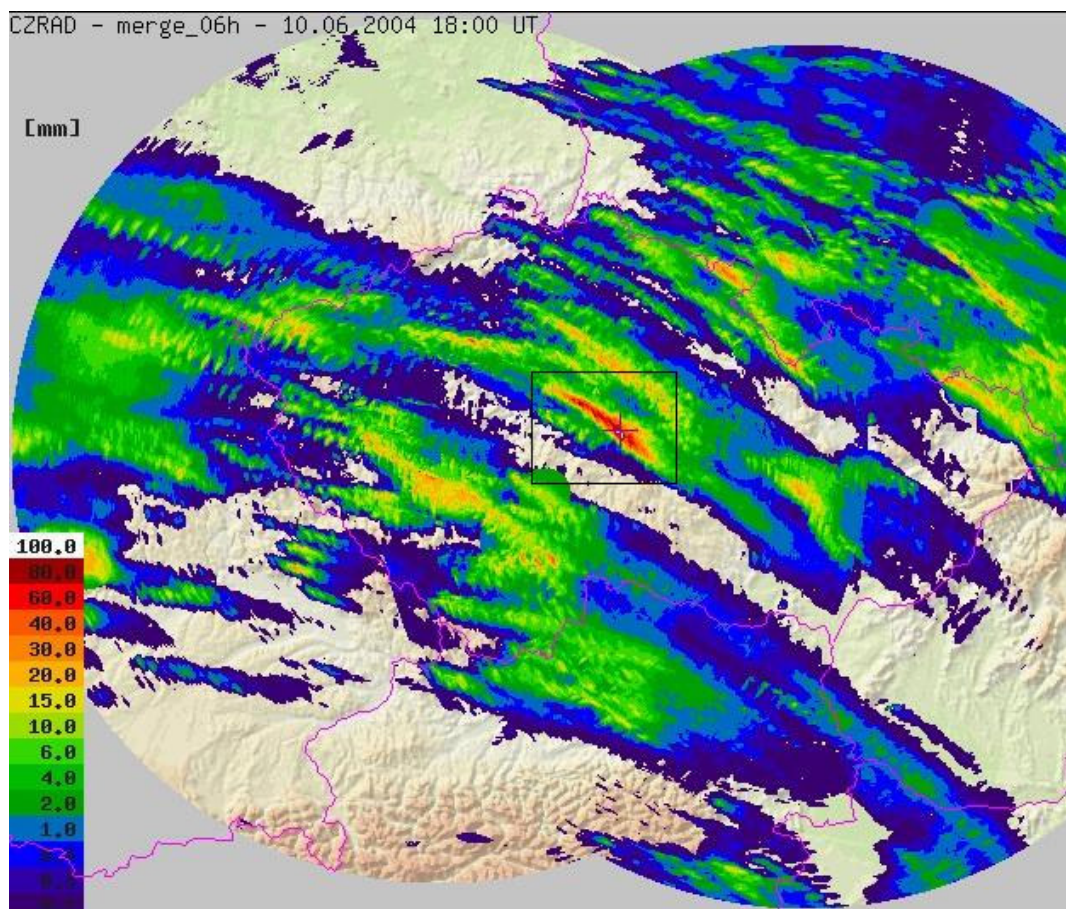




Český hydrometeorologický ústav

Povodeň v Ledči nad Sázavou 10.6.2004



Zpracovali:

Ing. Petr Šercl – úsek hydrologie ČHMÚ, OPV

Ing. Daniel Kurka – pobočka ČHMÚ Praha

Spolupráce:

Mgr. Jan Šrámek – úsek meteorologie a klimatologie ČHMÚ, CPP

RNDr. Petr Novák, Ph.D. – úsek meteorologie a klimatologie ČHMÚ, ORM

foto: Ing. Josef Bucek, Ing. Daniel Kurka – pobočka ČHMÚ Praha

Praha, červenec 2004

Úvod

Povodeň, která večer a v noci z 10. na 11. června 2004 postihla povodí Olešenského potoka, byla extrémní povodní přívalového charakteru, tedy tzv. bleskovou povodní. Byla způsobena lijákem mimořádné intenzity v důsledku aktivní bouřkové činnosti. Bouřky se 10. června 2004 odpoledne a navečer ve své nejsilnější podobě vyskytovaly v pásu širokém asi 15 km a dlouhém 75 km, a to od Kostelce nad Černými Lesy v jihovýchodním směru až po Havlíčkův Brod, kde již značně zeslábly.

Povodeň způsobila značné materiální škody zejména v Ledči nad Sázavou, kde se Olešenský potok vlévá do Sázavy. Ztráty na životech nebyly hlášeny. Podrobnější údaje o škodách nebyly v rámci hydrologického průzkumu zjišťovány.

Popis území

Olešenský potok je pravostranným přítokem Sázavy s plochou povodí v místě soutoku o velikosti 34,5 km². Nadmořská výška území se pohybuje od 390 m n. m. do 563 m n. m. s průměrnou hodnotou 498 m n. m. Délka údolnice dosahuje 12,8 km a její průměrný sklon je 1,6 %, průměrný sklon povodí (svahů) 9,8 %. Převážnou část území tvoří zemědělsky využívané pozemky (pole), zbytek tvoří většinou lesy. Půdy jsou zde relativně dobře propustné se schopností zadržet větší množství vody, tudíž z hlediska povodňového režimu jsou jejich charakteristiky poměrně příznivé. Na horním toku Olešenského potoka se vyskytuje několik menších účelových nádrží (rybníků), které mohly průběh povodně ovlivnit.

Popis meteorologické situace dne 10. června 2004

Povětrnostní situace nad Českou republikou byla tento den charakterizována frontálním rozhraním, které se nad naší republikou udržovalo téměř bez pohybu a oddělovalo teplejší vzduch na jihu a jihozápadě od chladného na severu a severovýchodě. Frontální zóna měla nad střední Evropou směr od severozápadu k jihovýchodu. Teplotní kontrast mezi oběma vzduchovými hmotami v hladině 850 hPa dosahoval 9 °C. Při zemi bylo možno analyzovat mělkou brázdou nižšího tlaku vzduchu, v hladině 500 hPa byl dominantní hřeben vyššího tlaku vzduchu, který zasahoval nad západní a střední Evropu.

Od severozápadu se k nám dostával vzduch s významnou potencionální nestabilitou, hodnoty energie konvekce (CAPE) z modelu ALADIN z 10. června 2004 00 UTC dosahovaly ve středních Čechách na odpoledne hodnot až 2100 J/kg, proto se daly předpokládat silné bouřky.

Na základě popsané meteorologické situace po předcházejícím upozornění vydal ČHMÚ 10. června 2004 v 15:30 SELČ výstrahu na tyto nebezpečné jevy: intenzivní bouřky, krupobití, přívalové srážky, vzestupy řek, lokální zatopení, a to s platností pro celé území ČR.

Již v ranních hodinách 10. června postupovaly bouřky přes Karlovarský kraj a jihozápadní Čechy dále k jihovýchodu. Kolem 14:30 hod. se vytvořilo pásmo bouřek ve směru sever jih od Liberce až po České Budějovice a to postupovalo dále k východu až jihovýchodu. Kolem 15:30 hod. se na tomto pásmu, na návětrné straně severního okraje Středočeské pahorkatiny, v oblasti Říčanska, bouřky začaly zintenzivňovat, rostl jejich vertikální rozsah i intenzita srážek. Konvekční buňky se v dalších hodinách opakovaně vytvářely v oblasti jihovýchodně od Říčan a postupovaly po stejné dráze ve směru od severozápadu k jihovýchodu. Jejich postup byl ve směru Říčan – Uhlířské Janovice – Světlá nad Sázavou a v okolí Havlíčkova Brodu zeslabovaly, případně zanikaly. K zeslabení srážkové činnosti v oblasti zasažené povodní docházelo až kolem 20 hodiny.

Množství spadlých srážek

Na povodí Olešenského potoka nepozoruje žádná srážkoměrná stanice. V nejbližše položených stanic bylo naměřeno v Bohdanči 89,6 mm, ve Zbýšově-Dobrovítově 65,2 mm a v Ledči nad Sázavou 6,2 mm. Pro vyhodnocení celkového množství spadlých srážek a jejich krátkodobých intenzit na povodí Olešenského potoka bylo využito údajů z meteorologického radaru. K dispozici byly desetiminutové intenzity srážek z radaru a suma za období 14:00-20:00 SELČ (obr. 1), rovněž odvozená z pozorování meteorologického radaru. Operativně zjištěné 24hodinové úhrny ze srážkoměrných stanic v blízkém okolí posloužily ke korekci uvedené sumy srážek za 6 hodin, neboť prakticky celého 24 hodinového úhrnu bylo dosaženo během zmíněných šesti hodin.

Na obr. 2 je pomocí izohyet vyznačen celkový úhrn spadlých srážek za časové období 14:00-20:00 SELČ odvozený na základě pozorování meteorologického radaru a korigovaný o pozemní pozorování. Nutno znovu zdůraznit, že se jedná o pouhý odhad, neboť skutečně změřené srážky jsou k dispozici pouze z území vně povodí Olešenského potoka. Ale i z takto provedeného odhadu možno odvodit, že průměrná výška srážek na povodí pravděpodobně přesáhla 80 mm, přičemž nejvyšších úhrnů deště bylo dosaženo na horním toku (v okolí Třebětína), kde spadlo více než 100 mm, naopak na dolním toku Olešenského potoka úhrny srážek směrem k Ledči nad Sázavou rychle klesaly.

Největších průměrných desetiminutových intenzit na povodí bylo dosaženo v časovém období mezi 16:30 a 18:30 SELČ s maximem mezi 16:50 a 17:00, viz obr. 3. Za uvedené 2 hodiny spadlo na celé povodí přes 60 mm srážek, což s největší pravděpodobností překračuje dobu opakování 100 let. Na horním toku byly intenzity ještě výraznější, tam byla značně překročena doba opakování 100 let, a to i vzhledem ke 24 hodinovým srážkovým úhrnům.

Vyhodnocení průtoků

Dle místního občana postiženého touto povodní (lokalita pod soutokem Olešenského a Vrbeckého potoka) přišla povodeň náhle po 19. hodině charakterizována velice strmým nárůstem, doslova „během pár minut stoupla voda o více než metr“. To mohlo souviset s ovlivněním povodně menšími rybníky na horním toku, které se zřejmě velice rychle zaplnily a voda se začala silně přelévat i přes jejich hráze, které byly z tohoto důvodu také částečně destruovány. Tomu by odpovídal i fakt, že poté údajně došlo v místě pozorování k utlumení povodňové vlny, ale po chvíli zase začala voda v toku stoupat vlivem zformování povodňové vlny na ostatním území povodí.

Povodí Olešenského potoka není hydrologicky sledováno, tudíž pravděpodobný průběh povodně ve formě teoretické povodňové vlny bylo nutné odvodit pomocí srážkoodtokového modelu a kulminační průtok vypočítat ze zaměřených stop pomocí hydraulického modelu.

Pro odvození časového průběhu povodně bylo využito software HEC-HMS se srážkoodtokovým modelem HEC-1. Parametry modelu (např. doba koncentrace pro jednotkový hydrogram) byly odhadnuty z fyzicko-geografických charakteristik povodí na podkladě digitálního výškového modelu. Pro stanovení odtokových ztrát byla využita metoda CN-křivek, pro kterou jsou rovněž v GIS dispozici potřebné podklady.

Schéma povodí sloužící pro vyhodnocení ve srážkoodtokovém modelu HEC-1 je na obr. 1 i 2, je tvořeno sedmi prvky typu povodí a třemi prvky typu říční úsek. Veškeré parametry modelu již poté nebyly měněny, rychlost postupu povodňové vlny byla odhadnuta v říčních úsecích na $1,5 \text{ m.s}^{-1}$.

Na základě srážkoodtokového modelu odvozený hydrogram průběhu povodně v místě pod soutokem Olešenského a Vrbeckého potoka je na obr. 4. Z grafu vyplývá, že v daném místě mohlo dojít ke kulminaci v době mezi 21:00 a 22:00 SELČ. Dle zpráv z Ledče nad Sázavou vzdálené asi 3 km níže po toku byla povodeň zřejmě o něco rychlejší, než uvádí modelový výpočet, povodeň zde kulminovala údajně již kolem 21:00. Znázorněný hydrogram na obr. 4 představuje teoretický průběh povodně nezahrnující dříve zmíněný případný vliv nádrží či jiné vlivy, např. možné ucpání profilu toku s jeho následnou průtrží apod.

Pro hydraulické vyhodnocení kulminačního průtoku byl využit software HEC-RAS. Celkem čtyři příčné profily a stopy po povodni byly geodeticky zaměřeny v cca 270 metrů dlouhém úseku pod soutokem Olešenského a Vrbeckého potoka. Šířka profilu koryta je zhruba 4 m a hloubka 1,25 m, dno je z hrubého štěrku po stranách lemováno vzrostlými stromy a na levém břehu částečně zarostlé křovím (obr. 5). V prostoru, kde se nacházejí nádrže pstruhové sádky (obr. 6) vede souběžně s korytem odpadní kanál (obr. 7 a 8) od nádrží sádky, který se posléze napojuje do koryta.

Levý břeh je v měřeném úseku nejprve strmý a voda se proto zde nemůže rozlévat, níže po toku se postupně rozevírá a je porostlý křovím a mladým lesním porostem. Na pravém břehu už při cca $10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ tok začíná vybřežovat a rozlévá se do prostoru nádrží sádky (obr. 6) a na přilehlou louku (zde se rozlévá i při nižších průtocích).

Pro dosažení reálnějších výsledků bylo k zaměřeným profilům vloženo ještě dalších 9 profilů, a to v místech, kde docházelo ke změnám drsnosti (stromořadí s keři) a změně sklonu dna, popřípadě v místě nějaké překážky (oplocení pozemku, stavba). Podle zaznamenaných stop nebylo také uvažováno s prouděním vody v místě pstruhových sádek, viz obr. 9. Schéma zaměření s výsledným průběhem hladiny v modelu HEC-RAS je na obr. 11. Vše bylo zaměřováno v relativních výškách. Hodnoty drsností v korytě a travou zarostlých inundacích byly uvažovány 0,045–0,050, v místech keřů či stromů 0,1 a více.

Velikost kulminačního průtoku na základě hydraulického vyhodnocení byla v místě pod soutokem Olešenského a Vrbeckého potoka (na obr. 2 vyznačeno šipkou) stanovena hodnotou $36 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a je ve shodě s odhadem dle srážkoodtokového modelu. Podle současných podkladů doba opakování průtoku této velikosti výrazně překračuje hodnotu 100letého průtoku. Nejvyšší specifické odtoky (cca $2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$) nedosáhly nijak extrémních hodnot s ohledem na velikost zasažené plochy.

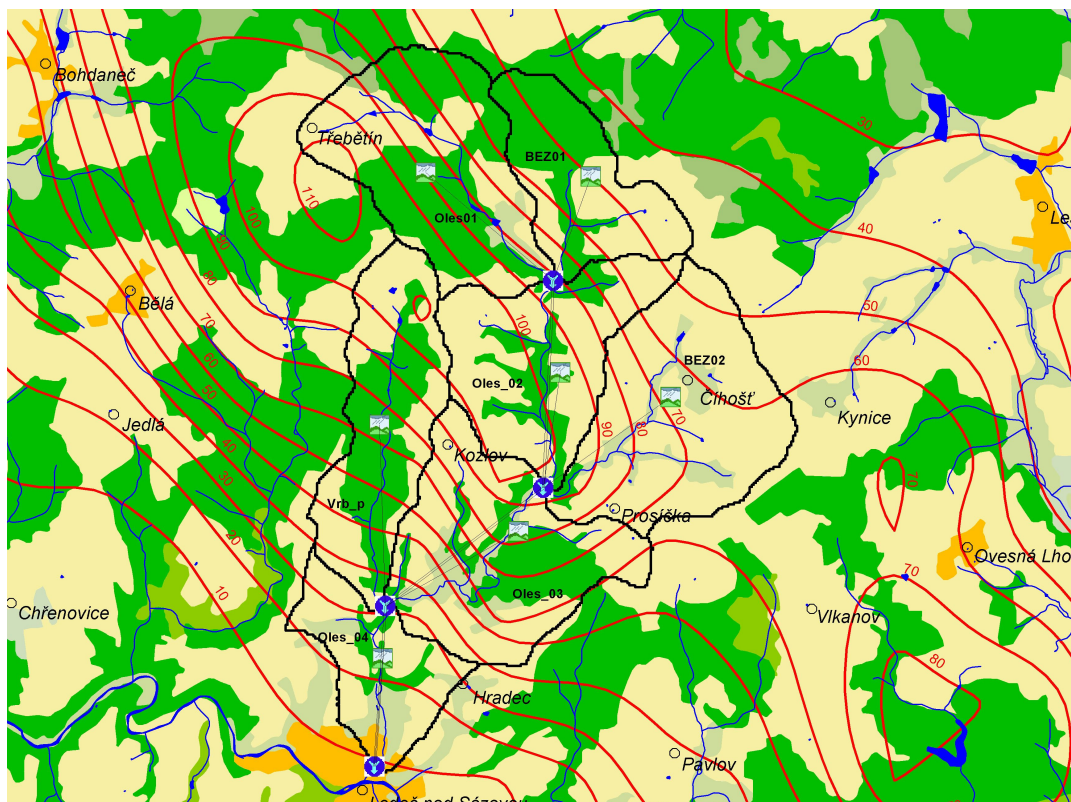
Závěr

Povodeň na Olešenském potoce dne 10. června 2004 byla extrémní přívalovou povodní, jejíž doba opakování i doba opakování příčinných srážek překročila 100 let. Vzhledem k tomu, že na povodí Olešenského potoka není žádné přímé srážkoměrné ani vodoměrné pozorování, je nutné na předkládané výsledky pohlížet jako na kvalifikované odhady s určitou mírou možné odchylky od skutečnosti.

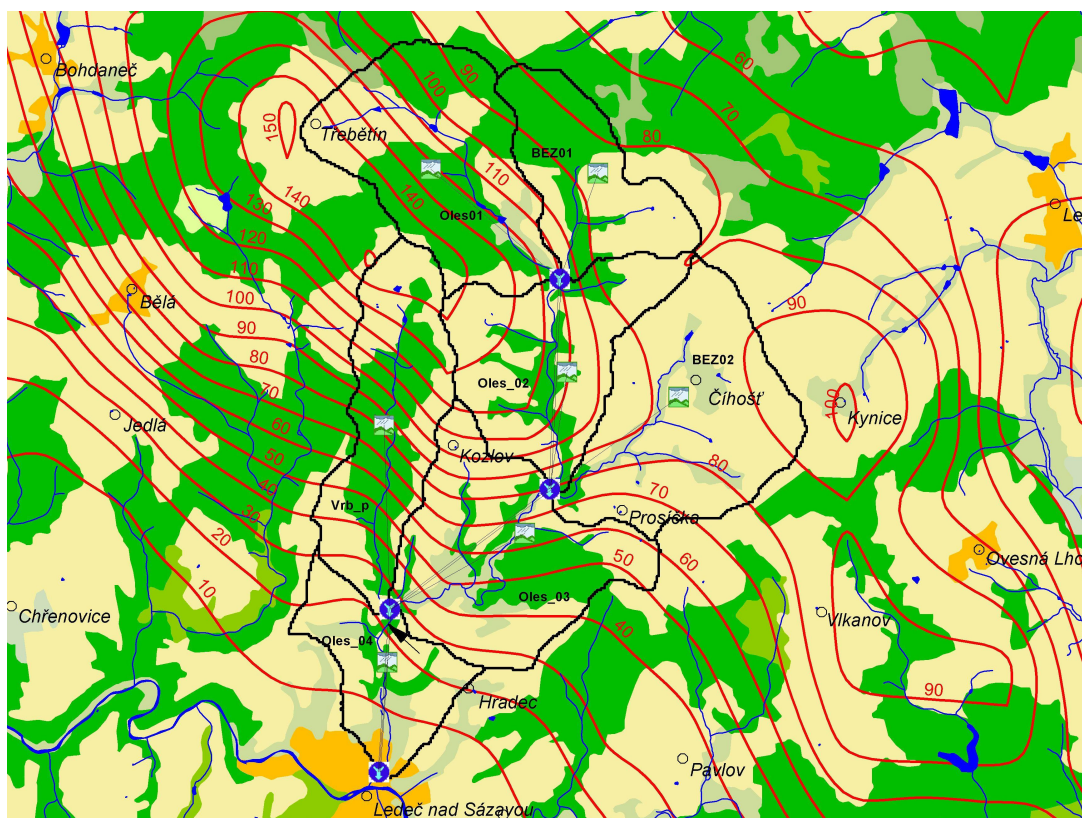
Poděkování

Zpracovatelé touto cestou děkují panu Václavu Hrochovi z Ledče nad Sázavou za účinnou pomoc při zaměřování povodňových stop a poskytnuté informace o průběhu povodně.

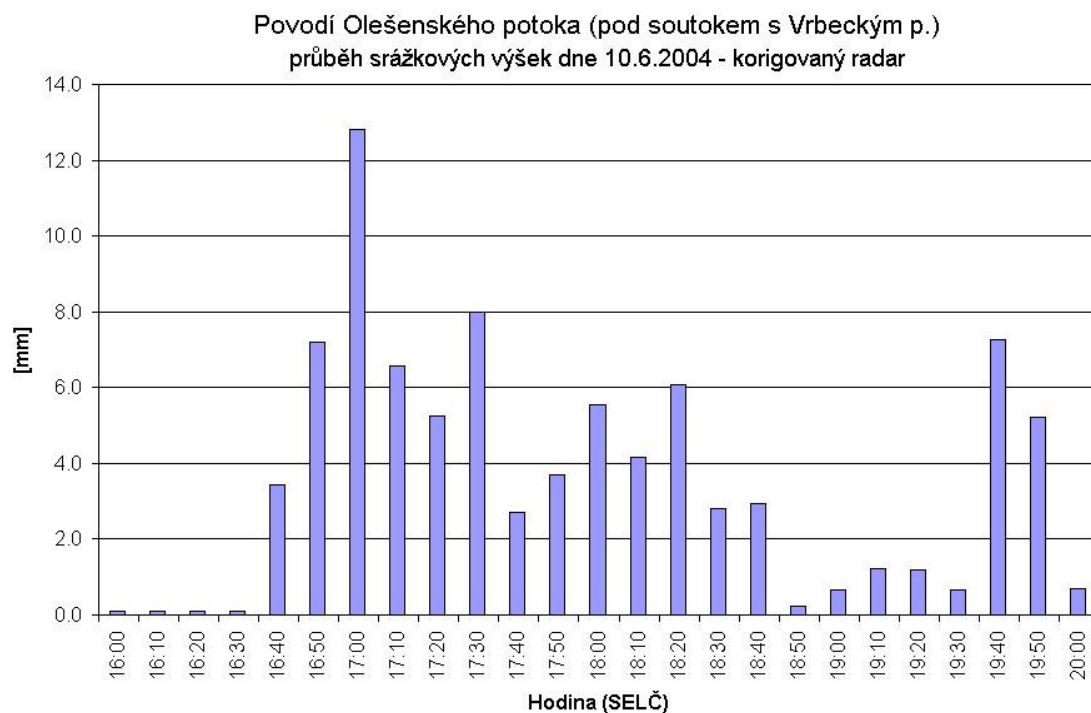
Grafické přílohy



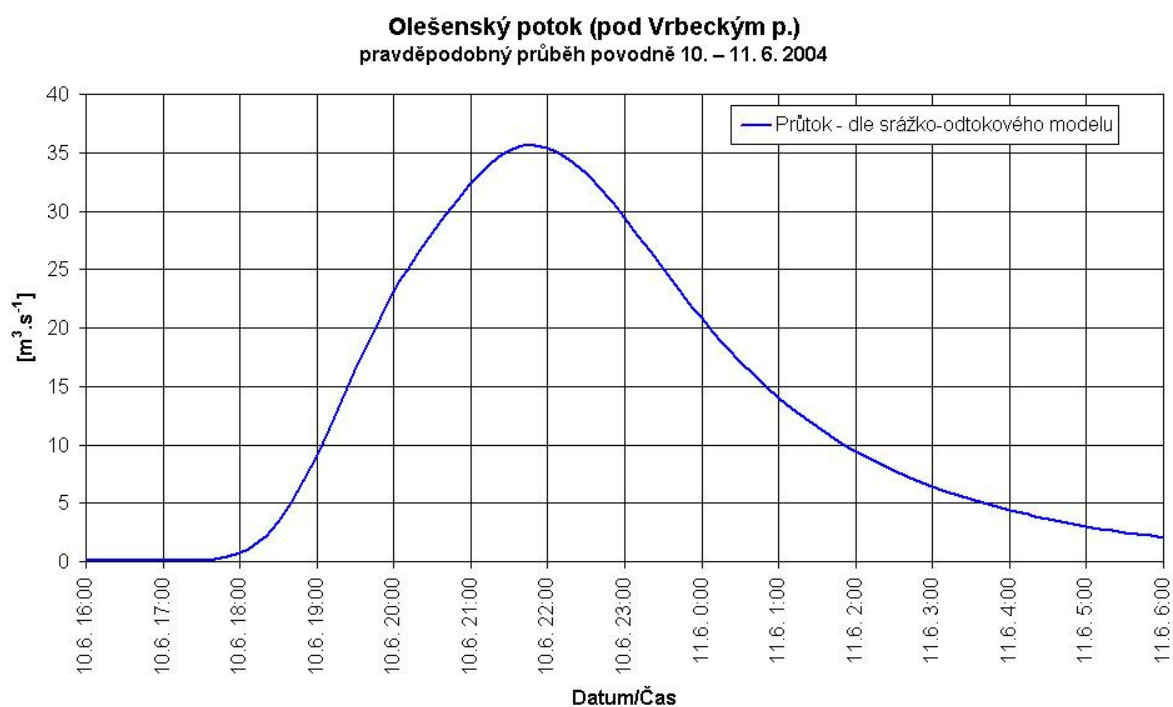
Obr. 1 – Mapa povodí Olešenského potoka s plošným rozložením úhrnů srážek za časové období 14:00 – 20:00 SELČ dne 10.6.2004 (nekorigovaný radar)



Obr. 2 – Mapa povodí Olešenského potoka s plošným rozložením úhrnů srážek za časové období 14:00 – 20:00 SELČ dne 10.6.2004 (korigovaný radar na pozemní pozorování)



Obr. 3 – Pravděpodobný průběh desetiminutových intenzit srážek na povodí Olešenského potoka (pod soutokem s Vrbeckým potokem)



Obr. 4 – Teoretický průběh povodňové vlny na Olešenském potoce v profilu pod soutokem s Vrbeckým potokem na základě výpočtu srážko-odtokového modelu



Obr. 5 – Koryto Olešenského potoka (14.6.2004 11:00)



Obr. 6 – Vyplavená pstruhová sádka na pravém břehu potoka



Obr. 7 – Odpadní koryto od nádrží pstruhové sádky (pohled proti vodě)



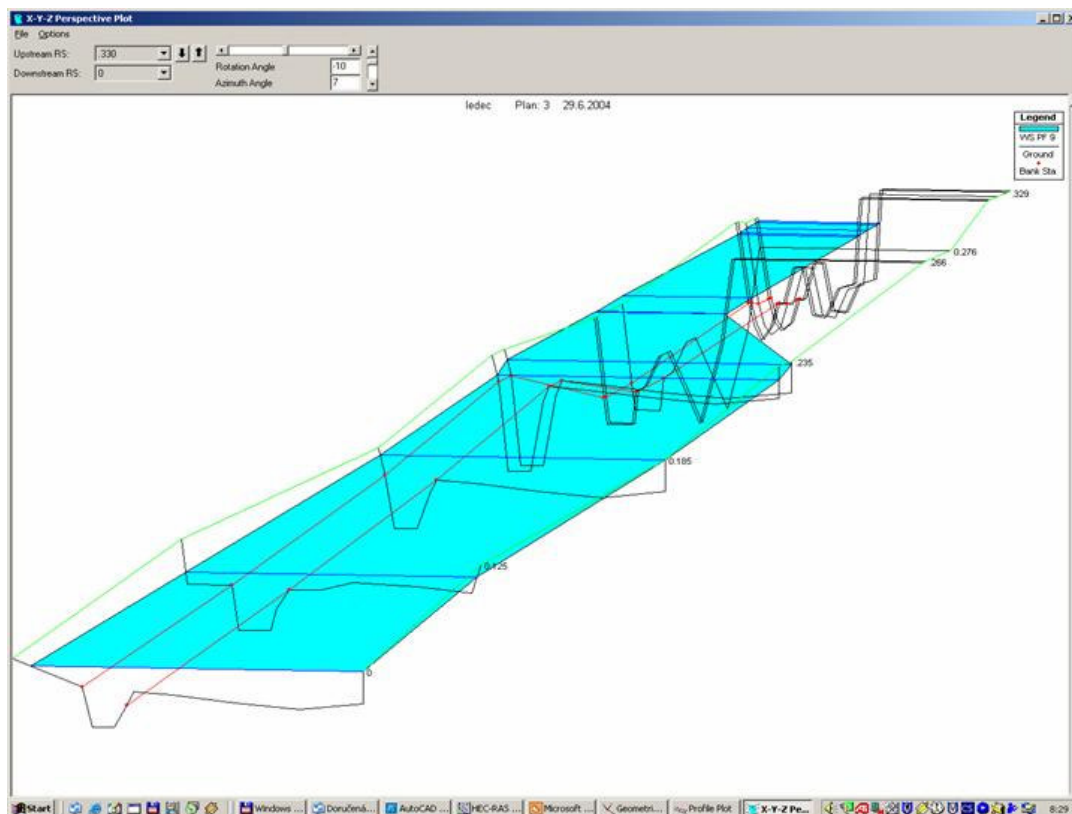
Obr. 8 – Odpadní koryto od nádrží pstruhové sádky (pohled po vodě)



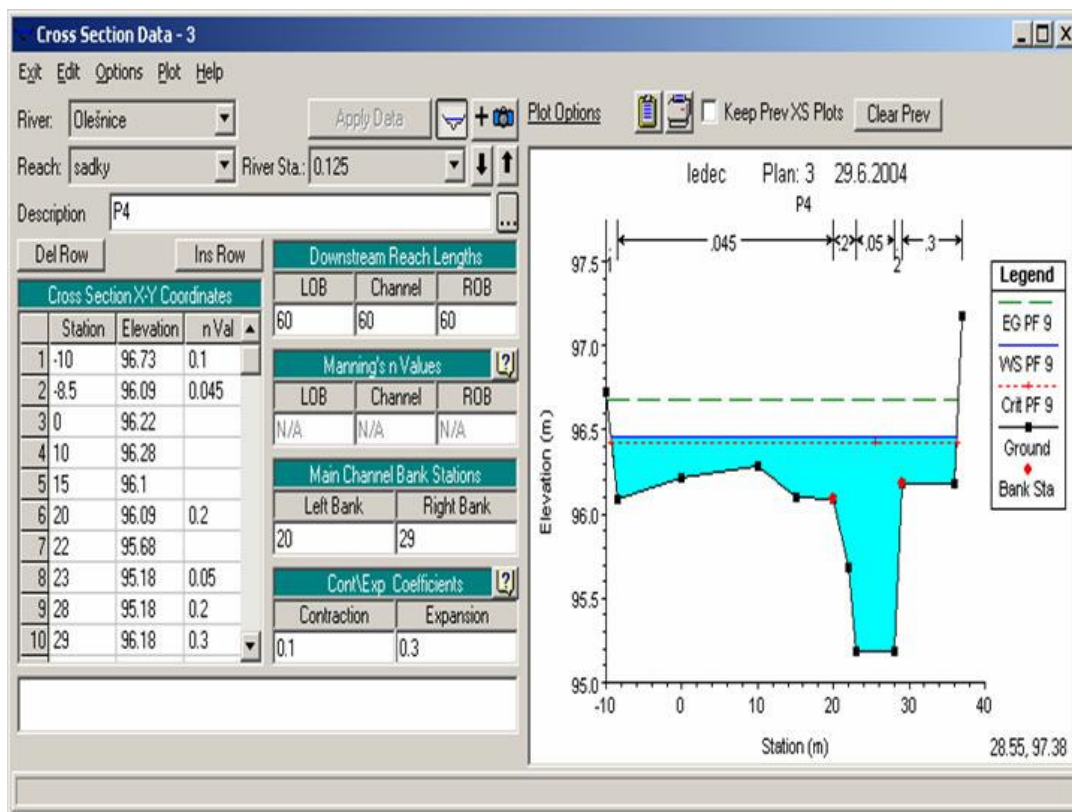
Obr. 9 – Jedna z nádrží pstruhové sádky, vpravo nádrž pro potěr



Obr. 10 – Stopy kulminační hladiny povodňové vlny na domku a kůlně (14.6.2004 11:00)



Obr. 11 – Výstup z modelu HEC-RAS, model maximální hladiny



Obr. 12 – Výstup z modelu HEC-RAS, jeden z příčných profilů



Obr. 13 – Ledec nad Sázavou 11.6.2004 v 9:22, zřetelné stopy maximální hladiny na domech



Obr. 14 – Ledec nad Sázavou 11.6.2004 v 9:20, povodňové škody