraznému snížení výměry orné půdy (50–80 % ploch katastru), u Horního Maxova o 100 %. Naproti tomu se zvětšila katastrální výměra luk a pastvin, v menší míře i lesa (0 až 30 %).

V kategorii ostatní a zastavěná půda nastal větší pohyb pouze u Jablonce nad Nisou – necelých 30 %. Protože se východně položené katastry podílejí na ploše povodí více než dvěma třetinami, jsou změny v nich rozhodující a významné pro celé povodí. Poněkud jiná situace byla v západní části povodí. Zde se výše uvedené změny projeví až později a ne naráz. Pouze v okolí Vratislavic se zmenšila výměra orné půdy asi o třetinu, z ní vznikly pastviny a lesy v poměru 2 : 1. U Vesce se 59 % polní výměry změnilo postupně na louky a pastviny. Patrné přesuny jsou i v kategorii pozemků označených jako zastavěná a ostatní půda. Protože jde maximálně o 5 % ploch jednotlivých katastrů, lze popřípadě vzniklou změnu v odtoku plně zanedbat.

Další změny jsou signalizovány v průběhu šedesátých let. Z celkové výměry povodí je téměř 40 % lesa a jsou to pravděpodobně právě změny v této části povodí projevuující se výhylkou v odtokovém procesu. Vedle antropogenního vlivu je nutné ovšem vzít v úvahu i výskyt extrémních přírodních jevů v té době. Na přelomu padesátých a šedesátých let doznívala změna ve struktuře druhů pozemků západní části povodí. V horské lesní části se následně začalo v průběhu šedesátých let projevovat zhoršení životního prostředí. Hromadně začala ubývat jedle a vznikly významné škody ve smrkových monokulturách vyrostlých z nevhodného semene cizího původu. Zkázou v oslabených porostech byly téměř každý rok se opakující vichřice, kterým v uvedené době padlo za oběť na půl miliónu plnometrů dřevní hmoty, což několikrát převyšuje celoroční kalamitní těžbu lesního závodu Nisa. Nedostatečným zvládnutím větrných polomů, hlavně v méně přístupných částech povodí, se tak vytvořil předpoklad pro rozmnožení lesních škůdců (kůrovec). Hydrologická funkce povodí se poněkud změnila a les nestačil tlumit vzniklé povodně tak, jako doposud (9).

Výrazně se projevila povodeň v roce 1974. Poměrně vysoké úhrny srážek spolu se silnou vichřicí znamenaly vznik intenzivního povrchového odtoku. Zde se již velmi nepříznivě projevila změněná hydrologická funkce lesních ploch, zbavených na řadě míst svého porostu ať již těžbou nebo polomy, či povalení oslabených stromů napadených kůrovcem. Extrémní povodeň z roku 1978 se v součtové čáře výrazně neprojevila, protože intenzivní srážky dopadající v horské části povodí přešly bez většího odporu na odtok.

Osmdesátá léta jsou ještě v živé paměti zapsána velkou kalamitou, která vyvrcholila v letech 1984–1986. Roční těžby v lesích Jizerských hor dosahovaly víc než 300 tisíc m<sup>3</sup> dřevní hmoty a holiny z těžby se každým rokem zvětšovaly o víc než 10 km<sup>2</sup> (9). Působením imisí našeho i zahraničního původu (SO<sub>2</sub>, fluór, těžké kovy) došlo spolu s přemnožením škůdců k velkoplošnému rychlému odumírání smrkových porostů, jež nebylo v takové míře zaznamenáno ani v Krušných horách několik let před tím. K úbytku lesa přispěl i nešetrný způsob těžby a přibližování poražených stromů. Byla použita těžká výkonná technika v předstihu v místech celoplošně poškozeného i méně poškozeného lesa a byly omezeny asanační těžby ohnisek napadených kůrovcem. Ve svém souhrnu to představovalo rychlý úbytek a další poškození lesa (9).

Ústup lesa znamená i oslabení jeho protierozní funkce a v konečném důsledku urychlený odtok z povodí. Nepříznivá struktura půd a mělkost půdního profilu spolu s nedostatkem humusu umožnily snadnou erodovatelnost. Množství srážek a výskyt srážkových extrémů řadí Jizerské hory mezi nejexponovanější oblasti ve středoevropském měřítku. Nepříznivé jsou i velké hodnoty sklonů svahů. Mimo nepříznivých přírodních podmínek se na tvorbě eroze podíleli již zmíněná těžba dřeva pomocí těžké techniky, která vedle narušení povrchu v místě jednoho nebo dvou pojezdů ztuhňuje povrch, snižuje pórovitost a vytlačuje rýhy v místech častého pojezdu. Zde se tvoří cesta rychlého odtoku srážkové vody. Tak dochází ke zvětšení odtokového koeficientu až na 0,7, jak dokládají práce Výzkumného ústavu vodohospodářského v Praze (10).

V povodí horního toku Lužické Nisy se nacházejí dvě velká města – Liberec a Jablonec nad Nisou. Jejich všeobecný rozvoj byl odsunem německé části obyvatelstva ve druhé polovině čtyřicátých let a jen postupným příchodem nových osídlenců asi na dvacet let zastaven. Nová sídliště se začala pomalu budovat na přelomu šedesátých a sedmdesátých let nejprve v Liberci a později i v Jablonci, čilý stavební ruch nastal v obou městech až v polovině sedmdesátých let. Byla intenzivně stavěna nová sídliště až do nedávné doby. Výrazně se stavební činnost projevuje v nárůstu zastavěné plochy na úkor jiných ploch. V roce 1990 obě města i s předměstskými

čtvrtěmi zaujímala asi 20 % plochy celého povodí. V roce 1960 to bylo necelých 13 %. Nové čtvrti byly vybaveny kanalizací. Například Liberec měl na konci čtyřicátých let základní kanalizační síť v délce přes 50 km a v roce 1990 přes 225 km. V Jablonci je situace obdobná. Zde se základem celého systému staly stoky A, B, C spolu s vedlejšími přívody, budované na přelomu sedmdesátých a osmdesátých let, které svým výkonem postačují odvést přivaly vody z města do Nisy. Až bude sloužit budovaný přivaděč odpadových vod do společné čistírny na Nise pod Libercem, projeví se pravděpodobně tento antropogenní zásah i v menší míře na průtocích limnigrafické stanice Liberec.

Do obou měst je dálkovými vodovody přiváděna pitná voda, která je pak vypouštěna jako voda odpadní. Jde o vodu přivedenou z jiného povodí (Dolánky, Souš, Josefův Důl). Nejsou to zanedbatelná množství. Například Liberec, podle údajů podniku Severočeské vodovody a kanalizace, spotřebovává v současnosti 16,6 miliónu m<sup>3</sup>, Jablonec pak 5,5 miliónu m<sup>3</sup>. Vedle přímé dodávky jsou i značné ztráty vody v potrubí.

### Závěry

1. Režim charakterizovaný průměrnými měsíčními průtoky a srážkami vykazuje v povodí Lužické Nisy ve zkoumaném období 1951–1990 změny, počínaje první polovinou padesátých let, které lze mnohdy přičíst na konto antropogenní činnosti.
2. Studium a rozborům podvojně součtové čáry srážek a průtoků vzhledem k hospodářské činnosti v krajině byly nalezeny roky těchto změn (obr. 2).
3. Mezi nejvýznamnější změny patří:
  - úbytek polí ve prospěch luk a pastvin v první polovině padesátých let,
  - poškození a následný ústup stávajících lesních porostů od počátku šedesátých let trvající do současnosti.
4. Vedle uvedených změn působí i další, jejichž vliv a míru zastoupení je nutné ještě přesně prokázat.

### Literatura:

1. BALATKA, B. et al.: Regionální členění reliedu ČSR. Sborník ČSGS, 78, Praha, Academia 1973, č. 2, s. 81–86.
2. ESTIGNEEV, V. M.: Rečnoj stok i gidrologičeskie rasčety. Izdatelstvo moskovskogo universiteta, Moskva 1990, 304 s.
3. HRÁDEK, J.: Odtok z malých povodí. Doktorská disertační práce, VŠZ, Praha-Suchdol 1990, 50 s.
4. Hydrologické poměry ČSSR, díl I. HMÚ, Praha 1965.
5. Hydrologické poměry ČSSR, díl II. HMÚ, Praha 1967.
6. JÚVA, K. et al.: Malé vodní toky. SZN, Praha 1984, 256 s.
7. KAŇOK, J.: Problematika užití dvojně součtové čáry k určení počátku antropogenního působení na režim odtoku. In: Sborník referátů k XVIII. sjezdu ČSGS, Brno 1987, s. 589–593.
8. KAŠPÁREK, L.: Zpracování charakteristik řad průtoků vody a srážek za období 1931 až 1980. Vodohospodářský časopis, 33, NSAV, Bratislava 1985, č. 4, s. 439–449.
9. NAVRÁTIL, P.: Stav lesních porostů v zázemí města Liberec. Lesoprojekt, Jablonec n. N. 1990, odb. zpráva, 7 s.
10. KALDUSOVÁ, J.: Změny odtokového režimu v oblasti Jizerských hor. Diplomová práce, ČVUT, fak. stavební, Praha 1988, 131 s.
11. VODOGRECKIJ, V. E.: Antropogennoe izmenenie stoka malych rek. Gidrometizdat, Leningrad 1990, 175 s.
12. ČSN 736530 Názvoslovi v hydrologii. ÚNM, Praha 1984, 92 s.

## Summary

### A COMMENT ON THE ANTHROPOGENIC IMPACTS AT THE UPPER FLOW OF THE RIVER LUŽICKÁ NISA

At present many changes caused among others by human activities are taking place in natural processes. To distinguish the degree of the anthropogenic impact is rather difficult as the whole effect of the changes is caused together with nature (anomaly, extremes etc.). These changes have the influence on the drainage system of the landscape as well.

A drainage basin of the river Lužická Nisa has been chosen and an attempt to disintegrate individual influences in the country with a view to a change in the drainage system. As a working method binary mass curves have been used. These curves have been constructed according to the sums of rations of particular data and their arithmetic mean. As input single data served the mean flows based on vegetation, resp. non-vegetation periods during 1951—1990 at the station Liberec. The sums of rations of particular data and their arithmetic means were used as a comparative series. As the input data here were the data about precipitations in the drainage area, which were counted in accordance with the flows.

The analysis of the constructed mass curves proved that the regime of the outflow in the drainage area of the Lužická Nisa river in 1951—1990 shows changes which could be ascribed to the anthropogenic influences. Research of the situation in archives and consequent comparison with the discovered years of changes proved that in the decade from 1950 there started a great decrease of arable land in favour of meadows and pasturelands. During the succeeding decades the harm to and then retreat of forests followed and the situation continues up to present. So we can actually suppose that the changes in the outflow regime are — among other — caused by changes in agricultural technologies and by the deforestation of a great part of the forests in this drainage area.

Fig. 1 — Studied area of the upper drainage system of the Lužická Nisa river. 1 - rain gauge station, 2 - stream gauge, 3 - border between cadastres of Liberec and Jablonec with their suburbs.

Fig. 2 — Binary mass curves of mean flows and mean monthly precipitations during 1951—1990. A: October — March, B: April — September.

*(Pracoviště autora: katedra zeměpisu, Univerzita J. E. Purkyně, České mládeže 8, 400 96 Ústí nad Labem.)*

*Došlo do redakce 16. 7. 1991*

*Lektoroval Josef Hladný*