

## 2 METODICKÉ POKYNY POUŽITÉ PRI VÝPOČTE HLADÍN HLUKU ZO ŽELEZNIČNEJ DOPRAVY

Na hodnotenie akustickej situácie v záujmovom území pre projekt „ŽSR, modernizácia trate Žilina - Košice, traťový úsek Liptovský Mikuláš – Poprad Tatry (mimo) - II. etapa stavby (úsek Svit – Kráľova Lehota, sčkm 209,800 – 242,850)“ použijeme špeciálny softvérový prostriedok Cadna A, ktorý umožňuje výpočet hluku vo vonkajšom prostredí generovaného stacionárnymi a mobilnými zdrojmi hluku pozemnej cestnej a železničnej dopravy po načítaní digitálneho terénneho 3D modelu územia vo vektorovom tvare © Eurosense, s.r.o.

### 2.1 Výpočtová metóda

V programe **Cadna A** sme zvolili na výpočet hluku zo železničnej dopravy výpočtovú metódu **Schall 03**, ktorú v nasledujúcom texte citujeme.

Východiskovou veličinou pre výpočet *hodnotiacej hladiny* je emisná hladina  $L_{m,AE}$  v dB - je to ekvivalentná hladina A zvuku vo vzdialenosti 25 m od osi uvažovanej koľaje vo výške 3,5 m nad hornou hranou koľajníc pri voľnom šírení zvuku.

Pre deň, večer a noc sú oddelene zadávané nasledujúce údaje (pozri obr.2.1.1):

- druh vozidiel
- druh brzd
- dĺžka vlakov , počet vlakov
- rýchlosť
- druh trate
- mosty
- železničné priecestia
- oblúky koľají

**Obr. 2.1.1** Editácia železničnej trate

**Tab. 2.1.1** Typické hodnoty rýchlosti, dĺžky a podielu kotúčových brzd rozličných kategórií vlakov

	Kategória vlaku	Maximálna rýchlosť (km/h)	Priemerná dĺžka vlaku (m)	Podiel kotúčových brzd (%)
EC	EuroCity	160	200	100
IC	InterCity	160	200	100
Ex	Expresné vlaky	160	200	20
R	Rýchliky	140	240	20
Zr	Zrýchlené vlaky	120	150	
Os	Osobné vlaky	120	160	50
EMOs	Elektromotorové osobné vlaky	120	50	
Nex	Nákladné expresy	120	300	
Rn	Rýchle nákladné vlaky	140	330	
Zrn	Zrýchlené nákladné vlaky	80	600	
Vn	Vyrovňávkové nákladné vlaky	80	450	
Pn	Priebežné nákladné vlaky	70	450	
Mn	Manipulačné nákladné vlaky	50	200	
Pv	Prestavovacie vlaky	50	200	
Lv	Rušňové vlaky	70	30	
Vleč	Vlečkové vlaky	50	100	

Pri nových a práve budovaných tratiach sa počíta s počtami vlakov, ktoré zodpovedajú plnému využitiu trate. Pre každú koľaj alebo jej časť sa vypočítava emisná hladina  $L_{mAE}$  podľa

$$\text{rovnice: } L_{m,AE} = 10 \cdot \log \left[ \sum_i 10^{0,1 \cdot (51 + D_{Fz} + D_D + D_l + D_v + D_{Ae})} \right] + D_{Fb} + D_{Br} + D_{Bu} + D_{Ra} \quad [\text{dB}],$$

kde korekcie použité v rovnici predstavujú:

- vplyv druhu vozidiel ...  $D_{Fz}$
- vplyv typu brzd ...  $D_D$
- vplyv dĺžky vlaku ...  $D_l$
- vplyv rýchlosti ...  $D_v$
- vplyv druhu trate ...  $D_{Fb}$
- vplyv mostov ...  $D_{Br}$
- vplyv železničných priecestí ...  $D_{Bü}$
- vplyv oblúkov ...  $D_{Ra}$

Výpočet sa vykonáva oddelene pre denný, večerný a nočný čas. Odstavné koľaje a koľaje v staniciach je možné zlučovať do spoločných oblastí, pretože na týchto koľajniciach je oveľa menšia prevádzka ako na priebežných traťových koľajniciach. Pre výpočet je prijateľné, ak sa prejazdy umiestňujú na strednú os týchto oblastí.

## 2.2 Kalibrácia výpočtového modelu

Výpočtový model bol kalibrovaný na základe skutočnej akustickej situácie vyhodnotenej z reálnych akustických meraní in situ. Výpočtový model pre projekt „ŽSR, modernizácia trate Žilina - Košice, traťový úsek Liptovský Mikuláš – Poprad Tatry (mimo) - II. etapa stavby (úsek Svit – Kráľova Lehota, sžkm 209,800 – 242,850)“ sme kalibrovali na základe akustického merania v bode:

M1 - 2m pred oknom rodinného domu Kráľova Lehota č.p.26 na 2.NP, vo vzdialenosti 60m od železničnej trate č.180 - sžkm 241,1 a 23m od miestnej komunikácie - pozri grafickú prezentáciu obr. 2.2.1 – 2.2.9



Foto KrLehota\_P8

M2 – 2m pred oknom penziónu Kriváň na Partizánskej ulici v Tatranskej Štrbe na 3.NP, vo vzdialenosti 60m od železničnej trate č.180 - sžkm 218,2 a 34m od miestnej komunikácie - pozri grafickú prezentáciu obr. 2.2.10 – 2.2.19



Foto TStrba\_P2

## AKUSTICKÁ SITUÁCIA V ZÁUJMOVOM ÚZEMÍ PRED MODERNIZÁCIOU TRATE ŽILINA – KOŠICE PRE RÝCHLOSŤ DO 160 KM/HOD

Ekvivalentná hladina A hluku  
počas dennej doby 06:00-18:00h 04.04.2007

$$L_{pAeq,12h,deň} = 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0,1L_{pAeq,1h,i}} \right]$$

a večernej doby 18:00-22:00h 04.04.2007

$$L_{pAeq,4h,večer} = 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0,1L_{pAeq,1h,i}} \right]$$

Ekvivalentná hladina A hluku počas nočnej doby 22:00-06:00 hod. 04. – 05.04.2007

$$L_{pAeq,8h,noc} = 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0,1L_{pAeq,1h,i}} \right]$$

kde  $N$  je celkový počet vzoriek  
 $L_{pAeq,1h,i}$  vzorkované hladiny hluku

Klimatické podmienky počas merania: pohooblačno pri teplote  $0^{\circ}\text{C} \div 8^{\circ}\text{C}$ ,  
vietor premenlivý  $0 \div 2 \text{ m.s}^{-1}$ , relatívna vlhkosť vzduchu 58-80%,  
priemerný tlak prepočítaný na hladinu mora 1014 hPa



**MI** - 2m pred oknom rodinného domu Kráľova Lehota č.p.26, vo vzdialenosti 60m od železničnej trate č.180

Foto KrLehota\_F4

04.04.2007 Čas [hod]	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18
$L_{pAeq,1h}$ [dB]	70,3	67,3	64,5	71,0	66,2	67,1	65,4	70,2	66,2	66,8	69,5	68,2

Ekvivalentná hladina A zvuku pre denný čas 06:00-18:00 hod.

$$L_{pAeq,8h,noc}^{04.04.2007} = 68,2 \text{ dB... hluk prostredia}$$

04.-05.04.2007 Čas [hod]	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-00	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06
	večerný čas				nočný čas							
$L_{pAeq,1h}$ [dB]	69,2	69,0	67,2	70,6	64,1	66,7	70,3	63,4	67,7	67,9	69,8	67,0

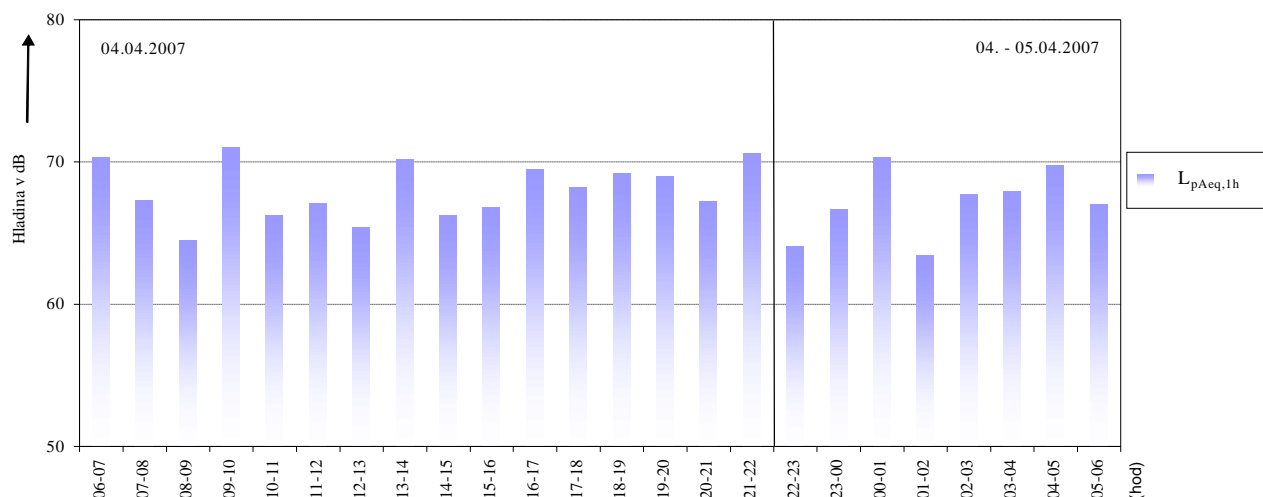
Ekvivalentná hladina A zvuku pre večerný čas 18:00-22:00 hod.

$$L_{pAeq,8h,noc}^{04.04.2007} = 69,2 \text{ dB ... hluk prostredia}$$

Ekvivalentná hladina A zvuku pre nočný čas 22:00-06:00 hod.

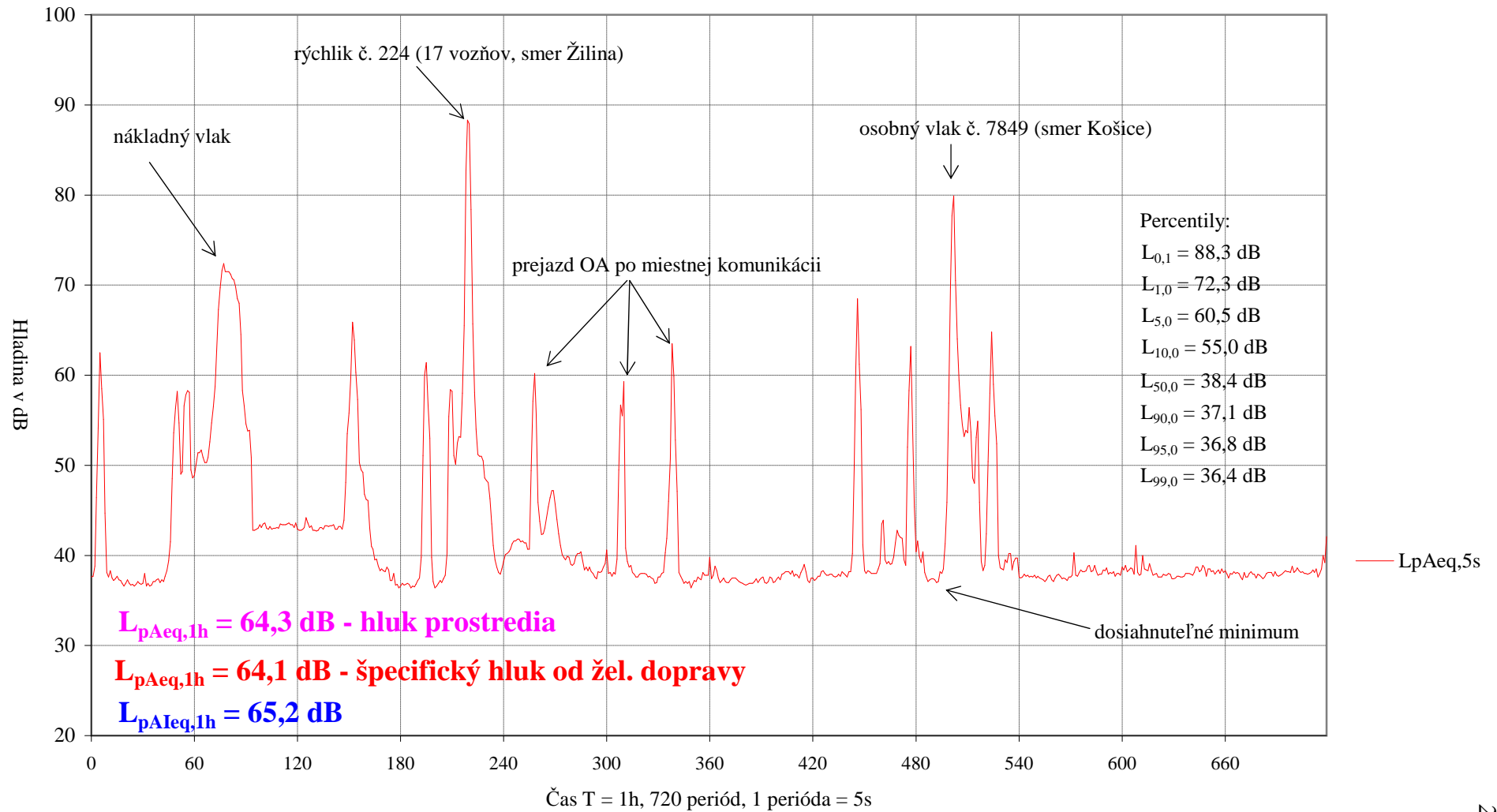
$$L_{pAeq,8h,noc}^{04.-05.04.2007} = 67,6 \text{ dB ... špecifický hluk od železničnej dopravy}$$

**Obr. 2.2.1** Grafická prezentácia nameraných akustických veličín vyhodnotených metódou spojitkej integrácie v časovom intervale  $T = 24$  h od 06:00 hod. 24.10. do 06:00 hod. 25.10.2005, merací mikrofón umiestnený na meracom mieste **MI** - 2m pred oknom rodinného domu Kráľova Lehota č.p.26 na 2.NP, 60m od železničnej trate č.180, sžkm 241,1.



**Obr. 2.2.2** Kráľova Lehota, časový priebeh ekvivalentných hladín hluku  $L_{pAeq,5s}$  v čase  $T = 1$  hod. od 22:00 hod. do 23:00 hod. dňa 04.04.2007.

Merací mikrofón umiestnený na meracom mieste M1 - 2m pred oknom rodinného domu Kráľova Lehota č.p. 26 na 2.NP, 60m od železničnej trate č.180, sžkm 241,1.



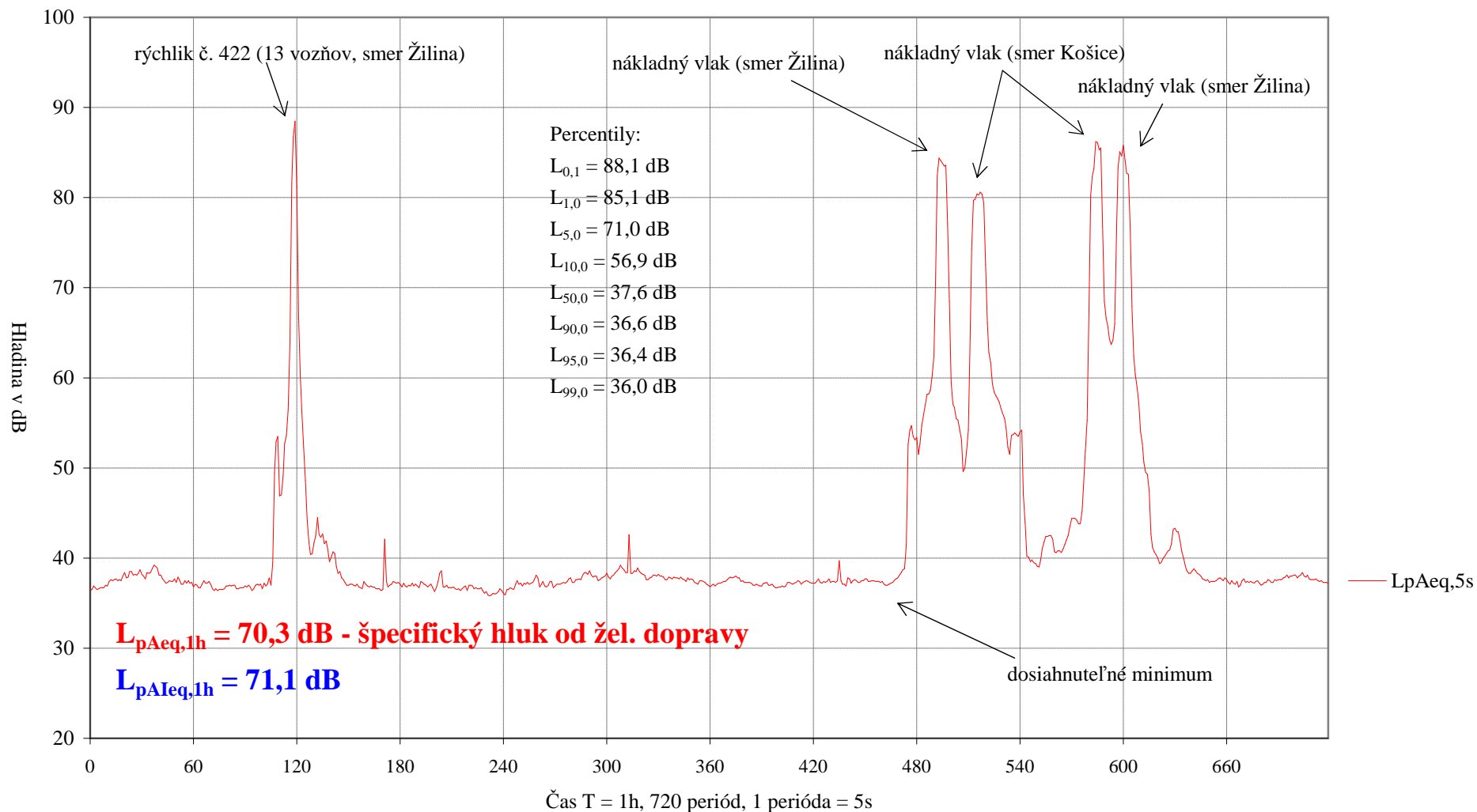
**Obr. 2.2.3** Kráľova Lehota, časový priebeh ekvivalentných hladín hluku  $L_{pAeq,5s}$  v čase  $T = 1$  hod. od 23:00 hod. do 24:00 hod. dňa 04.04.2007 .  
Merací mikrofón umiestnený na meracom mieste M1- 2m pred oknom rodinného domu Kráľova Lehota č.p. 26 na 2.NP, 60m  
od železničnej trate č.180, sžkm 241,1.





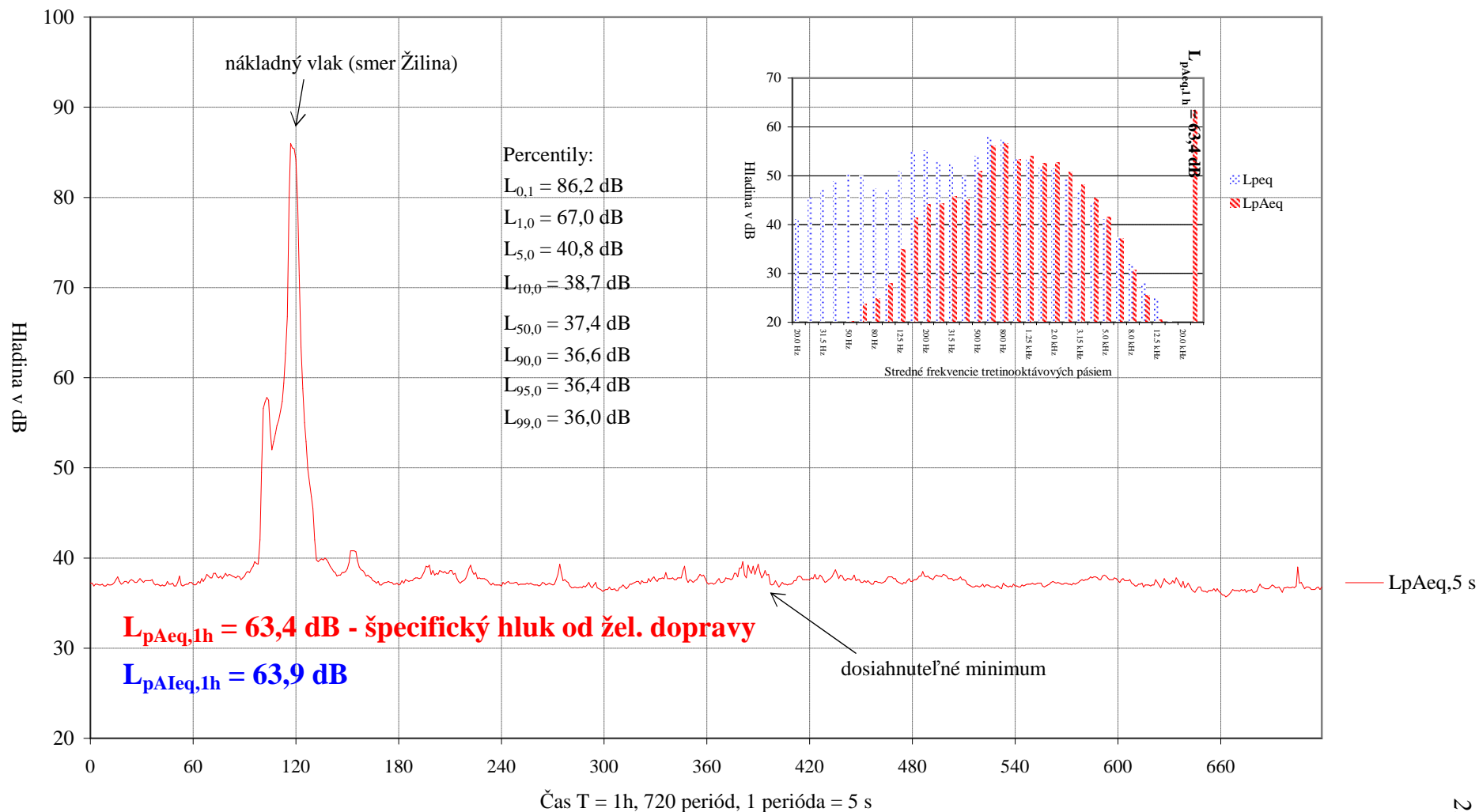
**Obr. 2.2.4** Kráľova Lehota, časový priebeh ekvivalentných hladín hluku  $L_{pAeq,5s}$  v čase  $T = 1$  hod. od 00:00 hod. do 01:00 hod. dňa 05.04.2007.

Merací mikrofón umiestnený na meracom mieste M1- 2m pred oknom rodinného domu Kráľova Lehota č.p. 26 na 2.NP, 60m od železničnej trate č.180, sžkm 241,1.



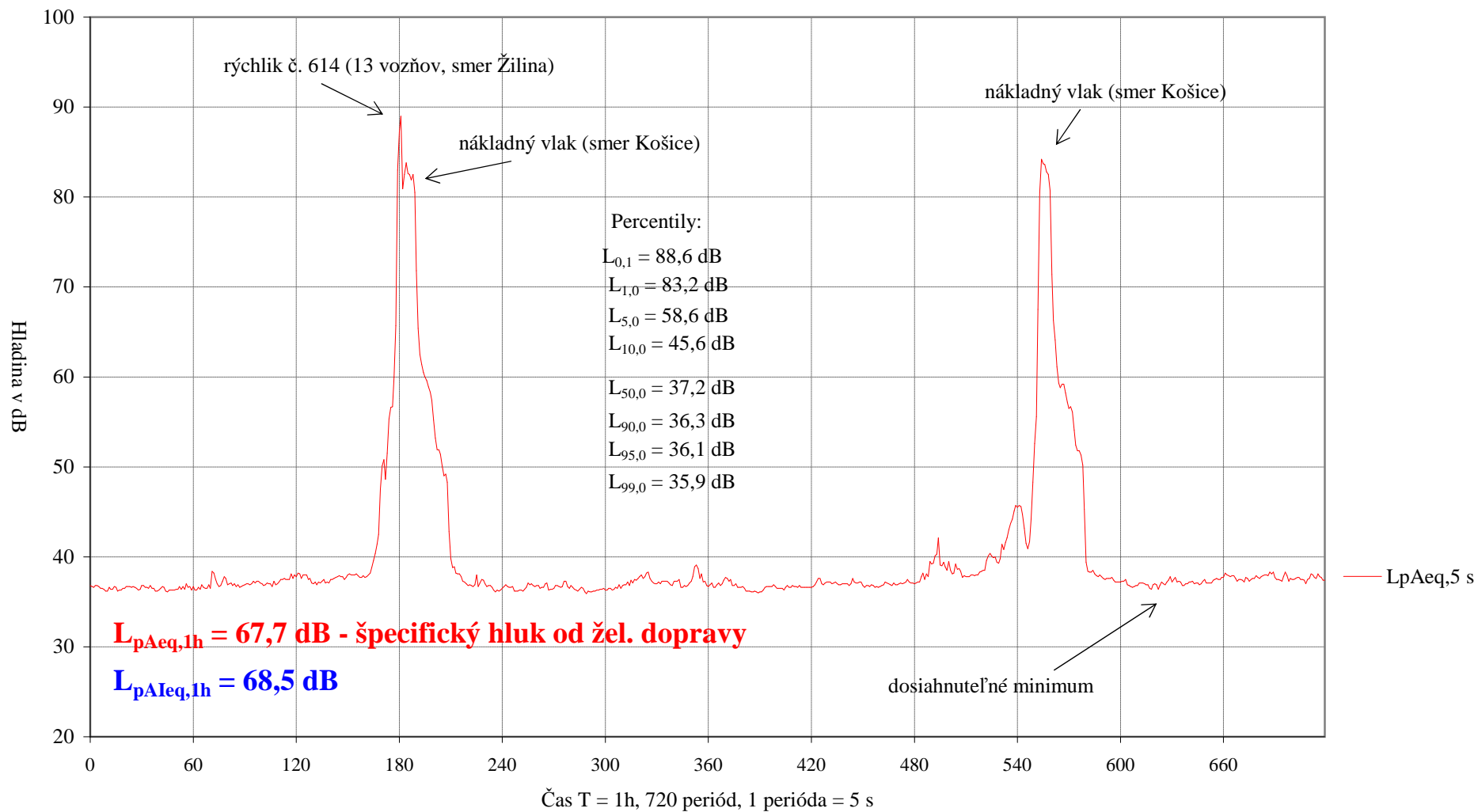
**Obr. 2.2.5** Kráľova Lehota, časový priebeh ekvivalentných hladín hluku  $L_{pAeq,5s}$  v čase  $T = 1$  hod. od 01:00 hod. do 02:00 hod. dňa 05.04.2007.

Merací mikrofón umiestnený na meracom mieste M1- 2m pred oknom rodinného domu Kráľova Lehota č.p.26 na 2.NP, 60m od železničnej trate č.180, sžkm 241,1.



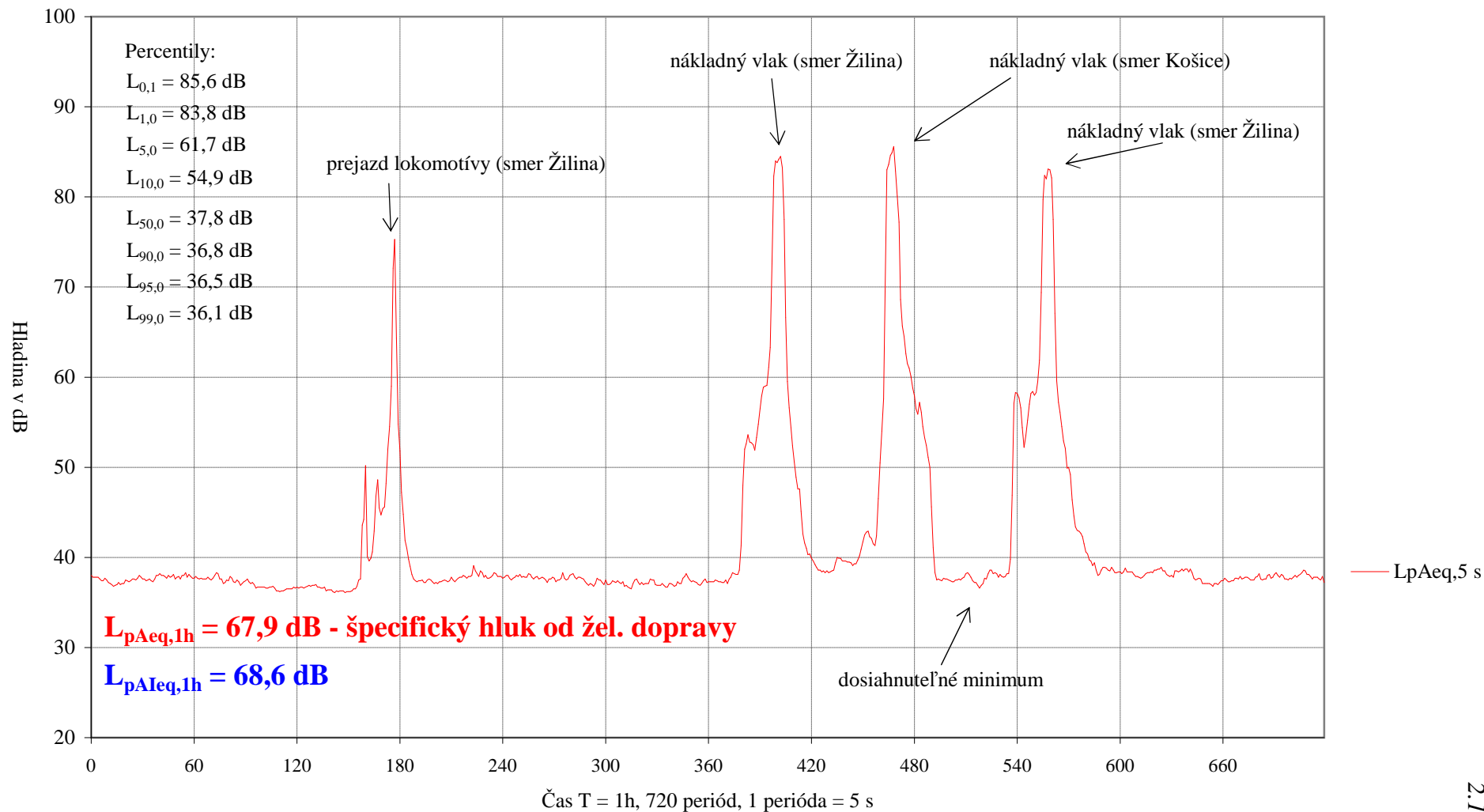


**Obr. 2.2.6** Kráľova Lehota, časový priebeh ekvivalentných hladín hluku  $L_{pAeq,5s}$  v čase  $T = 1$  hod. od 02:00 hod. do 03:00 hod. dňa 05.04.2007 .  
Merací mikrofón umiestnený na meracom mieste M1- 2m pred oknom rodinného domu Kráľova Lehota č.p.26 na 2:NP, 60m  
od železničnej trate č.180, sžkm 241,1.

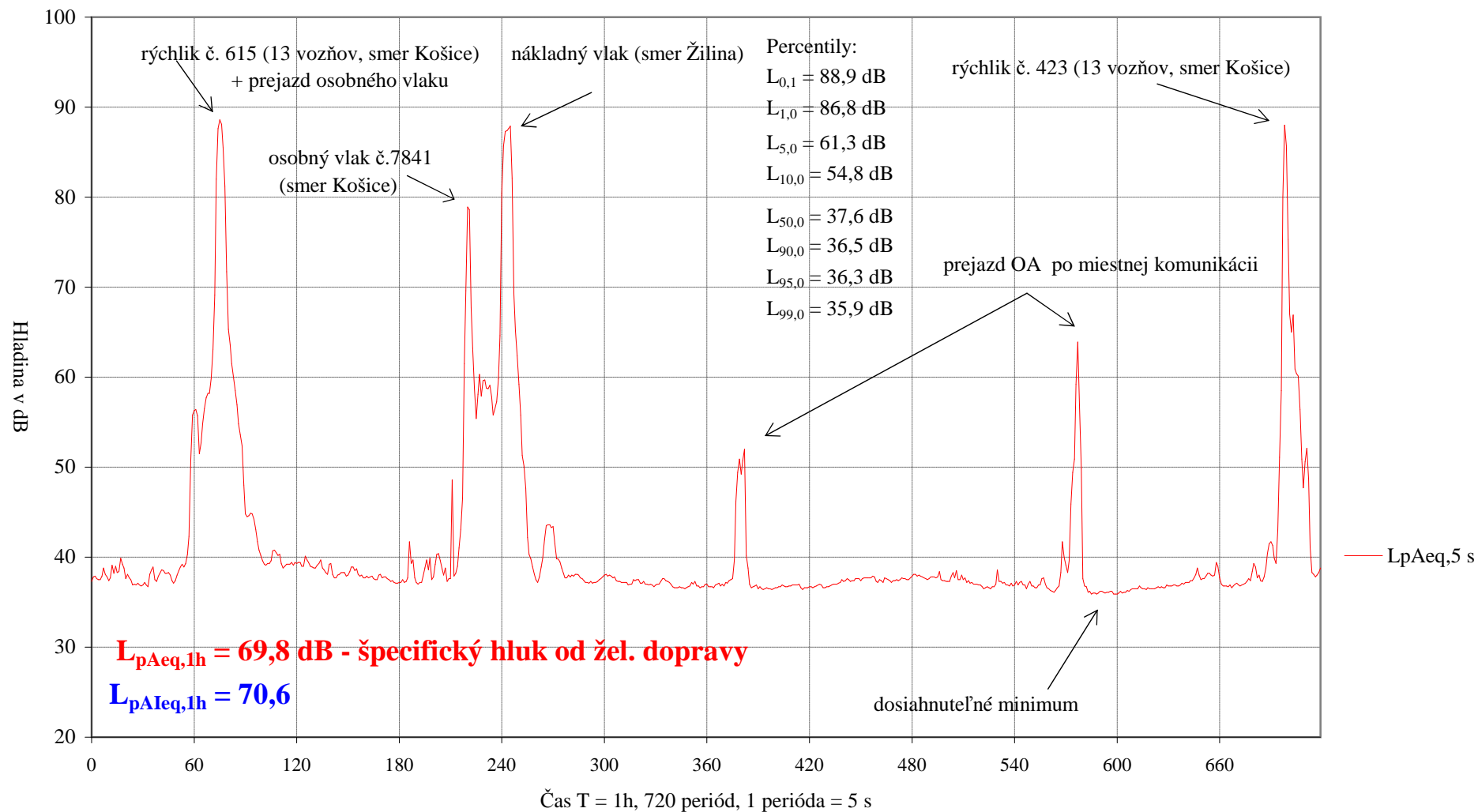


**Obr. 2.2.7** Kráľova Lehota, časový priebeh ekvivalentných hladín hluku  $L_{pAeq,5s}$  v čase  $T = 1$  hod. od 03:00 hod. do 04:00 hod. dňa 05.04.2007.

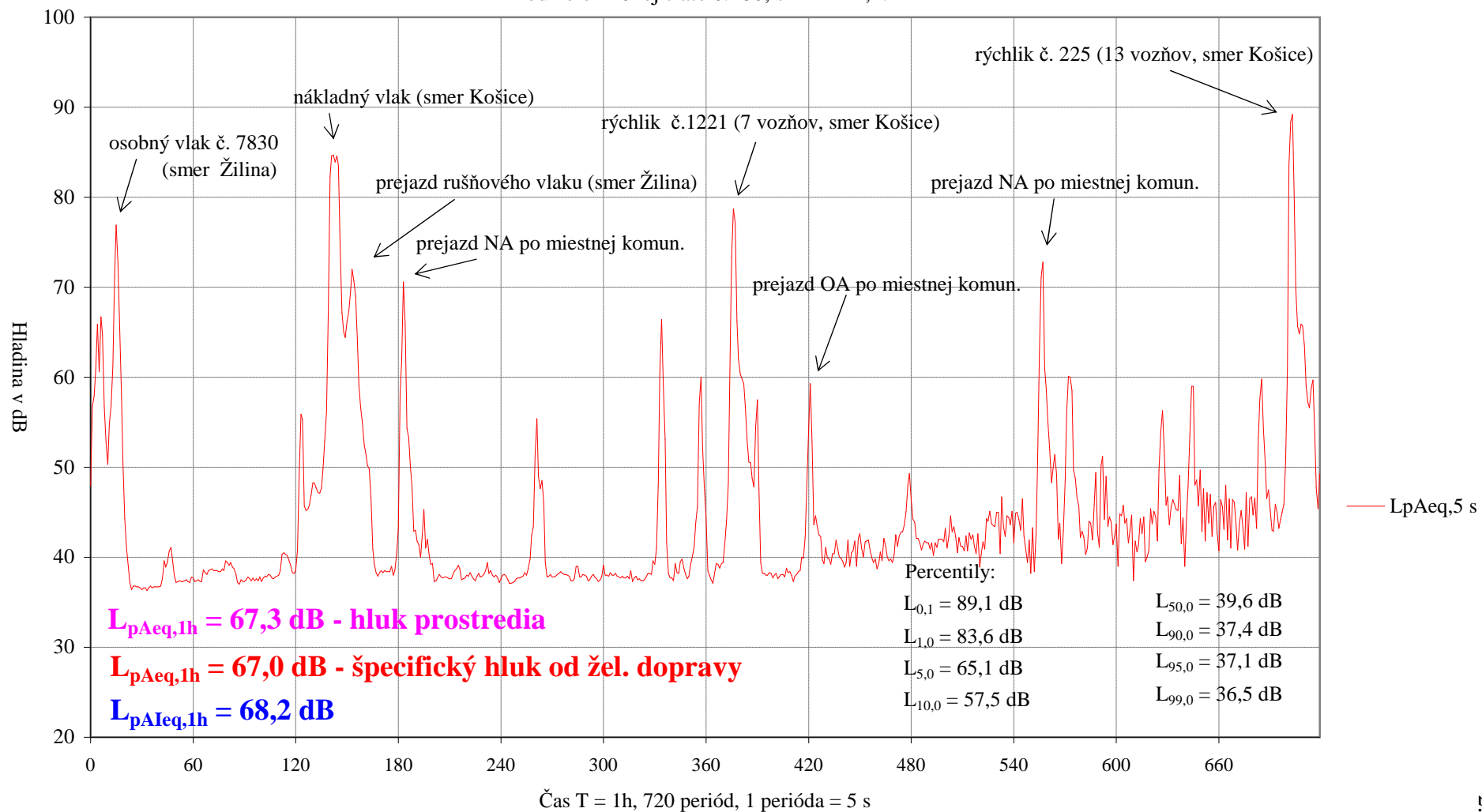
Merací mikrofón umiestnený na meracom mieste M1- 2m pred oknom rodinného domu Kráľova Lehota č.p. 26 na 2.NP, 60m od železničnej trate č.180, sžkm 241,1.



**Obr. 2.2.8** Kráľova Lehota, časový priebeh ekvivalentných hladín hluku  $L_{pAeq,5s}$  v čase  $T = 1$  hod. od 04:00 hod. do 05:00 hod. dňa 05.04.2007 .  
Merací mikrofón umiestnený na meracom mieste M1- 2m pred oknom rodinného domu Kráľova Lehota č.p. 26 na 2:NP, 60m  
od železničnej trate č.180, sžkm 241,1.



**Obr. 2.2.9** Kráľova Lehota, časový priebeh ekvivalentných hladín hluku  $L_{pAeq,5s}$  v čase  $T = 1$  hod. od 05:00 hod. do 06:00 hod. dňa 05.04.2007 .  
Merací mikrofón umiestnený na meracom mieste M1 - 2m pred oknom rodinného domu Kráľova Lehota č.p. 26 na 2.NP, 60m  
od železničnej trate č.180, sžkm 241,1.





**M2** - 2m pred oknom penziónu Kriváň izba č.12, Partizánska ulica č.p.18 Štrba, vo vzdialenosti 60m od železničnej trate č.180

Foto TStrba\_F4

04.04.2007 Čas [hod]	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18
$L_{pAeq,1h}$ [dB]	64,7	65,2	64,2	58,1	66,9	60,5	63,7	62,0	65,6	63,8	62,1	65,3

Ekvivalentná hladina A zvuku pre denný čas 06:00-18:00 hod.

$L_{pAeq,8h,noc}^{04.04.2007} = 64,1 \text{ dB} \dots \text{hluk prostredia}$

04.-05.04.2007 Čas [hod]	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-00	00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06
	večerný čas				nočný čas							
$L_{pAeq,1h}$ [dB]	64,0	65,0	62,1	63,5	68,0	59,8	60,7	64,3	56,2	62,8	65,1	61,5

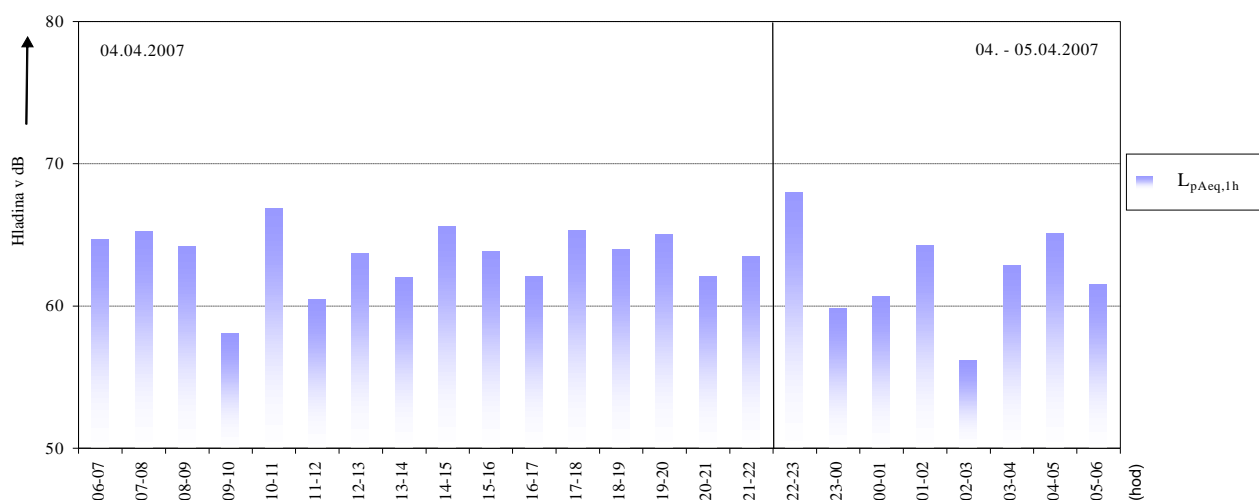
Ekvivalentná hladina A zvuku pre večerný čas 18:00-22:00 hod.

$L_{pAeq,8h,noc}^{04.04.2007} = 63,8 \text{ dB} \dots \text{hluk prostredia}$

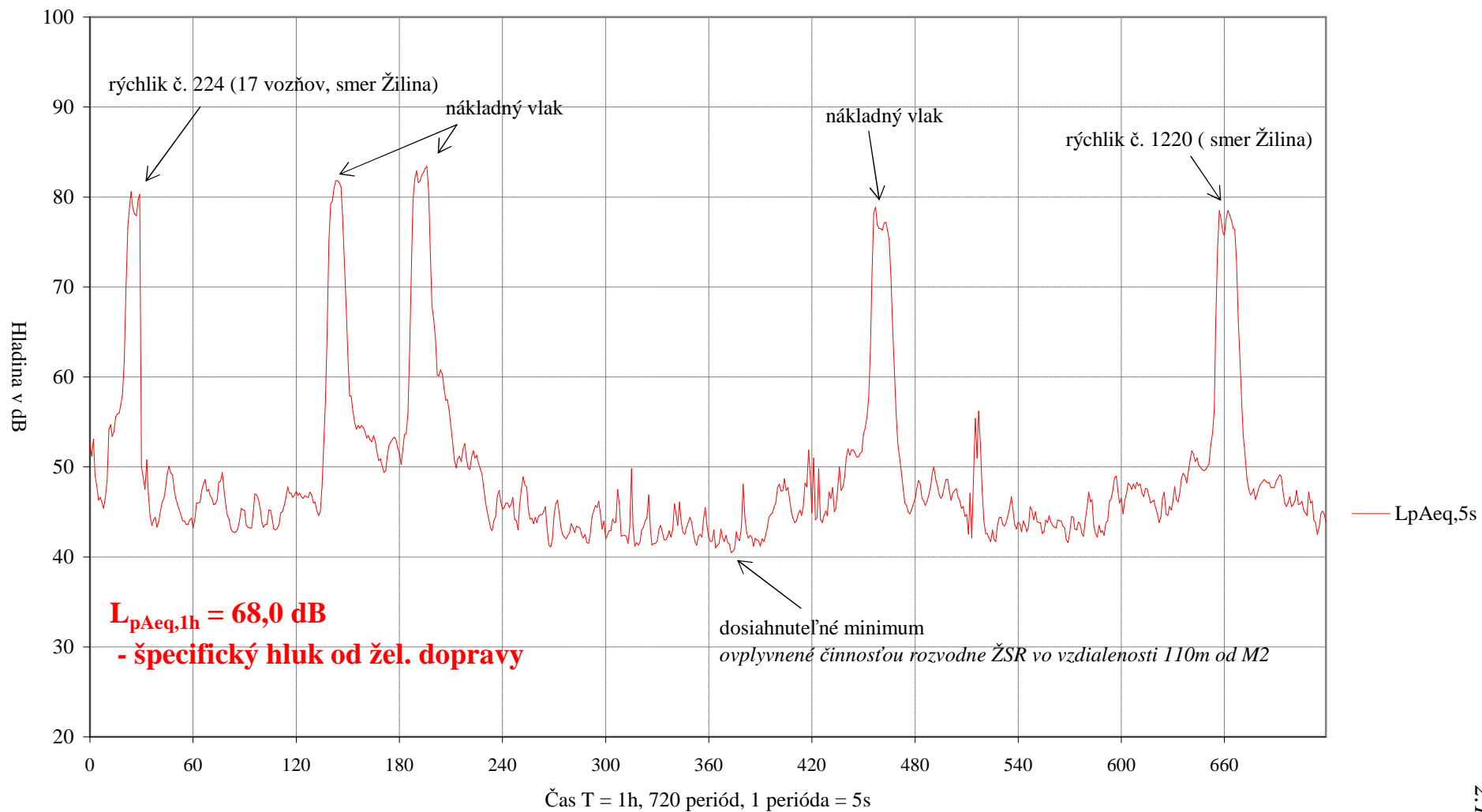
Ekvivalentná hladina A zvuku pre nočný čas 22:00-06:00 hod.

$L_{pAeq,8h,noc}^{04.-05.04.2007} = 63,5 \text{ dB} \dots \text{špecifický hluk od železničnej dopravy}$

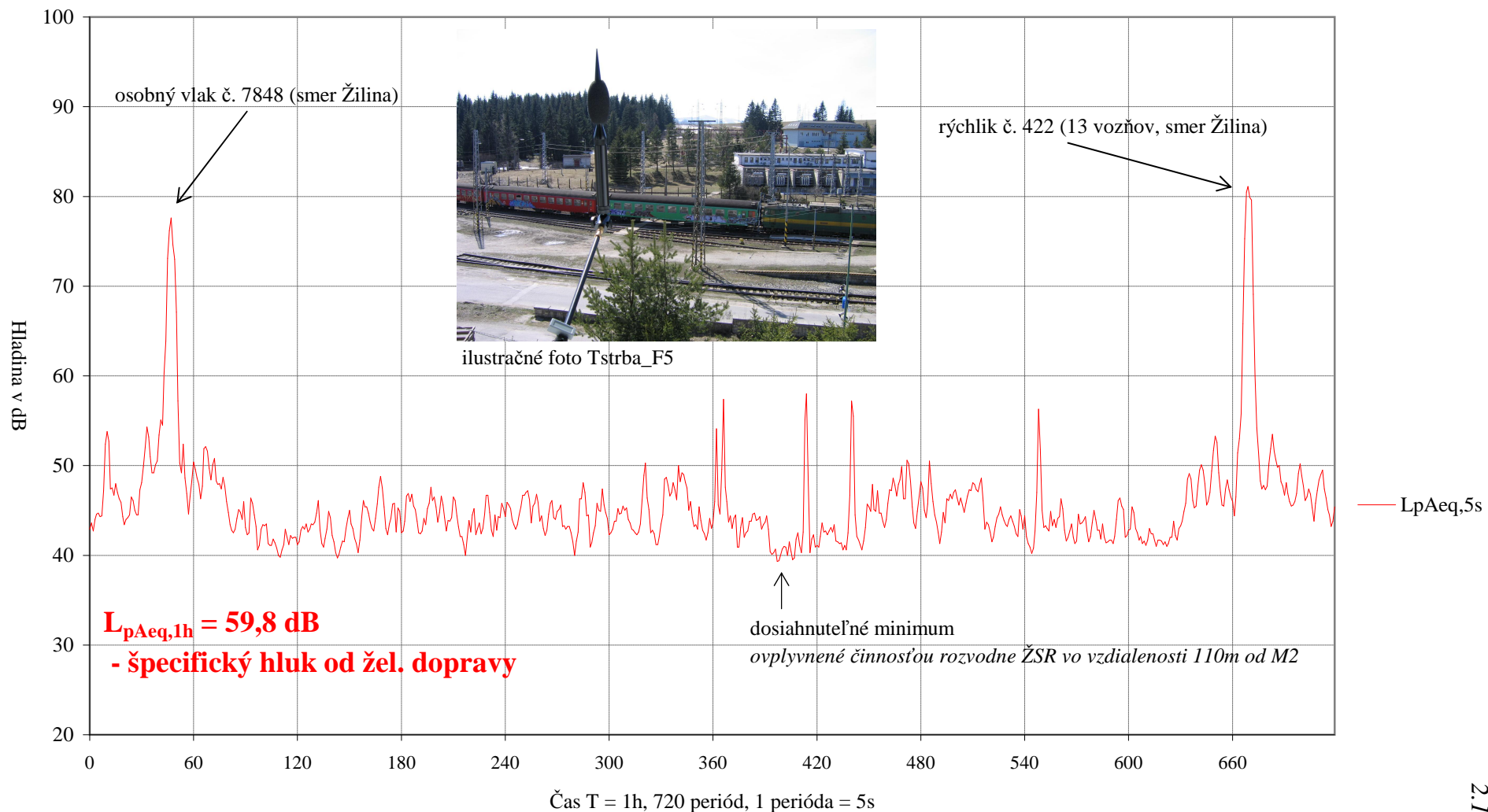
**Obr. 2.2.10** Grafická prezentácia nameraných akustických veličín vyhodnotených metódou spojitkej integrácie v časovom intervale  $T = 24 \text{ h}$  od 06:00 hod. 04.04.2007 do 06:00 hod. 05.04.2007, merací mikrofón umiestnený na meracom mieste **M2** - 2m pred oknom penziónu Kriváň izba č.12, Partizánska ulica č.p.18 Štrba na 3.NP, vo vzdialenosti 60m od železničnej trate č.180, sžkm 218,2.



**Obr. 2.2.11** Štrba, časový priebeh ekvivalentných hladín hluku  $L_{pAeq,5s}$  v čase  $T = 1$  hod. od 22:00 hod. do 23:00 hod. dňa 04.04.2007. Merací mikrofón umiestnený na meracom mieste M2 – 2m pred oknom penziónu Kriváň na Partizánskej ulici v T.Štrbe na 3 NP, 60m od železničnej trate č.180 - sžkm 218,2

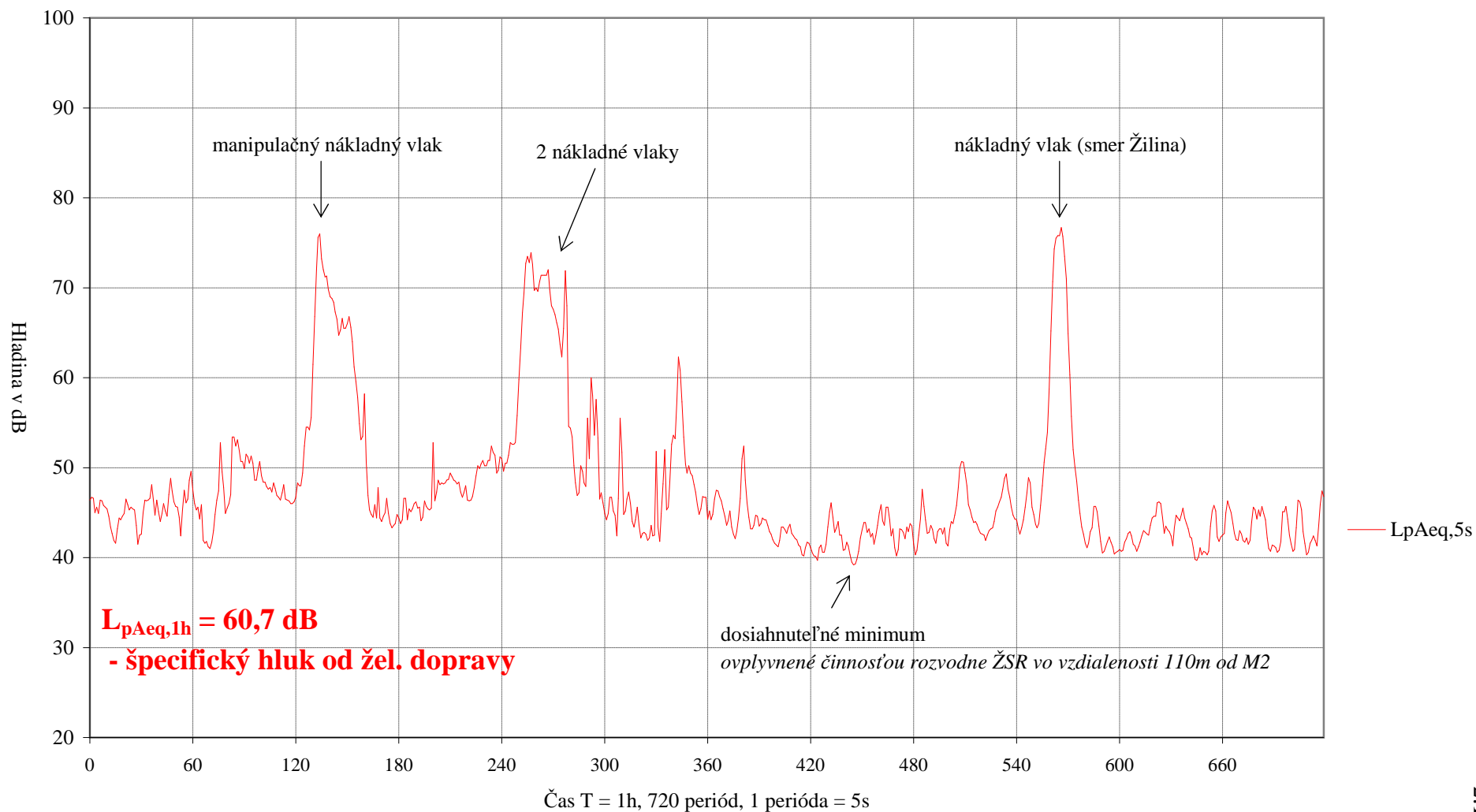


**Obr. 2.2.12** Štrba, časový priebeh ekvivalentných hladín hluku  $L_{pAeq,5s}$  v čase  $T = 1$  hod. od 23:00 hod. do 24:00 hod. dňa 04.04.2007. Merací mikrofón umiestnený na meracom mieste M2 – 2m pred oknom penziónu Kriváň na Partizánskej ulici v T.Štrbe na 3.NP, 60m od železničnej trate č.180 - sžkm 218,2.

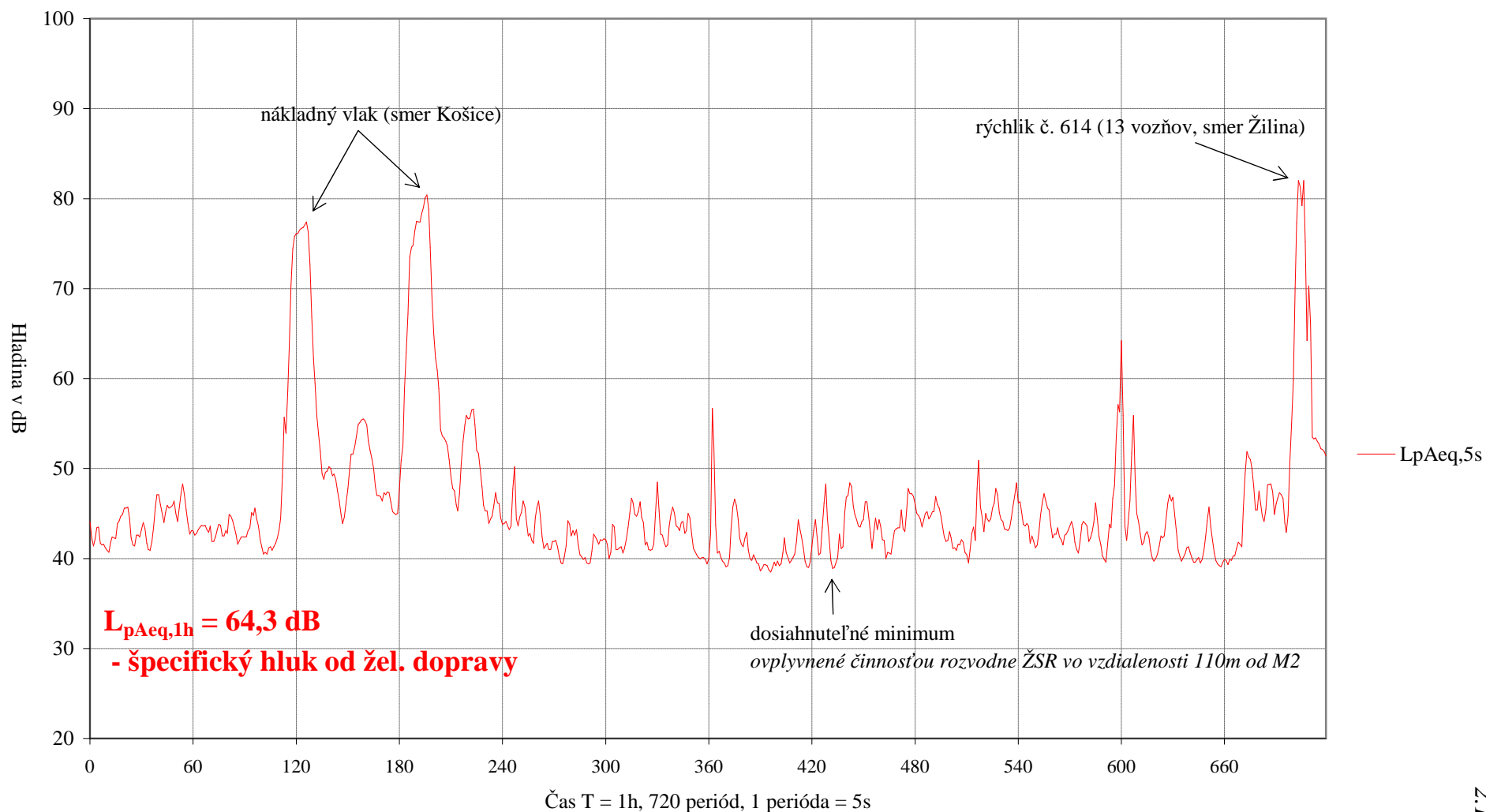




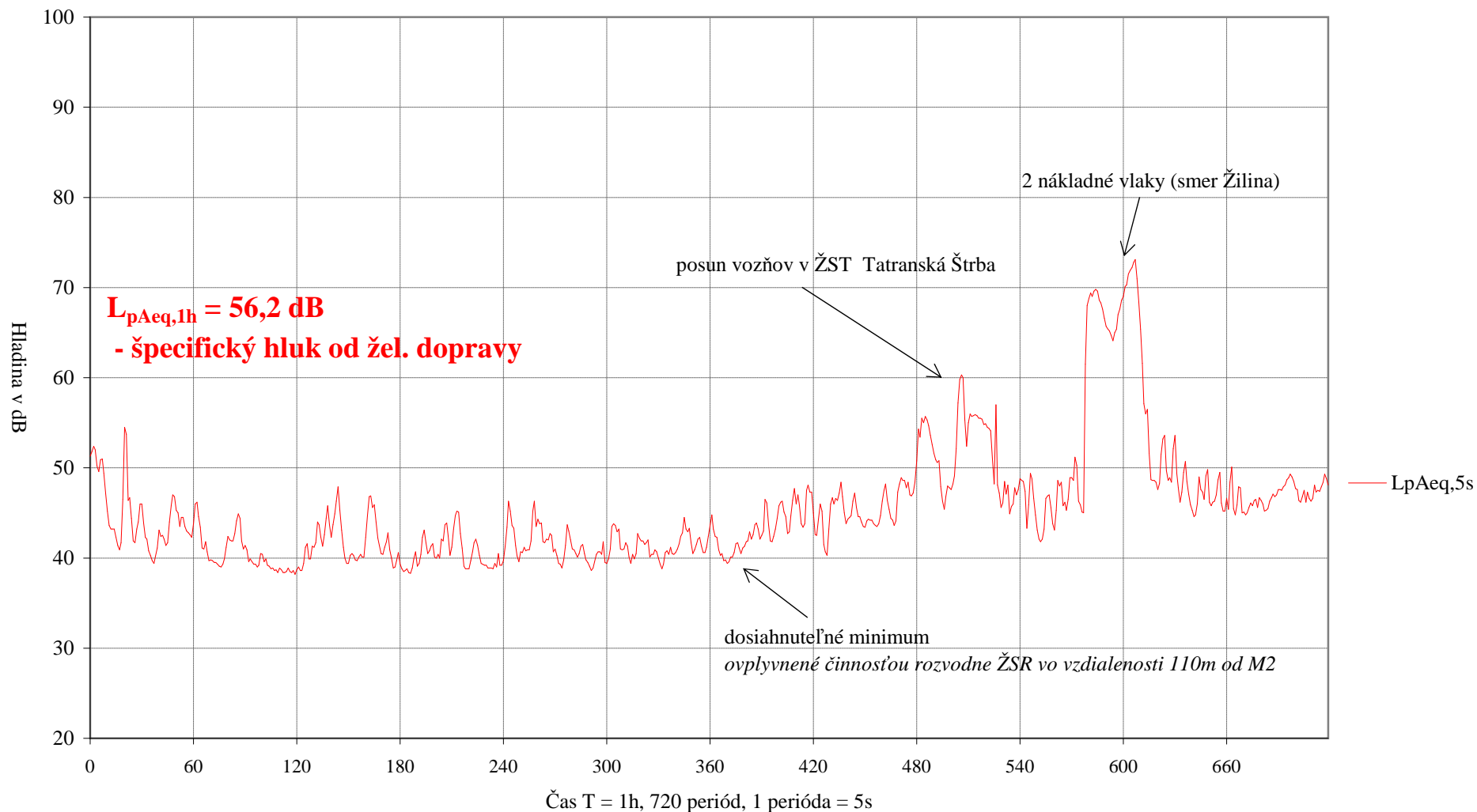
**Obr. 2.2.13** Štrba, časový priebeh ekvivalentných hladín hluku  $L_{pAeq,5s}$  v čase  $T = 1$  hod. od 00:00 hod. do 01:00 hod. dňa 05.04.2007. Merací mikrofón umiestnený na meracom mieste M2 – 2m pred oknom penziónu Kriváň na Partizánskej ulici v T.Štrbe na 3.NP, 60m od železničnej trate č.180 - sžkm 218,2.



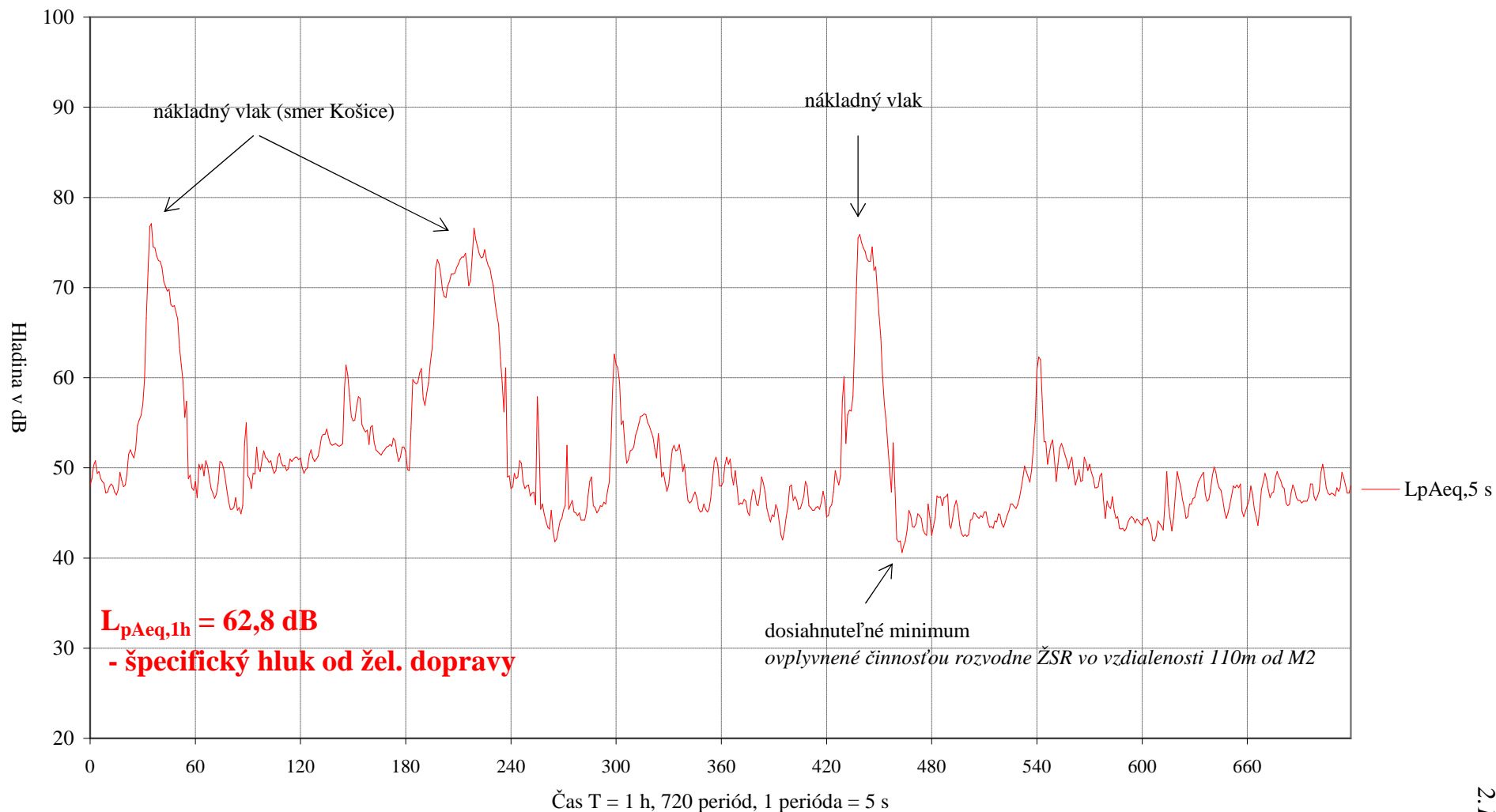
**Obr. 2.2.14** Štrba, časový priebeh ekvivalentných hladín hluku  $L_{pAeq,5s}$  v čase  $T = 1$  hod. od 01:00 hod. do 02:00 hod. dňa 05.04.2007. Merací mikrofón umiestnený na meracom mieste M2 – 2m pred oknom penziónu Kriváň na Partizánskej ulici v T.Štrbe, 60m od železničnej trate č.180 - sžkm 218,2 .



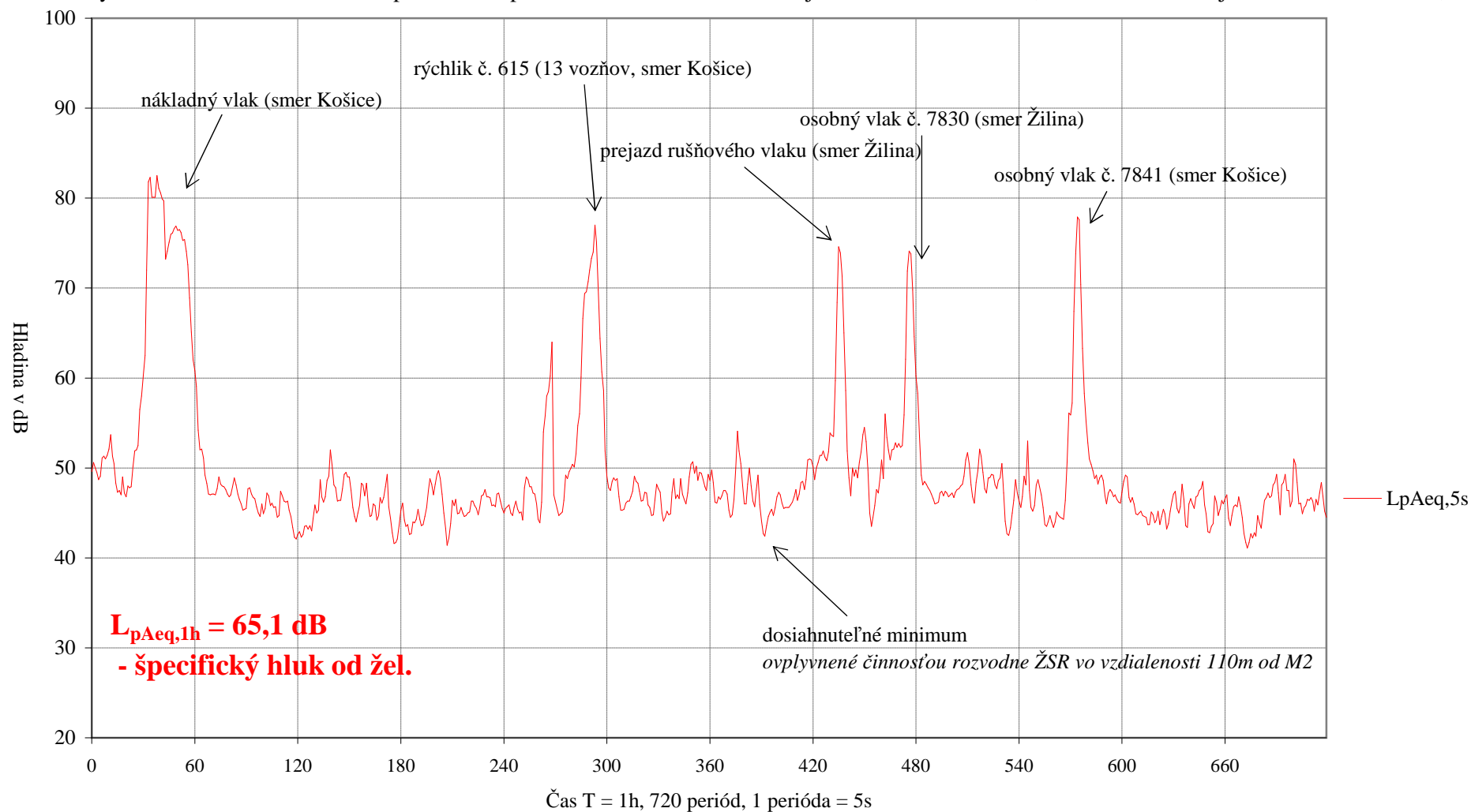
**Obr. 2.2.15** Štrba, časový priebeh ekvivalentných hladín hluku  $L_{pAeq,5s}$  v čase  $T = 1$  hod. od 02:00 hod. do 03:00 hod. dňa 05.04.2007. Merací mikrofón umiestnený na meracom mieste M2 – 2m pred oknom penziónu Kriváň na Partizánskej ulici v T.Štrbe na 3.NP, 60m od železničnej trate č.180 - sžkm 218,2.



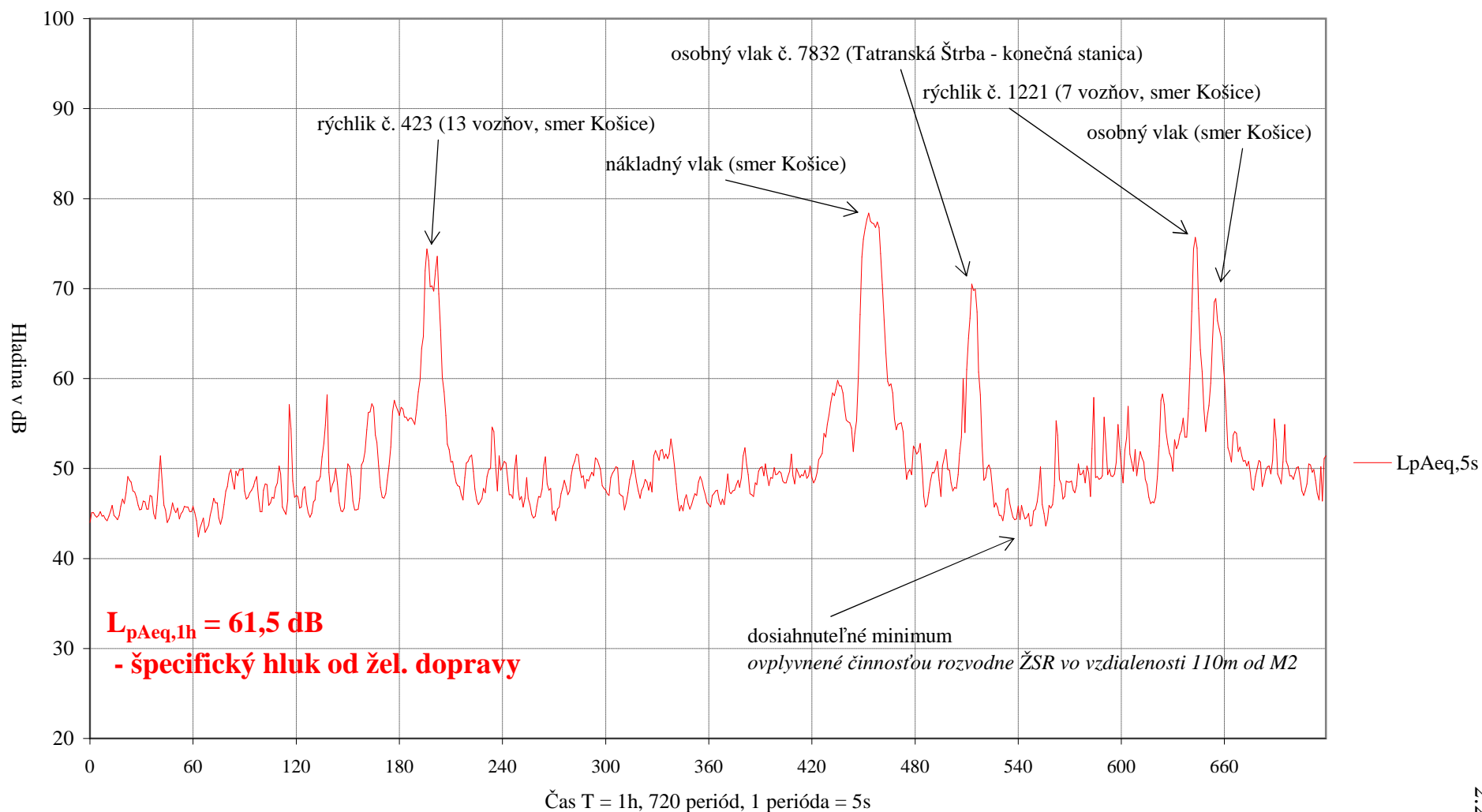
**Obr. 2.2.16** Štrba, časový priebeh ekvivalentných hladín hluku  $L_{pAeq,5s}$  v čase  $T = 1$  hod. od 03:00 hod. do 04:00 hod. dňa 05.04.2007. Merací mikrofón umiestnený na meracom mieste M2 – 2m pred oknom penziónu Kriváň na Partizánskej ulici v T.Štrbe na 3.NP, 60m od železničnej trate č.180 - sžkm 218,2.



**Obr. 2.2.17** Štrba, časový priebeh ekvivalentných hladín hluku  $L_{pAeq,5s}$  v čase  $T = 1$  hod. od 04:00 hod. do 05:00 hod. dňa 05.04.2007. Merací mikrofón umiestnený na meracom mieste M2 – 2m pred oknom penziónu Kriváň na Partizánskej ulici v T.Štrbe na 3.NP, 60m od železničnej trate č.180 - sžkm 218,2 .



**Obr. 2.2.18** Štrba, časový priebeh ekvivalentných hladín hluku  $L_{pAeq,5s}$  v čase  $T = 1$  hod. od 05:00 hod. do 06:00 hod. dňa 05.04.2007. Merací mikrofón umiestnený na meracom mieste M2 – 2m pred oknom penziónu Kriváň na Partizánskej ulici v T.Štrbe na 3.NP, 60m od železničnej trate č.180 - sžkm 218,2.



**Obr. 2.2.19** Štrba, informatívne meranie - frekvenčná tretinooktávová analýza zdroja hluku - rozvodňa ŽSR, vykonaná na meracom mieste M2 – 2m pred oknom penziónu Kriváň na Partizánskej ulici v T.Štrbe na 3.NP vo vzdialenosti 110m od rozvodne, dňa 05.04.2007.

