

Zpráva o místní povodni ve Vrážci u Písku
a v Borečnici dne 10. srpna 1983

Zpracoval:

Ing. Pavel Polcar
pobočka ČHMÚ v Č. Budějovicích

o b s a h :

Textová část str. 1 až 9

Přílohy :

Meteorologická situace	1
Přehledná mapa 1 : 200 000	2
Mapa povodí profilu č. 1, 1 : 5 000	3
Mapa povodí profilu č. 2, 1 : 5 000	4
Extrapolace čáry překročení N-letých průtoků..	5
Fotografická dokumentace	6 až 11

Meteorologická situace dne 10. 8. 1983

Na naše území zasahoval od severu nevýrazný hřeben vysokého tlaku vzduchu. Ve vyšších hladinách se však během dne přechodně vytvořila nad oblastí NDR mělká tlaková níže, která vyvolala ve výškách od 4 km nad oblastí Čech jihozápadní proudění. V nižších hladinách od 1 do 3 km bylo pak pozorováno východní až jihovýchodní proudění. Při labilním zvrstvení atmosféry se nad územím Čech vyskytly četné bouřky s přeháňkami, které se v důsledku výrazného střihu větru udržovaly na několika lokalitách jihozápadních a jižních Čech téměř bez pohybu po dobu několika hodin se značnými srážkovými úhrny a následnými místními záplavami. Největší srážkové úhrny na území Čech byly naměřeny v Plzni-Bělevoči 71 mm a ve Vrážích u Písku 115 mm. Ostatní stanice v okolí Vráže zaznamenaly úhrny pouze od 2 do 20 mm.

Na záznamech z meteorologického radaru v observatoři Libuš byl v oblasti Písecka sice patrný bouřkový mrak s horní hranicí ve výšce 10 - 11 km, avšak intenzita radiolokačního odrazu v hladině 1 km signalizovala pouze mírné srážky - pravděpodobně v důsledku útlumu odrazu bouřkovou oblačností v centrální části Čech. První zpráva o extrémním srážkovém úhrnu ve Vrážích byla tedy předána pobočce Hydrometeorologického ústavu v Českých Budějovicích až dalšího dne ráno prostřednictvím hlášení INTER.

Místní průzkum

Z pobočky HMÚ v Českých Budějovicích byla do Vráže u Písku vyslána pracovní skupina se záměrem zaměřit stopy místní povodně, která se při úhrnu této hodnoty dala očekávat. Z rozhovoru s pozorovatelem vyplynulo, že v oblasti Vráže se ve večerních hodinách vyskytla silná bouřka spojená s intenzivním lijákem a krupobitím. Trvání deště bylo možné určit pouze přibližně: od 19. do 23. hodiny. Ombrografický záznam byl nepoužitelný, protože přístroj byl krátce po začátku deště vyřazen z činnosti. V důsledku velmi rychlého vzestupu plováku došlo k odchýlení registračního pera a přerušení záznamu, pravděpodobně došlo i k zahlcení záchytného otvoru přívalem krup. Srážkový úhrn zachycený srážkoměrem byl při ranním měření 114,7 mm. Maximální intenzita srážky před vyřazením ombrografu z funkce byla 1,1 mm za minutu. Dle udání pozorovatele bylo zápraží rodinného domku po bouřce zavaleno závějemi krup až do výše čtvrt metru. Zbytky krup v příkopech místních silnic bylo možno pozorovat ještě dopoledne druhého dne. Ulice Vráže byly zaplaveny vodou v níže položených částech obce až do výše 75 cm. Pravidelný profil se zřetelnými stopami hladiny byl zvolen těsně pod obcí na přilehlé louce. Travnatý porost v místě soustředěného povodňového průtoku byl slehlý a zřetelně odlišný od okolního porostu, takže zaměření průtočného profilu bylo možno provést poměrně spolehlivě. Byly zaměřeny 2 průtočné profily a sklon hladiny na délce 100 metrů.

Protože bylo nepravděpodobné, že jádro srážky zasáhlo zrovna stanici ve Vráži, byl učiněn pokus vyhledat v okolí místo nejvíce postižené. Po dotazech u místních občanů a konzultaci na lesní správě vyplynulo, že nejvíce postiženou byla obec Borečnice vzdálená vzdušnou čarou asi 2,5 km od Vráže.

Borečnice leží v údolí potoka stejného jména, který je levostranným přítokem Otavy zhruba v místě počátku vzdutí Orlické nádrže. Plocha povodí je velmi malá a tok krátký, protože rozvodnice mezi Otavou a Lomnicí zde probíhá ve vzdálenosti zhruba 1 - 2 km od toku Otavy. Zpočátku ploché údolí potoka v nevelké vzdálenosti pod obcí mění sklon a hluboko se zařezává do okolního terénu.

Rozsah škod v Borečnici a okolí byl již na první pohled větší než ve Vráži. Přímo v obci leží malý návesní rybníček se zanedbatelným retenčním objemem, jehož hráz byla za povodně přelévána. Stavení pod hrází byla poničena, byly strženy ploty a telefonní vedení, poškozena cesta a lesní porost. V polích nad obcí i na svazích údolí pod obcí byla zřetelná rozsáhlá plošná eroze, zhruba od místa zlomu v podélném sklonu údolí až k ústí do Otavy pak i hloubková eroze a v řečišti Otavy náplavový kužel s odhadovanou kubaturou 2 - 5 tis. m³ zeminy. Porost dna údolí byl tvořen travinou (zblochan vodní) opět se zřetelným ohraničením maximální výšky hladiny. K zaměření příčného profilu bylo vybráno volné prostranství těsně pod obcí beze stromů či jiných překážek v průtoku, zhruba ve vzdálenosti 100 metrů nad místem počátku hloubkové eroze dna údolí. Byly zaměřeny dva profily a podélný sklon hladiny. Ve snaze zjistit alespoň přibližně srážkový úhrn v Borečnici bylo navštíveno několik místních občanů. Na dvorku rodinného domku na levém svahu údolí v nevelké vzdálenosti od zaměřeného profilu byla naměřena v nádobě se zbytkem ztvrdlé malty (v dostatečné vzdálenosti od střechy domku) výška vody cca 200 mm. Nádobu před bouřkou byla údajně bez vody.

Vyhodnocení naměřených hodnot

Profil č. 1 - pod obcí Vráž:

zaměřená plocha průtočného profilu $F = 6,6 \text{ m}^2$

šířka v hladině $B = 32 \text{ m}$

průměrná hloubka $\bar{H} = 0,21 \text{ m}$

omočený obvod $O = 32 \text{ m}$

hydraulický poloměr $R = 0,206 \text{ m}$

podélný sklon hladiny $I = 0,81 \%$

Dno bylo kryto běžným porostem kyselých luk, jednotlivé listy trávy byly tlakem vody slehlé a otočené po směru proudu, takže tvořily poměrně hladký povrch dna v celé šíři průtočného profilu. S ohledem na tuto skutečnost je volba součinitele drsnosti $n = 0,025$ velmi střízlivá. Po dosazení do Chézyho rovnice při použití rychlostního součinitele dle Manninga vychází průměrná profilová rychlost při kulminaci $\bar{v}_{\text{kulm}} = 1,25 \text{ m/s}$ a kulminační průtok $Q_{\text{kulm}} = 8,25 \text{ m}^3/\text{s}$.

Odvození celkového objemu povodňové vlny bylo provedeno za předpokladu, že velikost naměřeného srážkového úhrnu ve stanici je možno vztáhnout na celé povodí. Při uvažování retence a počáteční infiltrace dle Armanda vychází objem povodňové vlny cca 62 tis. m^3 (objemový součinitel $C_{\text{obj}} = 0,74$).

Profil č. 2 - pod obcí Borečnice:

zaměřená plocha průtočného profilu $F = 11,0 \text{ m}^2$

šířka v hladině $B = 19,5 \text{ m}$

průměrná hloubka $\bar{H} = 0,56 \text{ m}$

omočený obvod $O = 22 \text{ m}$

hydraulický poloměr $R = 0,50 \text{ m}$

podélný sklon hladiny $I = 2,6 \%$

Dno bylo kryto v celé šíři běžným břehovým porostem - zblochanem vodním. Listy této traviny byly opěť slehlé po směru toku obdobně jako u profilu č. 1 a tvořily tak velmi hladký povrch celého omočeného obvodu. S ohledem na údaje v dostupné literatuře byl opět zvolen součinitel drsnosti $n = 0,025$. Z Chezyho rovnice (při rychlostním součiniteli dle Manninga) vychází průměrná profilová rychlost při kulminaci $\bar{v}_{kulm} = 4,06 \text{ m/s}$ a kulminační průtok $Q_{kulm} = 44,6 \text{ m}^3/\text{s}$.

Za předpokladu vztažení naměřeného srážkového úhrnu na celé povodí byl odvozen objem povodňové vlny. Při retenci a počáteční infiltraci dle Armanda vychází objem povodňové vlny cca 80 tis. m^3 (objemový součinitel $C_{obj} = 0,88$).

Pro představu o velikosti těchto kulminačních průtoků jsou dále uvedeny základní charakteristiky obou povodí a řada N-letých průtoků podle běžné posudkové praxe v Českém hydrometeorologickém ústavu:

Profil č. 1 - pod obcí Vráž :

bezejmenná vodoteč cca 40 m nad ústím severně od Staré Vráže
č.h.p. 1 - 08 - 04 - 032

plocha povodí $0,748 \text{ km}^2$

zalesněnost 20 %

délka údolnice 1,4 km

průměrný spád údolnice 3,1 %

průměrný spád povodí dle Herbsta 5,5 %

charakteristika tvaru povodí $\alpha = 0,38$

průměrný dlouhodobý roční srážkový úhrn 573 mm

průměrný dlouhodobý průtok 3 l/s

hodnoty specifického odtoku stoletého průtoků:

dle spádu údolnice $4\,800 \text{ l/s.km}^2$

dle spádu podle Herbsta $6\,700 \text{ l/s.km}^2$

dle Hrádky $5\,200 \text{ l/s.km}^2$

výsledná hodnota $6\,000 \text{ l/s.km}^2$

řada N-letých průtoků:

N (let)	1	2	5	10	20	50	100
Q_N (m ³ /s)	0,27	0,54	0,90	1,6	2,3	3,5	4,5

třída III (hodnota pravděpodobné chyby pro Q_{100} dle ČSN 736805 $\pm$ 40 %)

Objem povodňové vlny příslušející stoletému kulminačnímu průtoku byl stanoven za předpokladu, že kritický déšť je součástí stoletého jednodenního srážkového úhrnu, pak je

$$W_{PV\ 100} = 36,6 \text{ tis. m}^3$$

Profil č. 2 - pod obcí Borečnice:

potok Borečnice cca 600 m nad ústím do Otavy
č.h.p. 1 - 08 - 03 - 109

plocha povodí 0,455 km²
zalesněnost 4 %
délka údolnice 0,95 km
průměrný spád údolnice 2,9 %
průměrný spád povodí dle Herbsta 4,0 %
charakteristika tvaru povodí $\alpha = 0,50$
průměrný dlouhodobý roční srážkový úhrn 575 mm
průměrný dlouhodobý průtok 2 l/s

hodnoty specifického odtoku stoletého průtoků:

dle spádu údolnice 5 500 l/s.km²
dle spádu podle Herbsta 9 300 l/s.km²
dle Hrádka 6 700 l/s.km²
výsledná hodnota 8 000 l/s.km²

řada N-letých průtoků:

N (let)	1	2	5	10	20	50	100
Q_N (m ³ /s)	0,22	0,43	0,72	1,3	1,9	2,8	3,6

třída III (hodnota pravděpodobné chyby Q_{100} dle ČSN 736805 je $\pm 40 \%$)

Objem povodňové vlny příslušející stoletému kulminačnímu průtoku za předpokladu kritického deště jako součásti stoletého jednodenního srážkového úhrnu je :

$$W_{PV\ 100} = 22,3 \text{ tis. m}^3$$

Zhodnocení naměřených a odvozených hodnot

Z předchozích údajů je patrné, že povodňová vlna dne 10. srpna 1983 ve Vráži svojí kulminací i objemem téměř dvojnásobně překročila hodnoty Q_{100} a W_{PV100} stanovené dle posudkové praxe ČHMÚ pro toto povodí.

Povodňová vlna v Borečnici pak svojí kulminací překročila 12-ti násobně kulminaci Q_{100} dle ČHMÚ a svým objemem čtyřnásobně W_{PV100} dle ČHMÚ.

Naskýtá se otázka, jakou četnost výskytu přisoudit těmto katastrofálním průtokům.

V případě profilu č. 1 u Vráže byla příčinou srážka, jejíž úhrn lze zhruba považovat za stoletý jednodenní srážkový úhrn pro danou oblast. To, že doba jejího trvání byla pouze několik hodin, způsobilo vznik povodňové vlny s kulminací daleko převyšující Q_{100} . Bohužel, neznalost časového rozložení srážky nedovoluje podrobněji zhodnotit četnost jejího výskytu.

Extrapolací čáry překročení N-letých průtoků lze určit N-letost kulminace z 10. srpna 1983 asi na $N = 600$ let. Tato hodnota je v souladu i se sovětskou normou pro určování průtoků větších N-letostí než je $N = 100$ na velmi malých povodích.

V případě Borečnice jsou hodnoty srážky i průtoků tak veliké, že určení N-letosti se pohybuje již hluboko v "zakázané" oblasti.

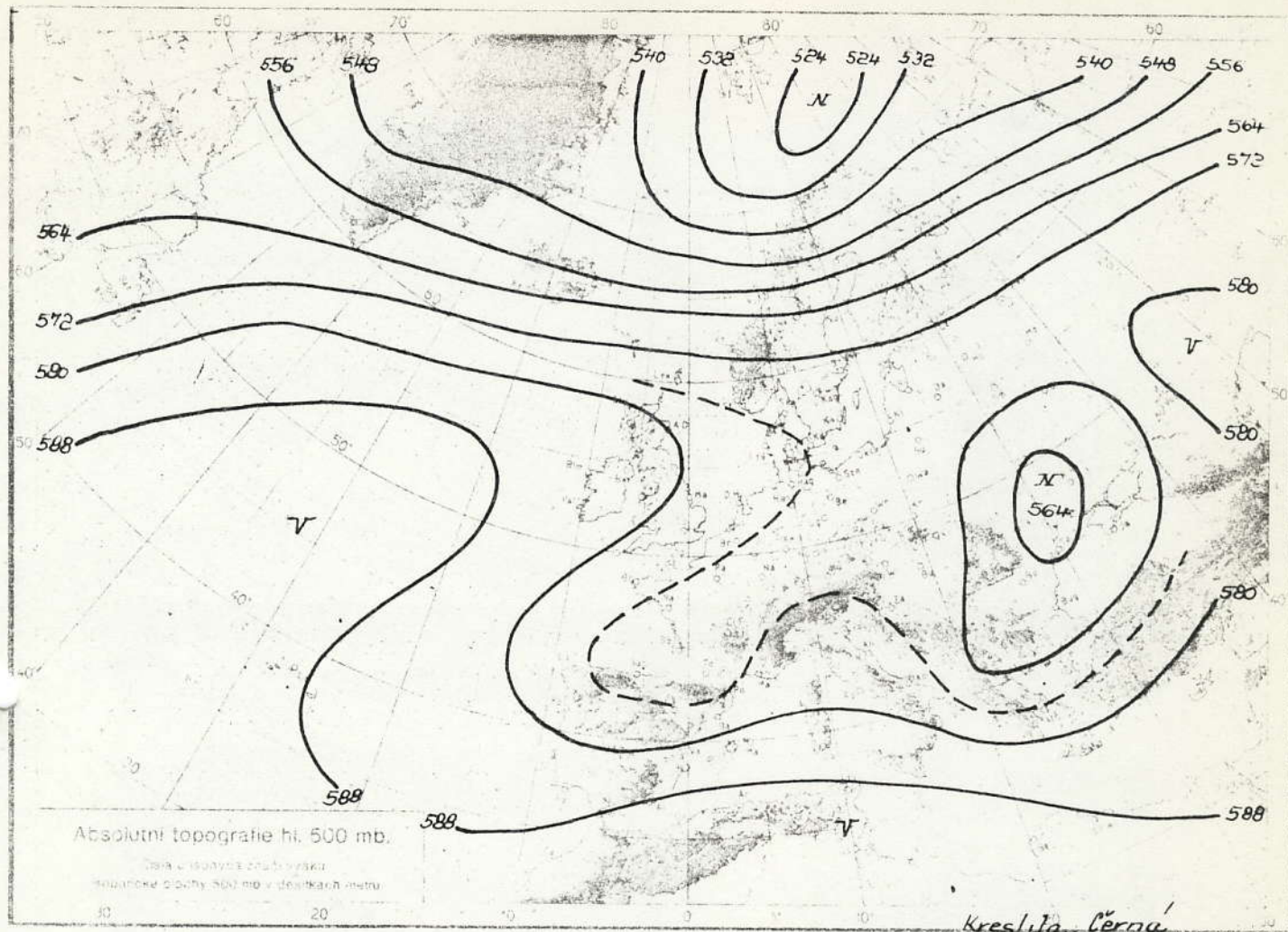
Dá se však předpokládat, že maximální intenzita srážky nastala až v době úplného nasycení povodí a tedy uplatnění přímého povrchového odtoku (což koresponduje s tvrzením místních obyvatel a s počátkem obrografického záznamu z Vráže). Kulminační průtok tedy musel být vyvolán určitou krátkodobou intenzitou deště dosahující hodnoty zhruba 6 mm/min. Při volbě doby trvání této intenzity lze pak četnost jejího výskytu vyhodnotit např. pomocí rovnice, kterou odvodil Němec z Truplova materiálu. Doby trvání příčinné intenzity deště lze jen těžko odhadnout. Za předpokladu zkrácené doby koncentrace povodí v době kulminačního odtoku na cca 10 min. a trvání příčinné intenzity rovnající se minimálně době koncentrace lze po dosazení do Němcovy rovnice vyčíslit četnost výskytu deště této intenzity (6 mm/min po dobu 10 min) na $N = 10\,000$ let. (Pozn. k výpočtu: parametr a Němcovy rovnice byl dosazen jako průměr parametrů a ze stanic Týn, Vodňany, Orlík, parametry b, n byly dosazeny ze stanice Vodňany.) Protože však tato intenzita byla součástí srážky o celkovém úhrnu cca 200 mm, je četnost výskytu tohoto katastrofálního lijáku pravděpodobně ještě nižší ($N > 10\,000$ let).

Extrapolací čáry překročení N-letých průtoků dá se odhadnout četnost výskytu kulminačního průtoku v Borečnici dne 10. srpna 1983 zhruba na $N = 200\,000$ let.

Příčinou tohoto nezvykle vysokého extrémního průtoku byl souběh více nepříznivých faktorů - liják katastrofální intenzity jako součást srážky extrémně vysokého úhrnu a zkrácení doby koncentrace povodí při uplatnění přímého plošného odtoku z celého povodí. O extrémní intenzitě plošného odtoku svědčí značná eroze svahů údolí při vzdálenosti od rozvodnice pouhých 80 m (viz fotografický snímek č. 6).

Závěr

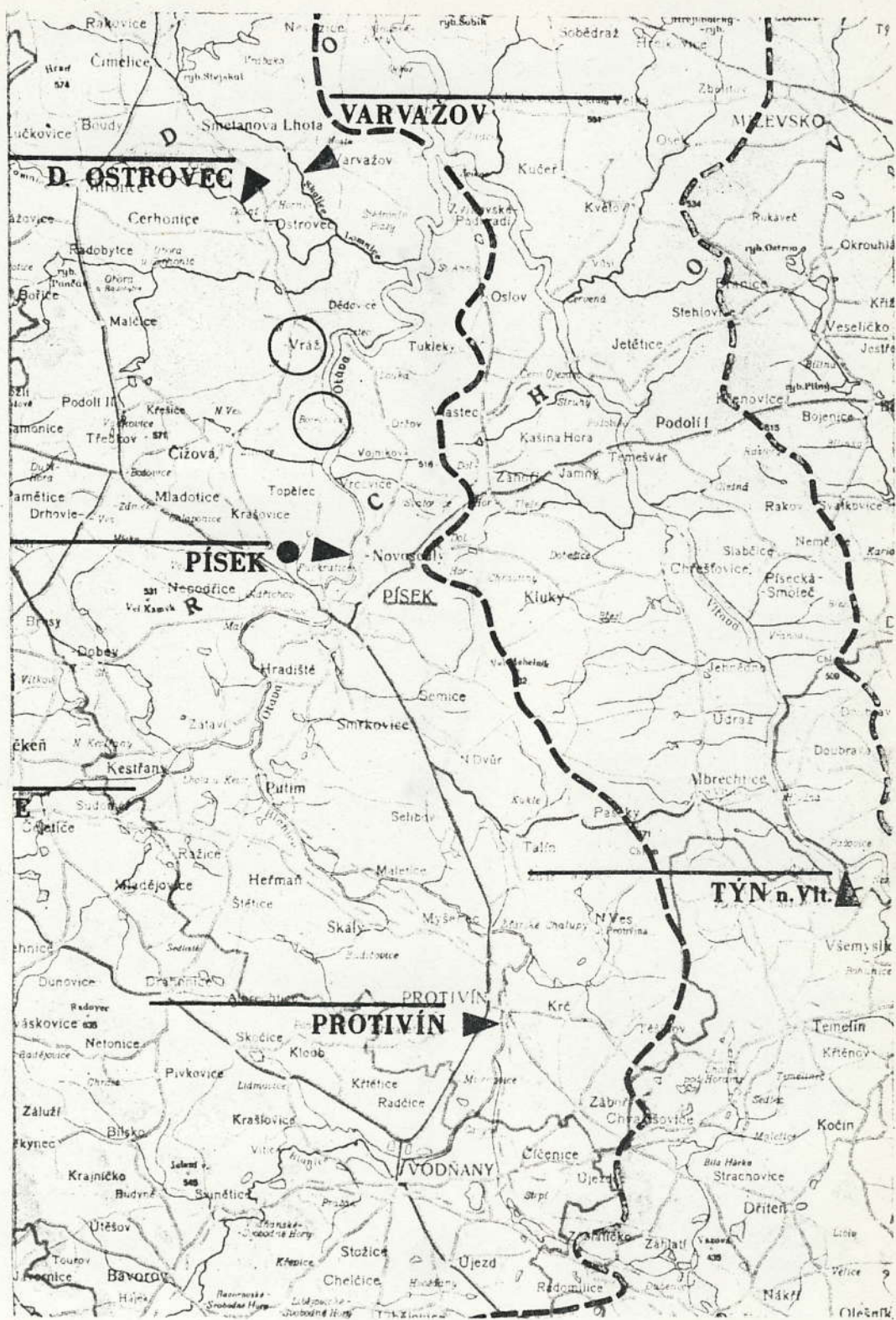
Neznalost časového rozložení srážky nedovoluje podrobněji vyhodnotit genezi povodňové vlny ani rekonstruovat přibližně její tvar. Avšak i těch několik údajů, které se podařilo získat, lze použít při argumentaci v diskusích o oprávněnosti hydrologických údajů poskytovaných ČHMÚ v případě velkých vod, kde se často uplatňuje snaha projektantů o minimalizaci stoletého kulminačního průtoku. Je pozoruhodné, že tyto snahy jsou směřovány vždy do velmi malých povodí bez pozorování, kde nebezpečí výskytu průtoků větších než Q_{100} je relativně nejvyšší.



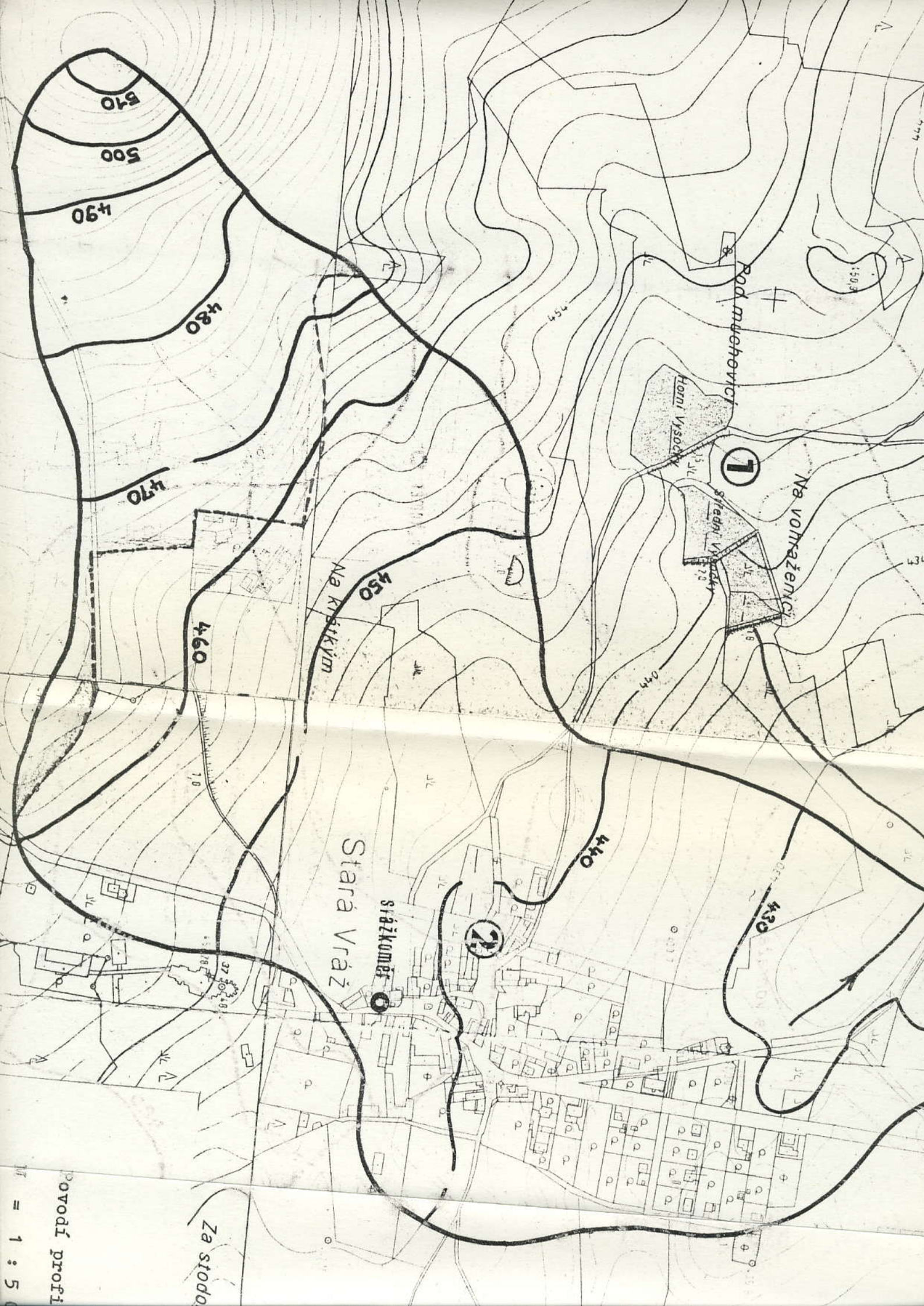
PRAHA - LIBUŠ (203 m n. m.)									
STANDARDNÍ HLADINY						VÝZNAMNÉ HLADINY			
Typ m/s	Wind m/s	Wind m/s	Wind m/s	Wind m/s	Wind m/s	Wind m/s	Wind m/s	Wind m/s	Wind m/s
1000	012					979	18,2	14,6	
500	151	13,0	9,6	095	09	931	17,6	14,1	
700	311	1,6	-0,8	155	06	831	12,0	8,6	
1000	575	-14,1	-15,1	230	07	659	-1,9	-3,7	
1000	740	-26,7	-31,7	260	08	492	-14,9	-16,2	
1000	942	-37,7	-43,7	255	06	346	-34,1	-40,1	
1000	1213	-49,5	-54,5	265	07	271	-40,3	-45,3	
150	1400	-51,3		280	03	240	-49,3	-53,3	
100	1662	-53,7		290	06	152	-51,3	-56,3	
50	2106	-54,1		290	02	072	-55,7		
30						050	-54,1		
240	2106	-48,3	-53,3	260	14				

Meteorologická situace:

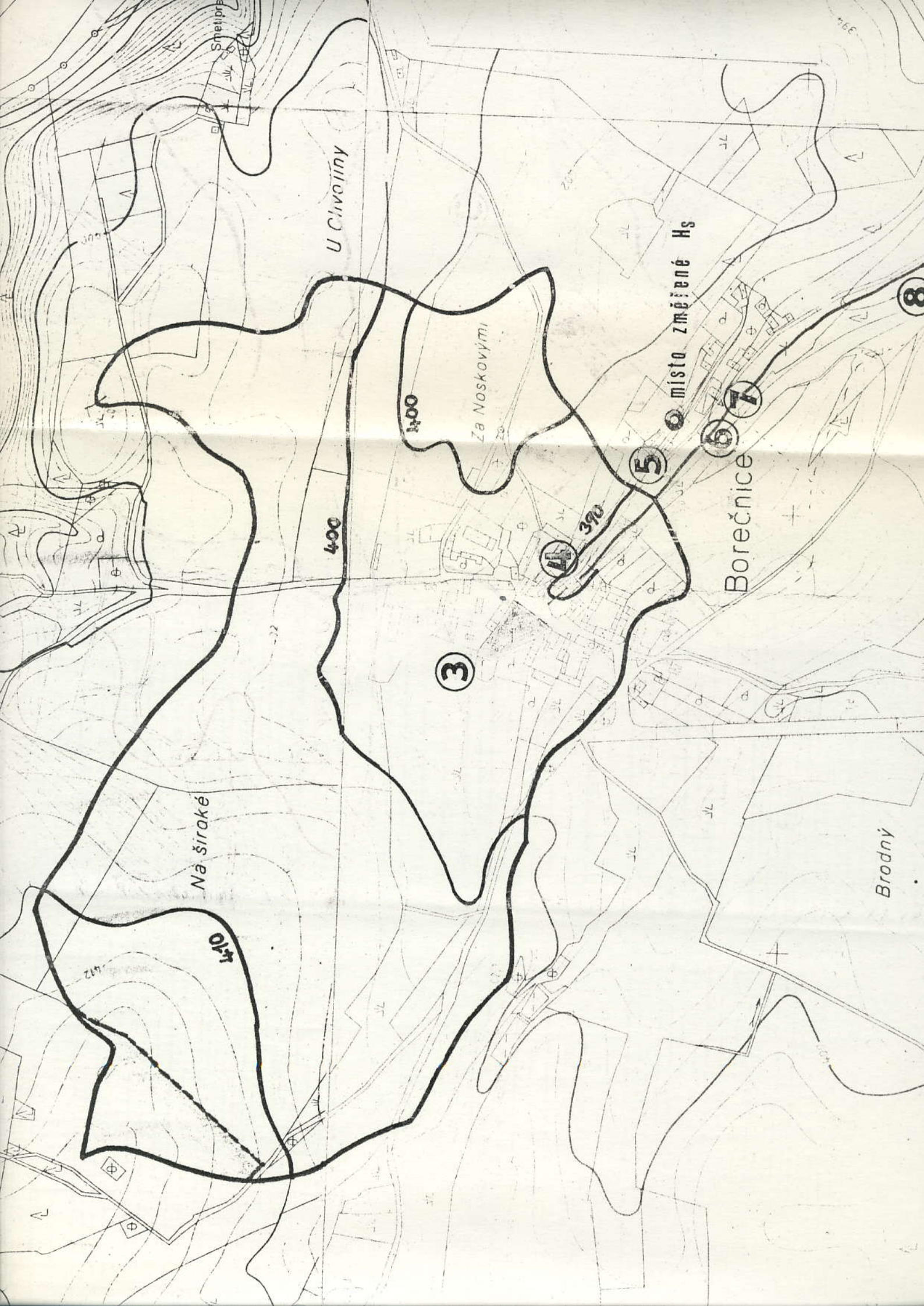
Aerologická měření - Praha (Libuš)
a výšková mapa hl. 500 hPa dne 11.8.1983
v 01.00 hod.



Přehledná mapka 1 : 200 000 s vyznačením lokalit
Vráž u Písku a Borečnice



ovodí profil
= 1 : 5



Na širaké

U Chvojiny

Za Noskovými

místo zmíněné Hs

Borečnice

Brodný

3

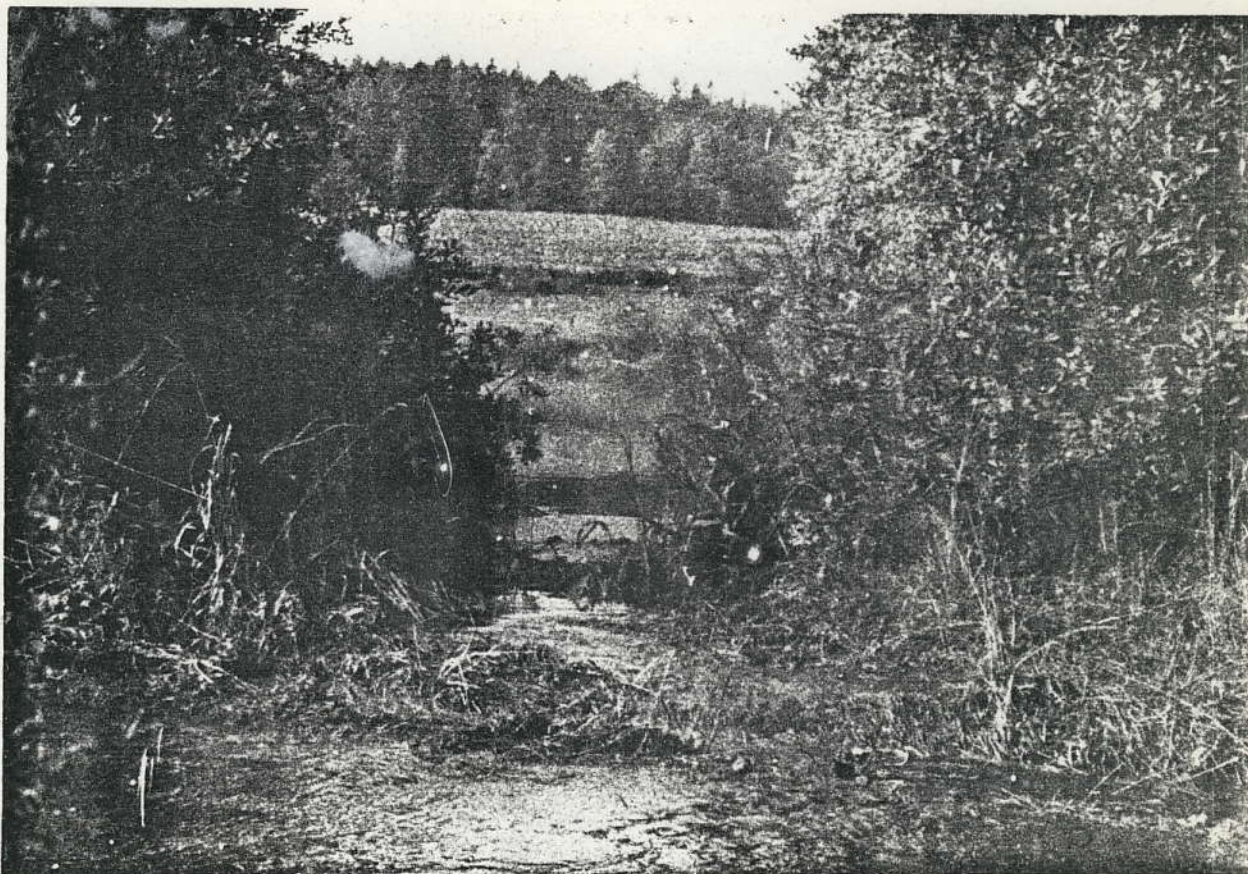
4

5

6

7

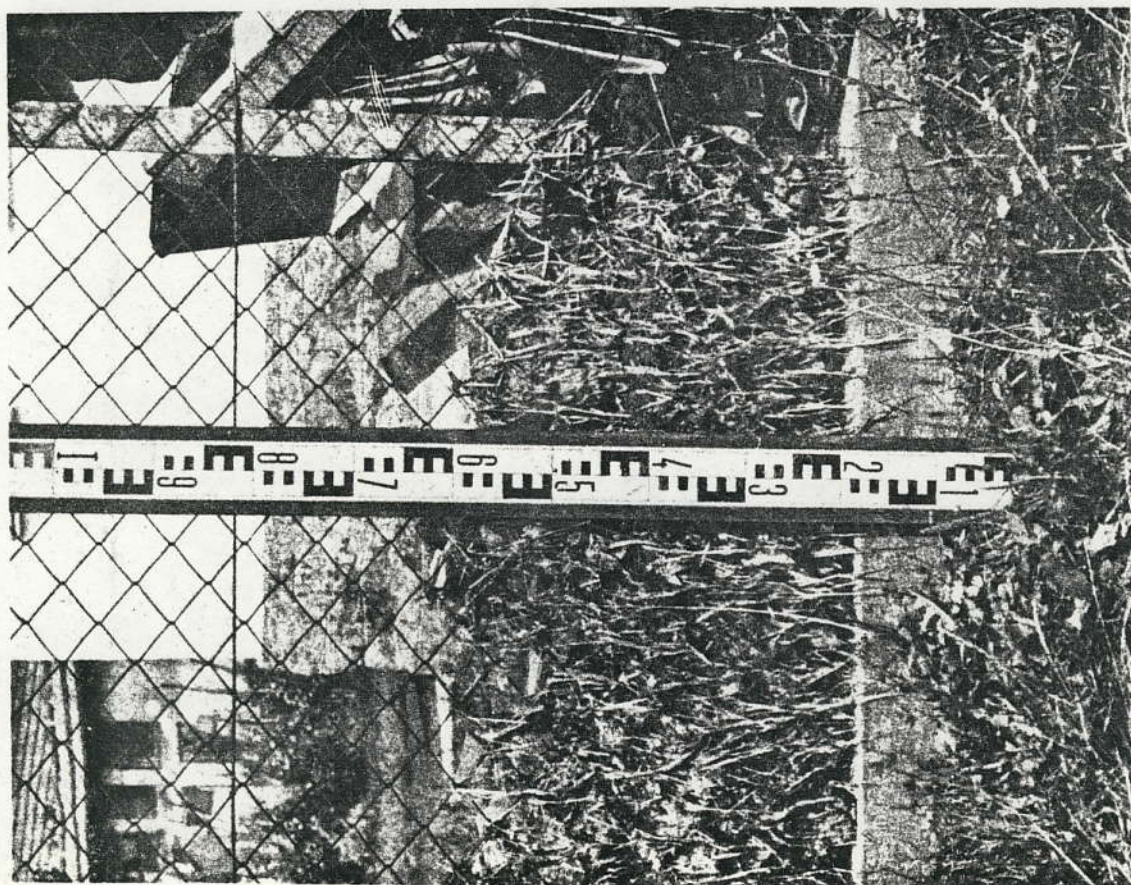
8



- ① Hráz rybníka Horní Vysočky (mimo povodí zaměřeného profilu) byla v nejnižším místě přelévána ještě 12.8.1983 t.j. cca 34 hodin po ukončení příčinné srážky.

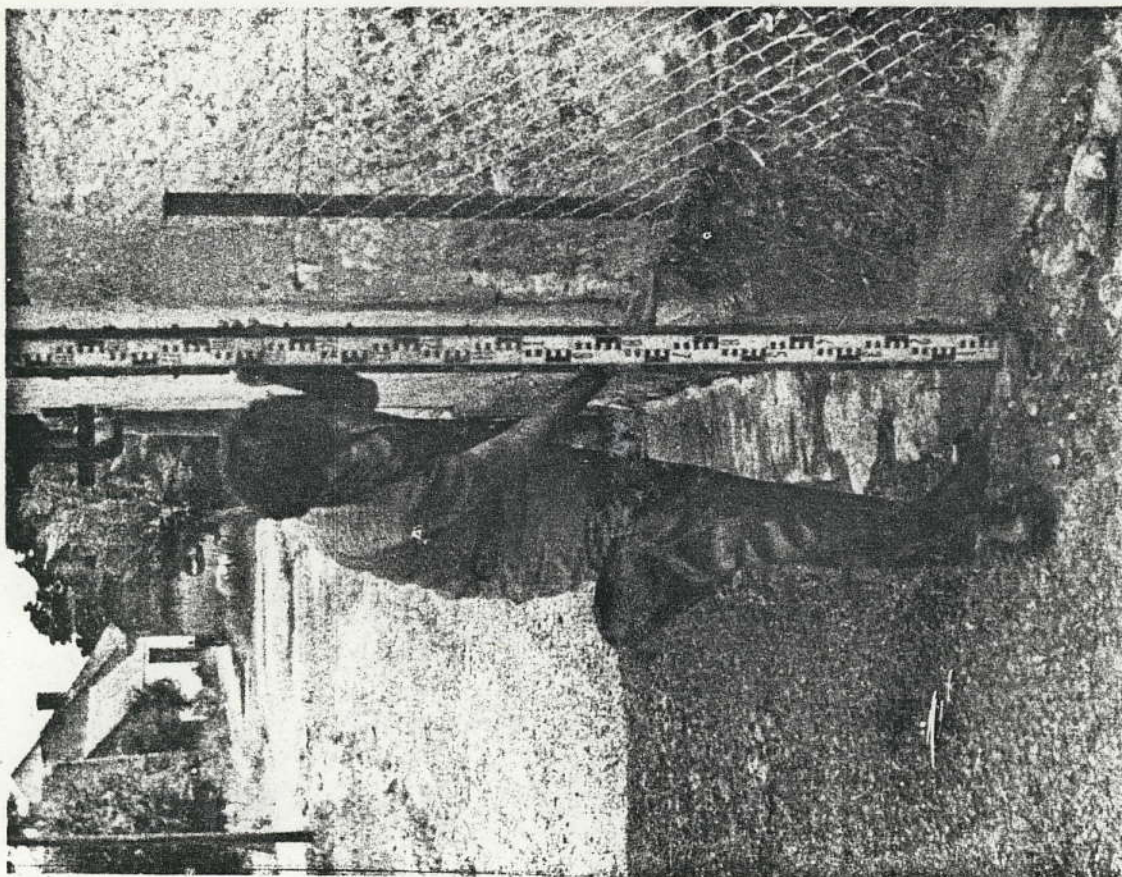


- 2a Stopy hladiny na plotu těsně pod hrází rybníčka na západním okraji obce Vráž.



2b

Detail ze snímku 2.a) - stopy hladiny
ve výšce 60 cm nad terénem



2c

Ulice na západním okraji obce Vráž -
- stopy hladiny ve výšce 73 cm



③

Plošná eroze v polích nad obcí Borečnice



④

Zničené oplocení v obci Borečnice



⑤ Místo zaměřeného profilu podle stop
povodňového průtoku těsně pod obcí
Borečnice



⑥ Eroze pravostranného svahu údolí
potoka Borečnice ve vzdálenosti
cca 80 m od rozvodnice



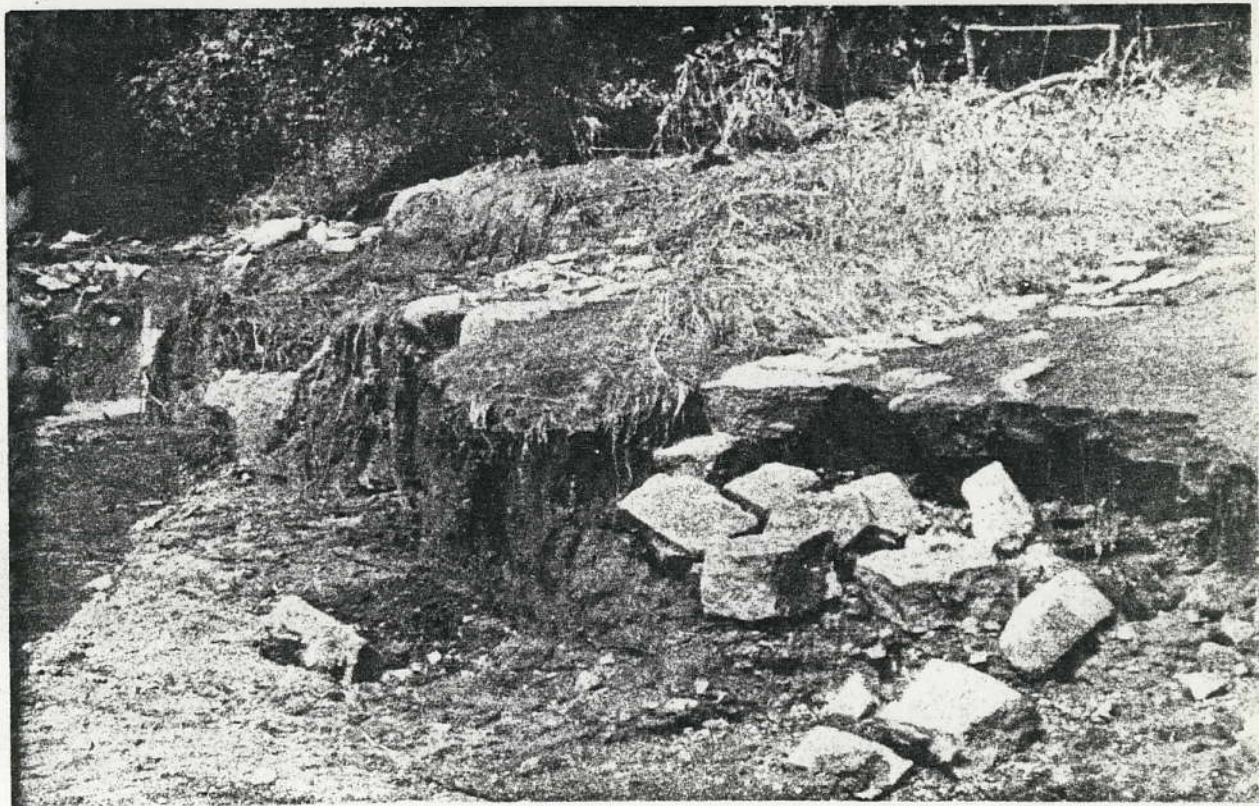
7

Hloubková eroze v místě náhlého zvýšení
spádu údolnice potoka Borečnice



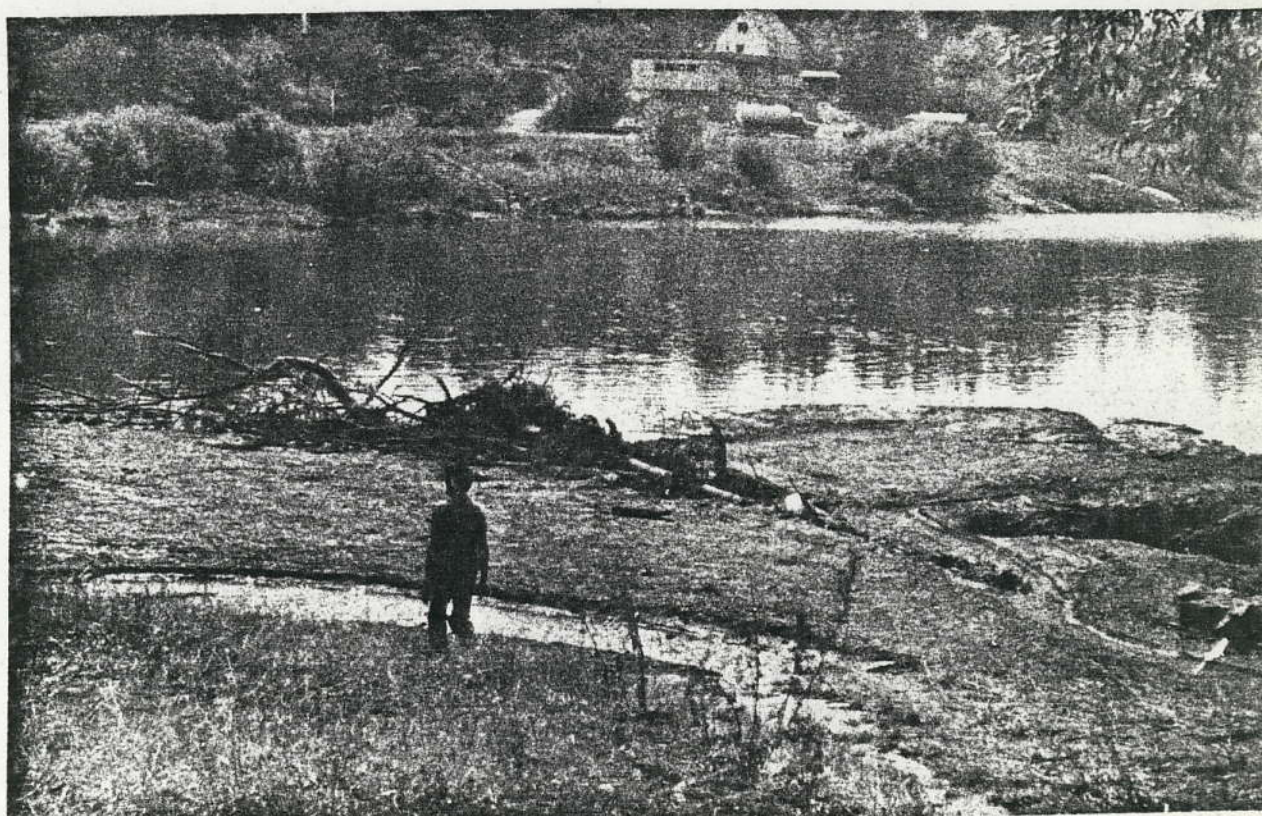
8

Devastace porostu na pravostran-
ném svahu údolí potoka Borečnice



9a

Přerušená lesní cesta na levém břehu Borečnice při
ústí potoka do Otavy



9b

Náplavový kužel pod ústím potoka v řečišti Otavy