

# **Analýza príčin povodňových rizík na Košeckom a Nozdrovickom potoku a výpočet objemu povodňových rizík**



**Ing. Michal Kravčík, CSc. – Hyland Košice**

**Október 2014**

## A. Analýza poškodenia krajiny

Obec Košeca (okres Ilava) je vplyvom poškodenia krajiny v povodí Košeckého a Nozdrovického potoka ohrozovaná častými lokálnymi záplavami. Obec si dala spracovať analýzu poškodenia krajiny a jej vplyv na lokálne záplavy, ktoré sú predmetom tohto materiálu ako aj odporúčané riešenia. Urobili sme analýzy stavu a rozsahu poškodenia krajiny, výpočet objemu povodňových vĺn pre extrémnu prívalovú zrážku 100 mm (opakovanie raz za 100 rokov) a odporúčané revitalizačné práce, aby obec znížila riziká vzniku lokálnych záplav z Košeckého a Nozdrovického potoka. Analýza bola robená na ploche 1133 hektárov. Územie spadá do vodozberného územia Nozdrovického potoka (202 ha) a Košeckého potoka (931 ha).



Lesné približovacie linky, zväžnice a cesty sú zberačmi dažďovej vody.



Vybudované spevnené lesné cesty sa v čase prívalových dažďov stávajú zvodnicami dažďovej vody. Poškodzujú teleso cesty hlavne preto, lebo nie sú ošetrené drážkami i zasiakavacími jamami.



V nespevnených častiach ciest dochádza k deštrukcii a eróznym procesom.



K deštrukcii povrchu prispieva aj pastva dobytká, ktorý vytvára erózne zrážky, ktoré prispievajú tiež k povodňovej situácii. Na rozsiahlejších stráňach, lúkach i pasienkoch s prístupom pre mechanizmy tiež prispieva k erózii povrchu.



Neošetrené lesné cesty bez odrážok a zasiakavacích jám prispievajú dramaticky k odtoku dažďovej vody do najnižších bodov, ktoré sú zvyčajne spojené s potokom. V území sa nachádza niekoľko desiatok kilometrov lesných ciest, ktoré potrebujú nevyhnutnú revitalizáciu.



Z lúk, pasienkov odteká dažďová voda do roklín, kde vytvára erózne jamy. V týchto častiach štartuje kumulácia zbierania dažďovej vody pri intenzívnych dažďoch a odtiaľ naberá kinetickú energiu. Odnáša lístie i konáre do Košeckého potoka a odkiaľ je transportované do rizikovej časti Košeckého potoka, kde nahromadená biomasa upcháva kanalizačný zberač a voda sa vybrežuje a tečie povrchom po ceste a spôsobuje záplavu v obci.



Z roklín na prítokoch steká nielen dažďová voda, ale aj hlina, piesok, štrk, kamene, lístie, biomasa, či konáre, ktoré sa stávajú rizikom pre upchávanie všetkých priepustov pod cestami, ako aj hlavného kanalizačného priepustu v obci, ktorý spôsobuje vybrežovanie potoka a povodňovú záplavu v obci.



Odnos lístia, biomasy a konárov v drobných prítokoch do Košeckého potoka charakterizuje riziká ďalších nebezpečných povodňových situácií pre obec. Je nevyhnutná potreba revitalizácie poškodenej krajiny



Erodovanie a prehĺbovanie dna Košeckého potoka je po celej jeho dĺžke. Počas poslednej povodne sa dno koryta prehĺbilo o 30-50 cm. Odhadujeme, že len z dna potoka bolo pri poslednej povodni odplavených viac ako 1000 m<sup>3</sup> štrku, piesku a hliny.



Stav koryta po poslednej povodni.



Prehĺbené dno koryta Košeckého potoka diagnostikuje významné poškodenie vodozberného územia povodia.



Priečne brvno na druhom obrázku potvrdzuje, že dno pri poslednej povodni kleslo o cca 50 cm. Posledný obrázok je z úseku Košeckého potoka pred vstupom do intravilánu, ktorý bol v minulosti upravovaný. Skúsenosti z povodňových situácií na Košeckom potoku však potvrdzujú, že sa treba sústrediť na opatrenia v povodí potoka, aby sa znížil objem nárazovej povodňovej vlny. Pôvodná úprava na koncovom úseku Košeckého potoka však urýchľuje zaťaženosť kanalizačných skruží dramaticky zrýchleným prítokom a to je príčinou častých povodní v obci. To znamená, že v strednom úseku Košeckého potoka sa eroduje dno, kvôli sile kinetickej energie a upravená časť potoka pred kanalizačným vpustom celú túto situáciu dramatizuje.



V častiach, kde korene stromov siahajú do koryta, svah nebol deštruovaný.



Stav na Nozdrovickom potoku v intraviláne obce je charakterizovaný miestnou zástavbou tak, ako keby v území potok neexistoval. Nad intravilánom je potok zanedbaný, ako keby nemal správcu. Miestni vlastníci nehnuteľností zasahujú priamo do potoka napríklad aj vytváraním plotov, čo značne podporuje vznik nebezpečnej bleskovej povodne s možnými veľkými škodami pre vlastníkov nehnuteľností, ako aj pre obec.



Plotmi prehadzovaný potok Nozdrovického potoka sa stáva rizikom pre vznik bleskovej povodne, ak je horná časť povodia potoka poškodená. Rizikom nebude, ak sa zrevitalizuje poškodená horná časť povodia Nozdrovického potoka, podobne ako v Košeckom potoku



Jednoduché formy turizmu na Košeckom potoku sú tiež ohrozované poškodením krajiny v celom povodí, lebo aj zachytené pramene v období dlhodobejšieho sucha vysychajú, koryta okolo obľúbených oddychových miest občanov Košec sú ohrozené.





Koryto Košeckého potoka sa počas poslednej povodne prehĺbilo o 30-50 cm. Erodovaný materiál bol odplavený a čiastočne zachytený na priepustoch, resp. dopravený spolu s biomasou do obce.



Bahnom zanesené priepusty spôsobujú zdvíhanie hladín a následné prelievanie vody cez cesty. Výsledkom je deštrukcia vybudovaných ciest.





Hrable na Košeckom potoku na zachytávanie biomasy nestačia, pretože zachytené konáre, lístie i tráva vzdúva hladinu a všetok drevný odpad z lesa sa následne zachytáva na rúrach skanalizovaného Košeckého potoka a upcháva ju, čím sa hladina Košeckého potoka vzdúva a následne vylieva do obce po miestnej komunikácii.

Aby sa to nestávalo, sú dve riešenia. Prvým riešením je skanalizovaný potok otvoriť a zvýšiť jeho prietokovú kapacitu aj vyriešiť podmienky, aby nedochádzalo k upchávaniu priepustu. Toto riešenie by bolo veľmi nákladné a veľmi komplikované, pretože kanalizácia Košeckého potoka je trasovaná v intraviláne s komplikovanou zástavbou. Jednoduchšie, lacnejšie i menej bolestivé riešenie spočíva vo zvýšení vodozadržnej kapacity povodia tak, aby do lokality skanalizovaných rúr pritekalo menej nielen vody, ale aj sedimentov, lístia, konárov, ktoré sú častou príčinou upchávania skruží a vzniku lokálnej záplavy. Za týmto účelom bolo potrebné nájsť spôsob ako vypočítať objem povodňovej vlny (kapitola B) a z toho definovať riešenia (kapitola C), ktoré systémovo vyriešia problém lokálnych záplav.

## B. VÝPOČET OBJEMU POVODŇOVEJ VLNY

Pre potreby bilancie prírodných zdrojov je nevyhnutná tiež bilancia zásob vodných zdrojov v povodí, ako aj zistenia o tom, ako charakteristiky povodia (geologické, geomorfologické, pôdne i vegetačné a stav ich poškodenia) vplývajú na vodozadržnosť i odtokové pomery v povodí, ktoré charakterizujú hydrológiu i odtokovú bilanciu Košeckého a Nozdrovického potoka. Najvhodnejšou metodikou pre získanie základných charakteristík správania sa vody i celkového vodného potenciálu, ako aj rizikového odtoku z prítalových zrážok v malých povodiach, je metóda CN kriviek, ktorú vyvinul americký hydrológ a hydraulik čínskeho pôvodu Ven Te Chow. Metóda CN kriviek je pomerne jednoduchá a v rozmedzí svojej platnosti pre malé povodia je dobrým kompromisom medzi prácnosťou výpočtu a presnosťou.

Na výpočet odtoku dažďovej vody z katastra potrebujeme mať k dispozícii podklady ako charakter zrážok, mapu povodia i charakteristiku pozemkov a nehnuteľností, pôdno-ekologické jednotky a ortofotomapu katastra, resp. štruktúru vegetácie pre jednotlivé časti riešeného územia. Vychádzajúc z mapy zrážok spracovaných SHMÚ a pre výpočet objemu povodňového odtoku z ročného maxima jednodňových úhrnov zrážok s pravdepodobnosťou opakovania raz za 100 rokov, je pre oblasť Košice extrémna prítalová zrážka 80-90 mm. Vzhľadom na trendový rast výskytu prítalových dažďov navrhujeme použiť pre povodňový objem odtekajúcej dažďovej vody z povodia extrémnu prítalovú zrážku 100 mm.

### Určenie hodnoty CN krivky

Pre potreby výpočtu povodňového odtoku sa určuje hodnota CN, v rozpätí od 0 - 100, pričom hodnota CN = 100 znamená, že všetka zrážková voda, ktorá na povodie alebo jeho časť dopadne, odtečie ako povrchový odtok a hodnota CN = 0 znamená, že všetka zrážková voda v povodí ostane. Pre každú odtokovú plochu potrebujeme určiť číslo krivky CN, ktoré je závislé na type pôdy (z hydrologického hľadiska) a jej pokrývky. Pre daný typ povrchu sme určili príslušnú hodnotu CN krivky. Tie sme konfrontovali s obhliadkou terénu a konfrontovanú so získanými mapovými pokladmi. Spôsob

obhospodarovania pôdy je významným faktorom povrchového odtoku dažďovej vody. Pre získanie hodnoty CN sme vyhodnocovali hydrologickú charakteristiku vlastností pôd v častiach plôch, pôdny kryt, spôsob hospodárenia na pôde, zhutnenie pôdy ťažkými mechanizmami i sklonitostné pomery. Po prácnom vyhodnotení sme definovali priemerné hodnoty CN krivky pre lesné porasty a trvalé trávne porasty, pretože v území sa iné typy pozemkov nenachádzajú.

#### Poznámky k jednotlivým hodnotám:

1. Dominantným zastúpením pôd sú pseudogleje. Na základe toho môžeme pôdy v celom povodí Košice zaradiť do kategórie pôd s malou schopnosťou vsaku dažďovej vody pri plnom nasýtení a nízkou drenážou. Na vsiakavosť a drenážnu účinnosť pôsobí vegetačný kryt a koreňová sústava porastov, čo znamená, že hodnoty CN krivky budú závisieť skôr od vegetačného porastu i spôsobu obhospodarovania.
2. Na lesných pozemkoch koreňová sústava porastov posilňuje pomerne dobrý vsak dažďovej vody. Najväčší problém robia približovacie cesty, zväžnice a cesty, ktoré spôsobujú častokrát dramatický odtok dažďovej vody priamo do rokĺn, ktoré erodujú a prehlbujú. Pri analýze v teréne sme sa stretli aj s roklínovou eróziou, spôsobenou prítokmi vody z pasienkov. Preto sme hodnotu CN krivky určili ako priemernú hodnotu 45.
3. Mulčovanie pasienkov ťažkými traktormi prispieva k nízkej vododržnosti, avšak trávnatý porast zdršňuje povrch a koreňová sústava umožňuje prenikať dažďovej vode do pôdy, čím sa spomaľuje odtok dažďovej vody po povrchu a dažďová voda má tak šancu vsiaknuť do pôdy. Z toho dôvodu sme hodnotu CN krivky určili 53, priemer pre obidve mikropovodia.
4. K ostatným plochám patria rokliny a erózne ryhy, ktoré sú často porastené drobnou vegetáciou a kríkmi, preto sme použili hodnotu CN krivky nižšiu ako je orná pôda (68).

#### Výpočet povrchového odtoku

Metóda CN kriviek umožňuje určiť základné odtokové charakteristiky povodia prostredníctvom empirického vzorca a to:

$$A = 25,4 \left( \frac{1000}{CN} - 10 \right) \text{ (mm)} \quad H_{O,p} = \frac{(H_Z - 0,2 \cdot A)^2}{H_Z + 0,8 \cdot A} \text{ (mm)} \quad O_{O,p} = H_{O,p} \cdot S_p \text{ (m}^3\text{)}$$

kde:

*A* - potenciálna retencia riešenej plochy [mm],

*Hodnota CN* - kriviek riešenej plochy,

*H<sub>O,p</sub>* - výška povrchového odtoku z riešenej plochy, vyvolaná uvažovaným dažďom [mm],

*H<sub>Z</sub>* - výška extrémneho dažďa [mm],

*CN* - hodnota krivky riešenej plochy,

*O<sub>O,p</sub>* - objem povrchového odtoku z riešenej plochy, spôsobený extrémnym dažďom [m<sup>3</sup>],

*S<sub>p</sub>* - plocha skúmaného územia [m<sup>2</sup>].

Na základe analýz prirodzených charakteristík, stavu vegetácie a poškodenia a typov využívania pozemkov (tab. výmer pozemkov), sme získali pre extrémnu prítalovú zrážku 100 mm objem odtekajúcej dažďovej vody, ktorá prispieva k povodňovým rizikám a zároveň posilňuje dezertifikáciu povodia.

| Číslo parcely | Druh pozemku     | Plocha v m2 |
|---------------|------------------|-------------|
| 1864          | Budova           | 792         |
| 1865          | Budova           | 78          |
| 1866          | Budova           | 43          |
| 2009          | Budova           | 1955        |
| 1907          | Zastavané plochy | 210         |

**3.078 m2**

|      |       |      |
|------|-------|------|
| 1848 | Cesta | 5317 |
| 1859 | Cesta | 5859 |
| 1906 | Cesta | 3138 |
| 1950 | Cesta | 2837 |

**17.151 m2**

|        |      |         |
|--------|------|---------|
| 1887   | Lesy | 456339  |
| 1896   | Lesy | 76169   |
| 1905   | Lesy | 2523    |
| 1915   | Lesy | 7618    |
| 1919   | Lesy | 367540  |
| 1922   | Lesy | 297163  |
| 1923   | Lesy | 4711    |
| 1927   | Lesy | 24969   |
| 1932   | Lesy | 614467  |
| 1932   | Lesy | 614467  |
| 1933   | Lesy | 245147  |
| 1987   | Lesy | 1166    |
| 2001   | Lesy | 587968  |
| 2003   | Lesy | 213317  |
| 2004   | Lesy | 174296  |
| 2015   | Lesy | 53850   |
| 2017   | Lesy | 13981   |
| 1884/4 | Lesy | 1686    |
| 1903/2 | Lesy | 37500   |
| 1957/1 | Lesy | 466965  |
| 1985/2 | Lesy | 68653   |
| 1986/1 | Lesy | 2310207 |
| 1991/2 | Lesy | 23539   |
| 1996/1 | Lesy | 379583  |
| 1996/2 | Lesy | 4231    |
| 1996/3 | Lesy | 4377    |
| 1998/1 | Lesy | 180072  |

**7.232.504 m2**

|        |           |        |
|--------|-----------|--------|
| 1850   | Orná pôda | 109030 |
| 1878/1 | Orná pôda | 114096 |
| 1886/1 | Orná pôda | 253448 |
| 1778/1 | Orná pôda | 240512 |

**717.086 m2**

|      |                |       |
|------|----------------|-------|
| 1851 | Ostatné plochy | 2912  |
| 1862 | Ostatné plochy | 5059  |
| 1900 | Ostatné plochy | 6863  |
| 1925 | Ostatné plochy | 6297  |
| 1935 | Ostatné plochy | 2965  |
| 1940 | Ostatné plochy | 21492 |

| Číslo parcely | Druh pozemku   | Plocha v m2 |
|---------------|----------------|-------------|
| 1945          | Ostatné plochy | 4688        |
| 1947          | Ostatné plochy | 4666        |
| 1953          | Ostatné plochy | 9692        |
| 1936/1        | Ostatné plochy | 3183        |
| 1936/2        | Ostatné plochy | 440         |
| 1937/4        | Ostatné plochy | 841         |
| 2006/2        | Ostatné plochy | 824         |

**69.922 m2**

|      |     |         |
|------|-----|---------|
| 1847 | TTP | 1101137 |
| 1850 | TTP | 9708    |
| 1852 | TTP | 17876   |
| 1853 | TTP | 10732   |
| 1855 | TTP | 1135    |
| 1856 | TTP | 2141    |
| 1857 | TTP | 5506    |
| 1867 | TTP | 149182  |
| 1888 | TTP | 6629    |
| 1889 | TTP | 9951    |
| 1890 | TTP | 9698    |
| 1892 | TTP | 12378   |
| 1893 | TTP | 8699    |
| 1894 | TTP | 126549  |
| 1897 | TTP | 12137   |
| 1898 | TTP | 9294    |
| 1899 | TTP | 2243    |
| 1902 | TTP | 11355   |

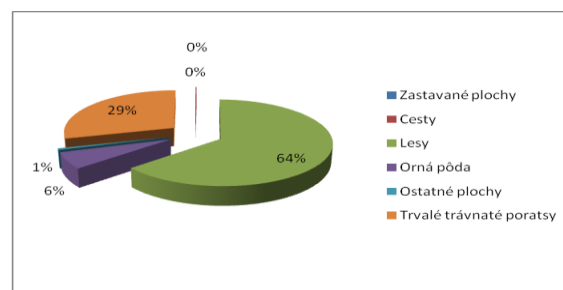
| Číslo parcely | Druh pozemku | Plocha v m2 |
|---------------|--------------|-------------|
| 1904          | TTP          | 64440       |
| 1909          | TTP          | 2179        |
| 1916          | TTP          | 63191       |
| 1917          | TTP          | 1255        |
| 1920          | TTP          | 75773       |
| 1921          | TTP          | 67830       |
| 1926          | TTP          | 109035      |
| 1929          | TTP          | 3096        |
| 1934          | TTP          | 8806        |
| 1938          | TTP          | 8120        |
| 1939          | TTP          | 6143        |
| 1943          | TTP          | 820         |
| 1948          | TTP          | 147258      |
| 1952          | TTP          | 1558        |
| 1954          | TTP          | 230         |
| 1955          | TTP          | 799         |
| 1956          | TTP          | 1886        |
| 1958          | TTP          | 15338       |
| 2002          | TTP          | 5133        |

| Číslo parcely | Druh pozemku | Plocha v m2         |
|---------------|--------------|---------------------|
| 2005          | TTP          | 39624               |
| 2008          | TTP          | 1346                |
| 2010          | TTP          | 11670               |
| 2011          | TTP          | 27119               |
| 2014          | TTP          | 31791               |
| 1918          | TTP          | 1322                |
| 1843/1        | TTP          | 354407              |
| 1886/16       | TTP          | 135882              |
| 1901/1        | TTP          | 18525               |
| 1903/1        | TTP          | 9812                |
| 1908/1        | TTP          | 65803               |
| 1937/1        | TTP          | 45983               |
| 1937/2        | TTP          | 15841               |
| 1941/1        | TTP          | 109559              |
| 1941/4        | TTP          | 2050                |
| 1959/1        | TTP          | 331219              |
| 1964/3        | TTP          | 2590                |
| 2006/1        | TTP          | 4953                |
|               |              | <b>3.298.736 m2</b> |

#### Sumár druhov pozemkov v m2

a percentuálny podiel jednotlivých druhov pozemkov v povodí Košeckého a Nozdrovického potoka

|                         |                   |
|-------------------------|-------------------|
| Zastavané plochy        | 3.078 m2          |
| Cesty                   | 17.151 m2         |
| Lesy                    | 7.232.504 m2      |
| Orná pôda               | 717.086 m2        |
| Ostatné plochy          | 69.922 m2         |
| Trvalé trávnaté porasty | 3.298.736 m2      |
| Sumár plochy            | <b>1133.85 ha</b> |



Výsledky sú zhrnuté pre jednotlivé katastrálne územia.

|                                     | Zastavané pl. | Cesty           | Lesy             | Orná pôda        | Ostatné pl.     | TTP              | SPOLU            |
|-------------------------------------|---------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|
| Plocha [m <sup>2</sup> ]            | 3078,00       | 17151,00        | 7232504,00       | 717086,00        | 69922,00        | 3298736,00       | 11338477         |
| CN                                  | 86,00         | 92,00           | 45,00            | 72,00            | 68,00           | 53,00            |                  |
| A                                   | 41,35         | 22,09           | 310,44           | 98,78            | 119,53          | 225,25           |                  |
| H                                   | 63,23         | 77,64           | 4,13             | 35,97            | 29,60           | 10,78            |                  |
| <b>Objem odtoku [m<sup>3</sup>]</b> | <b>194,62</b> | <b>1.331,63</b> | <b>29.840,01</b> | <b>25.792,55</b> | <b>2.069,64</b> | <b>35.549,67</b> | <b>94.778,12</b> |

Z povodia Košeckého a Nozdrovického potoka pri 100 mm extrémnej zrážke odteká 94.778 m<sup>3</sup>.

Ak obec Košeca bude uvažovať o strategickom komplexnom riešení, môže spomínaných viac ako 95 tisíc m<sup>3</sup> brať ako potenciál aj pre rozvoj miestneho turizmu. V údolí Košeckého potoka totiž drieme významný potenciál využívania vody na rozvoj lokálnej rekreačnej zóny. Už vybudované altánky

hovorí, že miestnych obyvateľov toto územie láka. Ak sa obec rozhodne budovať vodozádržné opatrenia na 60 tisíc m<sup>3</sup> v obidvoch územiach vznikne významný úžitok vo forme vodných plôch, ktoré môžu byť súčasťou rozvoja cestovného ruchu, zároveň môžu slúžiť pre prevenciu v ochrane pred povodňami. Ak sa tak obec strategicky rozhodne, potom je vhodné projekt rozdeliť na etapy. V prvej etape robiť jednoduché opatrenia za pomoci nezamestnaných, ktorí budú pracovať na revitalizácii poškodených častí územia a v druhej časti projektu navrhujeme dobudovať infraštruktúru vodných plôch, rybníkov i oddychových zón, čím sa hlavne lokalita Košeckého potoka významne zhodnotí. Za týmto účelom je však vhodné sa vysporiadať so správcovstvom vodného toku. Pravdepodobne potok spravujú Štátne lesy. Ak je to tak odporúčam obci požiadať Štátne lesy o prevzatie Košeckého potoka do správy obce a potom rozvíjať turistický potenciál údolia potoka.

Prioritne navrhujeme sa sústrediť na budovanie drevených prekladaných hrádzok z miestneho materiálu, budovať odrážky na cestách a na lokalitách rozsiahlejších pasienkov odporúčame budovať zasiakavacie jamy po vrstevnici.





### C. Záver

Zrealizovaním minimálne 10 tisíc m<sup>3</sup> vodozadržných opatrení v povodí Nozdrovického potoka a minimálne 30 tisíc m<sup>3</sup> v povodí Košeckého potoka sa zásadným spôsobom znížia povodňové riziká pre obec. Odporúčame obci začať realizovať práce už tento rok, aby sa už na budúci rok predišlo k povodňovým rizikám. Odhadované náklady na realizáciu prác činia 100 - 120 tisíc eur. Presnejšia kalkulácia je možná však až po spresnení množstva opatrení a ich typov. Odporúčame projekt realizovať s podporou vytvárania pracovných príležitostí pre nezamestnaných. Ak by na projekte pracovalo 20 nezamestnaných prostredníctvom financovania z Úradu práce v období 12 mesiacov náklady na obec boli v rozsahu do 30 tisíc eur. Zvyšných 90 tisíc eur by bolo krytých z Európskeho sociálne fondu na podporu pracovných príležitostí pre nezamestnaných.

Výber jednotlivých typov opatrení a ich počet sa ustanoví priamo v teréne a posúdením lokalít a navrhnutí typov opatrení. Odporúčame vybrať zhotoviteľa, ktorý má skúseností s už zrealizovanými projektmi podobného charakteru a ktorý bude niesť zodpovednosť za realizáciu vykonaných prác i garanciu za funkčnosť opatrení, ako aj koordináciu prác tímu nezamestnaných ľudí priamo z obce.