

ČEZ Distribuce E.ON, ČEPS PRE, ZSE,	VENKOVNÍ ZAŘÍZENÍ ELEKTRICKÝCH STANIC VVN A ZVN – OPATŘENÍ PROTI HLUKU	PNE 38 1755
		Třetí vydání
Odsouhlasení normy <p>Konečný návrh podnikové normy energetiky pro rozvod elektrické energie odsouhlasily tyto organizace: ČEZ Distribuce, a.s., ČEPS, a.s., E.ON ČR, a.s., E.ON Distribuce, a.s., PRE Praha, a.s., SME Ostrava, a.s. a ZSE Bratislava ,a.s.</p>		
Obsah		
		strana
1	PŘEDMLUVA	2
1.1	Souvisící normy.....	2
1.2	Související předpisy	2
2.	VÝKLAD POJMŮ	3
3.	VYPÍNAČE	3
3.1	Hlukové vlastnosti obecně	3
3.2	Hlukové vlastnosti máloolejového vypínače	3
3.3	Hlukové vlastnosti tlakoplynového vypínače.....	4
3.4	Výpočet hluku šířeného z vypínačů	4
4.	TRANSFORMÁTORY	5
4.1	Hlukové vlastnosti obecně	5
4.2	Výpočet hluku šířeného z osamocně stojícího transformátoru	5
4.3	Výpočet součtové hladiny L_{pAr} [dB(A)] akustického tlaku A hluku, šířeného na dané místo současně z více transformátorů při existenci odrazů od budov.....	6
5.	VEGETACE JAKO ZDROJ PŘÍDAVNÉHO ÚTLUMU HLUKU	6
5.1	Útlum vegetace obecně	6
5.2	Přídavný útlum pro hluk vypínače	6
5.3	Přídavný útlum pro hluk transformátoru.....	6
6.	OPATŘENÍ PROTI HYGIENICKY NEPŘÍPUSTNÉMU HLUKU Z ELEKTRICKÉ STANICE VVN A ZVN.....	7
6.1	Opatření proti hluku vypínačů	7
6.2	Opatření proti hluku transformátorů	7
	PŘÍLOHA I :	9
	NEJVYŠŠÍ PŘÍPUSTNÉ HODNOTY HLUKU ŠÍŘENÉHO ZA HRANICE STANICE VVN A ZVN.	9
	PŘÍLOHA II:	10
	PŘÍKLAD VÝPOČTU HLUKU ŠÍŘENÉHO Z ELEKTRICKÉ STANICE VVN.....	10
Nahrazuje: PNE 38 1755:1994 -		Účinnost od : 1.12.2005

1 PŘEDMLUVA

Podle Nařízení vlády č.502/2000 o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací musí projektová dokumentace stavby, u níž by mohlo docházet k nepříznivému působení hluku na obyvatele, obsahovat doklady prokazující dostatečné omezení hluku z takové stavby šířeného. To samozřejmě plně platí i pro elektrické stanice vvn a zvn. Následující norma obsahuje základní znalosti o omezování hluku z elektrických stanic vvn a zvn a využívá informací z dostupné literatury. Obecně platné vzorce a údaje jsou v normě aplikovány na konkrétní zdroje a konkrétní vlastnosti hluku tak, aby se při řešení ochrany okolí stanice před hlukem (což vyžaduje vždy účast akustika - specialisty) mohl v problematice orientovat i uživatel bez speciálních akustických znalostí.

1.1 Souvisící normy

ČSN ISO 31-7 (01 1300) Veličiny a jednotky. Část 7: Akustika

ČSN ISO 3744 (01 1604) Akustika. Určení hladin akustického výkonu zdrojů hluku pomocí akustického tlaku. Technická metoda ve volném poli nad odrazovou rovinou

ČSN IEC 50 (801) Mezinárodní elektrotechnický slovník. Kapitola 801: Akustika a elektroakustika

ČSN 33 3201 Elektrické instalace AC nad 1 kV

ČSN 33 3240 Stanoviště transformátorů

ČSN 35 1100 Výkonové transformátory

ČSN EN 60076-10 (35 1089) Výkonové transformátory – Část 10: Stanovení hladin hluku

ČSN 73 0532 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a souvisící akustické vlastnosti stavebních výrobků – Požadavky

ČSN EN 60551 (35 1089) Stanovení hladin akustického tlaku transformátorů a reaktorů

ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb. Nevýrobní objekty

1.2 Související předpisy

Nařízení vlády č.502/2000 o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

1.3 Vypracování normy

Zpracovatel: Ing. Ivan Zahrádka

ONS odvětví energetiky: ÚJV Řež, a.s. divize Energoprojekt Praha, Ing. Jaroslav Bárta

2 VÝKLAD POJMŮ

2.1 Hladina akustického tlaku L_p je určena vztahem

$$L_p = 20 \cdot \log \frac{P}{P_0} \text{ [dB]}$$

kde

p je okamžitý akustický tlak v [Pa]

$p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pa je referenční akustický tlak

2.2 Hladina L_{pA} [dB(A)] akustického tlaku A je hladina akustického tlaku, frekvenčně váženého (např. při měření nebo výpočtech) filtrem A dle ČSN EN 60551.

2.3 Ekvivalentní hladina $L_{Aeq,T}$ akustického tlaku A je určena z časového průběhu L_{pA} podle definice v Příloze 1 Nařízení vlády č. 502/2000 Sb.

2.4 Hladina L_{pA} akustického výkonu A zdroje hluku je určena vztahem

$$L_{pA \max} = 20 \cdot \log \frac{P}{P_0} \text{ [dB(PA)]}$$

kde

P je akustický výkon zdroje hluku ve wattch [W], frekvenčně vážený filtrem A

$P_0 = 10^{-12}$ W

2.5 Ustálený hluk je hluk, jehož hladina akustického tlaku se v daném místě nemění v závislosti na čase o více než 5 dB.

2.6 Hluk s výraznými tónovými složkami je hluk, v jehož třetinooktávovém spektru převyšuje hladina akustického tlaku v některé třetině oktávy hladinu akustického tlaku v sousedících třetinooktávových pásmech o více než 5 dB. Typickým příkladem takového hluku je magnetostrikční hluk transformátoru.

2.7 Impulzní hluk je hluk tvořený jedním impulzem nebo sledem zvukových impulzů; doba trvání každého impulzu je kratší než 0,2 s.

3 VYPÍNAČE

3.1 Hlukové vlastnosti obecně

Vypínače vvn a zvn jsou zdroje nejintenzivnějšího hluku v elektrických stanicích vvn a zvn, mají řádově tisíckrát větší akustický výkon než vvn a zvn transformátory. Jde o hluk impulzní (nikoliv však vysoce impulzní podle definice v Příloze 1 Nařízení vlády č.502/2000 Sb (viz *PŘÍLOHA 1* této normy)). Kontrolou hluku vypínačů se má vždy začínat při posuzování (např. v projektu) hlukového vlivu elektrické stanice na okolí.

3.2 Hlukové vlastnosti máloolejového vypínače

Typický časový průběh hlukového impulzu ve vzdálenosti 15 m od vypínače při zapnutí je na obr.č.1 v *PŘÍLOZE 2* a je určován kovovým nárazem spojovacích dotyků. Hlukový impulz při vypnutí (kdy ke kovovému nárazu nedochází) je až o 20 dB menší. Jelikož u nich neexistuje hluk výfuku zhášecího vzduchu, hlukový problém máloolejových vypínačů tedy vzniká jen při zapínání.

Pro šíření tohoto hluku má rozhodující význam frekvenční složení impulzu (*PŘÍLOHA 2*, obr.2). Rozhodují frekvence nad 1 000 Hz.

3.3 Hlukové vlastnosti tlakoplynového vypínače

Nově budované stanice vvn a zvn jsou v současné době vyzbrojovány výhradně tlakoplynovými vypínači SF₆. Impulz hluku při jejich vypnutí je oproti máloolejovému vypínači poněkud delší a proto ve spektru jejich hluku je více nižších kmitočtů. Hlukovým problémem je u nich i vypínání. Je důležité, aby se od jejich dodavatele vždy vyžadovaly údaje o hluku jejich vypnutí a zapnutí (buďto hladina hlukového výkonu A nebo hladina akustického tlaku A v určité vzdálenosti)

3.4 Výpočet hluku šířeného z vypínačů

3.4.1 Hladina L_{pAr} [dB(A)] akustického tlaku A impulzního hluku z vypínače, šířeného nad tvrdým povrchem (šíření nad měkkým povrchem viz čl.3.4.4) ve volném prostoru bez překážek na dané místo ve vzdálenosti r [m], se vypočte podle vzorce pro šíření zvuku z bodového zdroje, ve kterém se navíc uvažuje útlum zvuku molekulární absorpcí ve vzduchu.

$$L_{pAr} = L_{pAz} - 20 \cdot \log \frac{r}{z} - 0,04 \cdot r \quad (1)$$

kde

L_{pAz} je známá (udaná výrobcem či změřená) hladina akustického tlaku A impulzního hluku vypínače ve vzdálenosti z [m]

Pokud mezi vypínačem a daným místem existuje zalesněný terén, použije se další přídavný útlum dle čl. 5.2.1.

POZNÁMKA Útlum molekulární absorpcí je závislý na frekvenci zvuku a na teplotě a vlhkosti vzduchu. Ve vzorci (1) použitý útlum 0,04 dB/metr je hodnota pro tzv. standardní atmosférické podmínky (relativní vlhkost 75%, teplota 15°C) za předpokladu, že hladina akustického tlaku A impulzu vypínače je určována frekvencemi nad 1000 Hz.

3.4.2 Při měření impulzního hluku vypínačů byl vícekrát naměřen větší pokles hladiny akustického tlaku se vzdáleností, než by odpovídalo vzorci (1). Vysvětluje se to tím, že v místě měření se sečetly zvukové vlny přímé a zvukové vlny odražené od země. Ve větších vzdálenostech a malé výšce příjemce nad zemí je odražená zvuková vlna téměř rovnoběžná s povrchem země a v takovém případě je přijímaná hladina akustického tlaku ovlivňována také tím, že čelo na zem narážející zvukové vlny není rovinné, nýbrž kulové. V analogii s dlouhovlnným rozsahem rozhlasových elektromagnetických vln se mluví o tzv. povrchové zvukové vlně.

3.4.3 Úkaz popsáný v čl.3.4.2 může výrazně snížit hladinu akustického tlaku šířeného na dané místo z vypínače, jsou-li splněny tyto podmínky :

a) Úhel dopadu (úhel ke kolmici na povrch země) přicházející zvukové vlny, která se odráží směrem k danému místu, je minimálně 85°.

b) Povrch země mezi místem odrazu a místem příjmu má potřebné vlastnosti. Vyhoví pole zorané nebo s porostem, louky, lesní půda. Na vlastnostech povrchu mezi vypínačem a místem odrazu nezáleží.

3.4.4 Při splněných podmínkách z čl. 3.4.3 se pro výpočet hladiny akustického tlaku A impulzního hluku z vypínače šířeného na dané místo doporučuje použít upravený vzorec (1)

$$L_{pAr} = L_{pAz} - 40 \cdot \log \frac{r}{z} - 0,04 \cdot r \quad (2)$$

kde jsou veličiny definovány stejně jako ve vzorci (1) a který dává dvakrát větší pokles hladiny akustického tlaku A se vzdáleností.

4 TRANSFORMÁTORY

4.1 Hlukové vlastnosti obecně

4.1.1 Hluk vvn a zvn transformátorů má dvě zcela odlišné části. Daleko nejzávažnější částí je tónový hluk, vznikající v jádře transformátoru magnetostrickými plechů. Sestává z řady sudých násobků frekvence sítě a ve větších vzdálenostech se uplatňuje v různé míře jen prvních sedm, tedy frekvence 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700 Hz. Ty tvoří charakteristický brum transformátoru, jehož intenzita je úměrná sycení jádra (a je tedy na zatížení nepřetíženého transformátoru nezávislá, ovšem je závislá na případných změnách napětí), a který při konstantním napětí je ustálený a působí nepřetržitě ve dne i v noci. Druhou část představuje hluk ventilátorů, ofukující radiátory transformátorového oleje. Je svou fyzikální podstatou širokopásmový, občas přerušovaný, denní (ofukování není obvykle v provozu v noci, ve stanicích s vyšším napětím 220 a 400 kV je tato skutečnost obvyklá). U novějších transformátorů je tento hluk konstrukčně potlačen (pomaluběžné ventilátory). Zajistí-li se na daném místě dodržení přípustné noční hladiny tónového magnetostrického hluku, je tím obvykle automaticky zajištěno i dodržení přípustné hladiny hluku ventilátorů chlazení oleje (ve stanicích s vyšším napětím 220 a 400 kV je však toto vhodné ověřit měřeními v dané lokalitě).

4.2 Výpočet hluku šířeného z osamocené stojícího transformátoru

4.2.1 To, že spektrum hluku magnetostrickce je koherentní a diskretní, je příčinou toho, že vzorce pro výpočet hluku šířeného z velkého transformátoru dávají spolehlivý výsledek až ve vzdálenostech větších než asi 50 metrů. V menších vzdálenostech se projevuje interference přímých a od země odražených zvukových vln, viz obr. č. 3.

4.2.2 Pro hladinu L_{pAr} [dB(A)] akustického tlaku A hluku šířeného z transformátoru na místo ve vzdálenosti $r > 50$ metrů (viz čl. 4.2.1) platí vzorec

$$L_{pAr} = L_{PA} - 20 \cdot \log r - 8 \quad (3)$$

kde

L_{PA} [dB(A)] je hladina A akustického výkonu transformátoru

r [m] > 50 m vzdálenost místa od transformátoru

POZNÁMKA Transformátor je zde považován s určitou nepřesností za všesměrově vyzařující zdroj hluku, uložený na odrážející ploše

4.2.3 Není-li hladina A akustického výkonu transformátoru dosazovaná do vzorce (3) známa, je někdy známa hladina L_{pAr1} [dB(A)] akustického tlaku A změřená ve volném poli v nějaké vzdálenosti r_1 [m] > 50 m od transformátoru. Potom lze hladinu L_{pAr} [dB(A)] akustického tlaku A hluku šířeného z transformátoru na místo ve vzdálenosti r [m] $> r_1$ vypočítat ze vzorce

$$L_{pAr} = L_{pAr1} + 20 \cdot \log \frac{r_1}{r} \quad (4)$$

4.2.4 Pokud není známa ani hladina L_{PA} pro vzorec (3) ani hladina L_{pAr1} pro vzorec (4), je možno k hrubě orientačnímu výpočtu (přesnost výsledku jen ± 5 dB) použít vzorec

$$L_{pAr} = 26 + 8,5 \cdot \log W + 20 \cdot \log \frac{150}{r} \quad (5)$$

kde W [MVA] je jmenovitý výkon transformátoru.

4.3 Výpočet součtové hladiny L_{pAr} [dB(A)] akustického tlaku A hluku, šířeného na dané místo současně z více transformátorů při existenci odrazů od budov.

4.3.1 Velmi často se ze stanice šíří na dané místo hluk více současně provozovaných transformátorů, instalovaných poblíž zvukodrážejících ploch, např. fasád provozních budov. Akustické pole takového součtového hluku je velmi složité. Příklad hlukového pole dvou transformátorů instalovaných před lomenou fasádou obvodové služebny je na obr. č. 4. V místě příjmu se sčítá několik přímých a odražených zvukových vln a velikost součtu závisí na jejich fázi. V praxi není obvykle možno fáze jednotlivých vln přesně určit a vždy se musí uvažovat nejhorší případ, kdy sčítající se vlny mají stejnou fázi a jejich součet je proto maximální.

4.3.2 Odraženou zvukovou vlnu přicházející na dané místo po odrazu od rovinné plochy je možno chápat jako přímou vlnu, přicházející z pomyslného zrcadlového zdroje položeného souměrně ke skutečnému zdroji na opačné straně od odrážející roviny. Dvojitý odraz na lomené fasádě lze chápat jako přímou vlnu přicházející ze zrcadlového obrazu pomyslného zrcadlového zdroje. Toto chápání je užitečné pro rychlé zjištění, zda se na dané místo šíří odražená vlna : když spojnice daného místa a zrcadlového zdroje protne odrážející rovinu, je nutno zrcadlový zdroj považovat za další hlukový zdroj zahlučující dané místo.

4.3.3 Oblast zahlučená skutečným nebo pomyslným zrcadlovým zdrojem je vymezena spojnicemi těchto zdrojů s okraji odrážející plochy. Zahlučené místo může ležet v oblastech několika zdrojů, např. místo A na obr.č.5 zahlučuje šest zdrojů současně : dva skutečné transformátory, dva pomyslné zrcadlové zdroje a dva zrcadlové obrazy zrcadlových zdrojů. Pro součtovou hladinu $L_{pAr\Sigma}$ [dB(A)] akustického tlaku A, vzniklou na daném místě součtem akustických vln se stejnou fází z n transformátorů (skutečných a pomyslných zrcadlových), platí vzorec

$$L_{pAr\Sigma} = L_{pAr\text{nejhluchnější}} + 20 \cdot \log \frac{\sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_{pAr_i}}{10}}}{10^{\frac{L_{pAr\text{nejhluchnější}}}{10}}} \quad (6)$$

kde

$L_{pAr\text{nejhluchnější}}$ [dB(A)] je hladina akustického tlaku A, šířená na dané místo z toho transformátoru, který je mezi n transformátory nejhluchnější

Jde-li o stejně hlučné transformátory, potom $L_{pAr1} = L_{pAr2} = \dots = L_{pAn}$ a vzorec (6) se zjednoduší na

$$L_{pAr\Sigma} = L_{pAr1} + 20 \cdot \log n \quad (7)$$

5 VEGETACE JAKO ZDROJ PŘÍDAVNÉHO ÚTLUMU HLUKU

5.1 Útlum vegetace obecně

Hluk ze stanice se šíří ve všech ročních obdobích a proto nelze počítat s celoročním útlumem pomocí olistěné vegetace (stromy, keře, polní plodiny). Celoroční významný přídatný útlum poskytne pouze vzrostlý les absorpcí zvuku v půdě a rozptylem zvuku na kmenech stromů.

5.2 Přídavný útlum pro hluk vypínače

Vysoké frekvence impulzního hluku vypínače se ve vzrostlejších lese (hustota stromů 0,1 až 0,5 stromu/m²) tlumí rozptylem na kmenech stromů, v mladším lese křovinatého charakteru ještě také absorpcí. V obou případech činí přídatný útlum 0,2 dB/metr lesa.

5.3 Přídavný útlum pro hluk transformátoru

Lesní půda má výrazné maximum absorpce zvuku v pásmu 200 až 500 Hz, kde leží i nejzávažnější frekvence magnetostrického hluku. Mezi počtem decibelů přídatného útlumu hluku magnetostrické a

šířkou lesa však neplatí jednoduchá úměrnost - užší pás lesní půdy má větší měrný útlum dB(A)/metr lesa než pás širší. Pro pásmo lesa širší než 10 m a užší než 30 m lze tak počítat s útlumem 0,5 dB(A)/metr. V pásmu lesa podstatně širším než 30 m lze počítat s menším útlumem 0,3 dB(A)/metr.

6 OPATŘENÍ PROTI HYGIENICKY NEPŘÍPUSTNÉMU HLUKU Z ELEKTRICKÉ STANICE VVN A ZVN.

6.1 Opatření proti hluku vypínačů

6.1.1 Jestliže impulzní hluk vypínače dle vzorce (1) nebo (2) překračuje na daném místě vně stanice nejvyšší hygienicky přípustnou hladinu akustického tlaku A, jsou nezbytná účinná protihluková opatření.

6.1.2 Pokud nepřipustně hlučný vypínač není vybaven tlumičem hluku, je nutné tento tlumič na vypínač instalovat dodatečně. Moderní tlakoplynové vvn a zvn vypínače jsou tímto tlumičem vybavovány již u výrobce.

Vložný útlum tlumiče tlumícího výfuk ze zhášecího nebo ovládacího ventilu je větší než 20 dB(A). Instalovaný tlumič zmenší vzdálenost nutnou k dodržení hygienicky přípustné hladiny hluku z vypínače nejméně na čtvrtinu.

6.1.3 Je-li hladina hluku z vypínače opatřeného tlumičem na daném místě hygienicky nepřipustná, je nutno situaci řešit protihlukovými zástěnami a opatřeními v zahlučeném místě.

6.2 Opatření proti hluku transformátorů

Jestliže magnetostrikční hluk transformátorů překračuje podle vzorce (6) nebo (7) na daném místě vně stanice hygienicky přípustnou hladinu, jsou nezbytná protihluková opatření.

Vzorce (6) a (7) popisují nejméně příznivý stav (nejvyšší součtovou hladinu akustického tlaku A), který může nastat, když se vlny hluku magnetostrikce na zahlučeném místě sčítají ve fázi. K tomu nedochází na všech zahlučených místech – jsou místa, kam vlny přicházejí v protifázi a mohou se dokonce navzájem vyrušit. Za těchto okolností se protihluková opatření musí obvykle použít na více, ne-li na všechny dílčí zdroje současně (např. na zahlučeném místě, kde se vlny hluku sčítají v protifázi, by opatření jen proti jedné z nich mohlo celkové zahlučení ještě zvýšit). Pokud se ovšem dají jednotlivá protihluková opatření instalovat postupně, je ekonomicky účelné v instalaci pokračovat až po proměření protihlukového efektu opatření předchozího – např. teprve po ověření, že opatření proti hluku zdroje skutečného (zástěna, antihluk) nemá na zahlučeném místě potřebný efekt, pokračovat opatřením proti hluku zdroje zrcadlového (absorpční obklad na odrážející fasádě budovy).

6.2.1 Snížení hluku skutečného zdroje

6.2.1.1 Dispoziční řešení

U projektované elektrické stanice se vždy musí nejprve ověřit, jestli se ochrana proti jejímu hluku nedá řešit vhodným dispozičním řešením. Kupříkladu správně situovaná provozní budova slouží jako protihluková zástěna a dokonale ochrání před hlukem ze stanice vnější objekty stejně vysoké jako ona sama. I orientace transformátorů může být významným protihlukovým opatřením, když protipožární stěny slouží v potřebném směru jako protihlukové zástěny.

6.2.1.2 Protihlukové zástěny

Protihlukový efekt zástěny je tím větší, čím je blíže zdroji nebo zahlučenému místu. Proto je často možné využívat protipožární stěnu u transformátoru, k tomu účelu rozměrově zvětšenou tak, aby co nejlépe přesahovala obrys transformátoru. Zástěna u zahlučeného místa je však opatření často nevhodné urbanisticky, esteticky i psychologicky.

6.2.1.2.1 Na obr.č.6 je graficky vyneseno vložný útlum zástěny v závislosti na jejím přesahu přes obrys transformátoru a na poloze místa příjmu. Vložný útlum se podle tohoto grafu musí kontrolovat v horizontální i vertikální rovině. U zástěn bez absorpčního obložení je reálně dosažitelný vložný útlum 12 dB(A), u zástěn s absorpčním obložением pak 16 dB(A).

6.2.1.2.2 Materiál zástěny nesmí mít plošnou hmotnost menší než 10 kg/m². V zástěně nesmí být žádné otvory, mezery u země apod. Absorpční obložení, nejlépe z cihlových nebo keramických rezonátorů, má být selektivně laděné na maximální absorpci při frekvenci 300 Hz.

6.2.1.3 Antihluk

V některých situacích, kdy jiný způsob ochrany není možný, lze jednotlivé objekty za hranicemi stanice nebo i jen jejich části aktivně chránit řízenou interferencí hluku z transformátoru s hlukem vysílaným v protifázi z reproduktoru u transformátoru (tzv. antihlukem). V kuželu s vrcholovým úhlem až 15° se tak může snížit hluk transformátoru až o 10 dB(A). Způsob byl v ČR úspěšně odzkoušen ve více stanicích.

6.2.2 Snížení hluku zrcadlového zdroje

6.2.2.1 Umístění provozních budov

K šíření hluku na dané místo odrazem od fasády budovy nedochází, je-li fasáda vhodně orientována vzhledem k transformátoru nebo k danému místu. Pokud není možno budovu využít jako protihlukovou zástěnu, musí se ověřit, není-li možno ji umístit či natočit tak, aby alespoň na dané místo neodrážela hluk.

6.2.2.2 Protihlukové zástěny

I hluk ze zrcadlového zdroje lze snížit nebo úplně potlačit, když se mu do cesty postaví protihluková zástěna konstruovaná dle zásad v čl. 6.2.1.2. Nejvhodnější zástěnou je i v tomto případě k tomu účelu využitá protipožární stěna u transformátoru, zástěny ve větší vzdálenosti mohou již samy způsobit další nevíтанé odrazy.

6.2.2.3 Absorpční obklady na odrazových plochách

Hluk odrážený přes fasádu budovy na zahlučené místo vně stanice lze snížit aspoň o 5 dB(A) tak, že se fasáda obloží absorpčním obkladem z keramických nebo cihelných rezonátorů, majících pro frekvence 100 až 400 Hz koeficient akustické pohltivosti větší než 0,6. Pokud má být před odraženým hlukem chráněn jen jednotlivý objekt nebo omezená oblast, je zbytečné obkládat fasádu celou a stačí obložit jen tu její část, odkud přicházejí odrazy na dané místo. Tuto část na fasádě vymezují spojnice okrajů zrcadlového zdroje s okraji oblasti, která má být chráněna (viz obr. 8)

PŘÍLOHA I

NEJVYŠŠÍ PŘÍPUSTNÉ HODNOTY HLUKU ŠÍŘENÉHO ZA HRANICE STANICE VVN A ZVN.

1. Nejvyšší přípustná ekvivalentní hladina akustického tlaku A [dB(A)] na chráněném místě se pro druh chráněného místa, povahu hluku a denní dobu určí z § 12 Nařízení vlády č.502/2000 o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací a z jeho přílohy č.6.

2. Následující hodnoty jsou získány z přílohy č.6 na hluk vypínačů a transformátorů, který se do venkovního prostoru vně stanice šíří nepřetržitě (ve dne i v noci).

Venkovní prostor

3. Ve venkovním prostoru nesmí hladina $L_{pA,r}$ [dB(A)] akustického tlaku_A šířená za hranice stanice překročit uvedené nejvyšší dovolené ekvivalentní hladiny $L_{Aeq,T}$ [dB(A)] akustického tlaku A :

Způsob využití území	Nejvyšší dovolená ekvivalentní hladina $L_{Aeq,T}$ akustického tlaku A [dB(A)]
Nemocnice-objekty	35
Nemocnice-území, lázně, školy, stavby pro bydlení a území	40
Výrobní zóny bez bydlení	60

PŘÍLOHA II

PŘÍKLAD VÝPOČTU HLUKU ŠÍŘENÉHO Z ELEKTRICKÉ STANICE VVN

V transformovně 110/22 kV budou na venkovním stanovišti instalovány máloolejové vypínače a dva transformátory 110/22 kV, každý o výkonu 40 MVA. Na východní straně pozemku stanice bude 33 m dlouhá 8,5 m vysoká budova rozvodny 22 kV. Pozemek stanice je situován ve svahu skloněném o 6° až 8° západním směrem, na jihozápadě sousedí se zalesněným pozemkem, 100 m na sever je hranice obytného souboru rodinných domků, 150 m na jih je taktéž zalesněný pozemek. Celková situace je znázorněna na obr. 9.

Výpočet

Hluk šířený z transformátorů

Jako výchozí údaj o hluku transformátorů je k dispozici jen výsledek hygienického měření ve vzdálenosti $r_1 = 40$ m od transformátoru stejného typu a výkonu (při vypnutých ventilátorech chlazení), kdy naměřená hladina akustického tlaku A v noci byla 51 dB(A). Tato hladina bude dosazena do vzorce (4) pro výpočet hladiny ve větší vzdálenosti.

Různá místa v okolí stanice jsou hlukem ohrožena různě podle

- vzdálenosti místa od stanice
- počtu hlukových zdrojů (skutečných a zrcadlových) dané místo zahlučujících
- zalesněného nebo nezalesněného terénu mezi daným místem a stanicí

Podle b) je okolí stanice rozděleno do sedmi oblastí tvaru kruhových výsečí (obr.č.9) :

Oblast	Počet n hlukových zdrojů			Druh terénu
	skutečných	zrcadlových	celkem	
I	1	0	1	Nezalesněný
II	1	1	2	Nezalesněný
III	2	0	2	Nezalesněný
IV	1	1	2	zčásti zalesněný
V	1	2	3	zčásti zalesněný
VI	2	1	3	zčásti zalesněný
VII	Oblast je proti hluku ze stanice chráněna budovou			

Pro výpočet hladiny akustického tlaku A na daném místě se ve všech oblastech použijí sloučené vzorce (4) a (7), v oblastech IV, V a VI se navíc použije korekce na útlum v lese (viz čl. 5).

Například v oblasti V je na místě M, které je ve vzdálenosti $r = 250$ m od transformátorů a je 20 m hluboko v lese, hladina L_{pAr} akustického tlaku A je :

$$L_{pAr} = L_{pAr1} + 20 \cdot \log \frac{r_1}{r} + 20 \cdot \log n - 20 \cdot 0,5 = 51 + 20 \cdot \log \frac{40}{250} + 20 \cdot \log 3 - 10 =$$

$$= 51 - 20 \cdot 0,8 + 9,5 - 10 = 51 - 16 + 9,5 - 10 = \mathbf{35 \text{ dB(A)}}$$

Obvykle však projektant potřebuje řešit úkol opačný - okolo projektovaného zařízení stanice je třeba zakreslit hranici oblastí, vně které je zaručeno dodržení hygienicky přípustné hladiny $L_{pApřipustná}$ akustického tlaku A (např. 40 dB(A)).

Pro nezalesněný terén (oblasti I až III v tomto příkladě) je výpočet takové hranice snadný. Hledaná vzdálenost r místa na hranici se vypočte tak, že do vzorců (3) resp.(4) resp.(5) se za L_{pAr} dosadí hygienicky přípustná hladina $L_{pArpřipustná}$ a rovnice se odlogaritmuje.

Pro zalesněný terén je výpočet komplikovanější. Nejprve se musí ze vzorců (4) resp.(5) resp.(6) spočítat $L_{pAzačátek lesa}$ na začátku lesa (vzdálenost lesa od transformátoru je jistě známa) a potom se musí hledaná vzdálenost r vypočítat (iterační metodou na počítači) z transcendentní rovnice

$$20 \cdot \log \frac{r}{r_{začátek lesa}} + 0,3 \cdot r = L_{pAzačátek lesa} - L_{pArpřipustná}$$

Množina spočtených vzdáleností r pro $L_{pArpřipustná} = 40$ dB(A) je na obr. č. 9

Hluk šířený z vypínače

Počítá se vždy s hlukem jen z jednoho skutečného zdroje, zrcadlové zdroje (odrazy od fasád provozních budov) lze zanedbat, protože vysoké frekvence hluku vypínačů jsou při odrazu podstatně tlumeny absorpcí a vzhledem na dobu trvání impulzu dráhový rozdíl znemožňuje, aby se přímý a odražený impulz sčítaly. Okolí stanice se proto vždy dělí nanejvýš na dvě oblasti : na oblast zahlučenou z jednoho skutečného zdroje a na oblast nezahlučenou, krytou před tímto hlukem provozní budovou.

Pro výpočet L_{pAr} na daném místě ve vzdálenosti r [m] od vypínače se použije

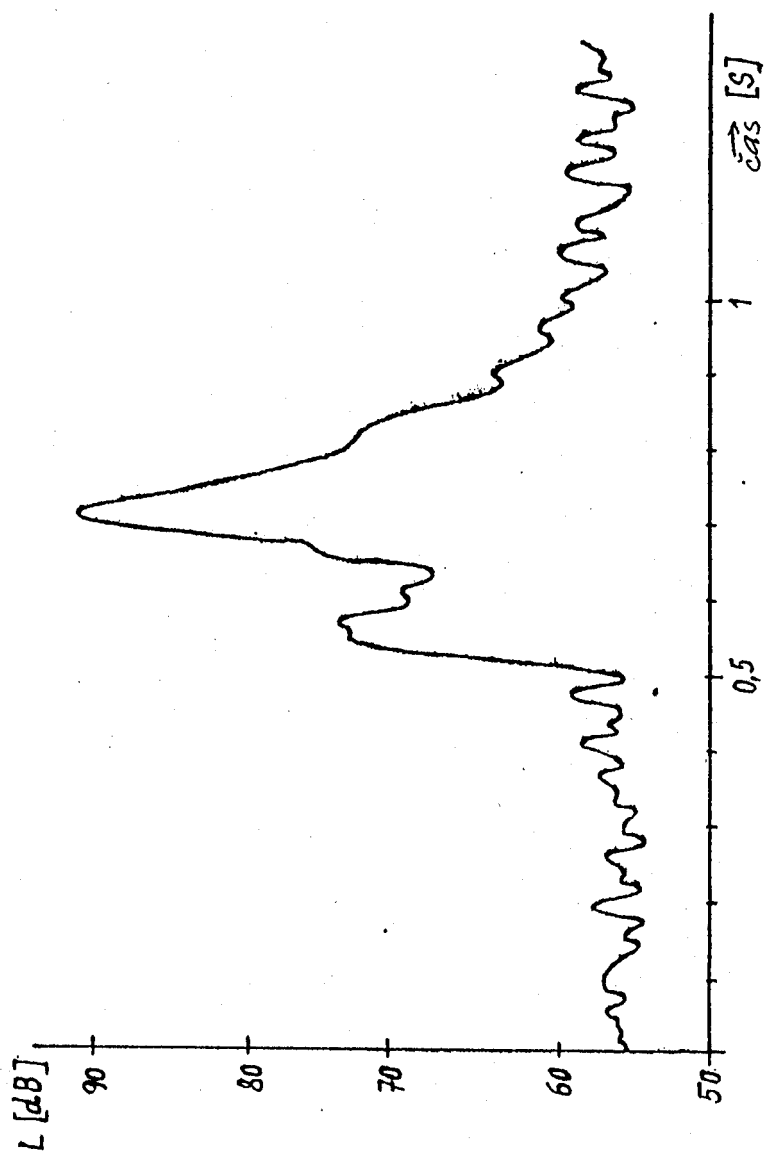
vzorec (1), jde-li o místo ve větší výšce (např. ve vyšším poschodí budovy) a nezalesněný terén;

vzorec (2), jde-li o místo při zemi a nezalesněný terén.

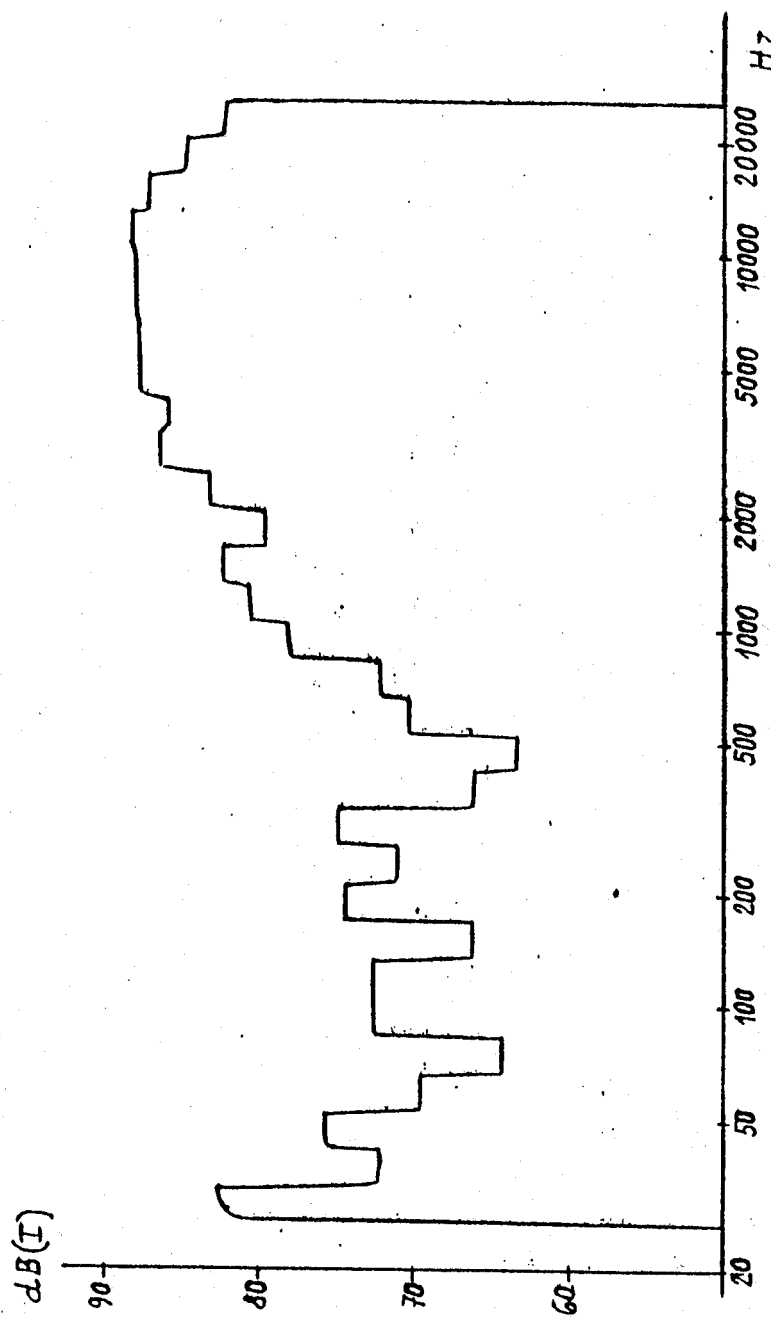
Šíří-li se na dané místo hluk přes zalesněný terén, v obou případech se použije ještě přídatný útlum podle čl. 5.2.1.

Opačná úloha – najít vzdálenost r [m] místa, kde hladina L_{pAr} akustického tlaku impulzního hluku z vypínače klesne kupříkladu na 60 dB(A), znamená vypočítat (řešením transcendentní rovnice iterační metodou) r [m] ze vzorce (1) nebo (2)

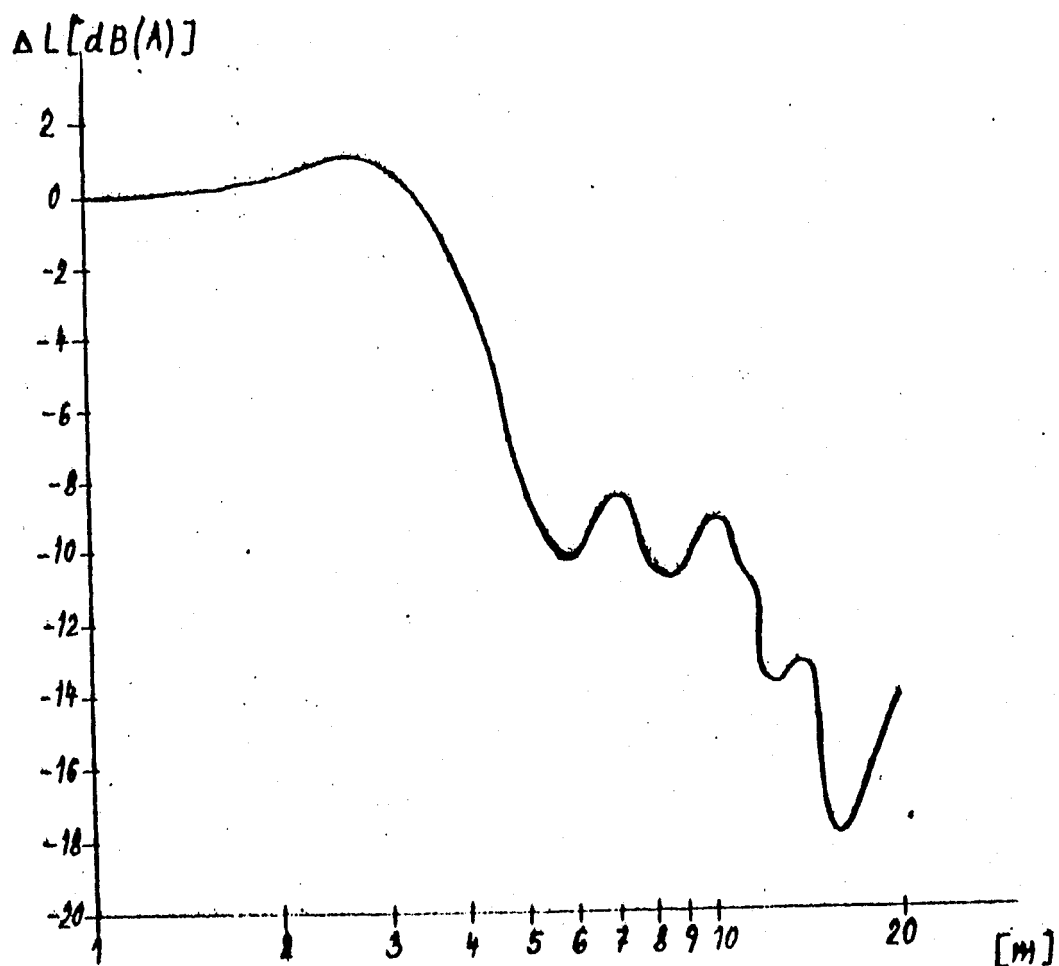
(doplňného o případnou korekci na zalesněný terén) při známém L_{pAr} , L_{pAz} a z .



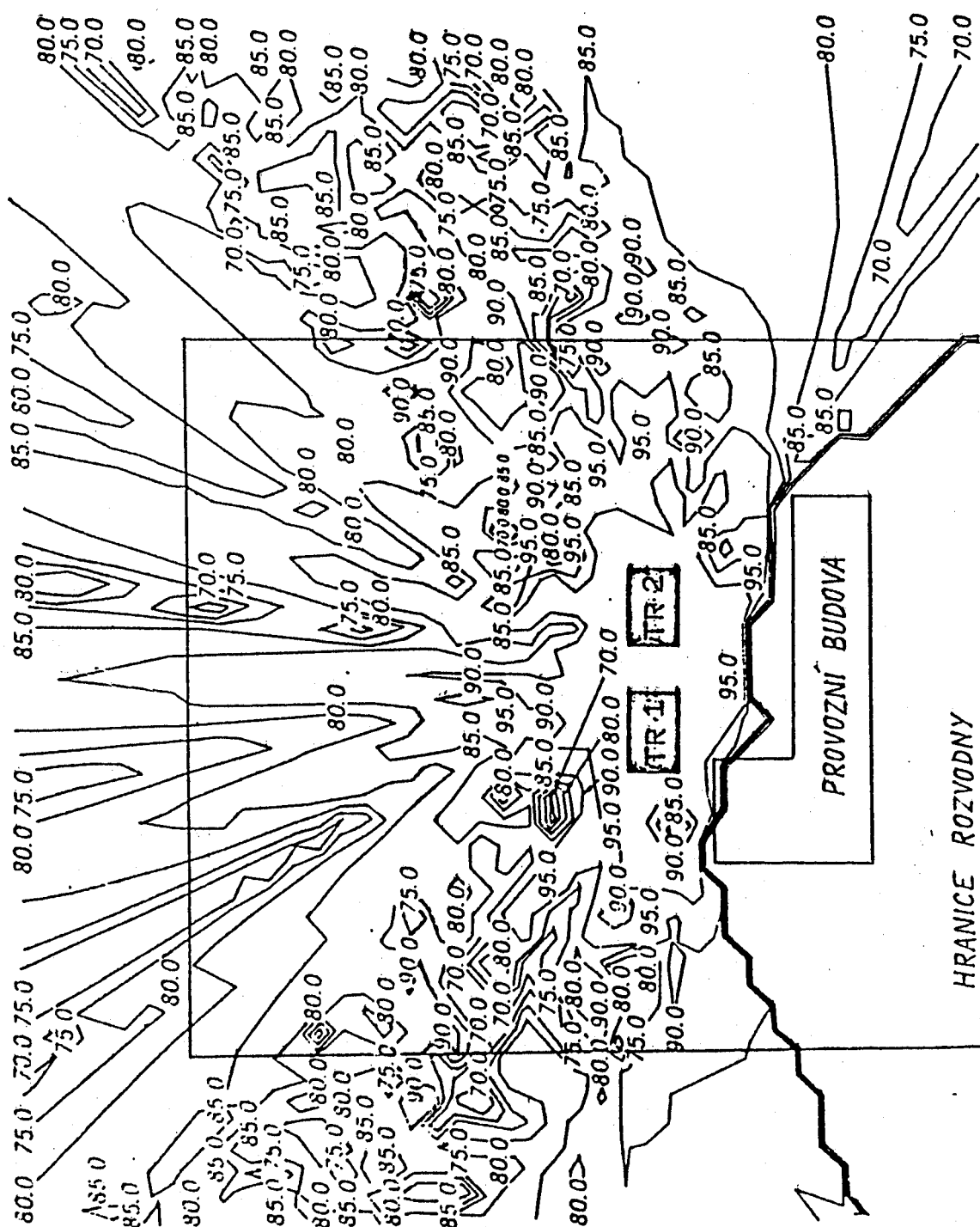
Obrázek 1 - Typický časový průběh impulsu hluku při vypínání vypínačem vvn



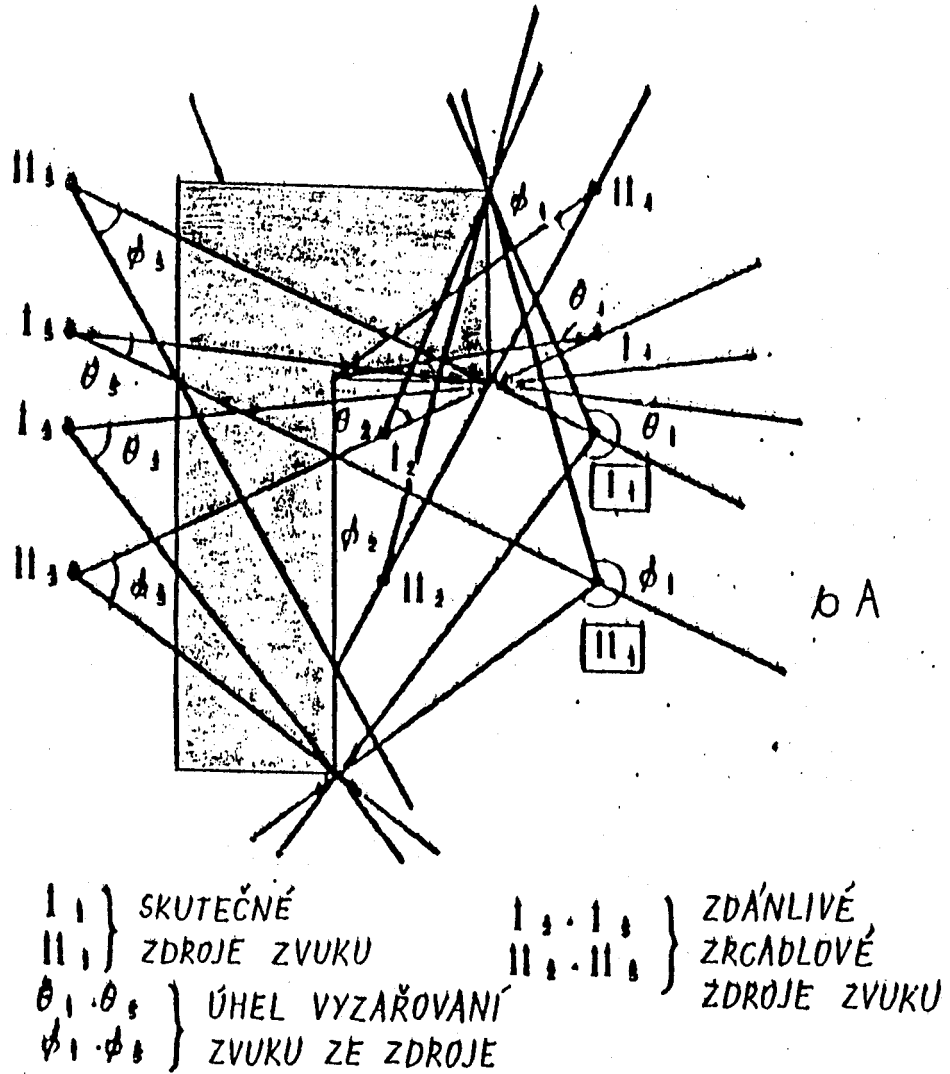
Obrázek 2 - Frekvenční třetinooktávové spektrum impulsu hluku z obrázku 1



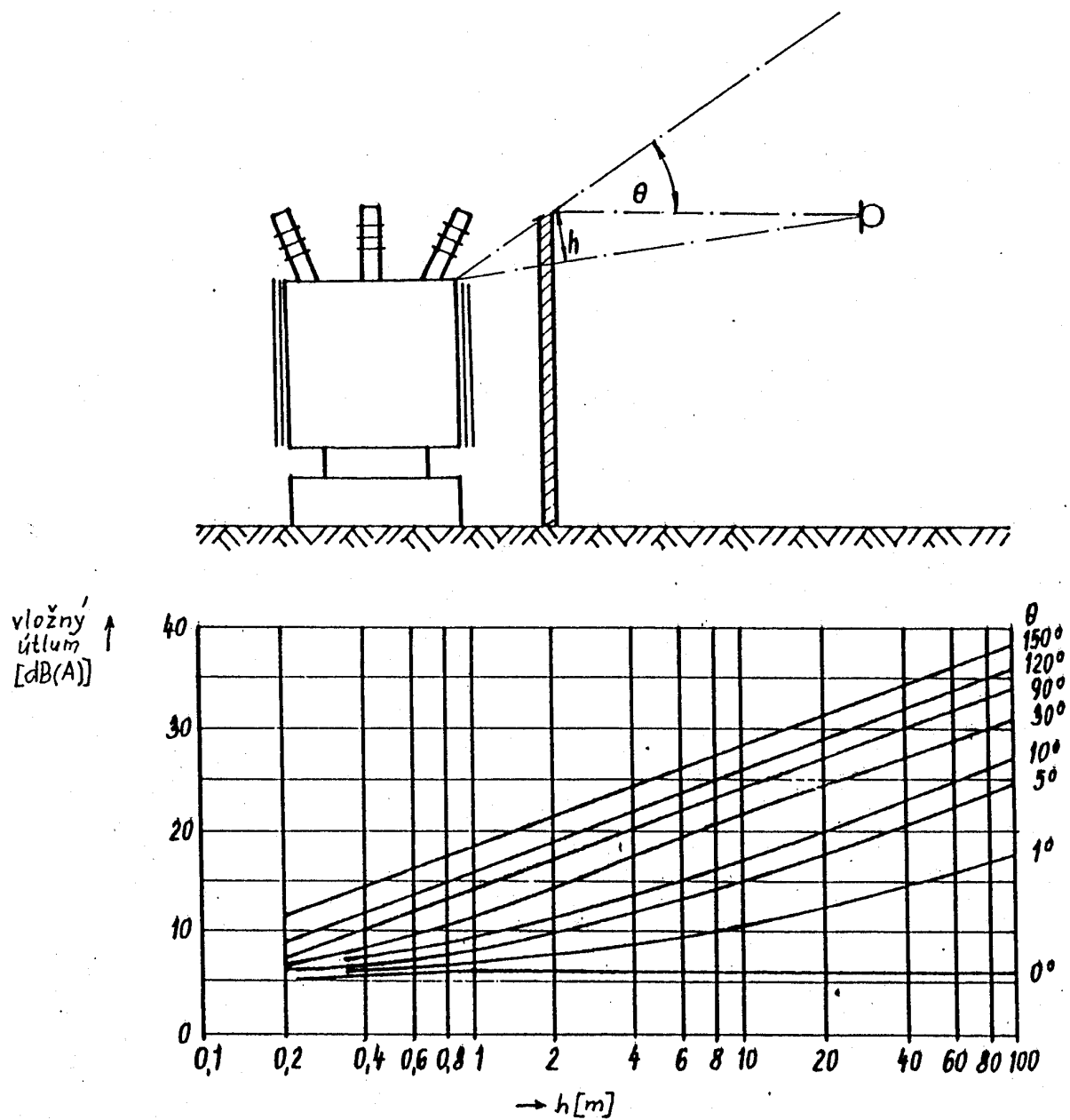
Obrázek 3 - Pokles L hladiny hluku se vzdáleností v blízkosti velkého vvn transformátoru



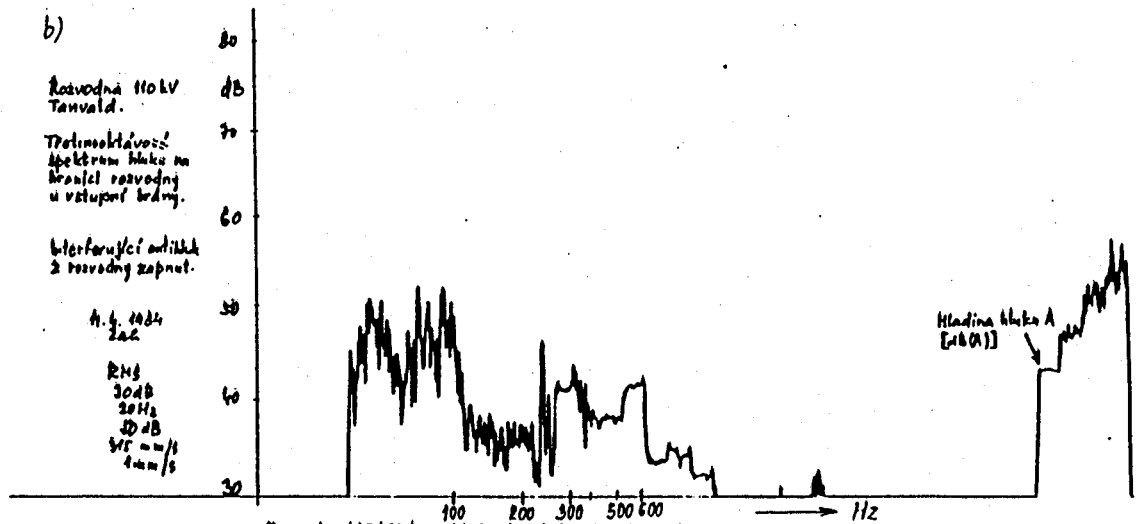
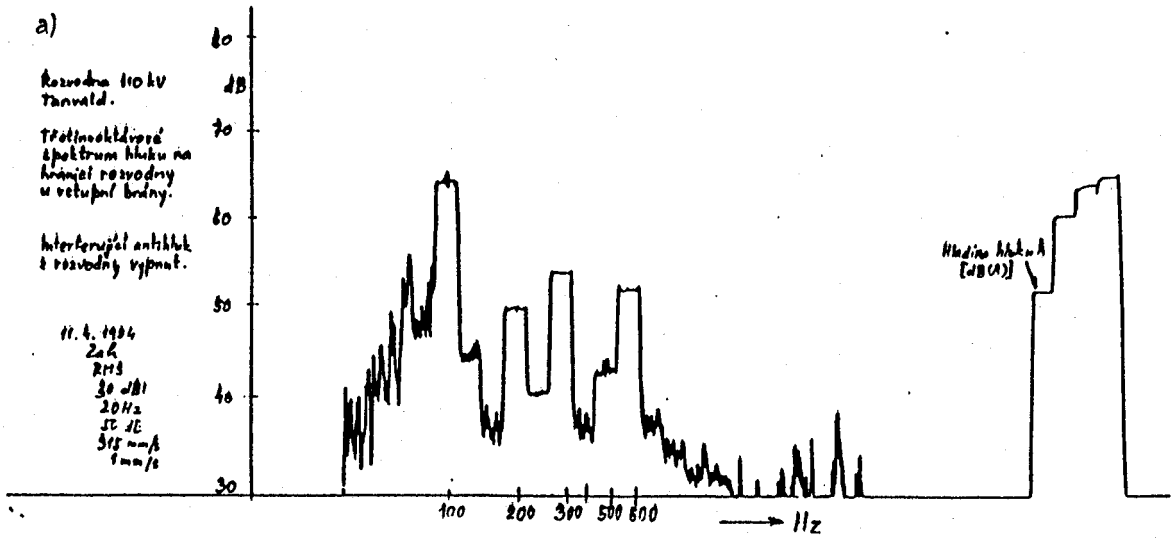
Obrázek 4 - Přesná hluková mapa transformovny se dvěma vvn transformátory umístěnými před provozní budovou



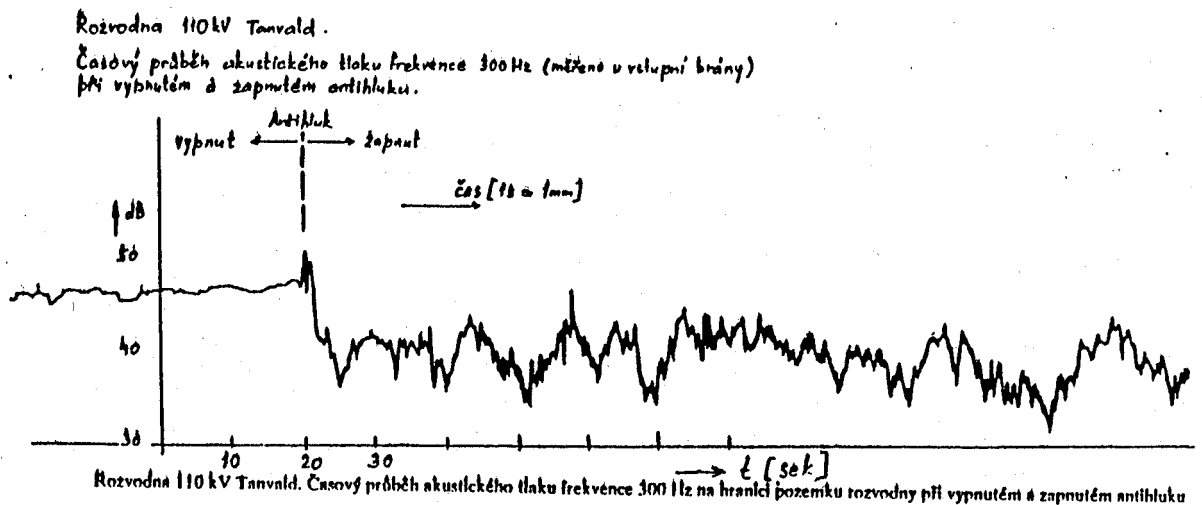
Obrázek 5 - Úhly vyzařování hluku ze zdrojů podle obrázku 4



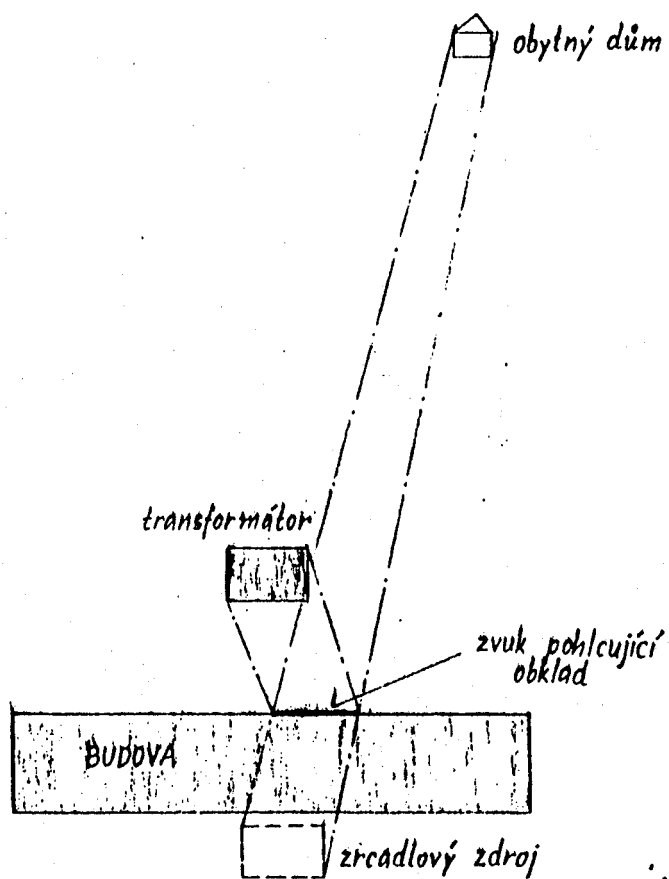
Obrázek 6 - Tlumení hluku transformátoru protihlukovou zástěnou



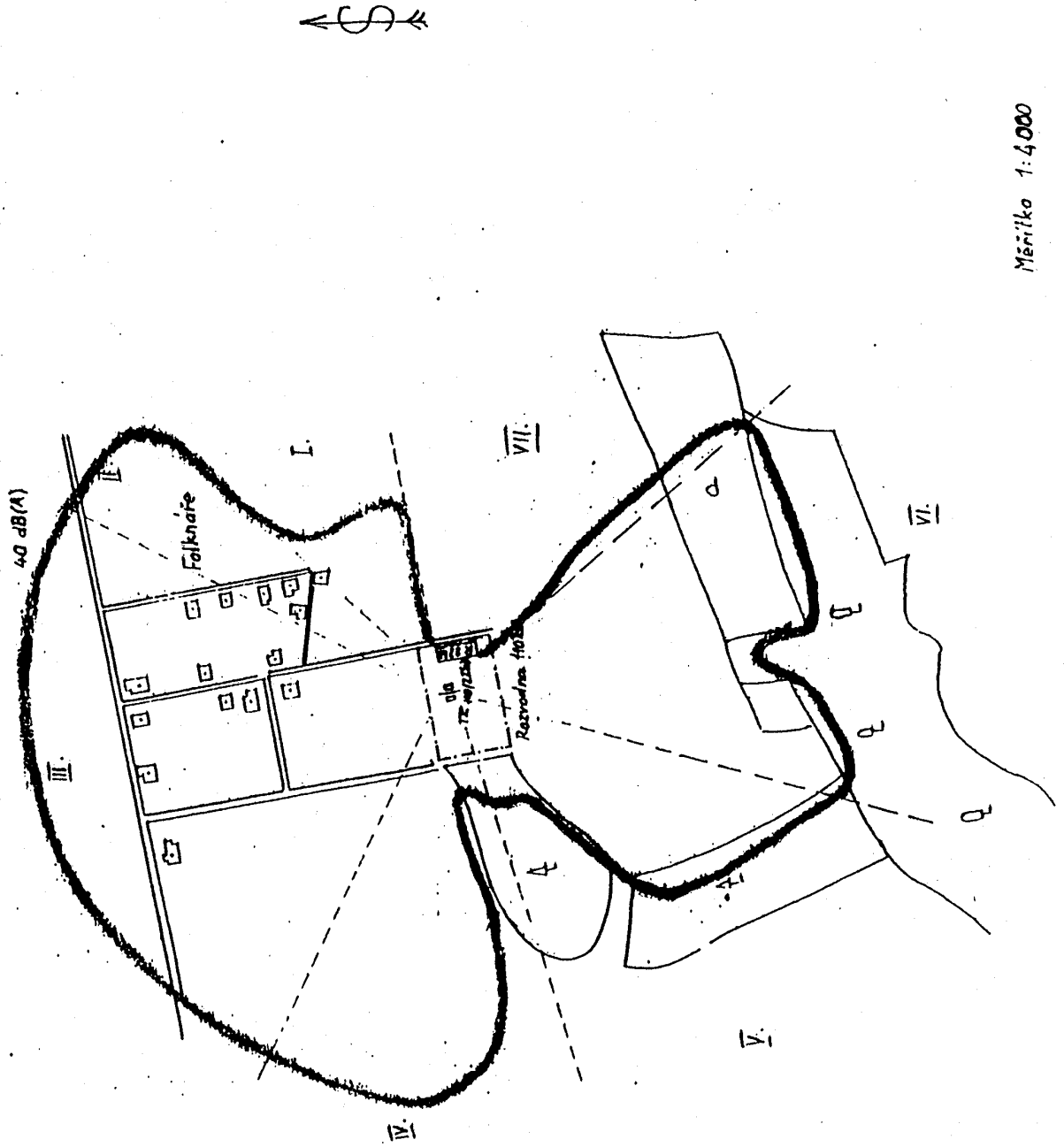
Rozvodna 110 kV Tanvald. Třetinoctávkové spektrum hluku na hranici pozemku rozvodny
a) při antihluku zapnutém, b) při antihluku vypnutém



Obrázek 7 - Tlumení hluku transformátoru vvn řízenou interferencí (antihlukem)



Obrázek 8 - Umístění zvukpohlcujícího obkladu na odrážející fasádě



Obrázek 9 - Čára hladiny hluku 40 dB (A) v částečně zalesněném okolí rozvodny 110 kV