


# ODVETVOVÁ TECHNICKÁ NORMA ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA

Schválená: 12. 12. 2005

	<b>Kvantita povrchových vôd</b>	<b>OTN ŽP</b>
	<b>Vydávanie a hodnotenie predpovedí vodných stavov a prietokov</b>	<b>3105:05</b>
<b>PREDHOVOR</b> <p>Odvetvové technické normy životného prostredia Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky (ďalej OTN ŽP) sú nezáväznú odvetvové technické predpisy doplnujúce a rozširujúce základné predpisy v pôsobnosti rezortu životného prostredia. Dodržiavanie normatívnych ustanovení OTN ŽP môže byť určené ako podmienka orgánov štátnej správy rezortu životného prostredia v konaniach podľa osobitných predpisov alebo v zmluvno - právnych vzťahoch (v zmysle ustanovení Smernice Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 13/2004-6.3., ktorou sa upravujú Odvetvové technické normy životného prostredia MŽP SR).</p> <p>Obsah OTN ŽP 3105:05 je sústredený do troch hlavných častí. V prvej časti je uvedené členenie a definícia hydrologických predpovedí. Druhá časť stanovuje spôsob vydávania a obsah termínovaných predpovedí vodných stavov a prietokov. V tretej časti sú uvedené matematické výrazy a definície, ktoré sa najčastejšie používajú na hodnotenie presnosti vydávaných predpovedí a predpovedných metodík.</p> <p>Táto OTN ŽP sa vydáva na použitie v oblasti predpovedí vodných stavov a prietokov v pôsobnosti rezortu MŽP SR, prípadne aj v iných rezortoch , podľa ich rozhodnutia.</p> <b>Nahradenie predchádzajúcich noriem</b> <p>Táto novelizovaná norma nahrádza OTN ŽP 3105:97 z 10.10.1997 v celom rozsahu.</p>		
<b>Sekcia vôd</b>	<b>Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky</b>	<b>Odbor koncepcií a vodného plánovania</b>

## **Citované a súvisiace medzinárodné a národné normy**

Odborná problematika tejto OTN ŽP je čiastočne obsiahnutá alebo súvisí s niektorými definíciami a ustanoveniami nasledujúcich medzinárodných a národných noriem:

STN EN ISO 772	Hydrometrická terminológia. Termíny, definície a značky (75 0100)
STN EN ISO 772/A1	Hydrometrická terminológia. Termíny a značky. Zmena A1
STN 75 0110	Vodné hospodárstvo. Hydrológia. Terminológia
STN 75 0120	Vodné hospodárstvo. Hydrotechnika. Terminológia
STN ISO 4373	Meranie prietoku kvapalín v otvorených korytách. Zariadenia na meranie vodných hladín (75 1111).
STN ISO 1100-1	Meranie prietoku kvapalín v otvorených korytách. Časť 1: Zriadenie a prevádzka vodomernej stanice (75 1204)
STN ISO 1100-2	Meranie prietoku kvapalín v otvorených korytách. Časť 2: Stanovenie vzťahu medzi vodným stavom a prietokom (75 1204)
OTN ŽP 3103	Kvantita povrchových vôd. Meranie vodných stavov, teplôt vody a ľadových úkazov na povrchových tokoch.

## **Citované a súvisiace právne predpisy**

Zákon č.364/2004 Z. z. o vodách a o zmene a doplnení niektorých zákonov (vodný zákon), v znení neskorších predpisov

Smernica Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 13/2004-6.3., ktorou sa upravujú Odvetvové technické normy životného prostredia MŽP SR.

MPN 1: 1995 Stavba, členenie a úprava slovenských technických noriem

## **Vypracovanie normy**

Spracovateľ: Ing. Michal Makeľ, CSc.  
Ing. Danica Lešková  
Ing. Vlastimil Žáček

## O B S A H

	Strana
1 Predmet normy	4
2 Definície a symboly	4
3 Všeobecne	5
4 Členenie hydrologických predpovedí	6
5 Predpovede vodných stavov a prietokov	7
6 Hodnotenie presnosti vydávaných predpovedí a predpovedných metodík	9

## 1. PREDMET NORMY

Táto norma stanovuje spôsob vydávania a obsah termínovaných predpovedí vodných stavov a prietokov povrchových vôd a postup hodnotenia presnosti predpovedných metodík ako aj vydávaných predpovedí vodných stavov.

## 2. DEFINÍCIE A SYMBOLY

V tejto časti OTN ŽP sú uvedené odborné pojmy, termíny, značky a skratky, s ktorými sa stretávame v ďalšom texte alebo sú frekventované v terminológii o hydrologických predpovediach. Čerpané sú z citovaných noriem a lebo z príbuznej odbornej literatúry.

- 2.1 **hydrologická predpoveď** – postup stanovenia budúcej hodnoty hydrologického prvku
- 2.2 **cieľ predpovede** – poskytnutie informácie používateľovi ako podklad na rozhodovanie
- 2.3 **používateľ predpovede** – každý, kto preberá a využíva predpoveď
- 2.4 **termín predpovede** – časový údaj (okamih, začiatok časového intervalu, časový interval), ku ktorému sa vzťahuje vydávaná predpoveď
- 2.5 **termínovaná predpoveď** – predpoveď, ktorá obsahuje konkrétne stanovenie doby a miesta predpovedaného úkazu
- 2.6 **čas vydania predpovede** – okamih, kedy spracovateľ odovzdá predpoveď používateľovi
- 2.7 **teoretický predstih predpovede** – rozdiel medzi časom merania rozhodujúcich prvkov použitých pre vypracovanie predpovedí a termínom predpovede
- 2.8 **reálny predstih predpovede** – rozdiel medzi doručením predpovede používateľovi a termínom predpovede
- 2.9 **stratová doba predpovede** – čas od okamihu zamerania hydrologických prvkov v teréne po okamih doručenia predpovede používateľovi
- 2.10 **predpovedný profil V** – profil toku, pre ktorý sa vydáva predpoveď, spravidla sa umiestňuje do vodomerného profilu
- 2.11 **hydrogram** – chronologická čiara prietokov v danom profile
- 2.12 **prietoková vlna** – fáza hydrologického režimu vodného toku prejavujúca sa v priečnom profile vodného toku prechodným zväčšením, kulmináciou a následným poklesom prietoku
- 2.13 **vrcholový prietok** – prietok, ktorý odpovedá podružnému vrcholu prietokovej vlny
- 2.14 **kulminačný prietok** – najväčší okamžitý prietok prietokovej vlny

- 2.15 **transformácia prietokovej vlny** – zmena tvaru hydrogramu prietokovej vlny pri jej postupe bezprítokovým úsekom toku alebo nádržou
- 2.16 **povodeň** – fáza hydrologického režimu vodného toku vyznačujúca sa náhlym výrazným zvýšením hladiny vody v toku a jej vybrežením. Jej dôsledkom sú spravidla veľké hospodárske škody
- 2.17 **povodňová vlna** – prietoková vlna povodňového charakteru
- 2.18 **vodný útvar** – trvalé alebo dočasné sústredenie vody v rôznom skupenstve na zemskom povrchu, ako aj v zemskej kôre (snehová pokrývka, ľadovec, jazero, zvodeň, vodný tok a pod.)
- 2.19 **objem odtoku** – objem vody, odtečenej z povodia alebo povrchového vodného útvaru za zvolený časový interval
- 2.20 **jarný odtok** – objem vody odtečený z povodia v jarnom období
- 2.21 **akumulácia vody** – prirodzené alebo umelé hromadenie vody vo vodných útvaroch
- 2.22 **zásoba vody** – množstvo akumulovanej vody, ktoré je v danom okamžiku k dispozícii pre použitie k rôznym účelom
- 2.23 **hydrologická bilancia** – vyhodnotenie prírastkov a úbytkov množstva vody a zmeny jej akumulácie vo vodnom útvere za zvolený časový interval
- 2.24 **príčinné zrážky** – zrážky (množstvo, trvanie, plošné a časové rozdelenie), ktoré za spolupôsobenia ostatných hydrometeorologických prvkov (nasýtenosť pôdy, vlhkosť, teplota vzduchu, atď.) vytvoria prietokovú vlnu z daného povodia
- 2.25 **zrážko–odtokový vzťah** – vzťah medzi odtokom a zrážkami, ako aj fyzicko – geografickými činiteľmi pôsobiacimi na odtokový proces
- 2.26 **doba koncentrácie** – čas potrebný na to, aby počas povrchového odtoku čiastočka vody dotiekla z hydraulicky najvzdialenejšieho miesta povodia do jeho záverečného profilu
- 2.27 **extrémna odtoková situácia** – odtoková situácia na toku vzniknutá z prebytku alebo nedostatku vody

### 3. VŠEOBECNE

Predmetom hydrologických predpovedí je stanovenie budúceho stavu a vývoja prvkov hydrologického režimu. Sú vydávané na rôzne účely a pohybujú sa od krátkodobých výstrah až po predpovede sezónne a dlhodobé.

Hydrologická predpoveď nie je presným výpočtom predpovedanej veličiny, pretože vždy obsahuje určitý prvok neistoty a pravdepodobnosti.

Na prípravu a vydávanie hydrologických predpovedí sú potrebné hydrologické, meteorologické a vodohospodárske informácie (dáta) a to na odvodenie predpovedných metód, ako aj na vypracovanie operatívnych predpovedí. podmienkou na realizáciu predpovedí je rýchly prenos dát, ich spracovanie a doručenie používateľovi pomocou primeraného technického vybavenia. Hydrologické predpovede rôzneho typu vypracováva a vydáva Oddelenie predpovedí a výstrah (OPaV) Divízie hydrologickej služby (DHS) Slovenského hydrometeorologického ústavu. (SHMU).

#### 4. ČLENENIE HYDROLOGICKÝCH PREDPOVEDÍ

Členia sa podľa viacerých hľadísk :

##### 4.1 PODĽA PREDPOVEDANEJ VELIČINY ALEBO ÚKAZU

- vodný stav;
- prietok;
- objem odtoku;
- prietoková vlna;
- jarný odtok;
- ľadové úkazy;
- teplota vody;

##### 4.2 PODĽA DOBY PREDSTIHU

– *krátkodobá predpoveď* – termínovaná predpoveď s predstihom kratším alebo rovným dobe koncentrácie; je založená na riešení kauzálnych závislostí hydrologických a meteorologických prvkov v rámci daného povodia. V našich podmienkach ide zvyčajne o predpovede s predstihom niekoľko hodín až dva dni.

– *strednodobá predpoveď* – predpoveď s predstihom dlhším ako doba koncentrácie. Vydáva sa na obdobie topenia sa snehu alebo obdobie sucha. Zvyčajne sa označuje aj ako predpoveď sezónna. Doba predstihu je niekoľko dní až niekoľko mesiacov. Opiera sa o závislosti medzi prvkami určujúcimi akumuláciu vody v snehu a jarným odtokom, resp. zákonitosti vyčerpania povrchových a podzemných zásob vody z povodia v suchom období.

– *dlhodobá predpoveď* – predpoveď s predstihom jedno až viacročným; je založená na analýze dlhodobých radov hydrologických a meteorologických prvkov (priemerné prietoky, úhrny zrážok, teploty vzduchu atď.) samostatne alebo vo vzťahu ku kolísaniu a trendu geofyzikálnych a kozmických činiteľov alebo dlhodobým ekologickým zmenám.

##### 4.3 PODĽA ÚČELU

- povodňová ochrana;
- riečna plavba;
- zásobovanie vodou;

- výroba elektrickej energie;
- poľnohospodárstvo;
- hospodárenie s vodou v období sucha, atď.

#### 4.4 PODĽA POUŽITEJ METODIKY ALEBO MODELU

– *hydrometrická predpoveď* – predpoveď založená na zákonitostiach, ktorými sa riadia hydrologické procesy prebiehajúce v riečnej sieti; východzími podkladmi sú hydrometrické údaje napr. záznamy o vodných stavoch a prietokoch. Zahrňujú napr. hydrodynamické metódy, metódy transformácie prietokovej vlny pozdĺž toku ako aj empirické a štatistické modely.

– *hydrometeorologická predpoveď* – predpoveď založená na zákonitostiach, ktorými sa riadia hydrologické a meteorologické procesy vychádzajúca z analýzy odtokových dejov celého povodia. Základnými podkladmi sú výsledky hydrologických a meteorologických pozorovaní (odtok, zrážky, teplota vzduchu, výpar atď.) pričom produktom predpovede je celkový objem odtoku alebo jeho časové rozdelenie.

– *hydrosynoptická predpoveď* – predpoveď založená na analýze fyzikálneho stavu a vývoja ovzdušia a atmosferickej cirkulácie, ktoré ovplyvňujú počasie na sledovanom teritóriu s cieľom stanoviť vývoj meteorologických prvkov ovplyvňujúcich odtok (výskyt, množstvo a rozdelenie zrážok, teploty vzduchu, atď.).

Na prípravu a vydávanie hydrologických predpovedí sú potrebné hydrologické, meteorologické a vodohospodárske informácie (dáta) a to na odvodenie predpovedných metód, ako aj vypracovanie operatívnych predpovedí. Podmienkou na realizáciu predpovedí je rýchly prenos dát, ich spracovanie a doručenie používateľovi pomocou primeraného technického vybavenia. Hydrologické predpovede rôzneho typu vypracováva a vydáva OPaV DHS Slovenského Hydrometeorologického Ústavu.

### 5. PREDPOVEDE VODNÝCH STAVOV A PRIETOKOV

- 5.1 Pravidelné termínované predpovede sa vydávajú pre predpovedné profily dohodnuté s používateľmi.
- 5.2 Nepravidelné predpovede sa vydávajú v období extrémnych odtokových situácií ako aj na základe špeciálnych požiadaviek. Frekvencia ich vydávania sa riadi aktuálnou hydrologickou situáciou a potrebou používateľa.
- 5.3 Hydrologická predpoveď nie je presným výpočtom predpovedanej veličiny, pretože vždy obsahuje nejaký prvok neistoty a pravdepodobnosti. Hydrologické predpovede sa preto rozlišujú podľa stupňa spoľahlivosti na tri triedy.

Trieda 1. Predpovede vodných stavov alebo prietokov mimo extrémnych situácií pri úplnosti všetkých potrebných podkladov, t.j. vrátane znalosti o odtokoch z nádrží, manipulácií na vodohospodárskych dielach, o vodohospodárskych odberoch aj., ktoré budú realizované v priebehu teoretického predstihu predpovede.

Trieda II. Predpovede vodných stavov a prietokov za extrémnych situácií a pri úplnosti potrebných podkladov alebo mimo extrémnych situácií pri čiastočnej neúplnosti podkladov.

Trieda III. Predpovede vodných stavov a prietokov pri výskyte extrémnej odtokovej situácie a pri neúplnosti potrebných podkladov.

5.4 Pri odovzdávaní správ inou formou ako písomnou, spracovateľ neručí za prípadné skreslenie správy vzniknuté vplyvom spojovacích prostriedkov alebo sprostredkujúcou osobou.

5.5 Ak dôjde po čase vydania predpovede k vopred neohlásenému umelému vodohospodárskemu zásahu alebo nepredvídateľnému úkazu, ktorý ovplyvní predpovedanú veličinu, stráca predpoveď platnosť.

5.6 Za umelý vodohospodársky zásah sa považuje manipulácia na vodných dielach, nárazové odbery vody a náhle uvoľnenie ľadov. Za nepredvídateľný úkaz sa považuje havária vodných diel alebo vznik ľadových zápch a zátarasov.

5.7 Predpoveď vodného stavu alebo prietoku obsahuje nasledujúce údaje:

5.7.1 označenie predpovedného profilu,

5.7.2 časový údaj a označenie úkazu ( napr. dňa 16.11. dôjde v profile Devín ku prekročeniu 1 ročnej vody) alebo

5.7.3 časový údaj a kvantitatívnu hodnotu prvku ( napr. dňa 8.2. o 6 : 00 ráno bude vodný stav v Bratislave 800 cm).

Táto informácia sa môže doplniť údajom o tendencii vodného stavu alebo prietoku v udanom časovom úseku.

5.8 Tendencia vodného stavu alebo prietoku charakterizuje očakávaný vývoj v danom časovom intervale. Dĺžka tohto intervalu sa volí podľa účelu, pre ktorý predpoveď slúži, pričom spravidla sa v pravidelne vydávaných predpovediach volí rovnaká ako predstih predpovede. Tendencia sa vyjadruje slovne: výrazný pokles, pokles, mierny pokles, ustálenosť, mierny vzostup, vzostup, výrazný vzostup. Ak počas doby predstihu podľa predpovede dôjde k zmene tendencie, používateľ sa o tejto skutočnosti upovedomí dohodnutým spôsobom.

5.9 Časový údaj o výskyte predpovedaného prvku obsahuje spravidla údaj dňa, mesiaca a hodiny. Na označenie termínu predpovede sa môže podľa potreby alebo dohody s používateľom používať aj iné vyjadrenie: dnes dopoludnia, okolo polnoci, zajtra ráno, zajtra popoludní atď.

5.10 Ustálený vodný stav je taký, pri ktorom zmena vodného stavu v uvažovanom časovom intervale nie je väčšia ako stanovená hodnota, ktorá sa pre jednotlivé profily určuje



individuálne podľa charakteru toku, aktuálnej hydrologickej situácie a prípadnej manipulácie.

- 5.11 Predpoveď vodného stavu sa udáva spravidla v cm so zaokrúhlením na 5 cm. Predpoveď prietoku sa udáva v  $\text{m}^3\text{s}^{-1}$  so zaokrúhlením podľa účelu, ktorému hydrologická predpoveď slúži a veľkosti prietoku s ohľadom na presnosť merania prietoku.

## 6. HODNOTENIE PRESNOSTI VYDÁVANÝCH PREDPOVEDÍ A PREDPOVEDNÝCH METODÍK

- 6.1 Chyba jednotlivej predpovede sa vypočíta podľa vzorca

$$\delta = y_p - y \quad (1)$$

- 6.2 Dovolená chyba predpovede  $\delta_d$  je konvenčná hodnota, ktorá sa stanovuje viacerými spôsobmi:

- 6.2.1 podľa účelu predpovede, použitej metodiky a dohody s používateľom,

- 6.2.2 pri krátkodobých predpovediach vydávaných v pravidelných časových intervaloch sa dovolená chyba predpovede stanoví z rovnice

$$\delta_d = \pm 0,674\sigma_\Delta \quad *) \quad (2)$$

- 6.2.3 pri krátkodobých predpovediach vydávaných v nepravidelných časových intervaloch, pri strednodobých a dlhodobých predpovediach sa dovolená chyba predpovede stanoví z rovnice

$$\delta_d = \pm 0,674\sigma \quad *) \quad (3)$$

- 6.3 Smerodajná odchýlka sa vypočíta zo vzorca

$$\sigma_\Delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (|\Delta_i| - \bar{\Delta})^2}{n-1}} \quad (4)$$

pričom aritmetický priemer zmien skutočných hodnôt predpovedanej veličiny za dobu medzi jednotlivými pravidelne vydávanými predpoveďami sa vypočíta zo vzťahu:

$$\bar{\Delta} = \sum_{i=1}^n \frac{|\Delta_i|}{n} \quad (5)$$

\*) za predpokladu normálneho (Gaussovho) rozdelenia určuje táto hodnota interval., v ktorom sa bude nachádzať 50 % uvažovaných hodnôt

6.4 Smerodajná odchýlka  $\sigma$  sa vypočíta zo vzorca

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_1^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}} \quad (6)$$

6.5 Výpočet  $\sigma_\Delta$  a  $\sigma$  sa vykoná s maximálnym počtom údajov.

6.6 Ak pre predpovedanú veličinu platí nerovnosť:

$$\text{pre pravidelné } |y_p - y_0| \geq 5(0,674\sigma_\Delta) \quad (7)$$

$$\text{pre nepravidelné } |y_p - y_0| \geq 5(0,674\sigma) \quad (8)$$

potom dovolená chyba sa určí ako celá časť (t.j. najbližšie menšie celé číslo) podielu

$$\frac{|y_p - y_0|}{5}$$

6.7 Predpoveď je vyhovujúca, ak absolútna hodnota jej chyby  $|\delta|$  je menšia alebo rovná absolútnej hodnote dovolenej chyby  $|\delta_d|$ .

6.8 Pred zavedením akejkoľvek metodiky do praxe musí spracovateľ preukázať efektívnosť metodiky ako súčasť jej návrhu na realizáciu.

6.9 Kalibračný súbor je množina údajov, ktoré sa použijú na odvodenie predpovedného vzťahu alebo modelu.

6.10 Verifikačný súbor je množina údajov, ktorá má rovnaké vlastnosti ako kalibračný súbor, nie je jeho podmnožinou a slúži na verifikáciu predpovedného vzťahu alebo modelu.

6.11 Na hodnotenie presnosti metodiky alebo porovnanie viac rôznych metodík sa používa výraz:

$$1 - \frac{S}{\sigma_\Delta} \quad \text{resp.} \quad 1 - \frac{S}{\sigma} \quad (9)$$

6.12 Smerodajná chyba predpovedí  $S$  sa vypočíta podľa vzťahu:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_1^n (y_p - y_i)^2}{n - m}} \quad (10)$$

kde  $n - m$  je počet stupňov voľnosti

- 6.13 Výpočet  $S$  sa uskutoční z verifikačného súboru s maximálnym možným počtom členov.
- 6.14 Ukazovateľom presnosti metodiky je tiež percento vyhovujúcich predpovedí zo všetkých predpovedaných veličín verifikačného súboru.
- 6.15 Efektívnosť predpovednej metodiky charakterizujeme podľa dosiahnutých číselných hodnôt jedného alebo druhého ukazovateľa kvality, ktoré sú pre počet členov verifikačného súboru  $n \geq 25$  uvedené v nasledovnej tabuľke:

Charakteristika predpovednej metodiky	Ukazovatele kvality	
	$1 - S/\sigma$	% vyhovujúcich predpovedí
Dobrá	$\geq 0,6$	$\geq 90 \%$
Uspokojivá	$\geq 0,4$	$\geq 75 \%$
Slabá	$\geq 0,2$	$\geq 60 \%$
neuspokojivá.	$< 0,2$	$< 60 \%$

Ak je počet členov kontrolného súboru  $n < 15$ , opravujú sa hodnoty výrazu  $1 - S/\sigma$  v tabuľke zväčšením o 0,1. Pre  $15 \leq n < 25$  sa zväčšujú o 0,05.

- 6.16 Ak hodnotíme operatívne vydávané predpovede, ktoré sú výsledkom použitia viacerých predpovedných metodík a skúseností prognostika postupujeme podľa rovnakých kritérií, pričom verifikačný súbor tvoria skutočné a predpovedané veličiny z celého obdobia, ktoré hodnotíme (polrok, rok, atď). Počet premenných  $m$  určíme podľa uváženia. Hodnoty ukazovateľov kvality uvádzané v tabuľke sa používajú pre predpovede I. a II. triedy.
- 6.17 Pri hodnotení vydávaných predpovedí ako aj predpovedných metodík možno využiť aj iné štatistické charakteristiky (priemerná chyba, maximálna chyba, rozdelenie chýb), prípadne ďalšie kritériá.