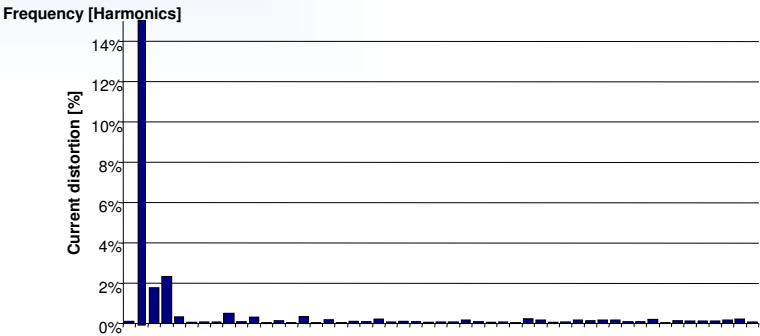
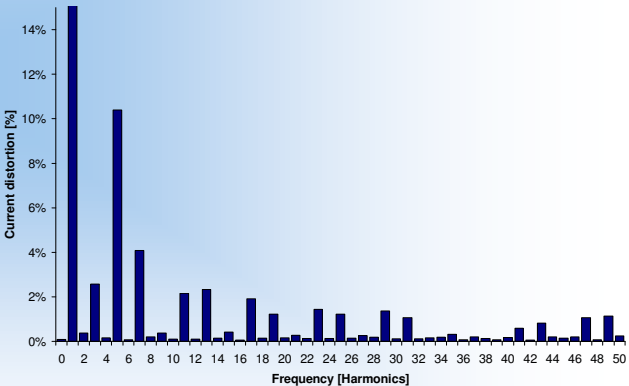
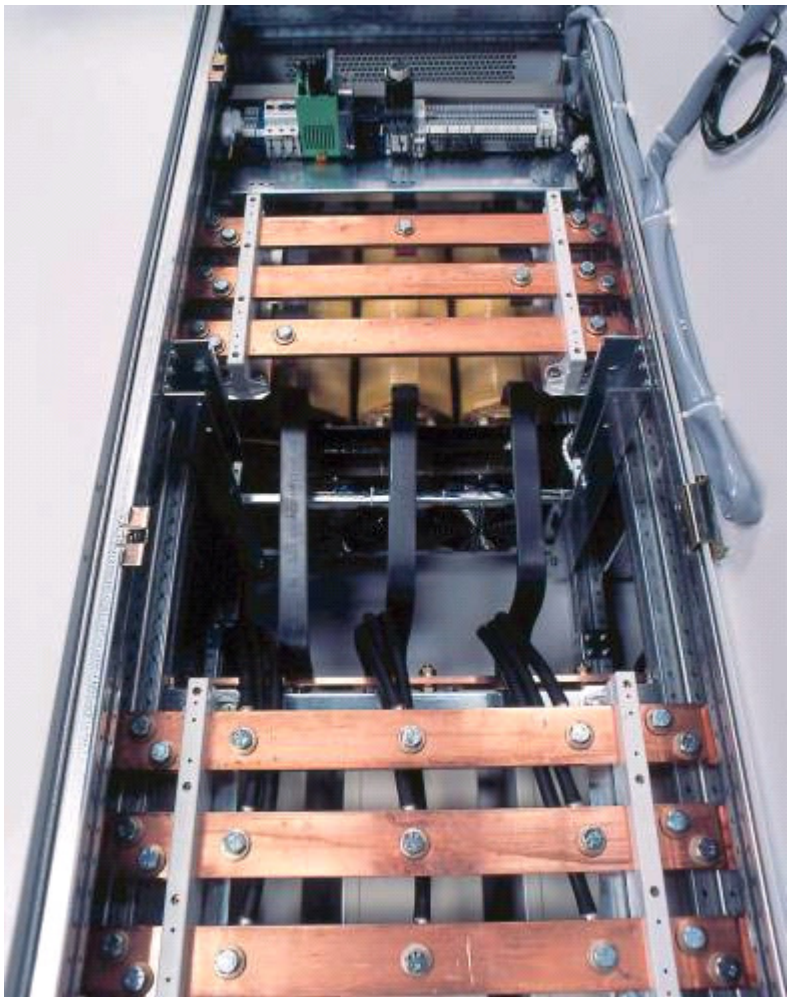


Kvalita elektrickej siete

Vyššie harmonické napätia a prúdy



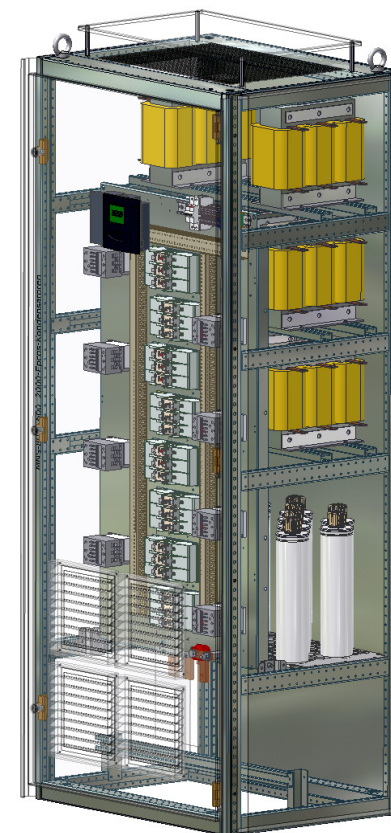
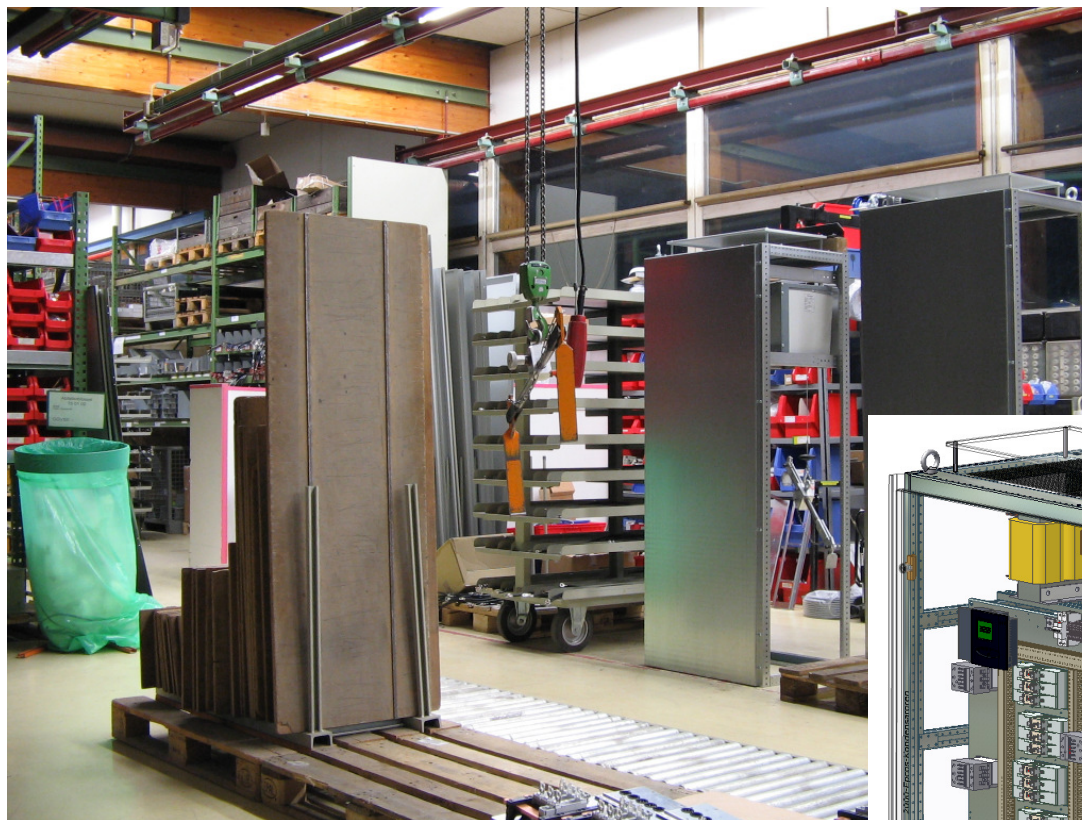
Power Grid, s.r.o.
Peter Gardian

Hviezdoslavova 145/21
SK-017 01 Považská Bystrica

Telefón +421 42 432 2018
Mobil +421 905 214 876

E-Mail
peter.gardian@power-grid.eu

info@power-grid.eu
www.power-grid.eu



- Čo sú vyššie harmonické?
- Ako vznikajú vyššie harmonické?
- Čo spôsobuje vyššie harmonické?
- Čo spôsobujú vyššie harmonické?
- Čo môžeme robiť proti vplyvu vyšších harmonických?
- Na čo treba ešte myslieť?

➤ 1950

DOMINIT-WERKE



➤ 1973

Lepper-Dominit

➤ ...

ASEA Lepper



➤ 1982

ASEA Kondensatoren

➤ 1988

ABB Kondensatoren



➤ 2002

ABB Schaltanlagentechnik

➤ 2005

CONDENSATOR DOMINIT



39 zamestnancov, obrat 2007 10.5 Mio Eur

➤ 2006

POWER GRID



**Kompenzácia
jalového výkonu**

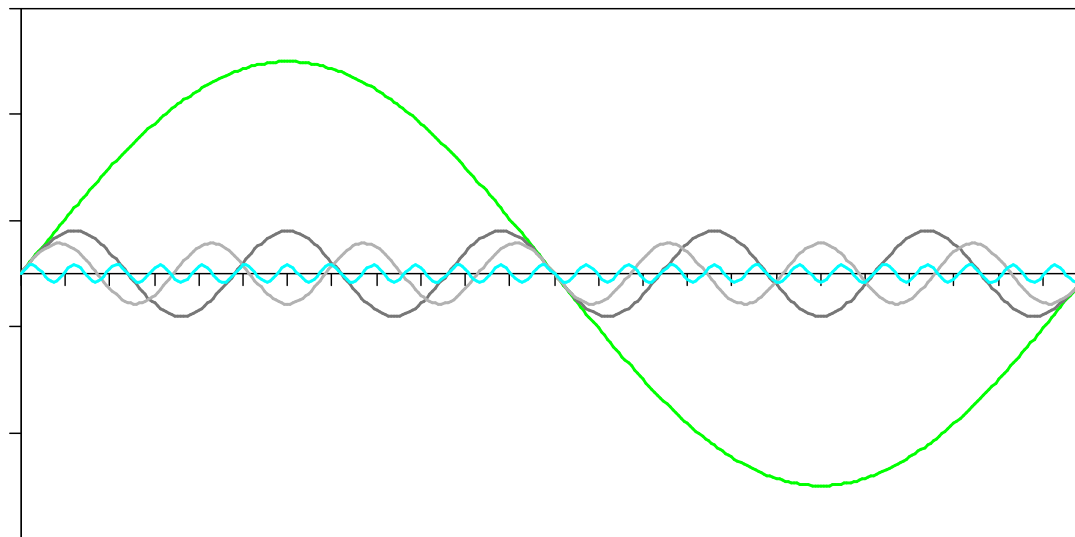


**Zmeny napätia v sieti
(flicker)**



Vyššie harmonické

- Celočíselné násobky základnej frekvencie sa nazývajú vyššie harmonické. Poznáme harmonické napätia a harmonické prúdy.



- Neceločíselné násobky základnej harmonickej sa nazývajú „interharmonické“. Napr. 2.5ta $\Rightarrow$ 125 Hz v 50Hz sieti

- Relatívna váha harmonických k základnej harmonickej

$$\text{THD} = \frac{\sqrt{\sum_{k=2} C_k^2}}{C_1} \quad \left(\triangle ! \text{ vyjadrené v \%} \right)$$

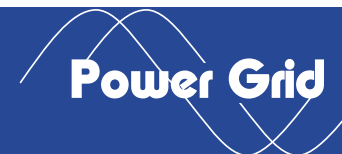
- THD(U): celkové harmonické skreslenie napätia

THD(I): celkové harmonické skreslenie prúdu

Európska norma EN50160 popisuje vlastnosti elektrického napätia v sieťach nízkeho a vysokého napätia. Z vlastností platných pre nízke napätie môžeme vybrať najzaujímavejšie:

- Frekvencia siete (priemerná hodnota meraná počas 10s):
 - 50Hz +/-1% počas 95% jedného týždňa
 - 50Hz + 4% / -6% počas 100% jedného týždňa
- Výška napätia v trojvodičovej sústave $U_n=400V$ medzi fázovými vodičmi, v štvorvodičovej sústave $U_n=230V$ medzi fázovými vodičmi a neutrálnym vodičom
- Pomalé zmeny napätia - počas 95% času 10 minútového intervalu $U=U_n \pm 10\%$
- Rýchle zmeny napätia – Δu od 5 do 10% niekoľkokrát krátkodobo počas dňa (ak je zmena viac ako -10%, jedná sa o "pokles napätia")
- Poklesy napätia $\Delta u > 40\%$ pre $t < 1s$, 10- až 1000-krát cez rok, niekedy môžu byť aj dlhšie a častejšie
- Harmonické napätia v zmysle tejto normy sú chápané od druhej harmonickej (100 Hz) do päťdesiatej harmonickej (2500 Hz). Jednotlivé harmonické musia počas 95% času 10 minútového intervalu spĺňať limity pre každú jednotlivú harmonickú uvedenú v norme. Rovnako celkové harmonické skreslenie napätia THDU musí byť počas tohoto intervalu < 8%
- Interharmonické napätia (neceločíselné násobky základnej harmonickej) nie sú v tejto norme špecifikované
- Krátkodobé prerušenia - 70% všetkých prerušení musí byť menej ako 1 s, pričom celkový počet prerušení je od 10 do 500 za rok a maximálna dĺžka prerušenia môže byť 3 minúty
- Ak je prerušenie dlhšie ako 3 minúty, jedná sa o dlhodobé prerušenie – toto sa môže vyskytovať 10- (štatisticky sledovaná hodnota) až 50-krát za rok

IEC 61000-2-4: prípustné úrovne vyšších harmonických

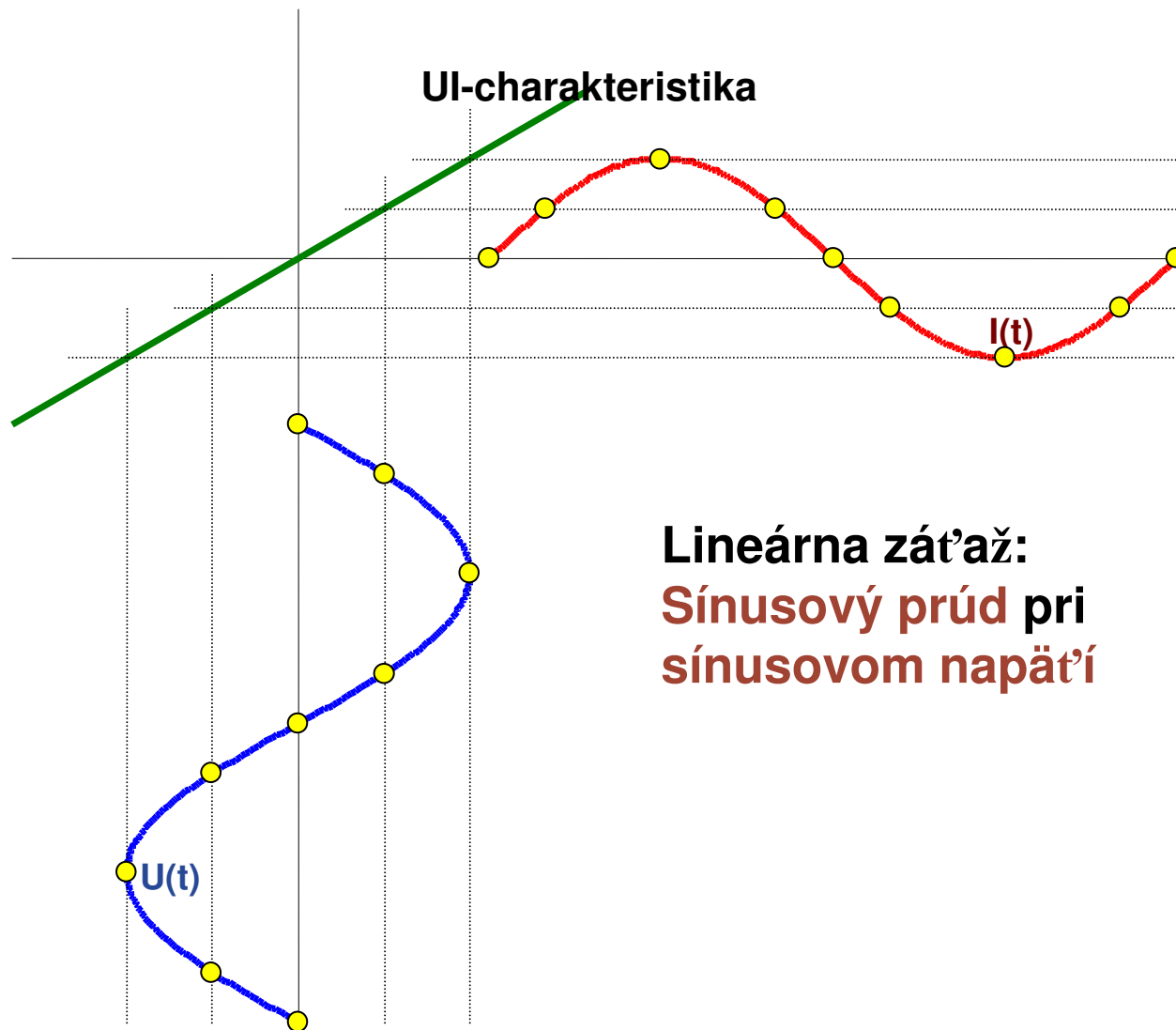


IEC 1000-2-2 Verträglichkeitspegel für öffentliche NS Netze IEC 1000-2-4 Verträglichkeitspegel für industrielle Netze				IEC 1000-2-2 Verträglichkeitspegel für öffentliche NS Netze IEC 1000-2-4 Verträglichkeitspegel für industrielle Netze			
n	Klasse1	Klasse2	Klasse3	n	Klasse1	Klasse2	Klasse3
1				26	0,20	0,20	1,00
2	2,00	2,00	3,00	27	0,20	0,20	1,00
3	5,00	5,00	6,00	28	0,20	0,20	1,00
4	1,00	1,00	1,50	29	0,63	0,63	3,08
5	3,00	6,00	8,00	30	0,20	0,20	1,00
6	0,50	0,50	1,00	31	0,60	0,60	2,98
7	3,00	5,00	7,00	32	0,20	0,20	1,00
8	0,50	0,50	1,00	33	0,20	0,20	1,00
9	1,50	1,50	2,50	34	0,20	0,20	1,00
10	0,50	0,50	1,00	35	0,56	0,56	2,80
11	3,00	3,50	5,00	36	0,20	0,20	1,00
12	0,20	0,20	1,00	37	0,54	0,54	2,73
13	3,00	3,00	4,50	38	0,20	0,20	1,00
14	0,20	0,20	1,00	39	0,20	0,20	1,00
15	0,30	0,30	2,00	40	0,20	0,20	1,00
16	0,20	0,20	1,00	41	0,50	0,50	2,59
17	2,00	2,00	4,00	42	0,20	0,20	1,00
18	0,20	0,20	1,00	43	0,49	0,49	2,53
19	1,50	1,50	4,00	44	0,20	0,20	1,00
20	0,20	0,20	1,00	45	0,20	0,20	1,00
21	0,20	0,20	1,75	46	0,20	0,20	1,00
22	0,20	0,20	1,00	47	0,46	0,46	2,42
23	1,50	1,50	3,50	48	0,20	0,20	1,00
24	0,20	0,20	1,00	49	0,45	0,45	2,37
25	1,50	1,50	3,50	50	0,20	0,20	1,00

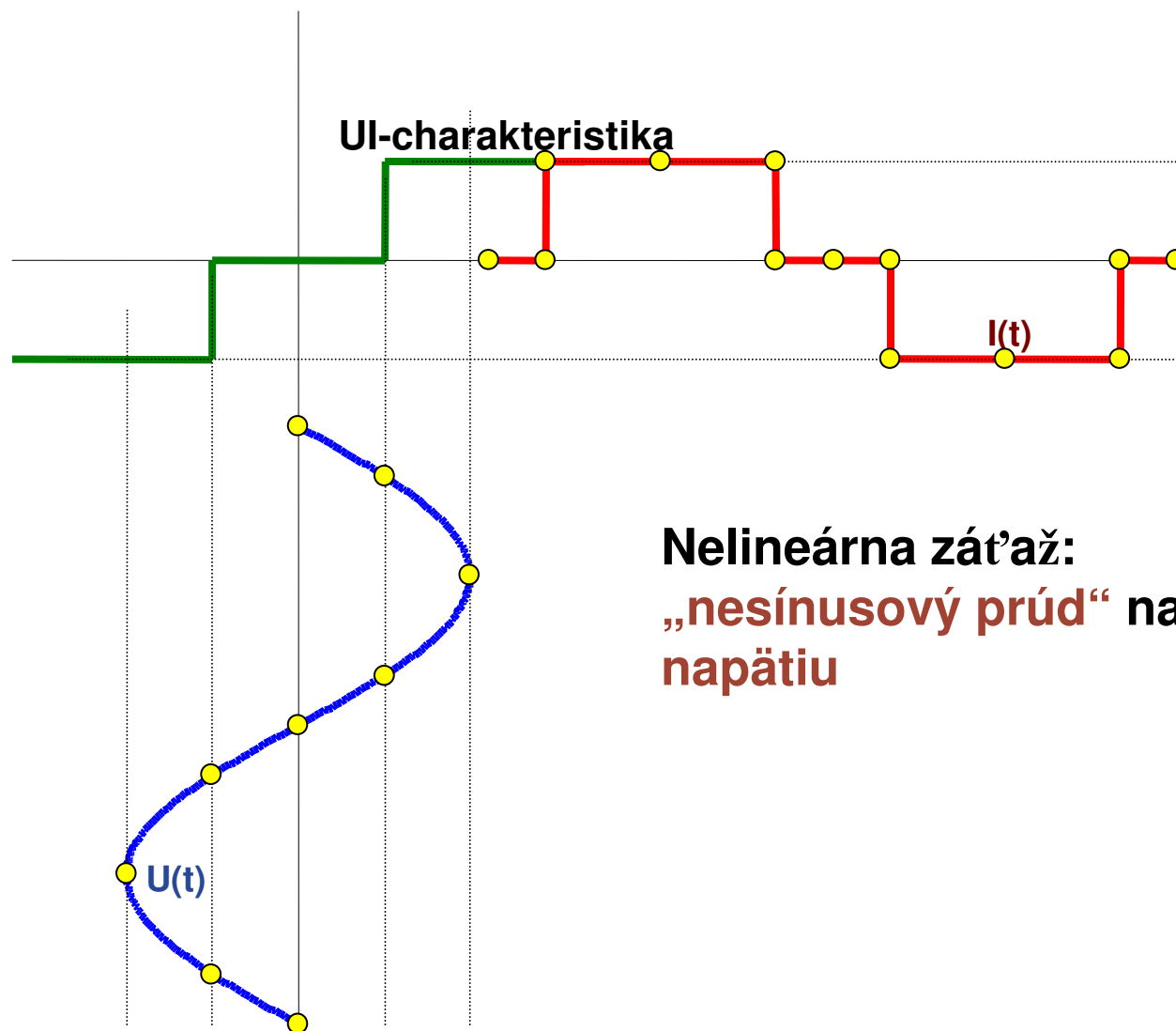
Trieda 3 pre priemyselné siete s výkonnými frekvenčnými meničmi

Trieda 2 pre štandardné siete a verejné energetické siete

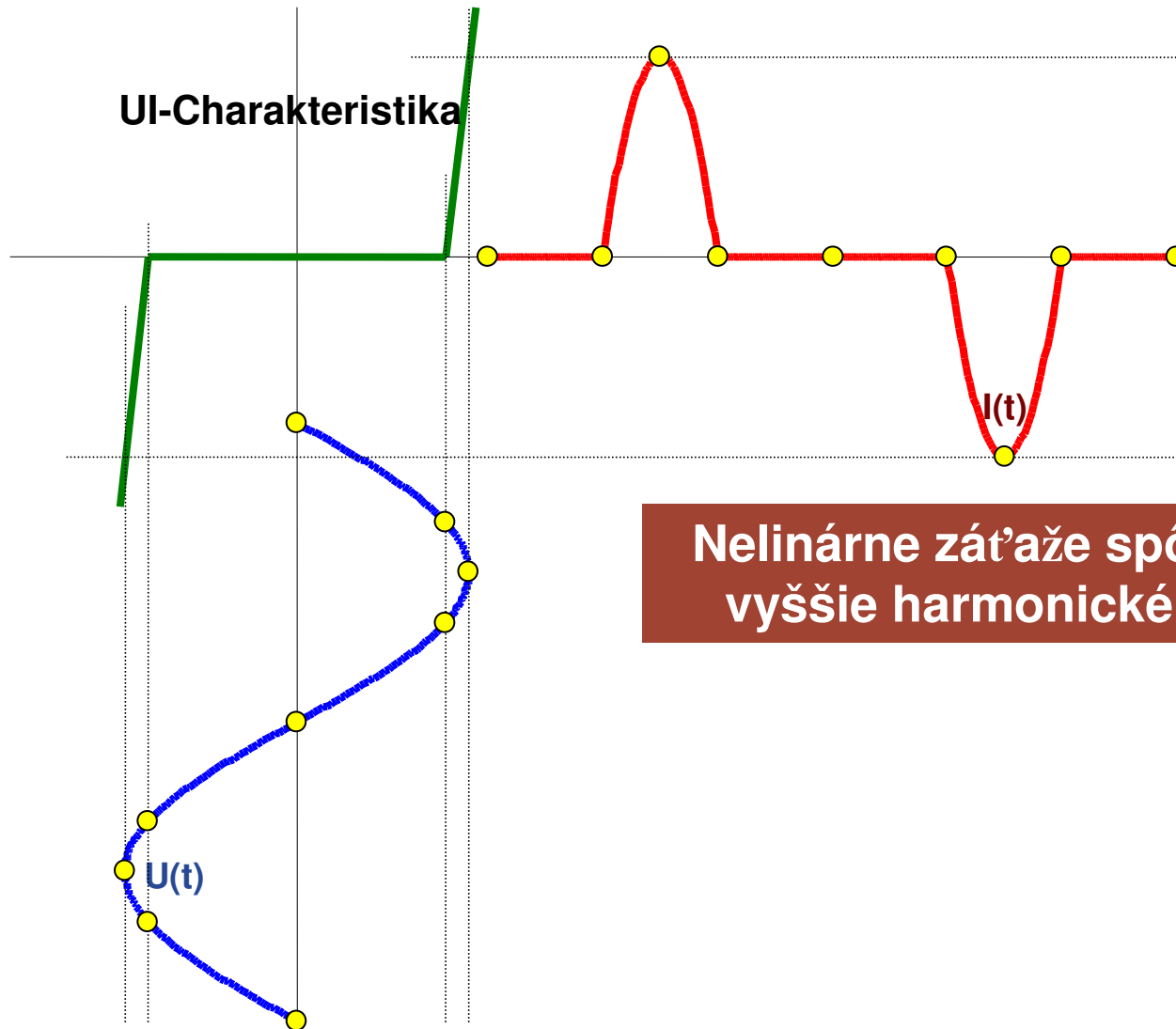
Trieda 1 pre citlivé prostredia (výpočtové strediská, nemocnice, ...)



Lineárna záťaž:
Sínusový prúd pri
sínusovom napätí



Nelineárna záťaž:
„nesínusový prúd“ napriek sínusovému
napätiu



Nelinárne záťaže spôsobujú
vyššie harmonické prúdy

Ktorá záťaž je lineárna, ktorá nie je lineárna?

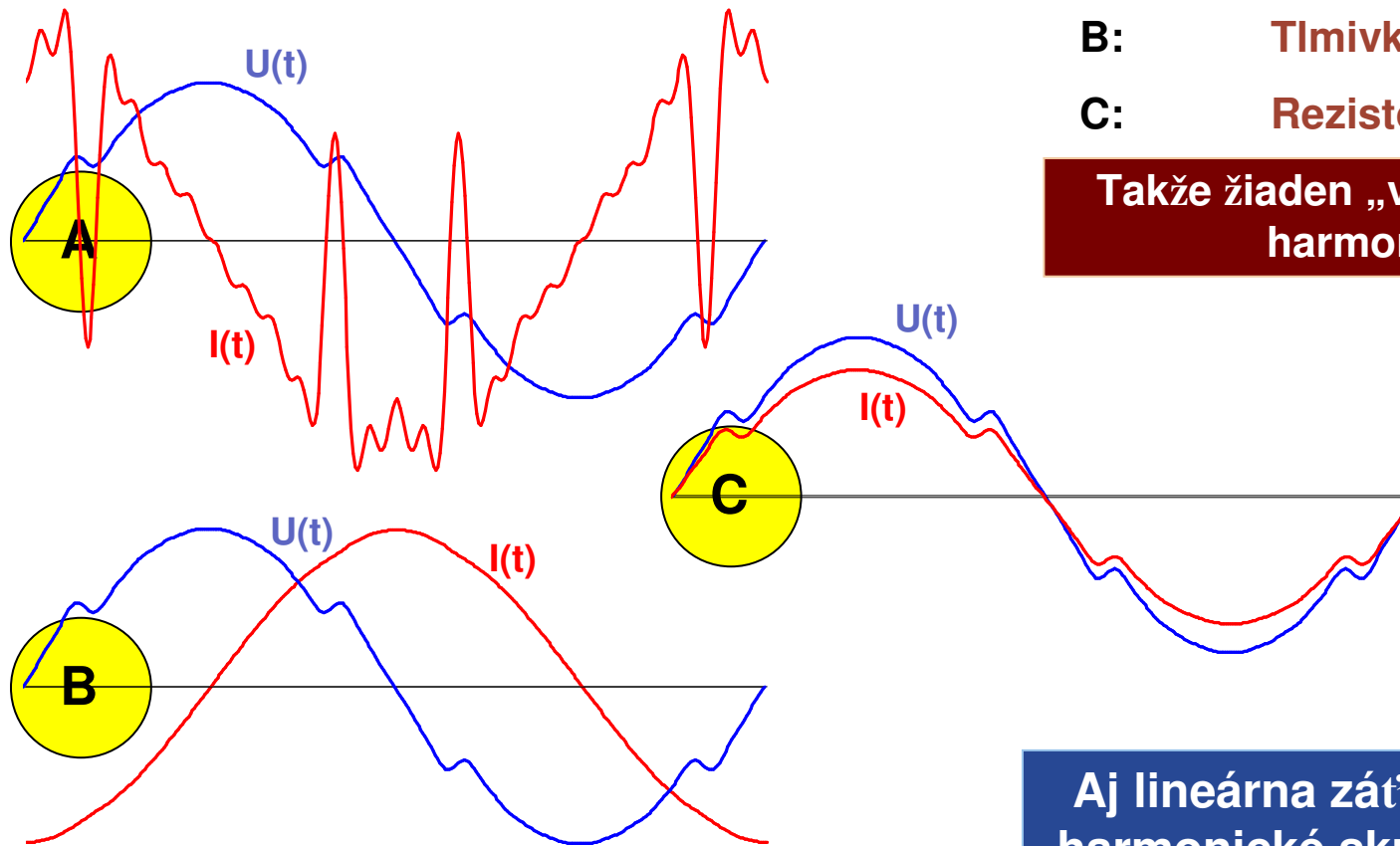
Všetky 3 sú lineárne záťaže:

A: Kondenzátor

B: Tlmivka

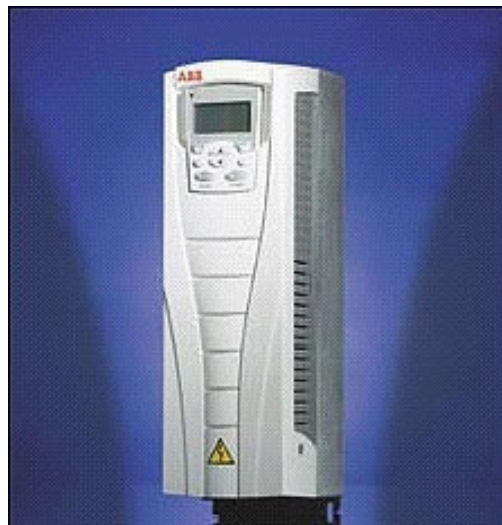
C: Rezistor

Takže žiaden „výrobca“ vyšších harmonických!

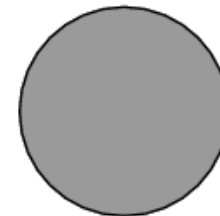


Aj lineárna záťaž spôsobuje harmonické skreslenie prúdu pri skreslenom napätí!

Zdroje vyšších harmonických

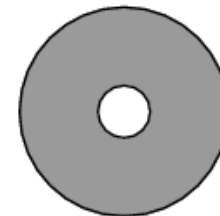


- Zvýšenie tepelných strát
($\sim R \cdot I_{\text{ef}}^2 = R \cdot I_1^2 + R \cdot \sum I_h^2$)
- Vypínanie ochrán a vybavovanie poistiek
 - Zvýšenie efektívnej hodnoty
 - Zvýšenie špičkovej hodnoty
- Problémy s motormi
 - Dodatočné straty vo vinutiach (nárast efektívnej hodnoty a skin efekt)
 - Chvenie motora (negatívna sekvencia fáz vyšších harmonických)



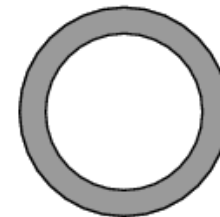
Cross-sectional area of a round conductor available for conducting DC current

"DC resistance"



Cross-sectional area of the same conductor available for conducting low-frequency AC

"AC resistance"

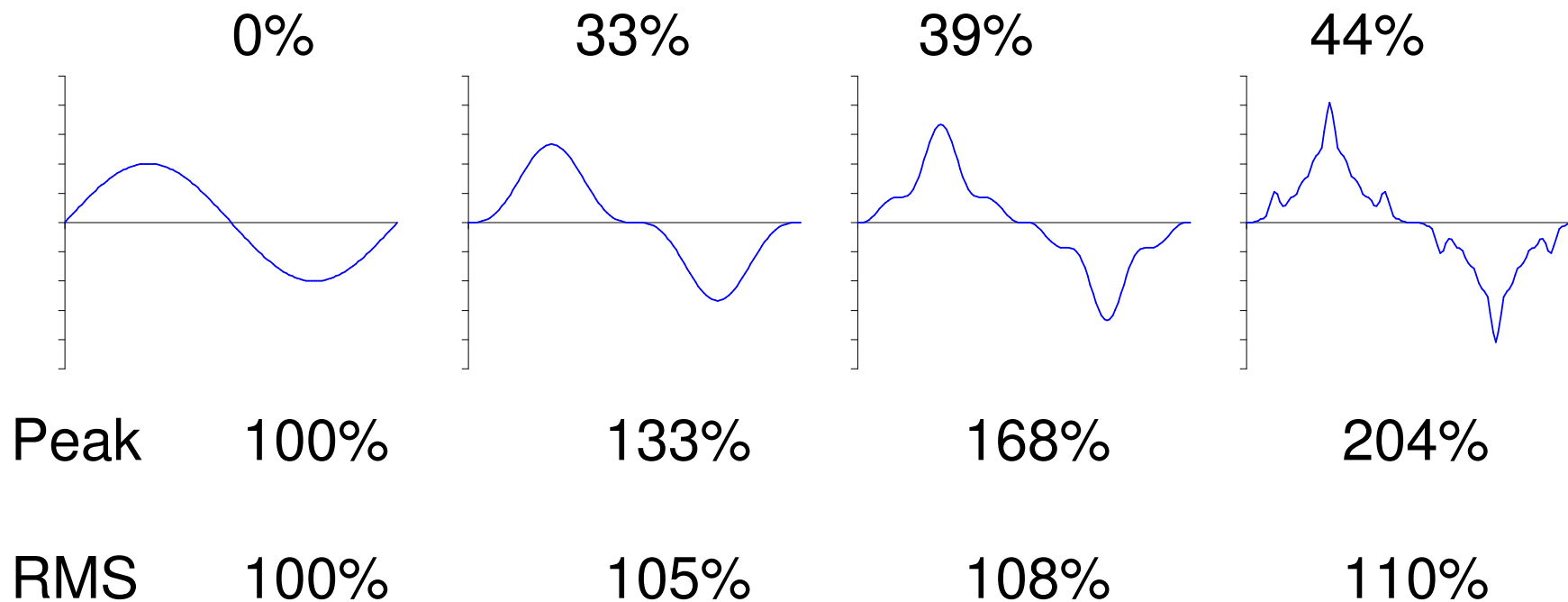


Cross-sectional area of the same conductor available for conducting high-frequency AC

"AC resistance"



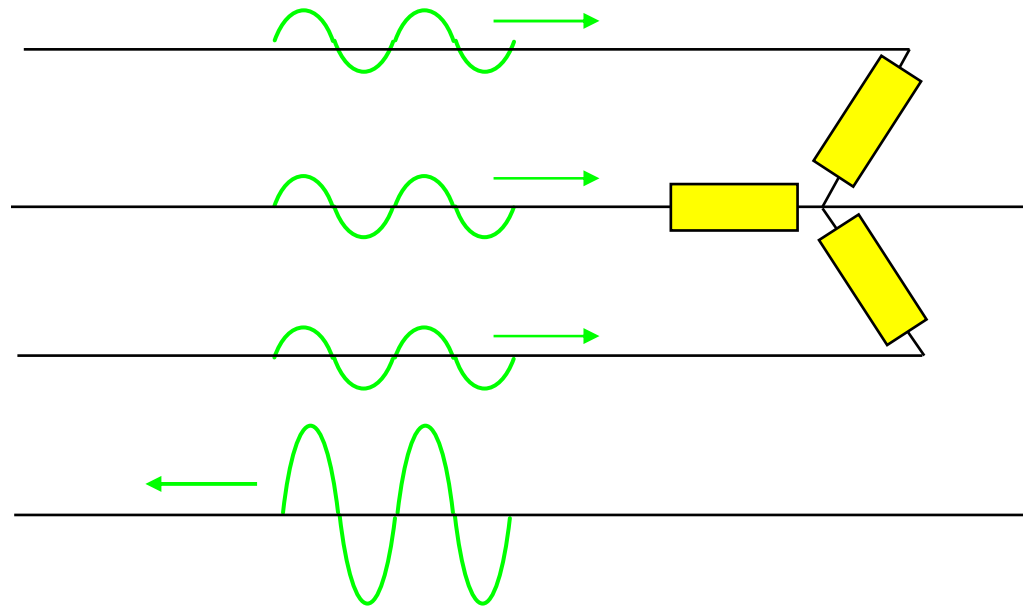
THD



→ zvýšenie špičkovej hodnoty

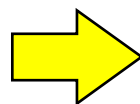
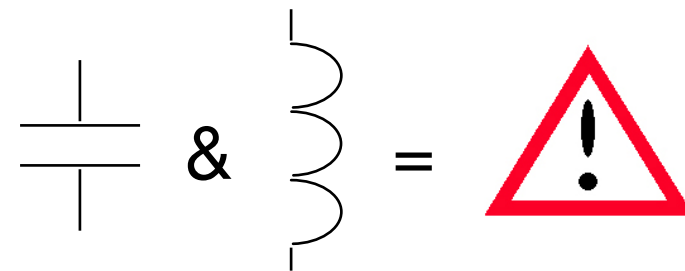
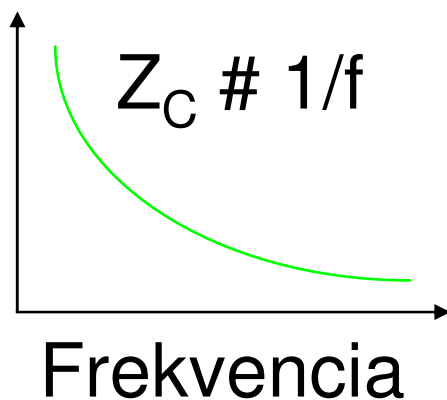
→ Zvýšenie RMS (efektívnej) hodnoty

- Nárast prúdu neutrálnym vodičom
 - Násobky tretej harmonickej



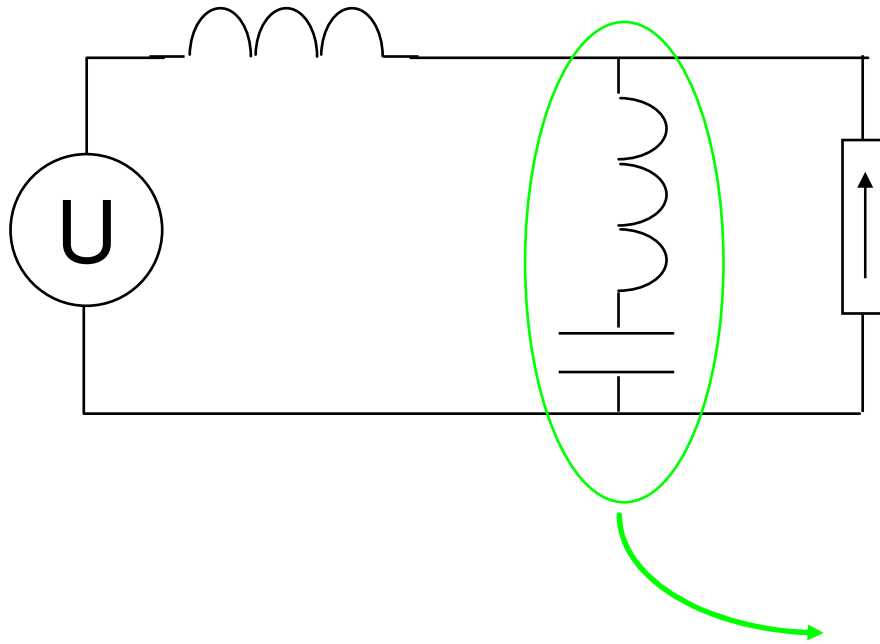
■ Problémy s kompenzačnými kondenzátormi

- Znižovania impedancie s frekvenciou
- Rezonančné problémy



Peret'áženie kondenzátora

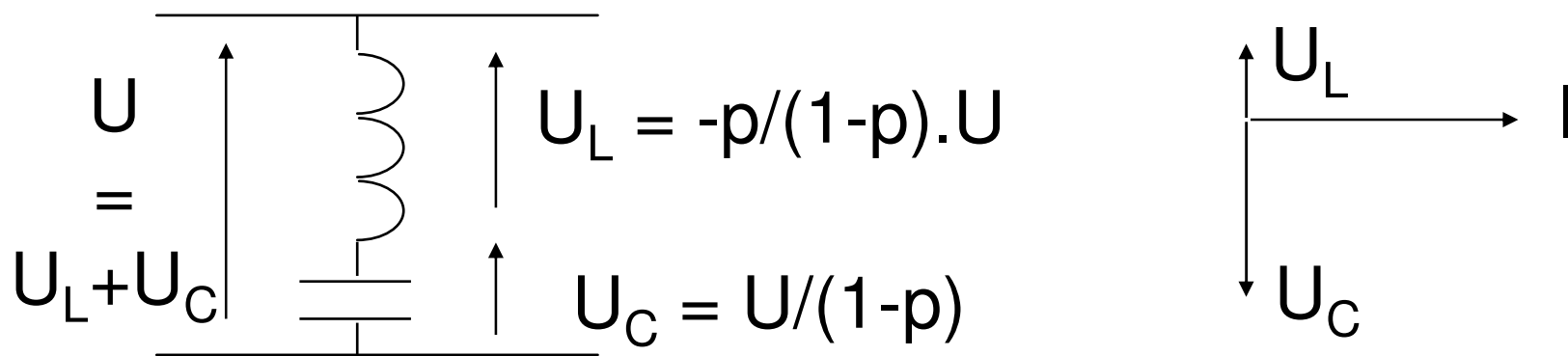




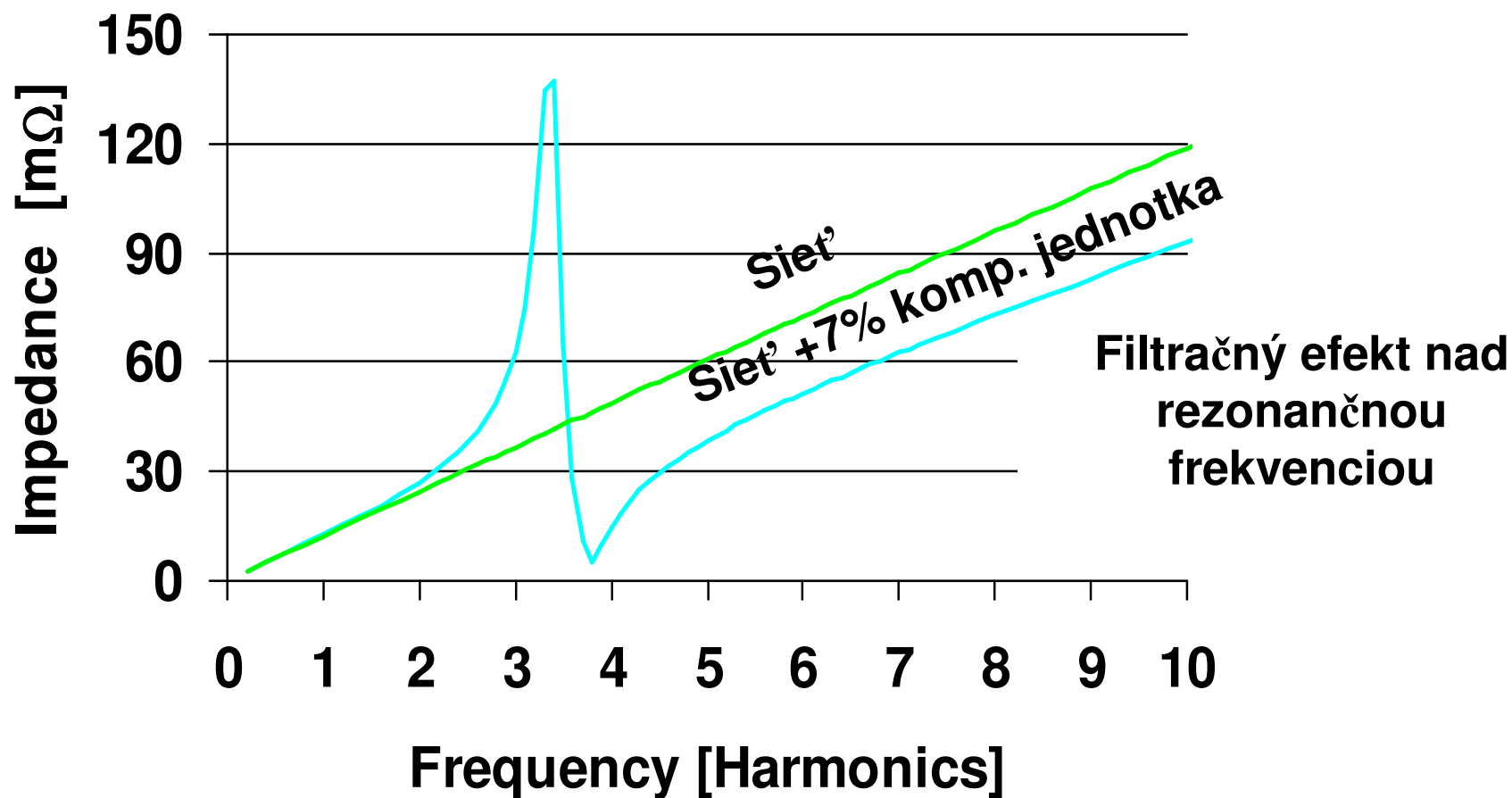
- Hodnota tlmivky (p) vyjadrená v %
 $Z_L(50\text{Hz}) = p \cdot Z_C(50\text{Hz})$

Naladenie obvodu
výberom správneho
kondenzátora a tlmivky

- Dôsledok: nárast napätia na kondenzátore



+ Harmonické napätia ...



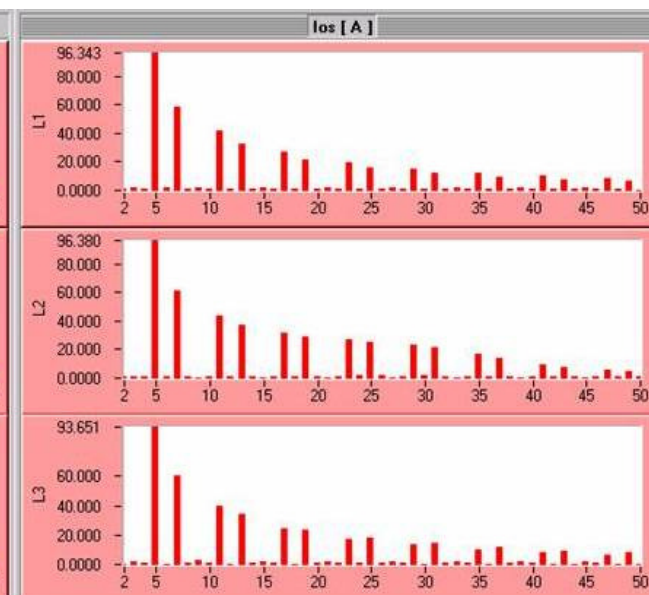
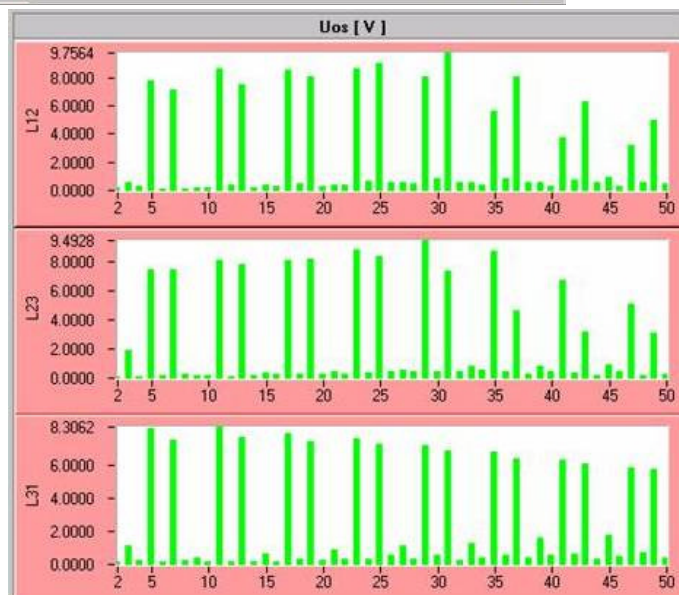
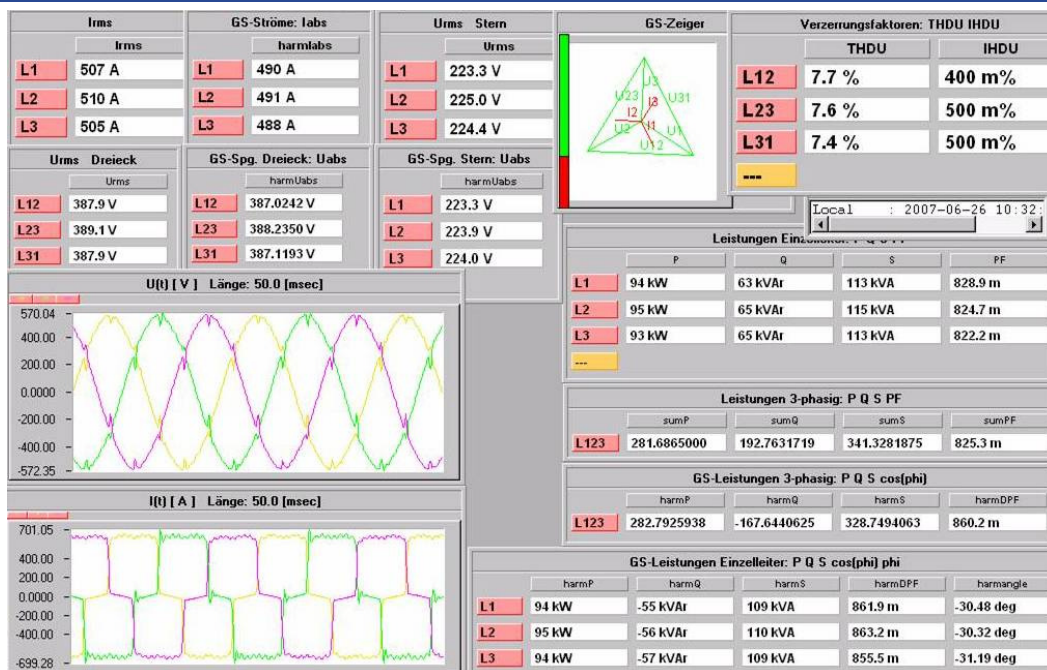
Typické hodnoty ochranných tlmiviek

- Príklad: 7% tlmivka :
naladená na 189 Hz
 → pre **systemy s dominantnou 5-tou harmonickou**
- Príklad: 14% tlmivka :
naladená na 134 Hz
 → pre **systemy s dominantnou 3-tou harmonickou**
- Dalšie bežné hodnoty tlmiviek: **5.67%, 6%, 12.5%**
- Tlmivka v chránenej jednotke je kvôli ochrane kompenzačných kondenzátorov a nie kvôli filtrovaniu vyšších harmonických zo siete
- Tepelné straty chránenej kompenzácie s 7% tlmivkou sú ~ 5.14W/kvar



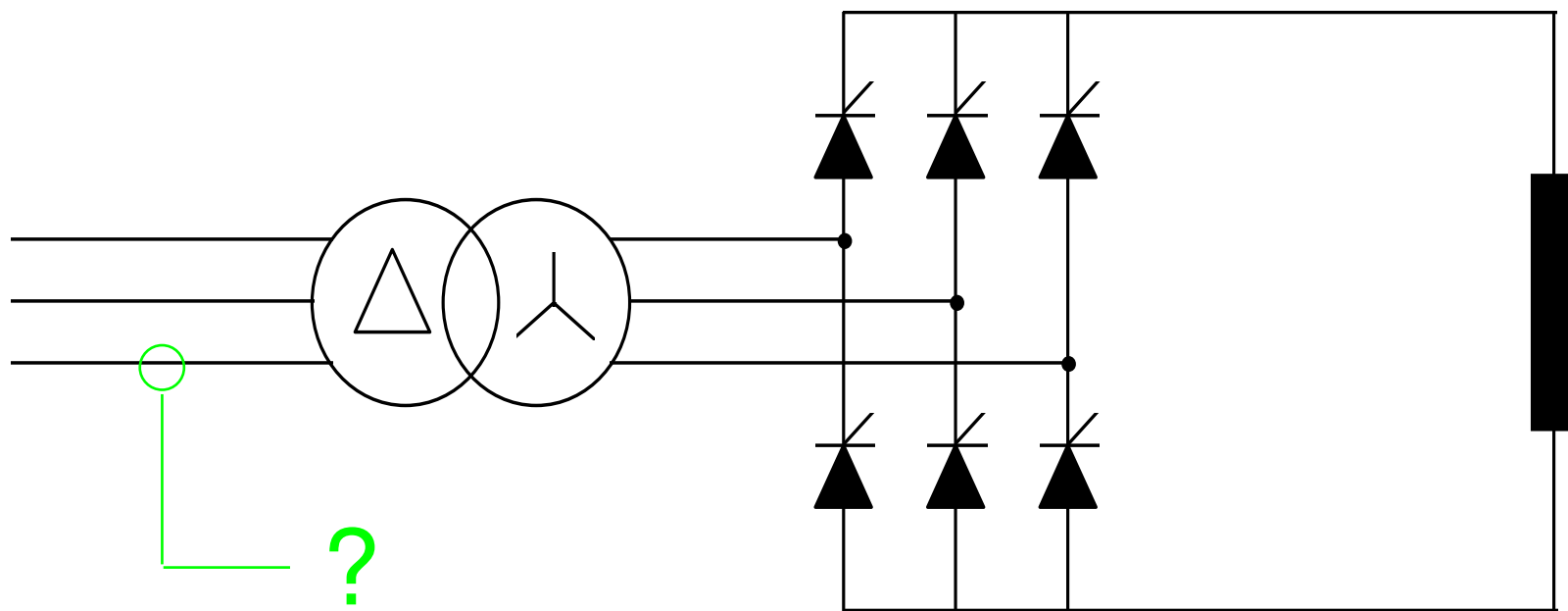
THD-U [%]	Opatření
< 2	Kondenzátory na jmenovité napětí bez problémů
$\geq 2 < 3,5$	Kondenzátory na vyšší jmenovité napětí (pro 400 V síť $U_N = 440$ V)
$\geq 3,5 < 5$	Zatlumené provedení, hrazení pod dominantní frekvenci (např. 189 Hz)
≥ 5	Ostrý filtr na dominantní frekvenci (např. 5., 7., 11. harmonická)

Analýza elektrickej siete

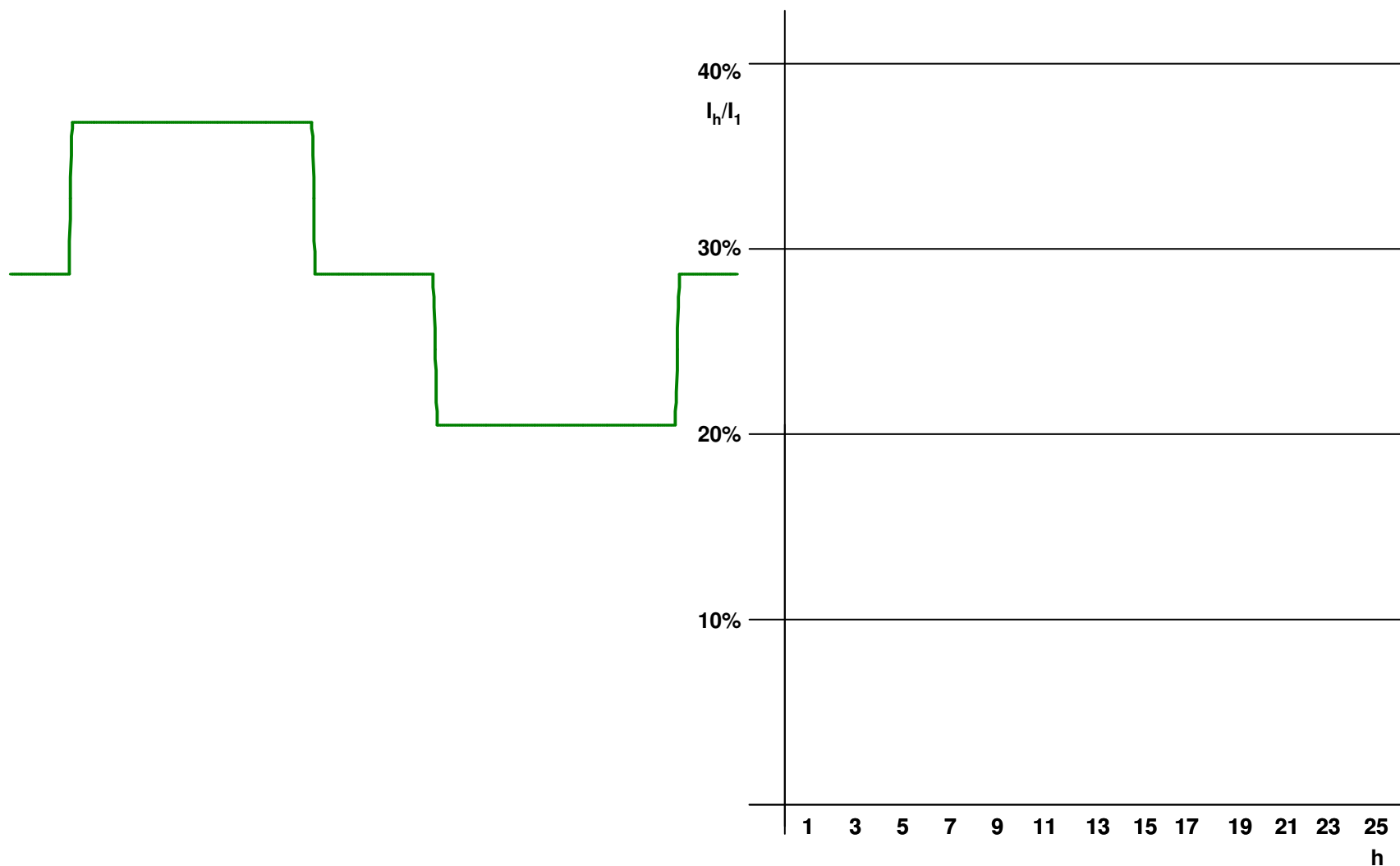




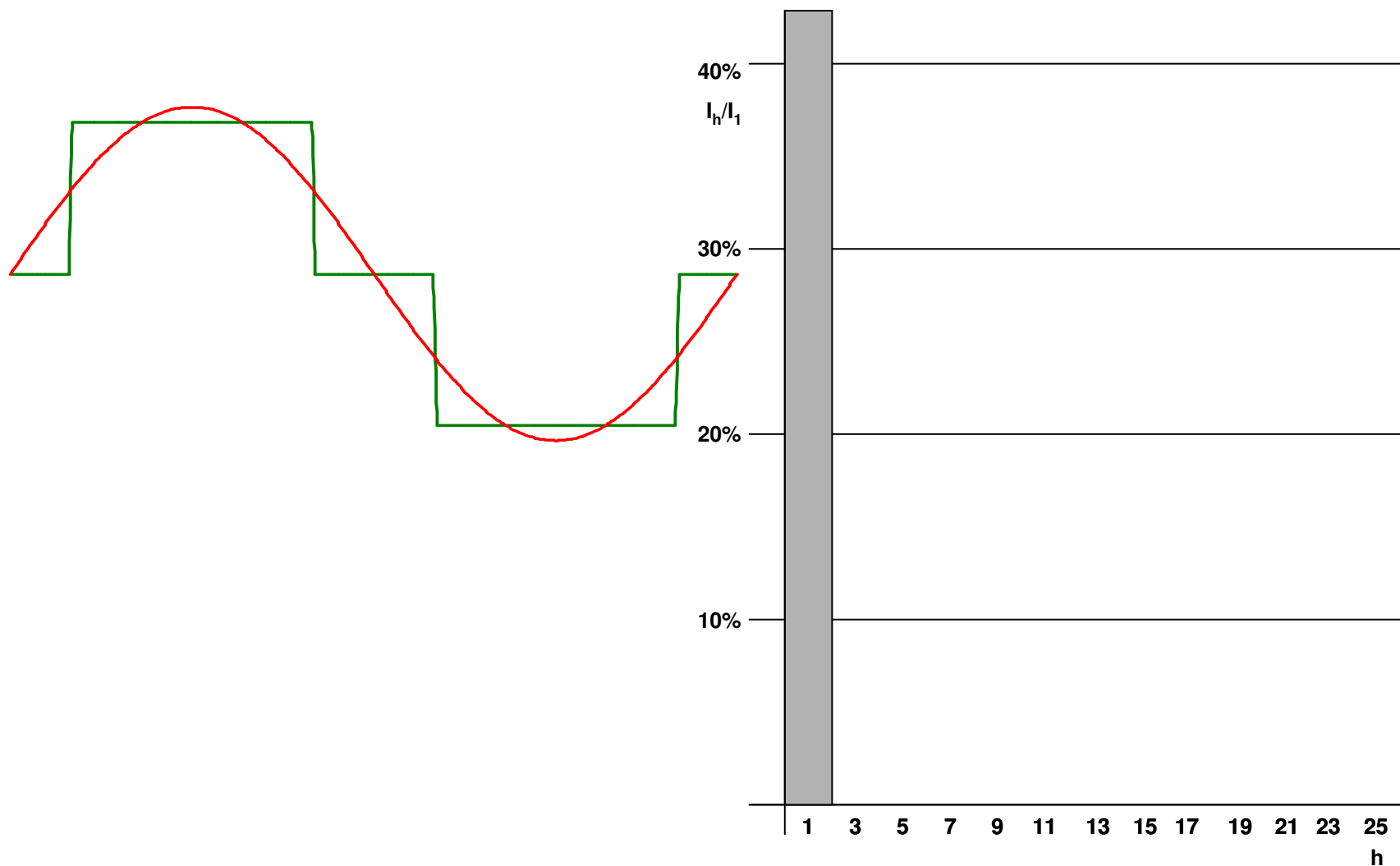
Aký prúd tečie vodičom?



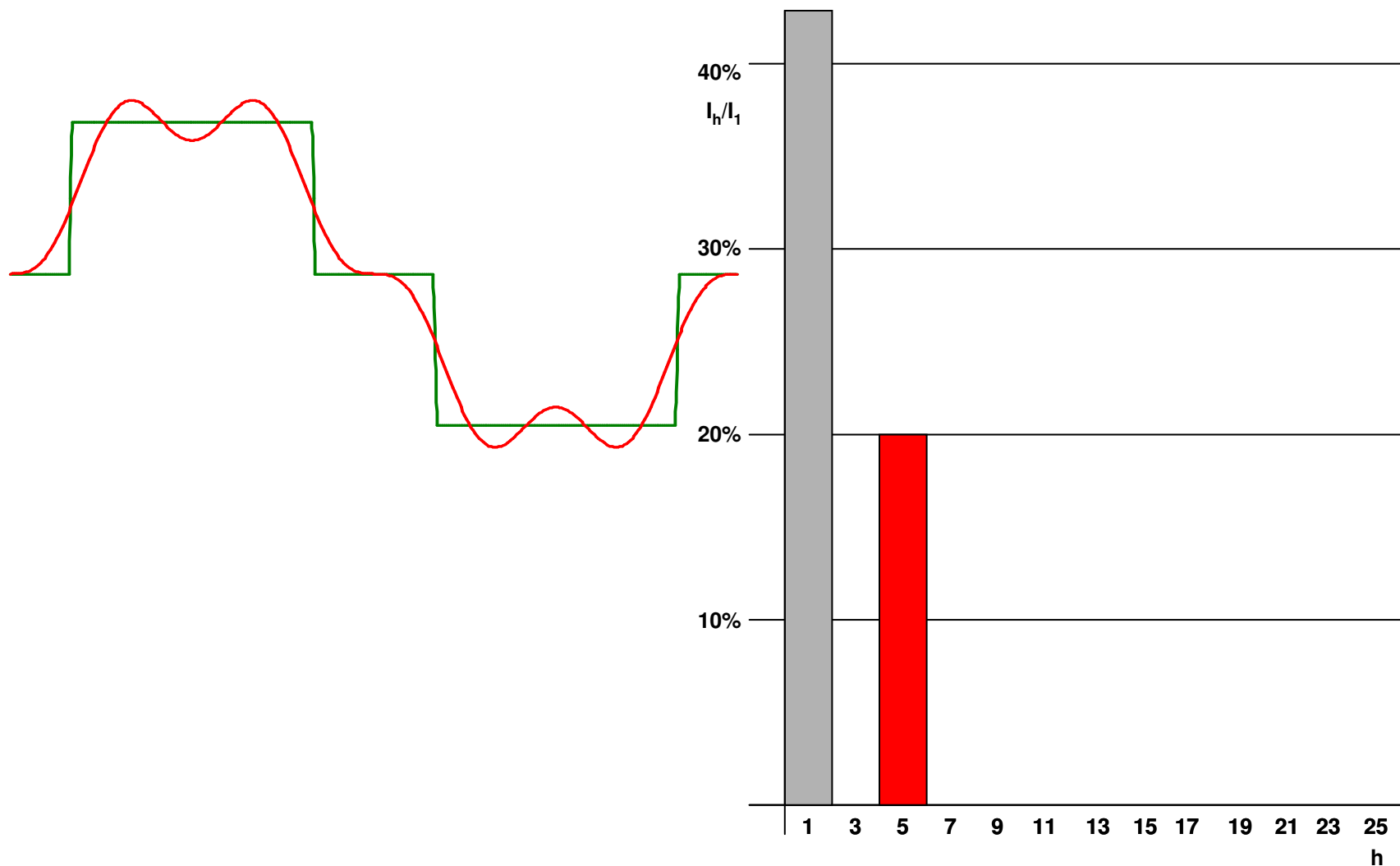
Spektrum vyšších harmonických DC-usmerňovač (model)



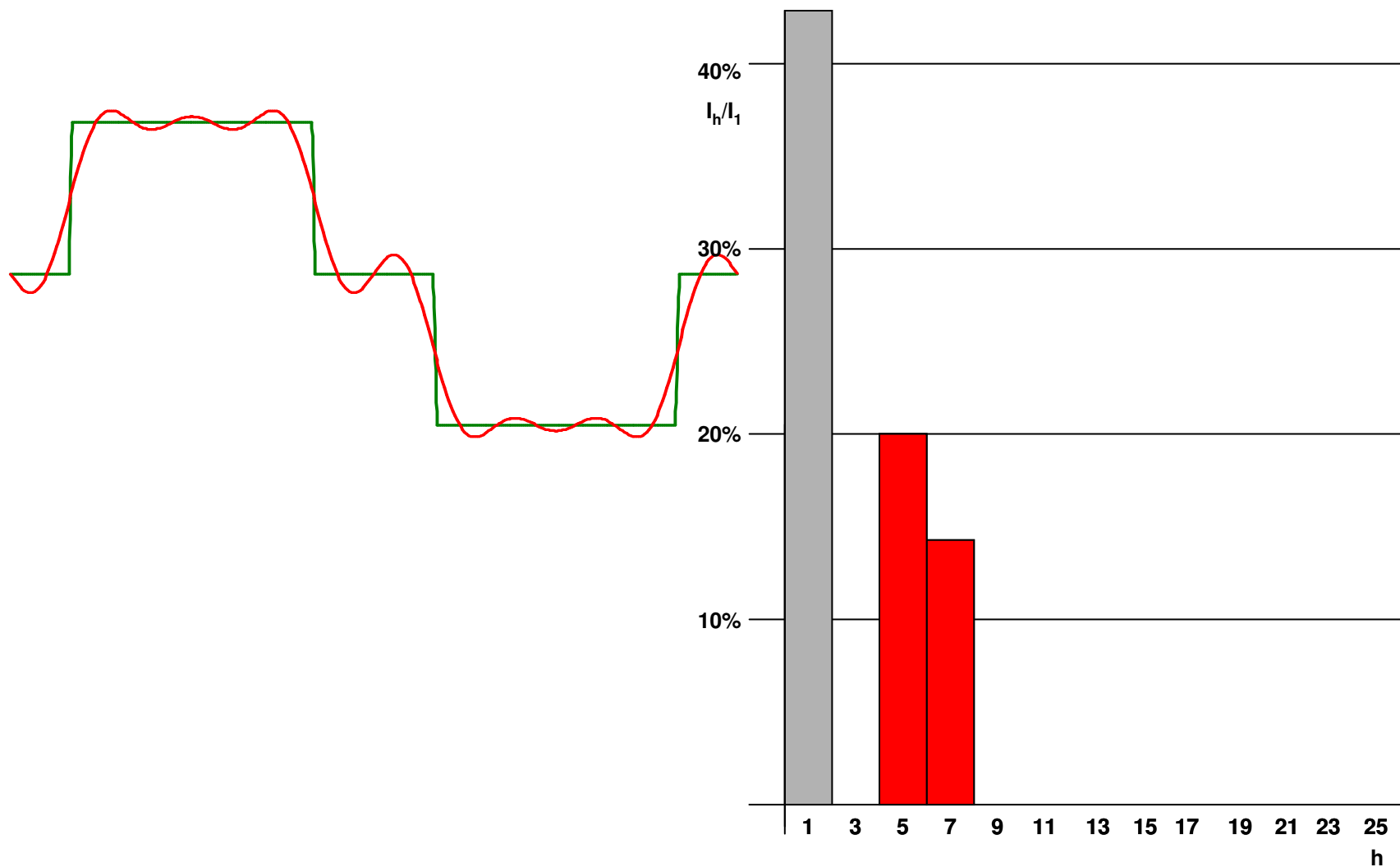
Spektrum vyšších harmonických DC-usmerňovač (model)



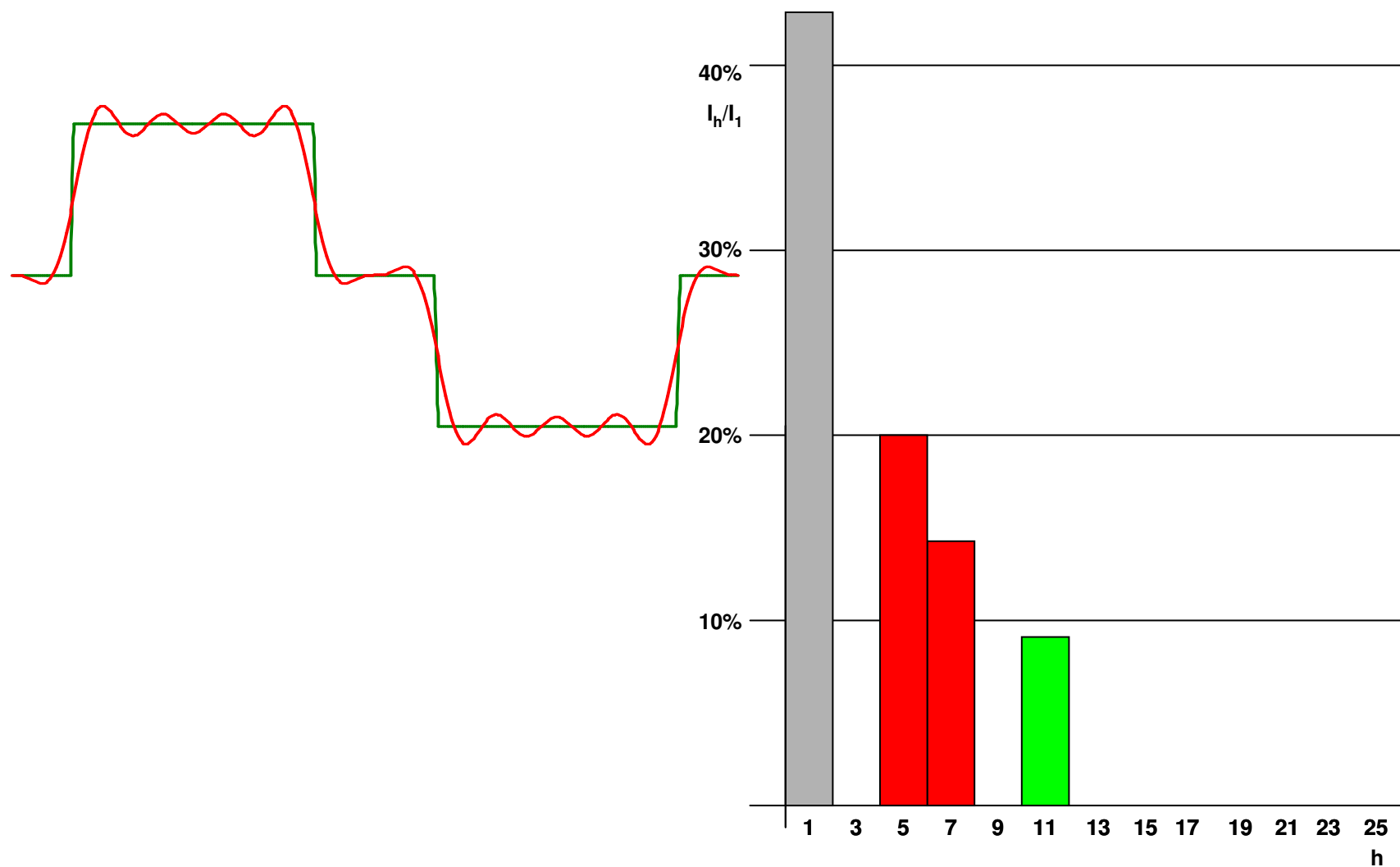
Spektrum vyšších harmonických DC-usmerňovač (model)



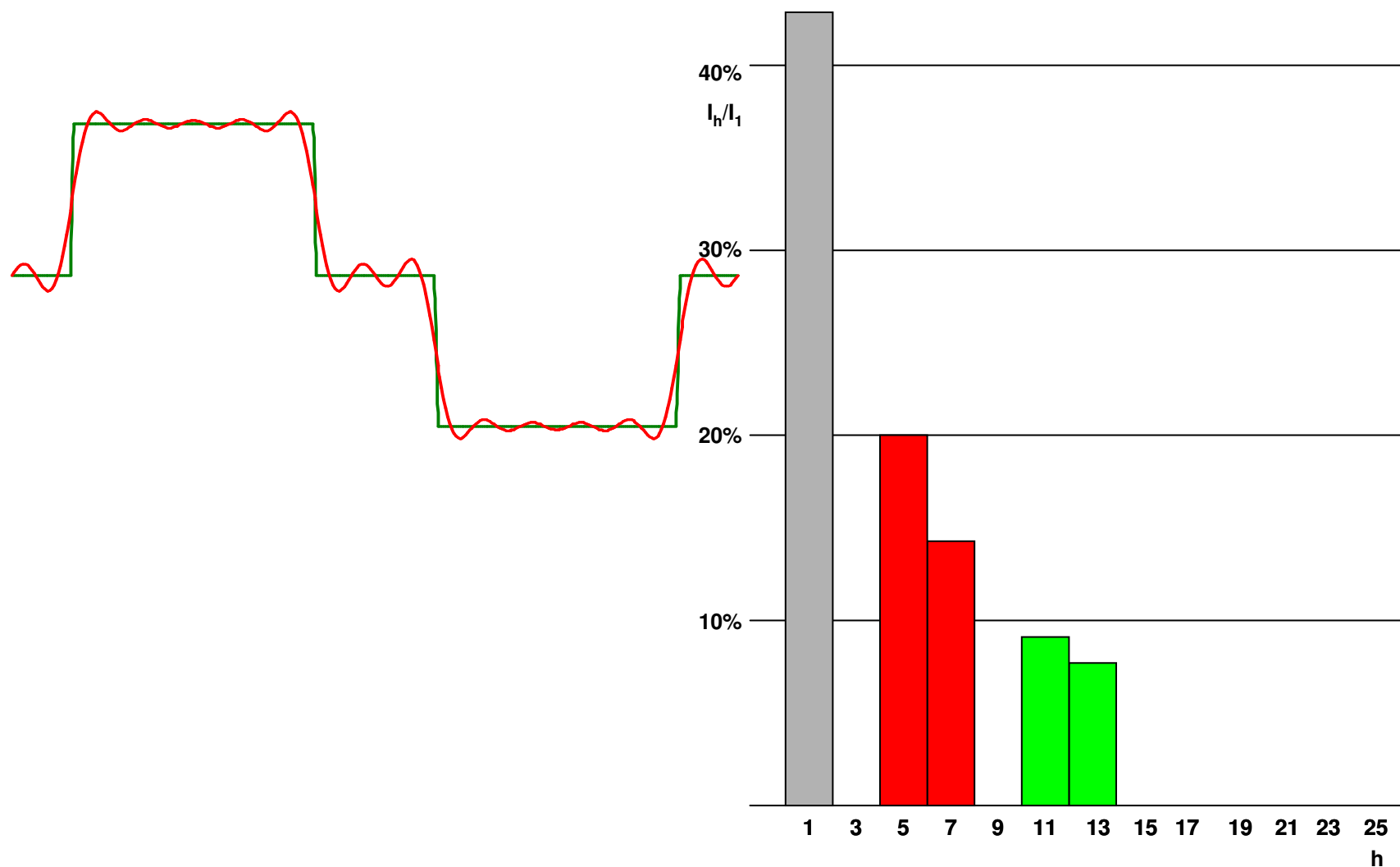
Spektrum vyšších harmonických DC-usmerňovač (model)



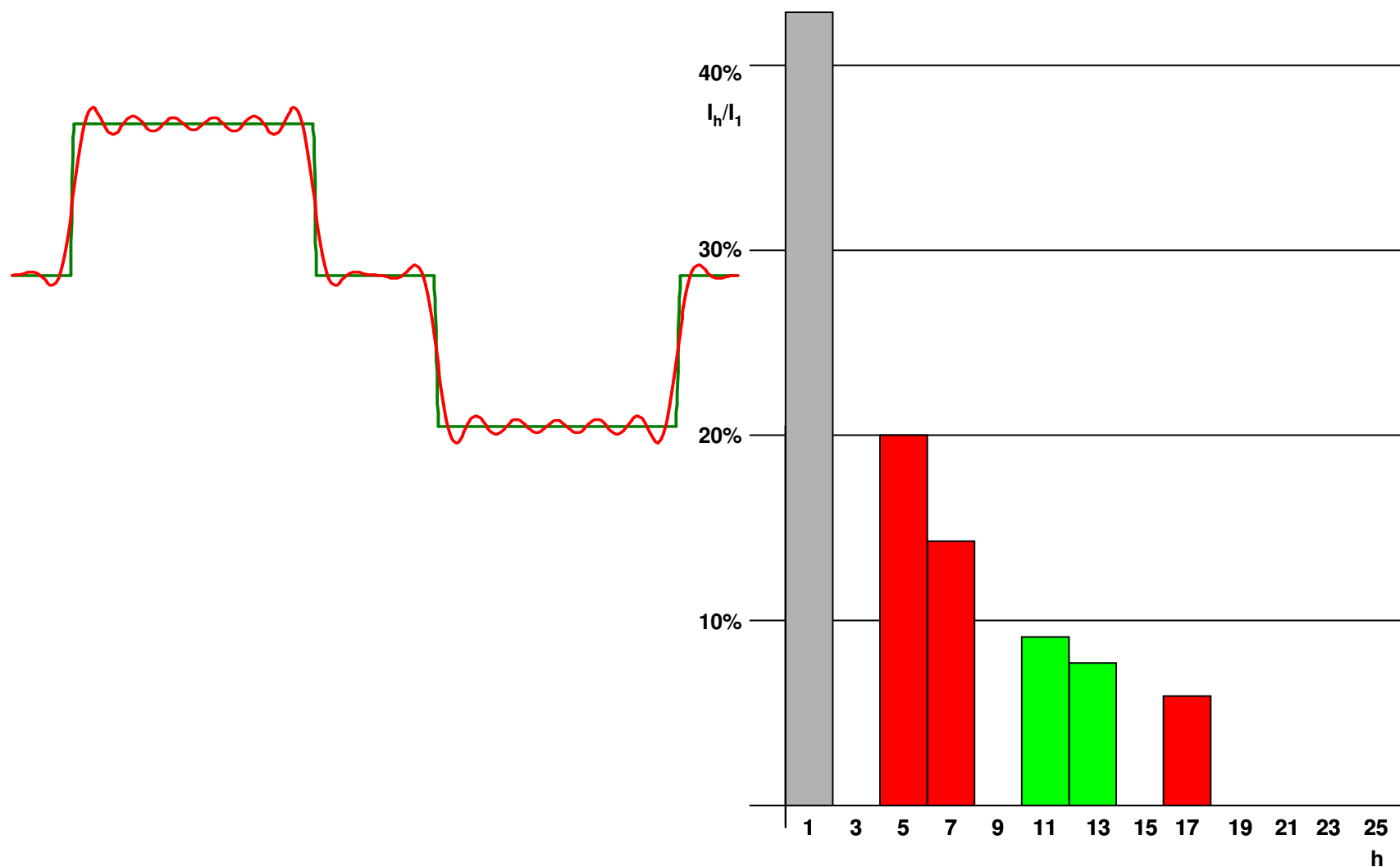
Spektrum vyšších harmonických DC-usmerňovač (model)



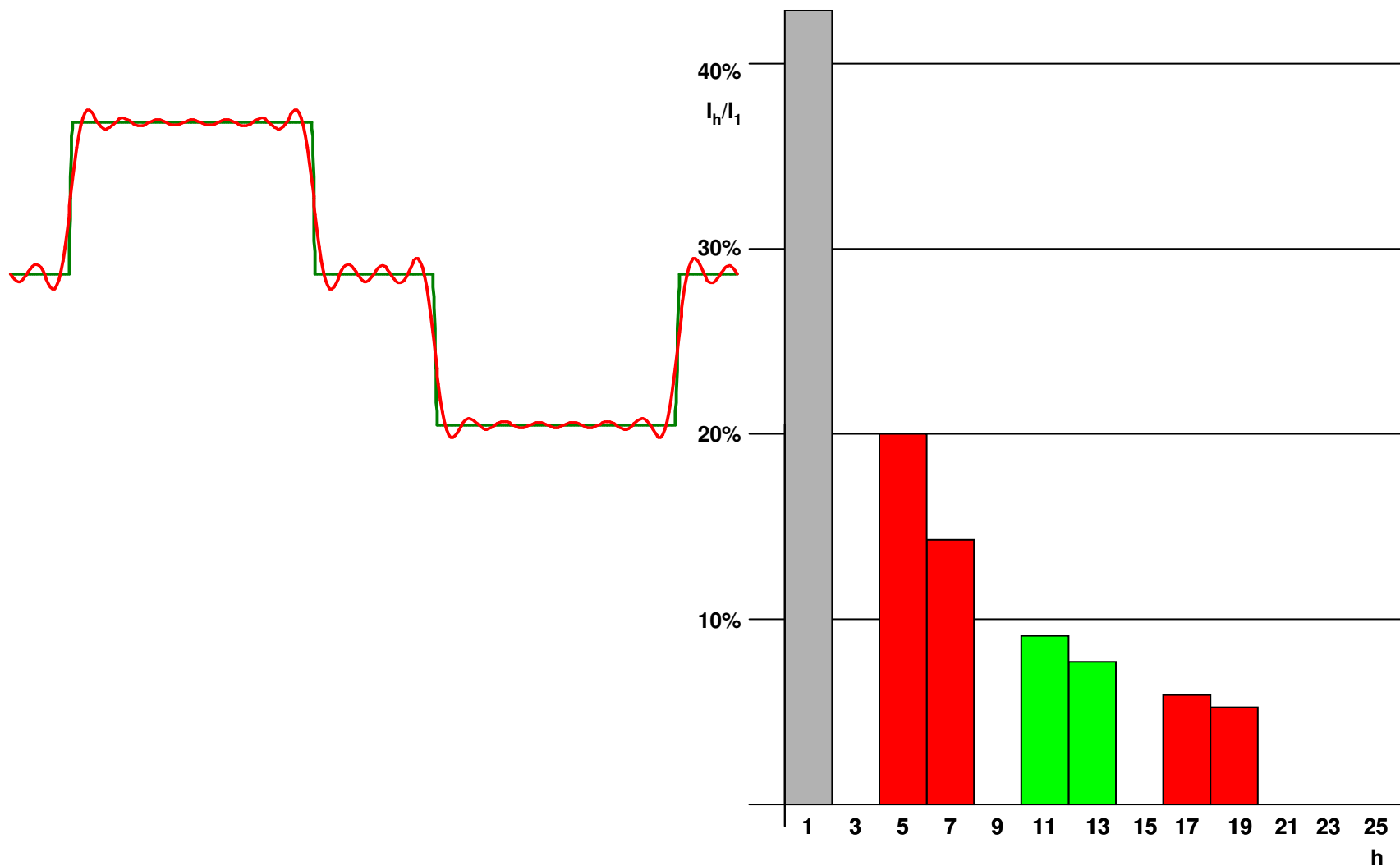
Spektrum vyšších harmonických DC-usmerňovač (model)



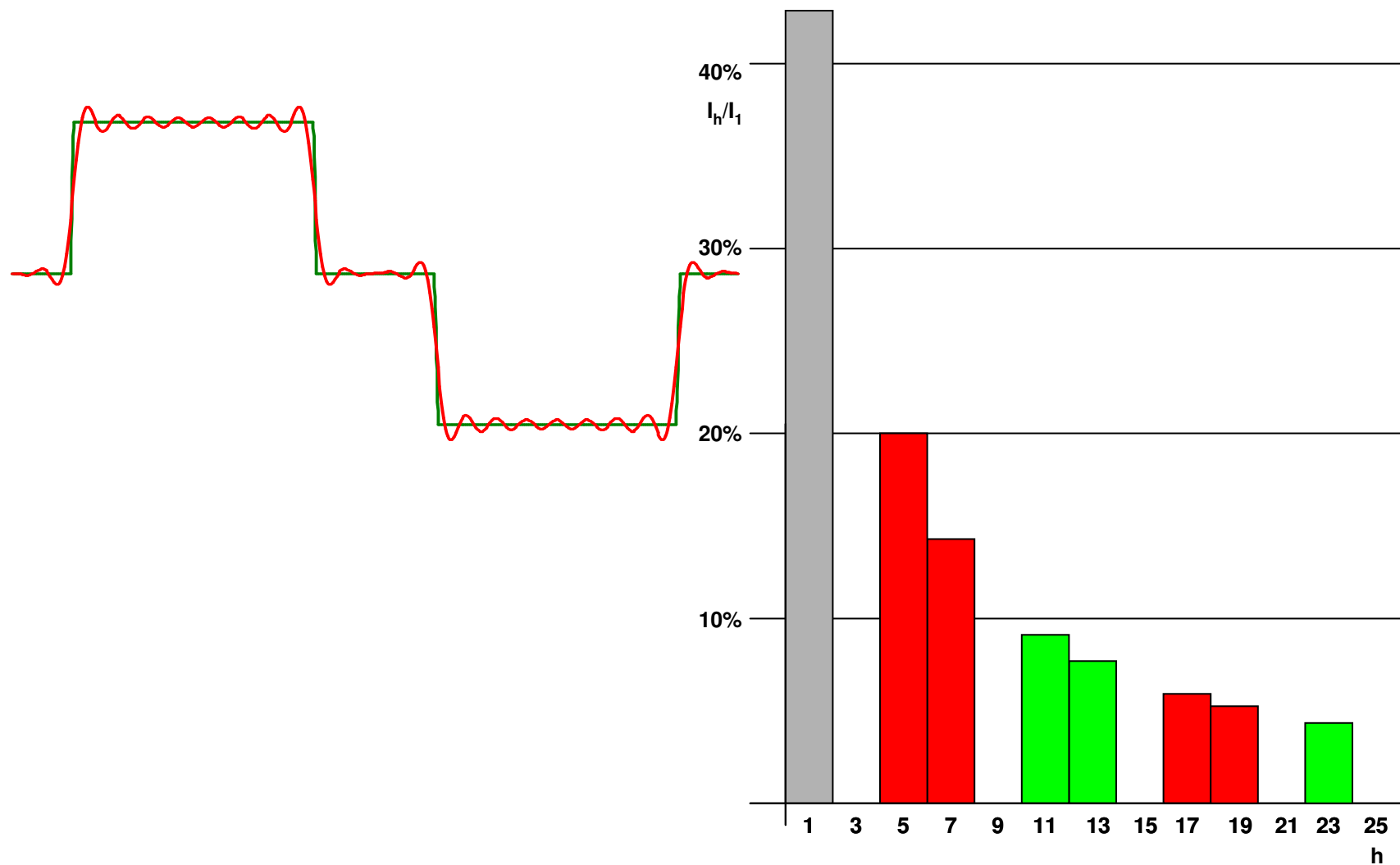
Spektrum vyšších harmonických DC-usmerňovač (model)



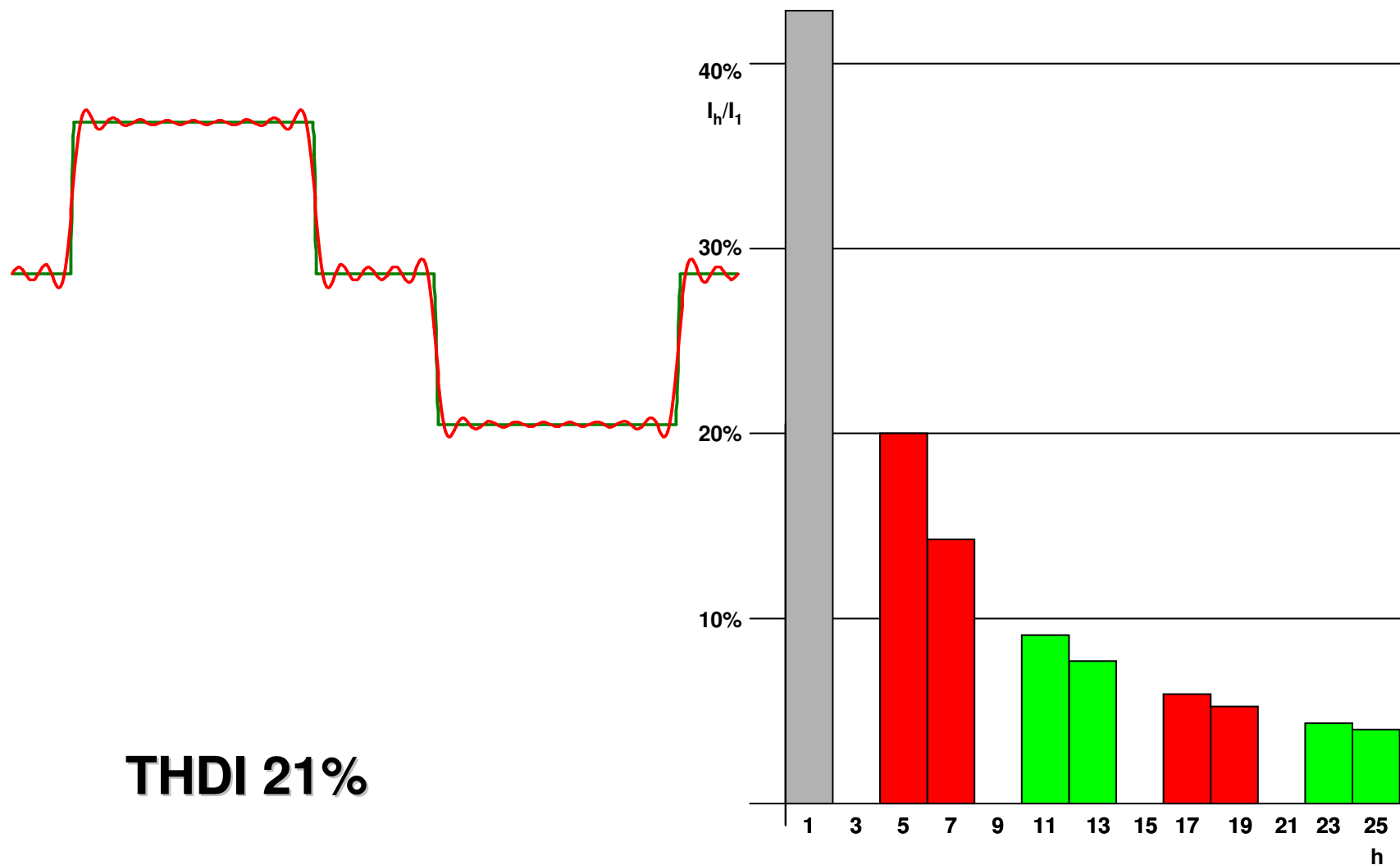
Spektrum vyšších harmonických DC-usmerňovač (model)



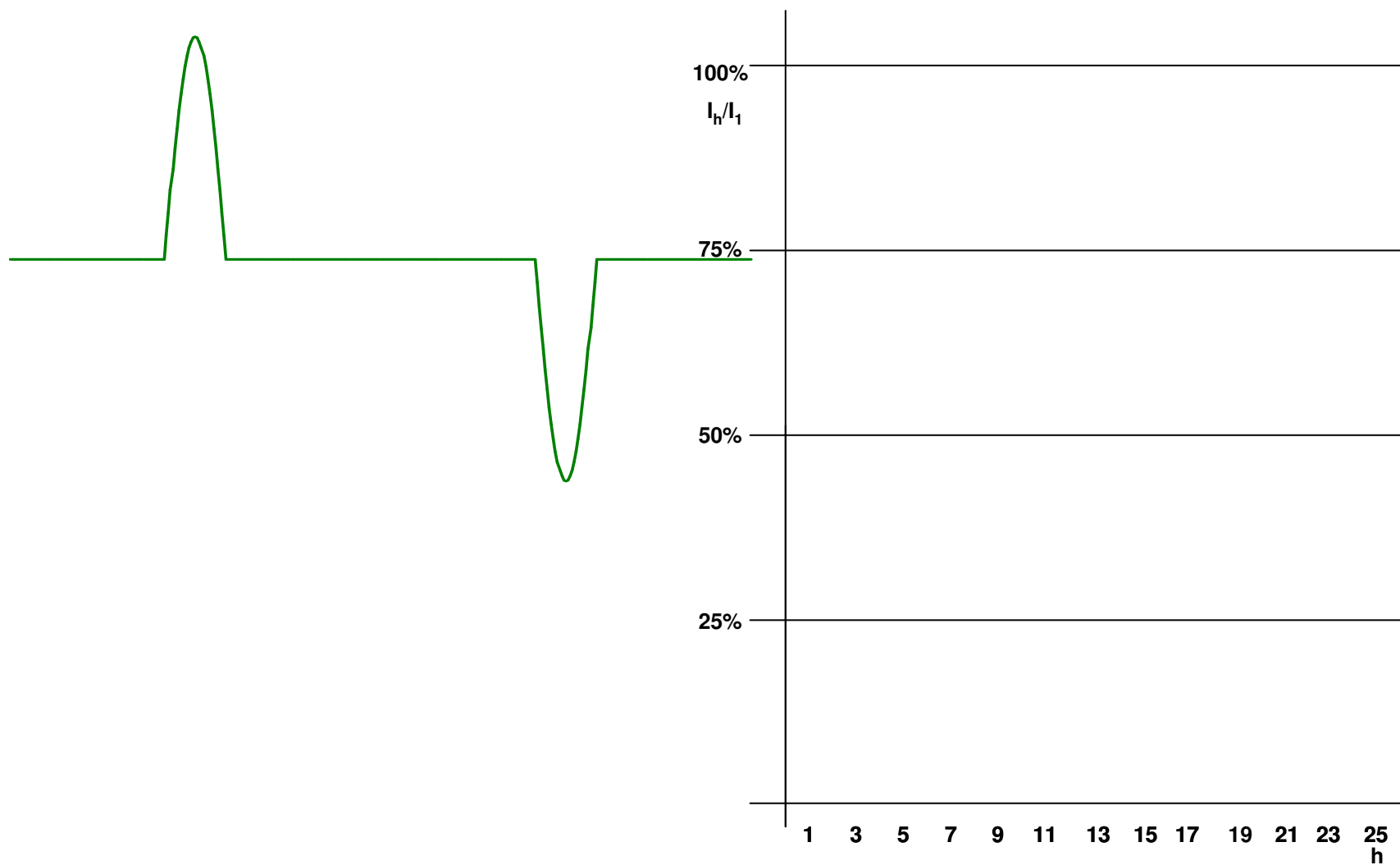
Spektrum vyšších harmonických DC-usmerňovač (model)



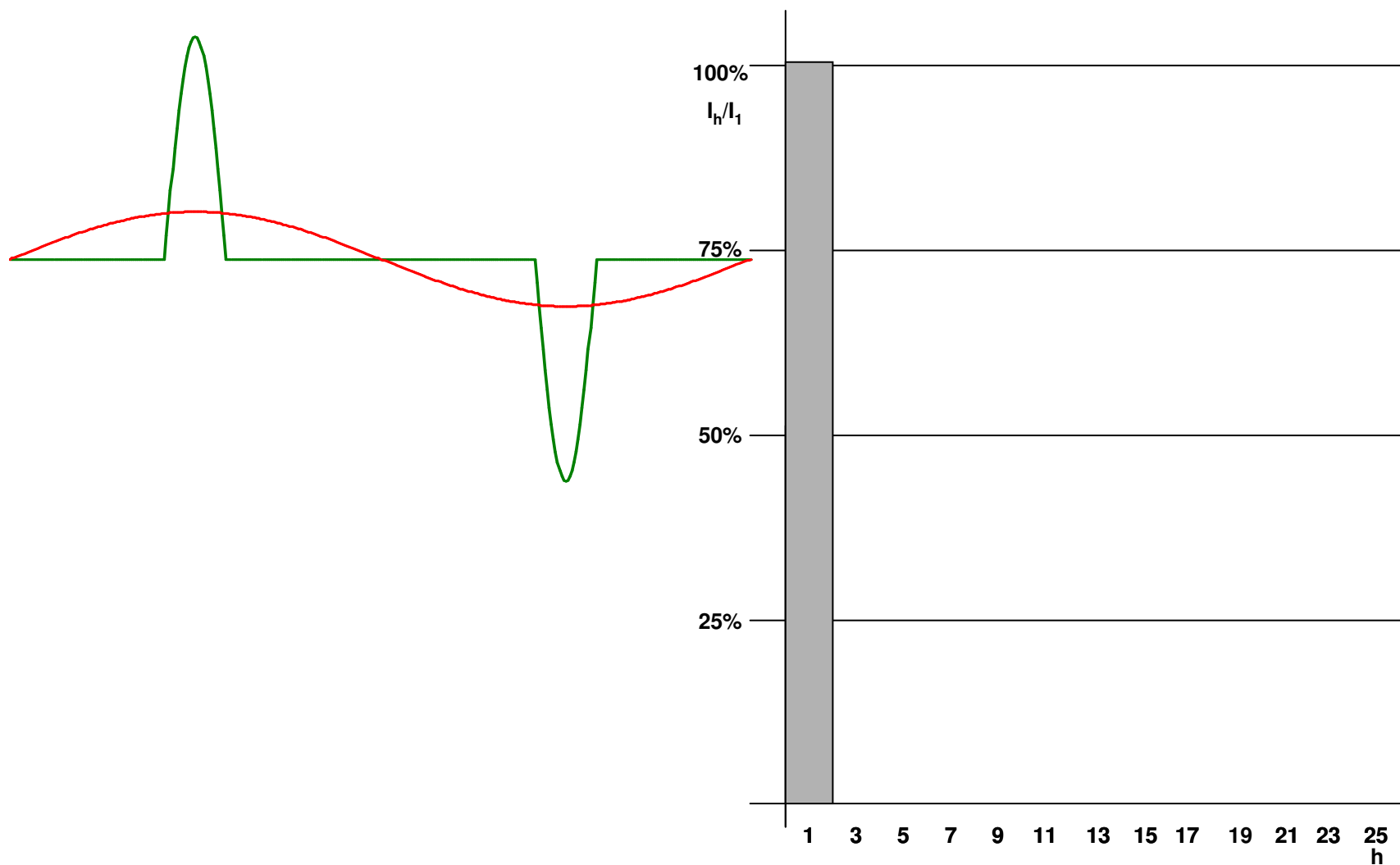
Spektrum vyšších harmonických DC-usmerňovač (model)



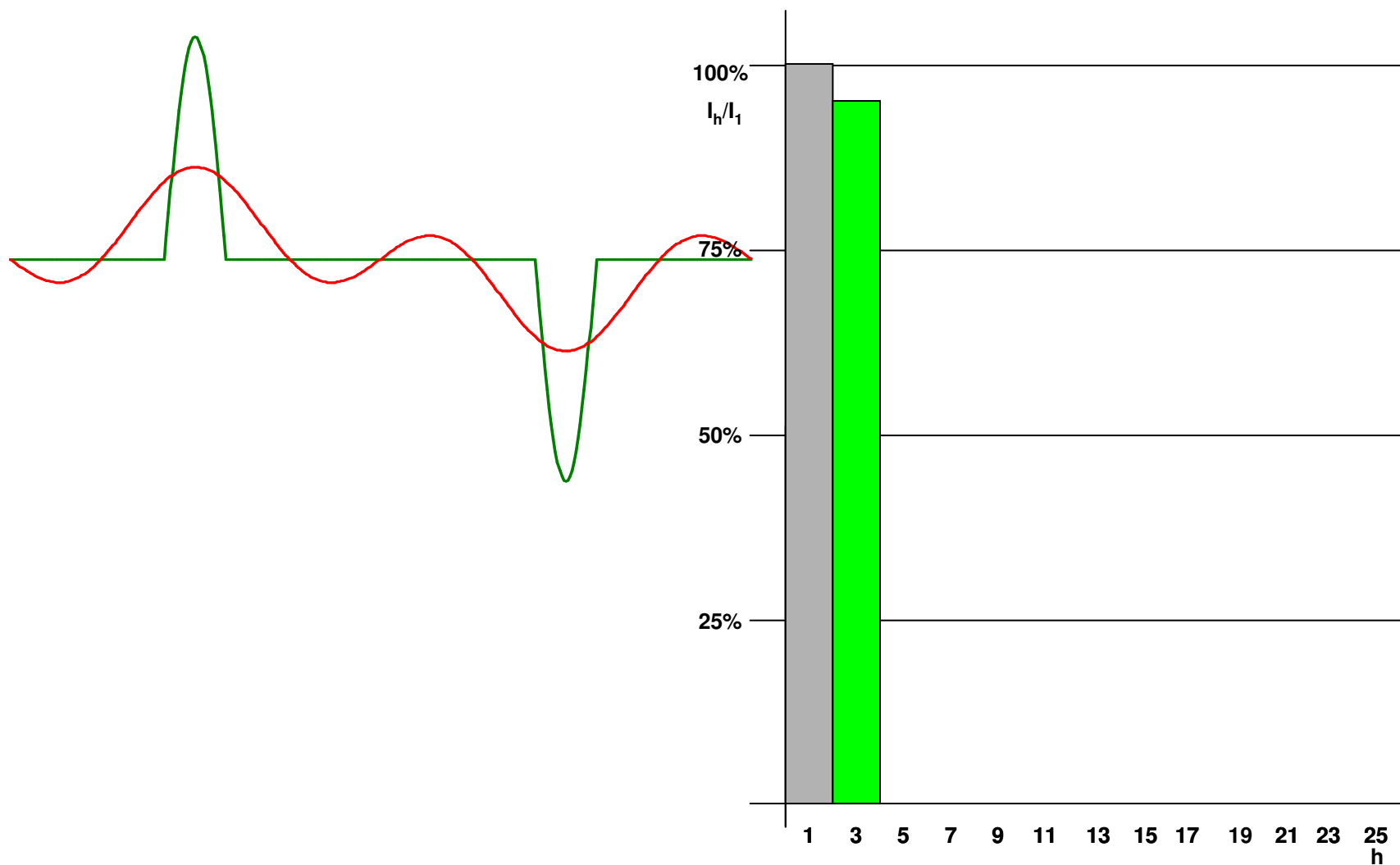
Spektrum vyšších harmonických PC zdroj (model)



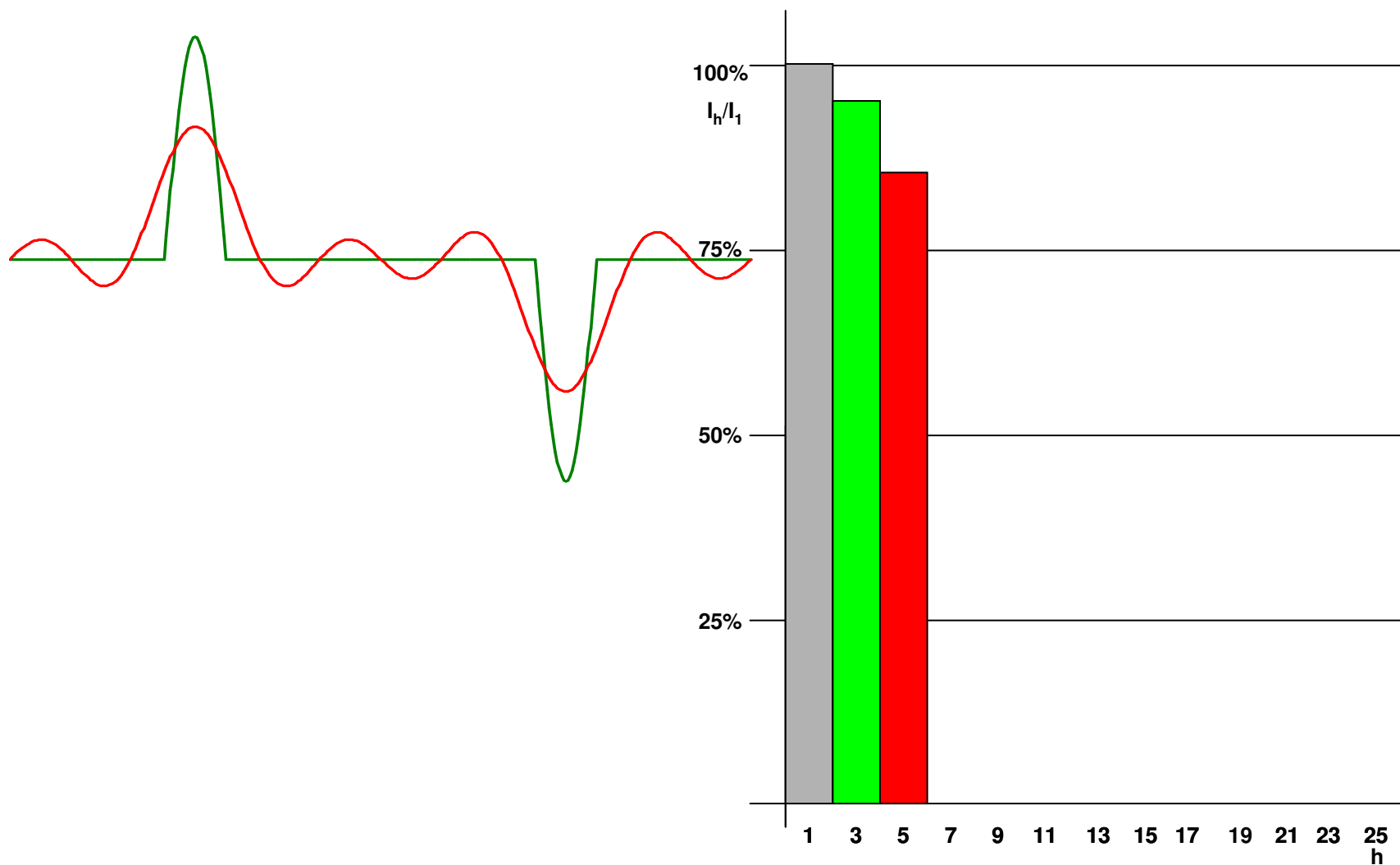
Spektrum vyšších harmonických PC zdroj (model)



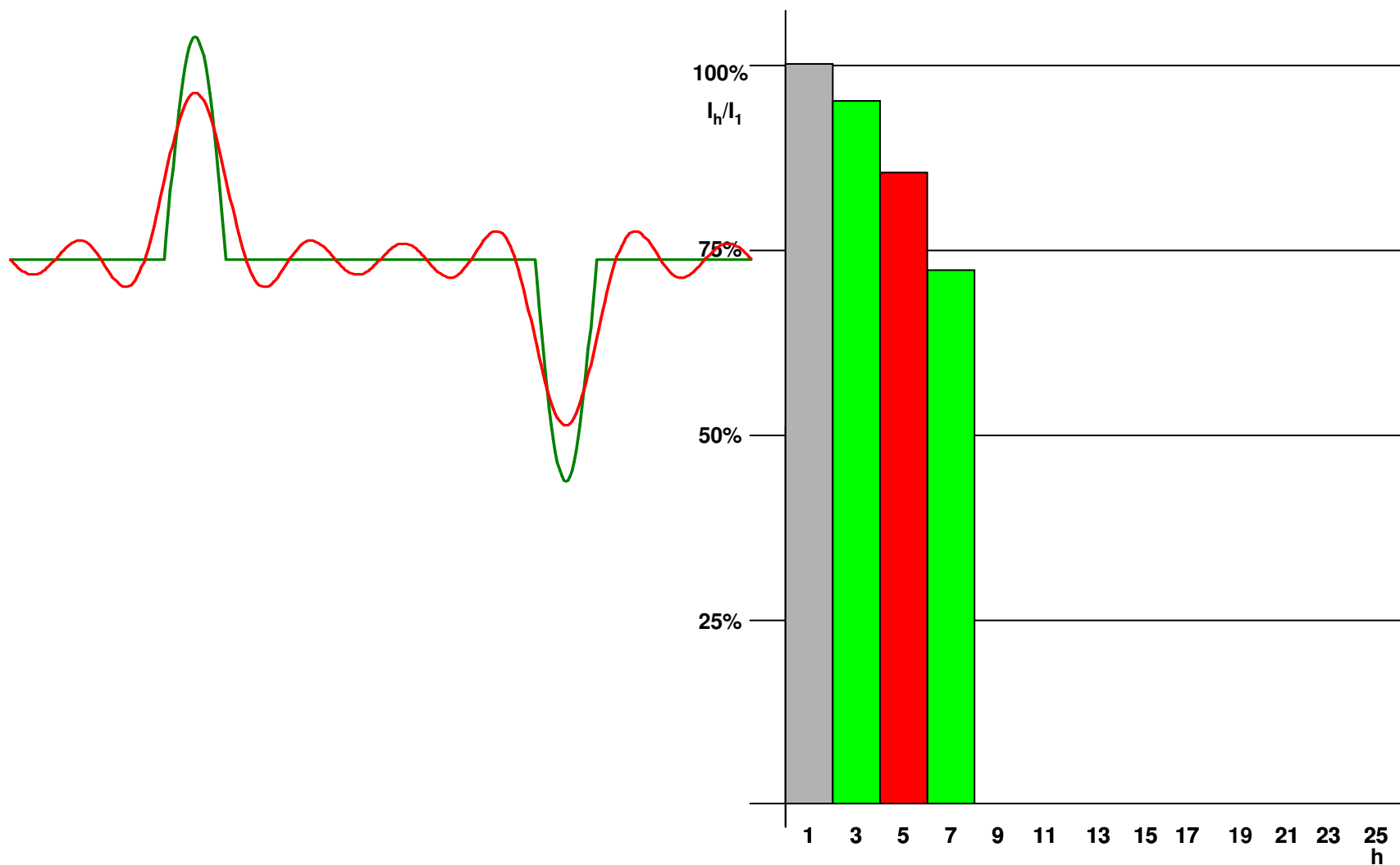
Spektrum vyšších harmonických PC zdroj (model)



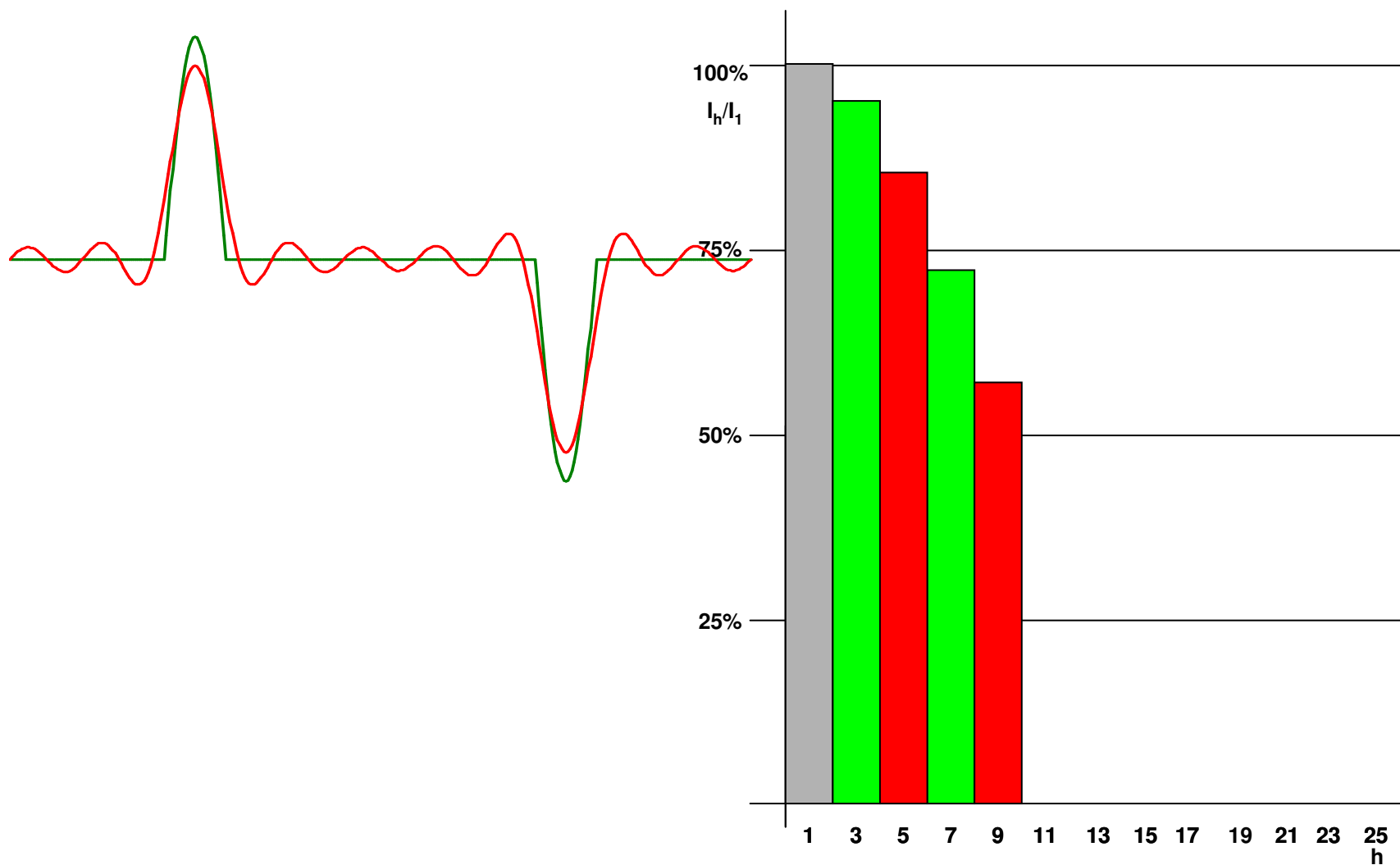
Spektrum vyšších harmonických PC zdroj (model)



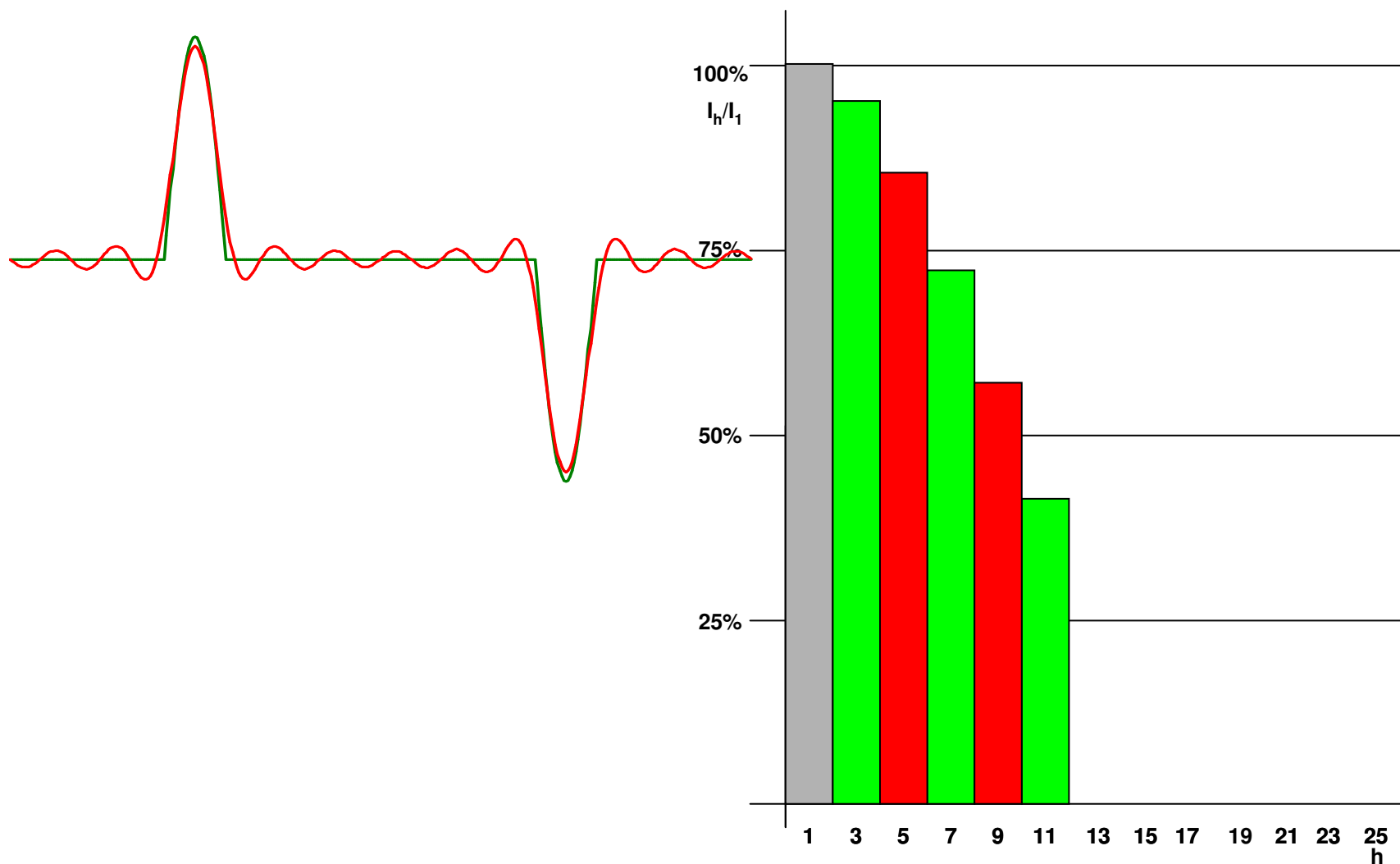
Spektrum vyšších harmonických PC zdroj (model)



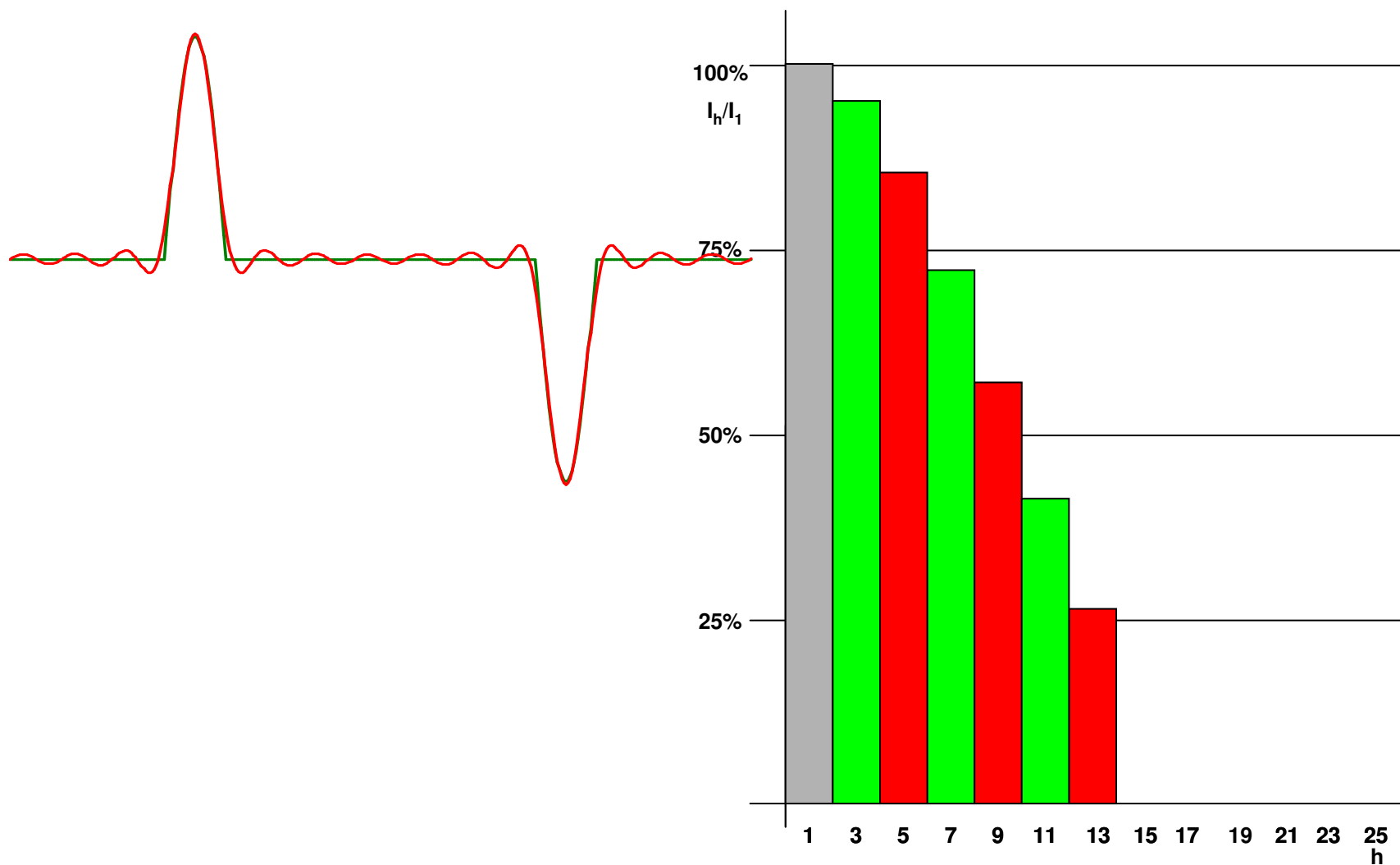
Spektrum vyšších harmonických PC zdroj (model)



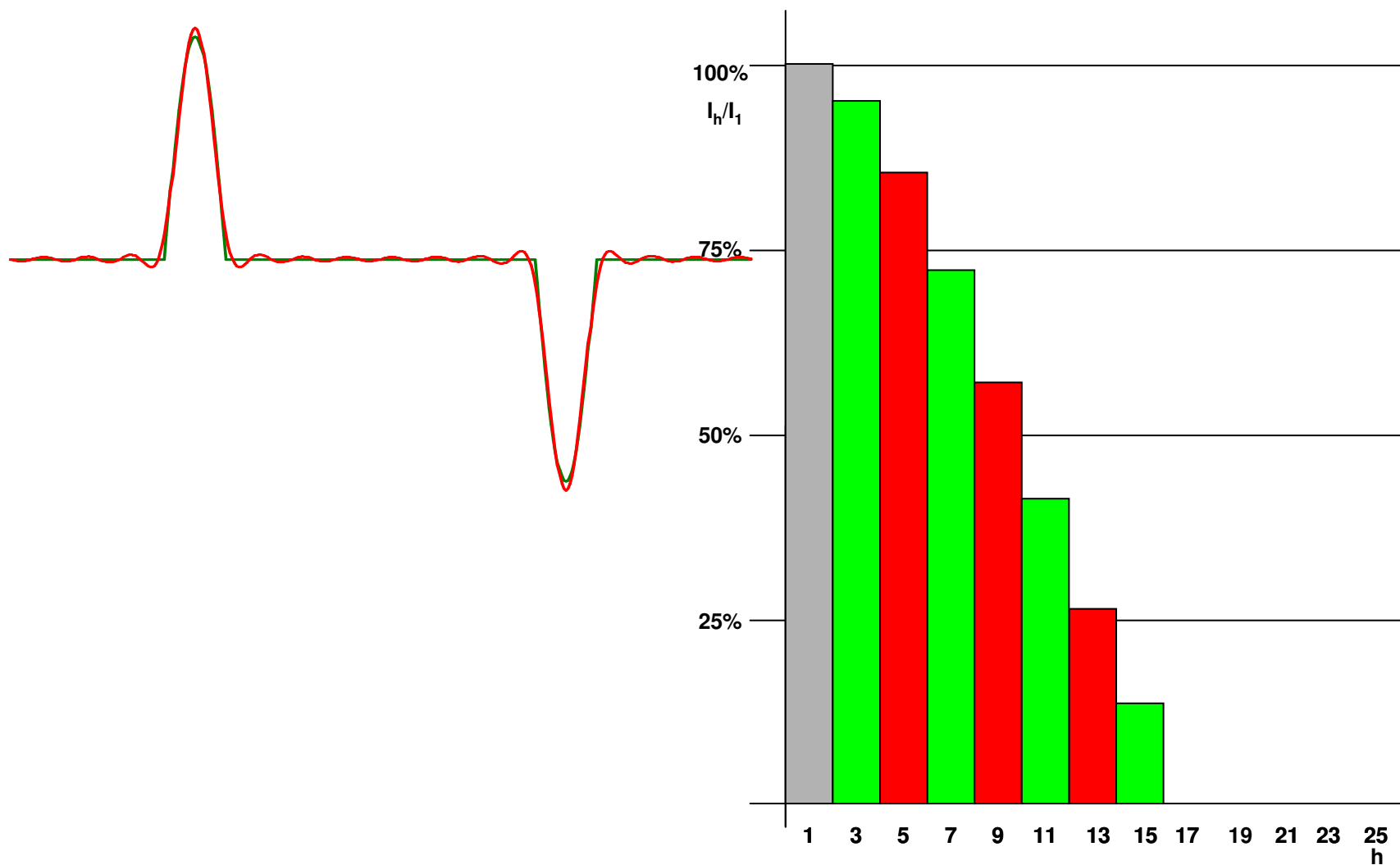
Spektrum vyšších harmonických PC zdroj (model)



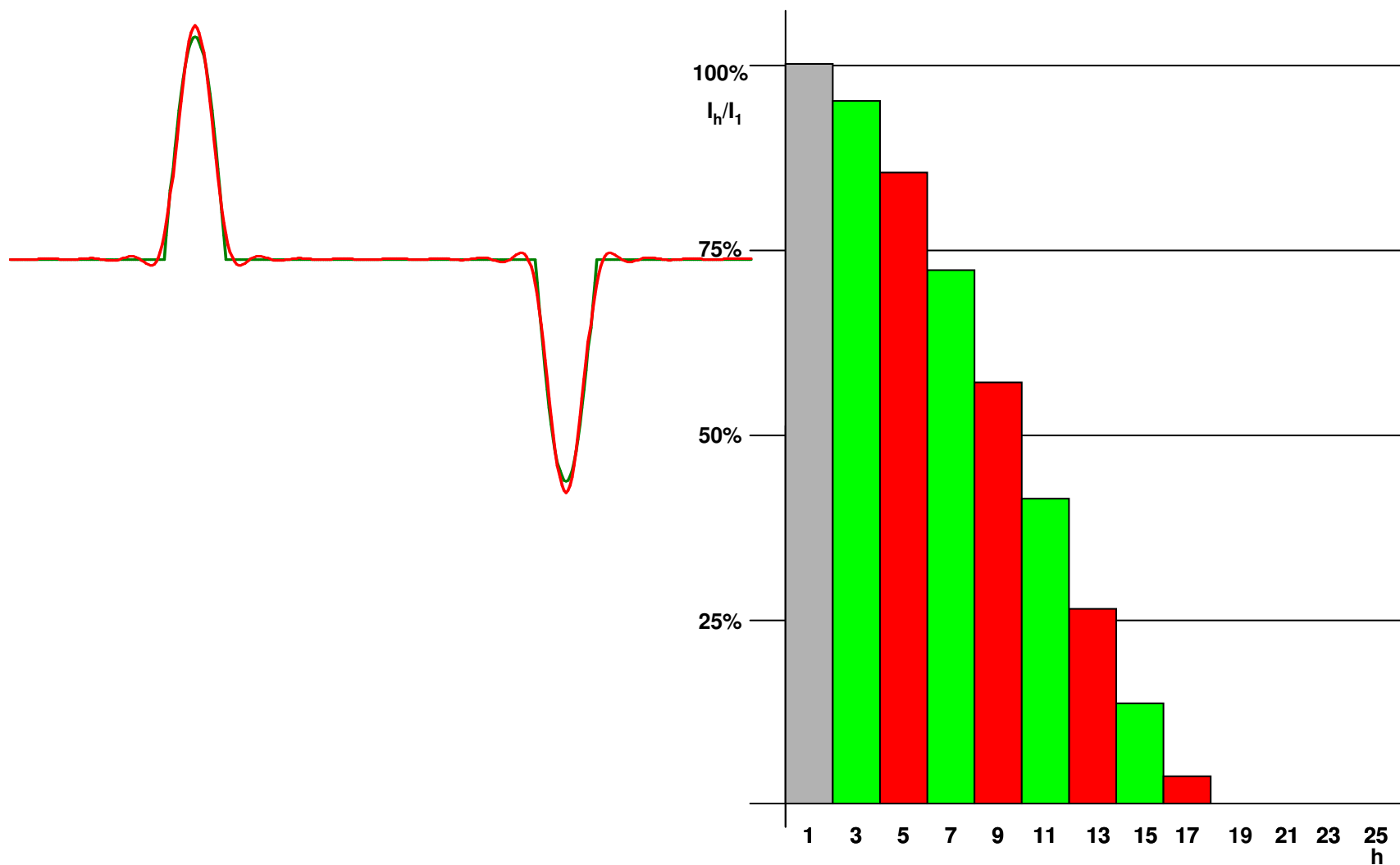
Spektrum vyšších harmonických PC zdroj (model)



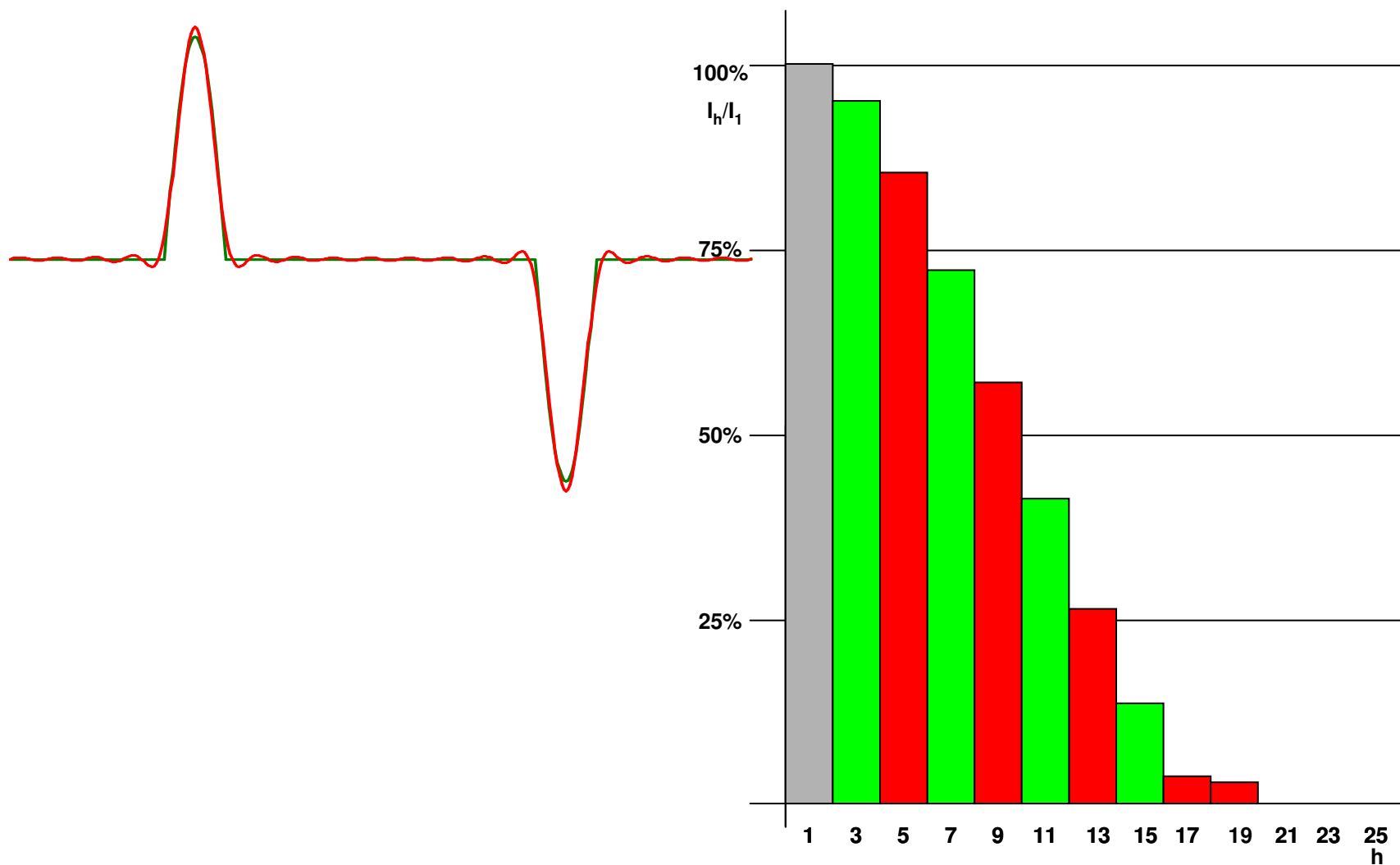
Spektrum vyšších harmonických PC zdroj (model)



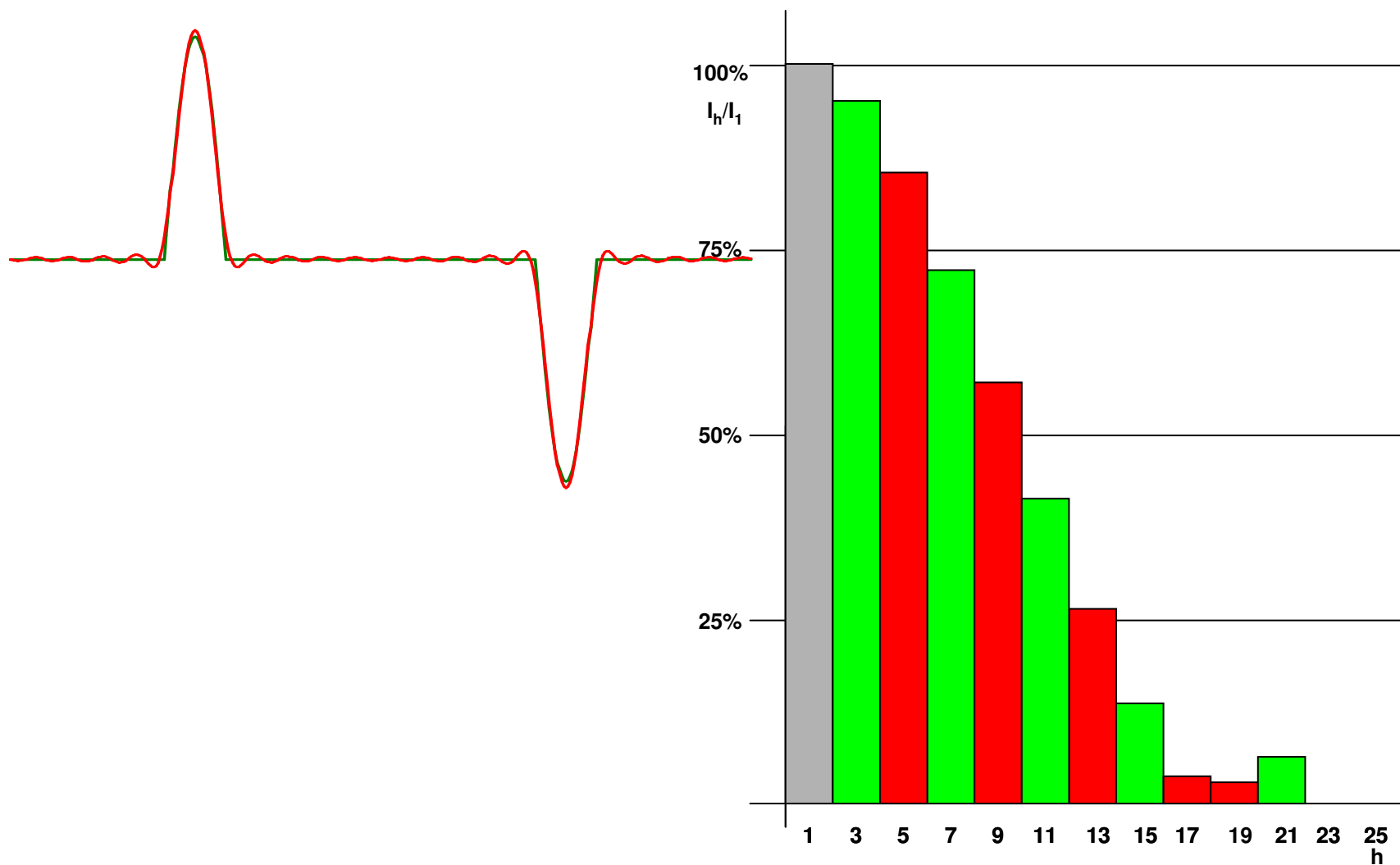
Spektrum vyšších harmonických PC zdroj (model)



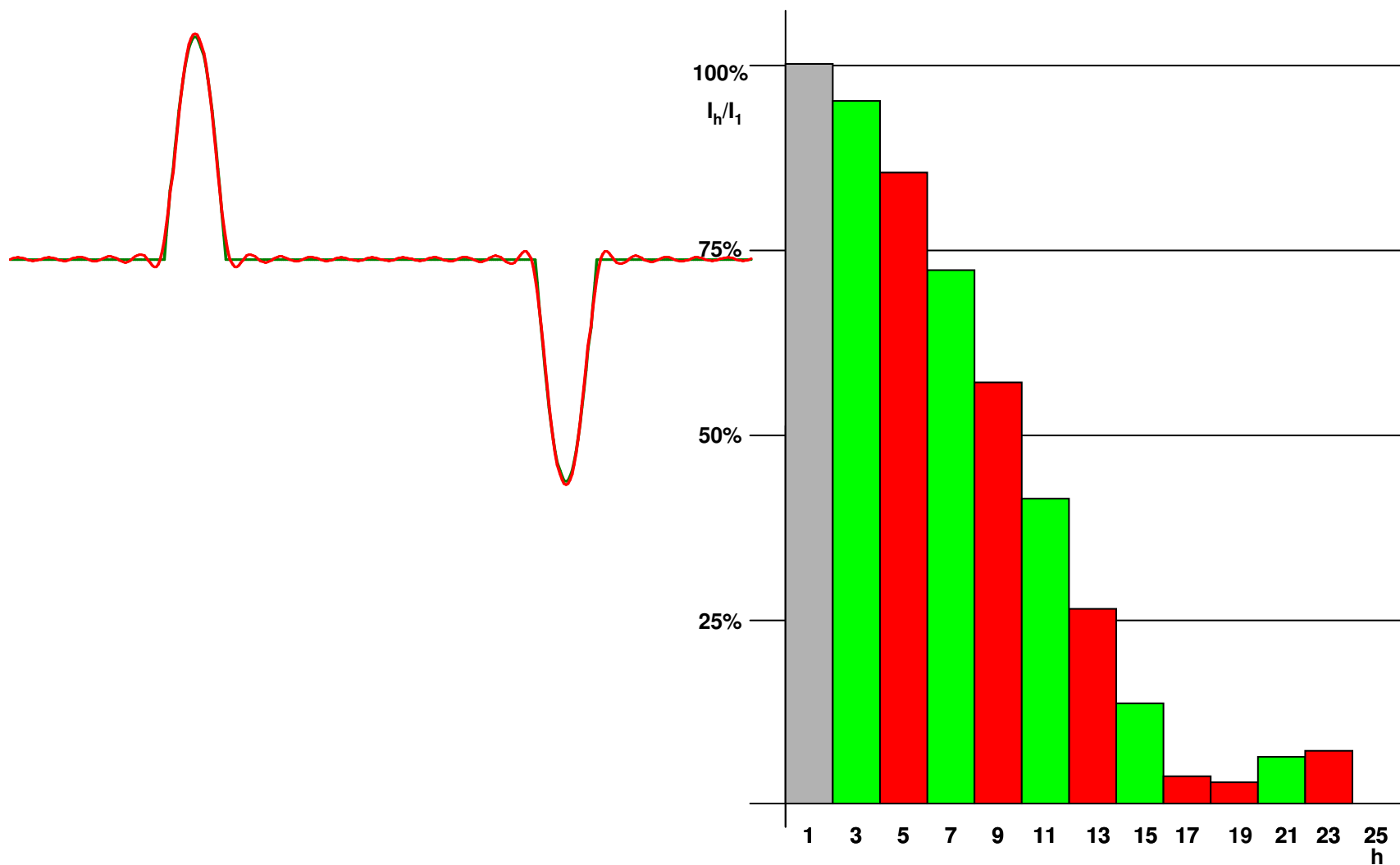
Spektrum vyšších harmonických PC zdroj (model)



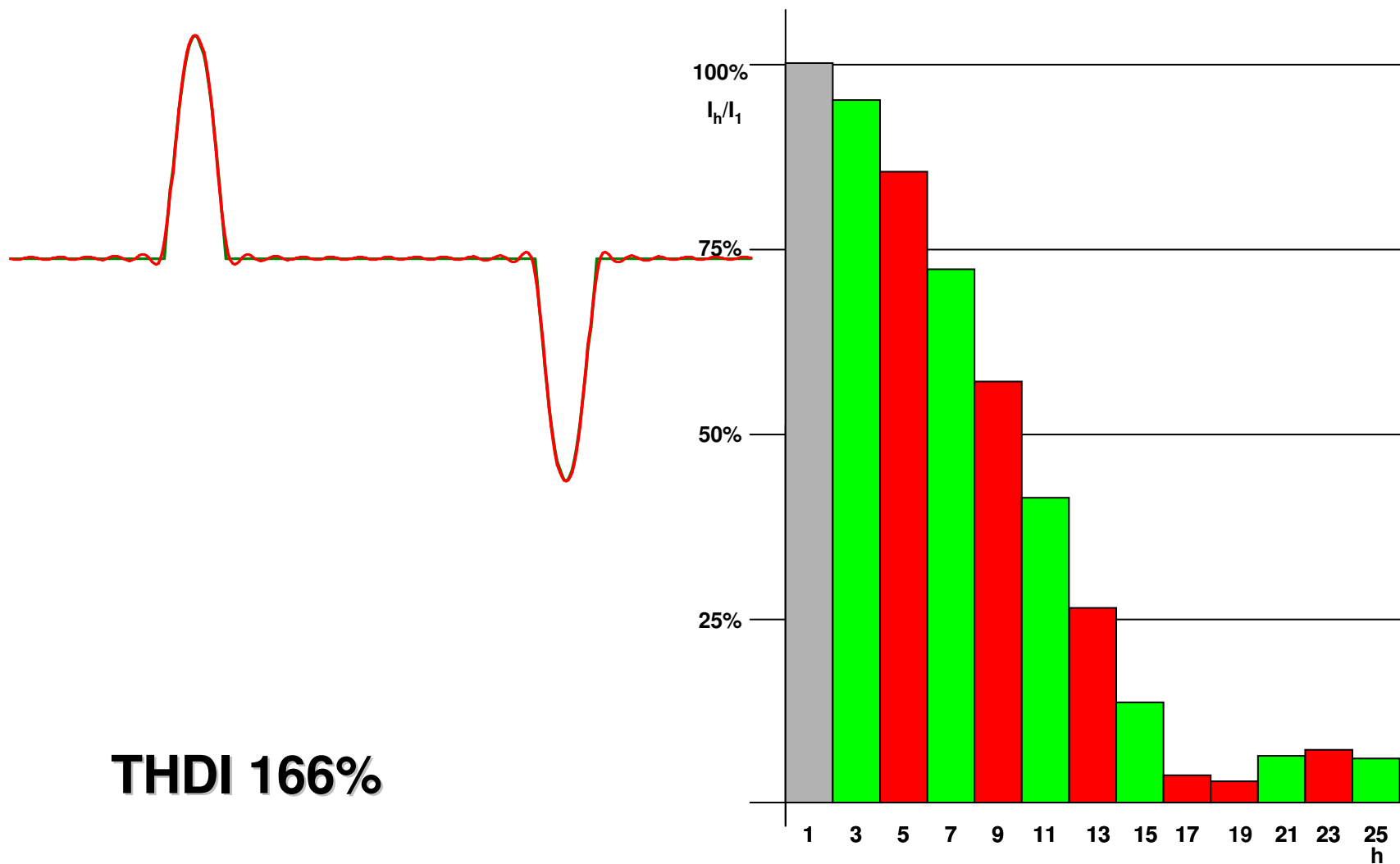
Spektrum vyšších harmonických PC zdroj (model)



Spektrum vyšších harmonických PC zdroj (model)

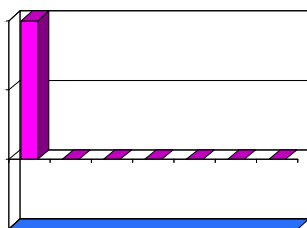
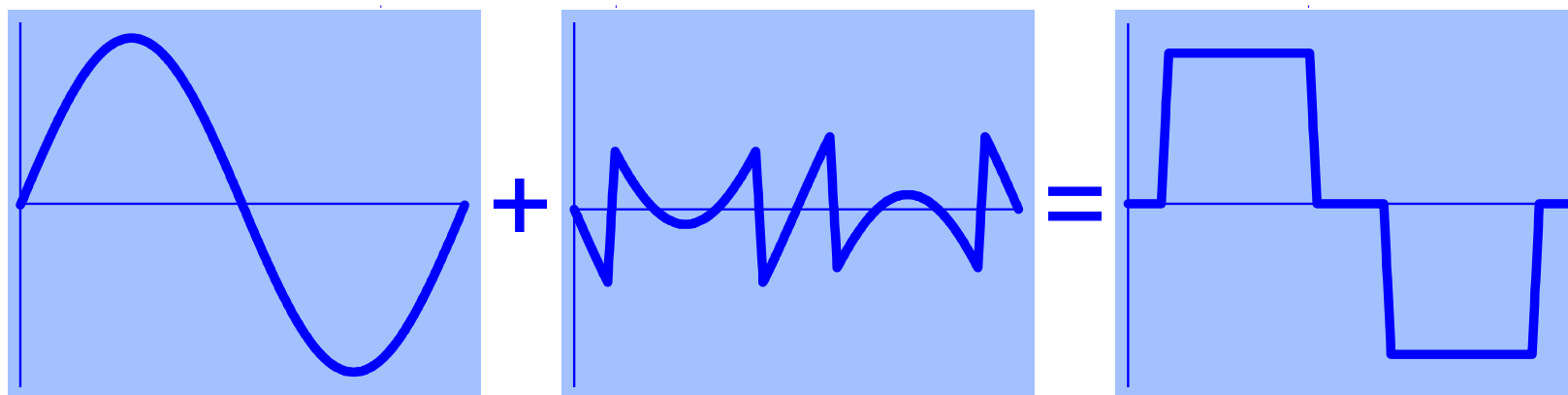
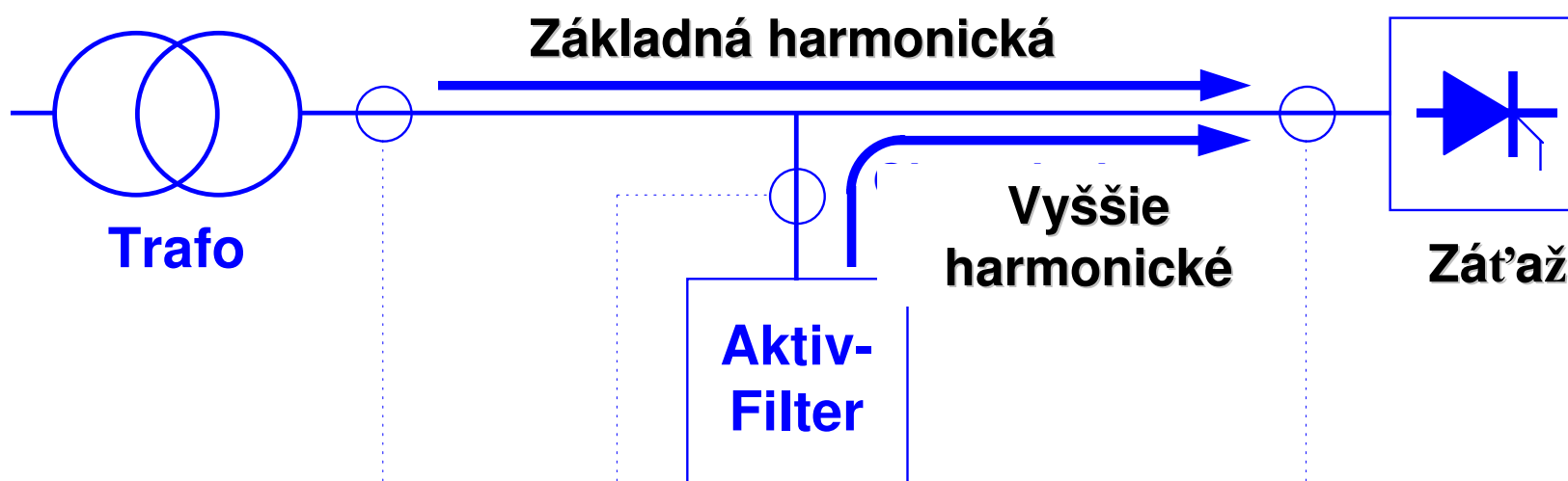


Spektrum vyšších harmonických PC zdroj (model)

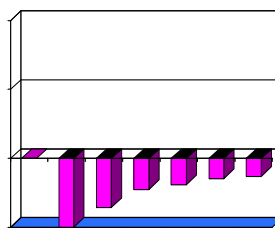


- Aktívny filter
- Pasívny filter
- Špeciálne filtre
 - Filter komutačných prekmitov
 - Filter HDO signálu
 - Širokopásmový filter
 - ...

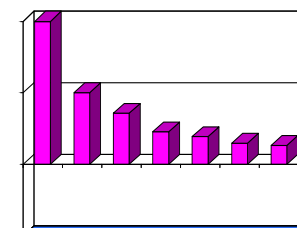
Princíp aktívneho filtra



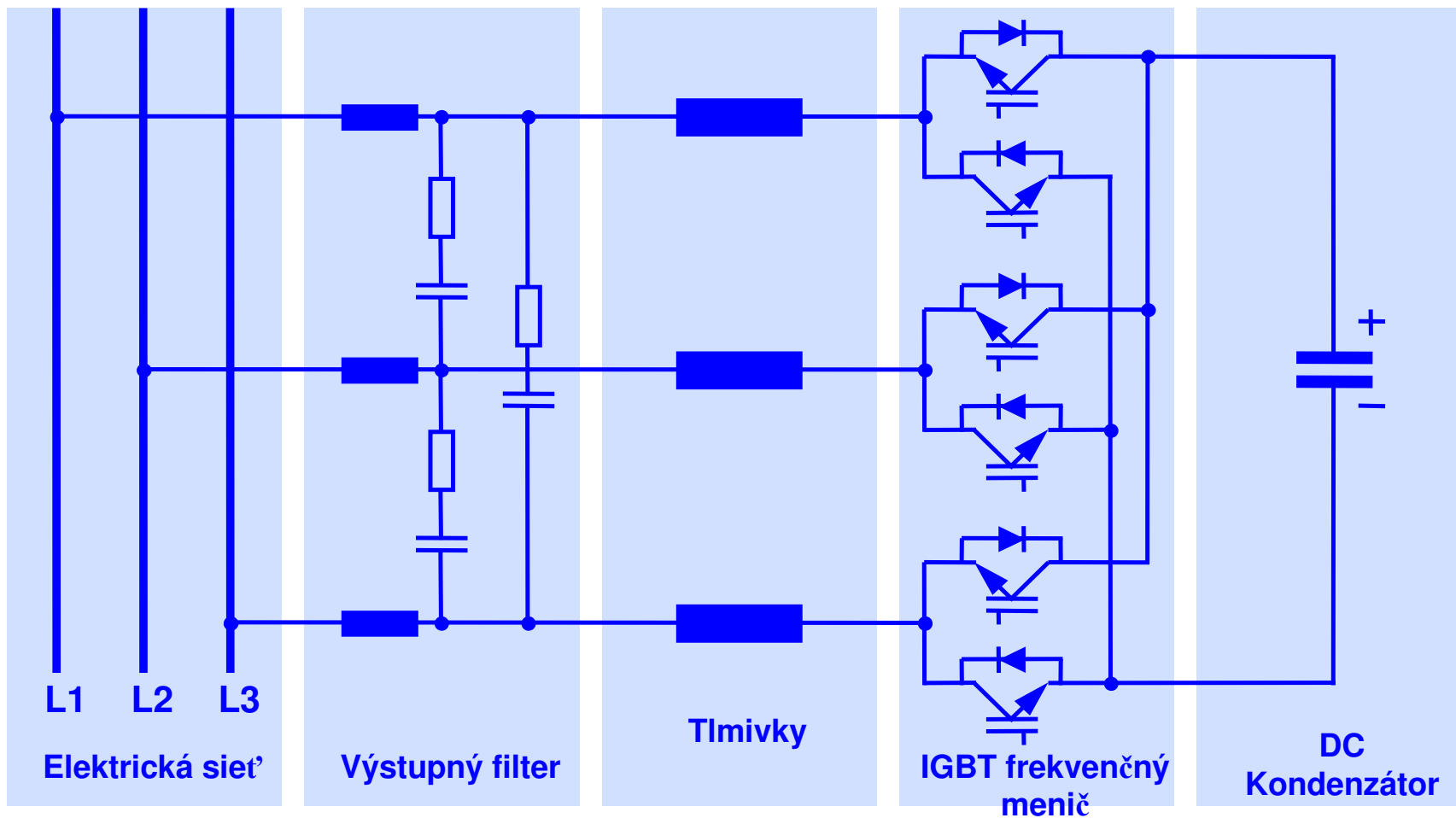
+

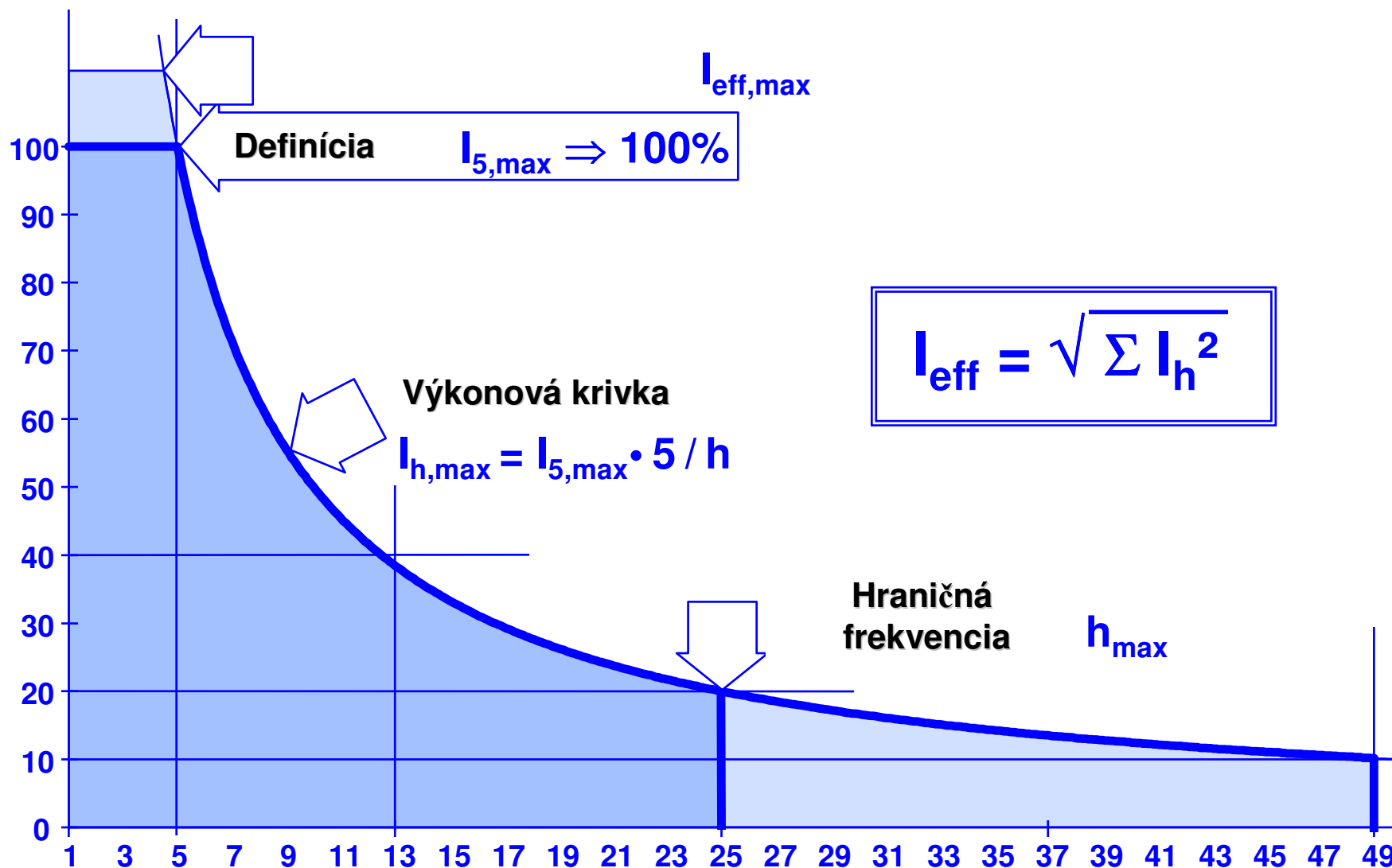


=



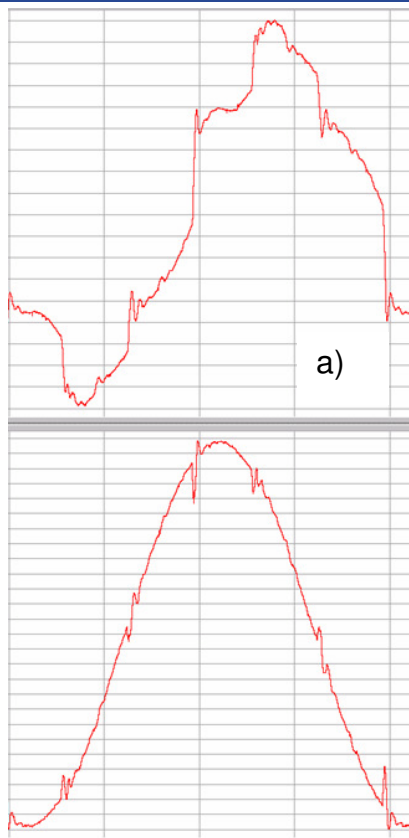
Princíp aktívneho filtra



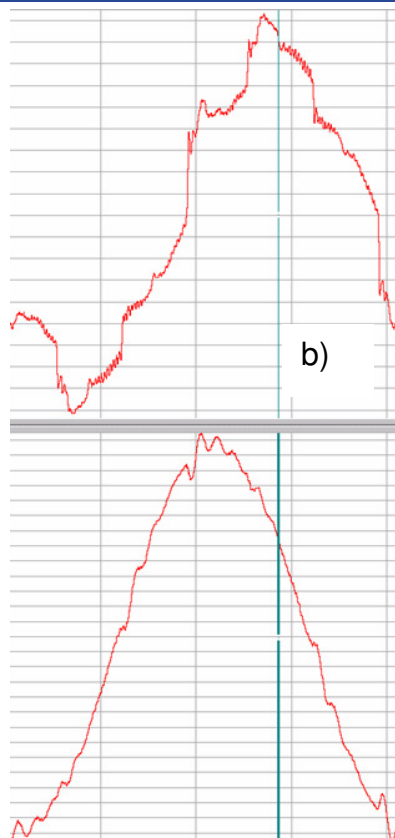


- Aktívny filter analyzuje vyššie harmonické prúdy v sieti a generuje prúdy v protifáze
- Aktívny filter môže kompenzovať účinník
- Aktívny filter môže vyvažovať zaťaženie fáz

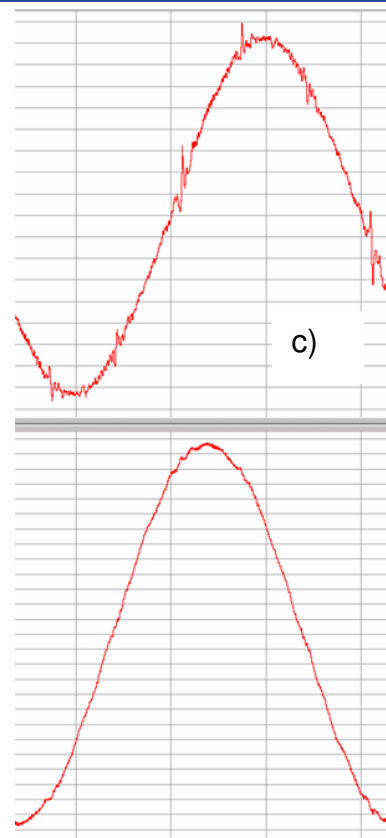
Aktívny filter nemá účinok na zníženie vyšších harmonických napätí, ktoré sa do siete dostávajú z „vonku“



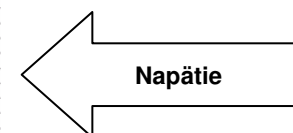
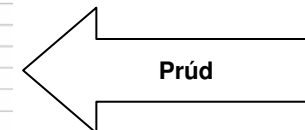
Bez filtra
Ostré komutačné prekmity v napätí

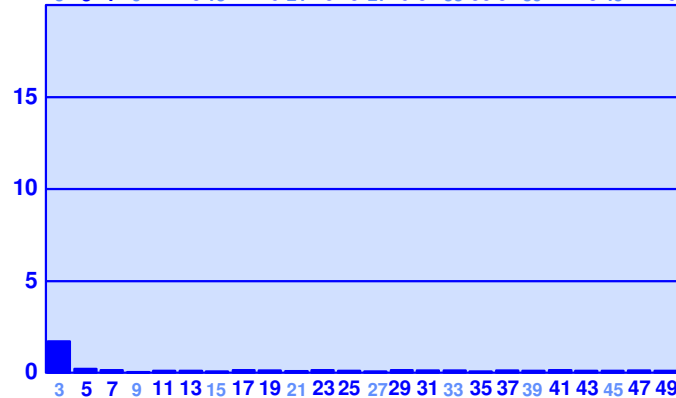
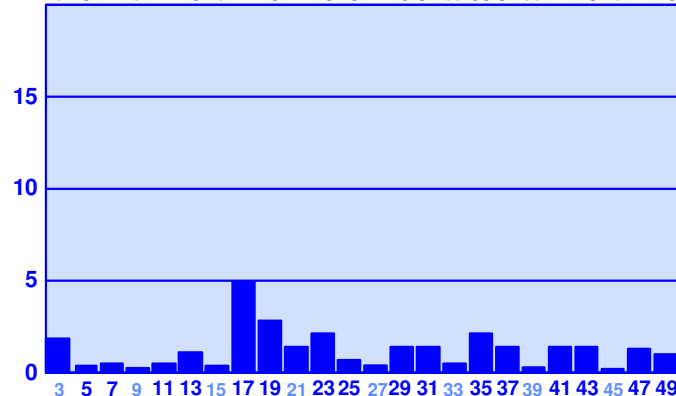
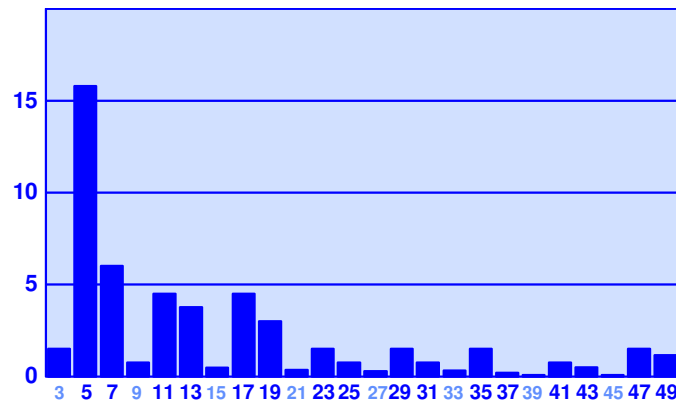
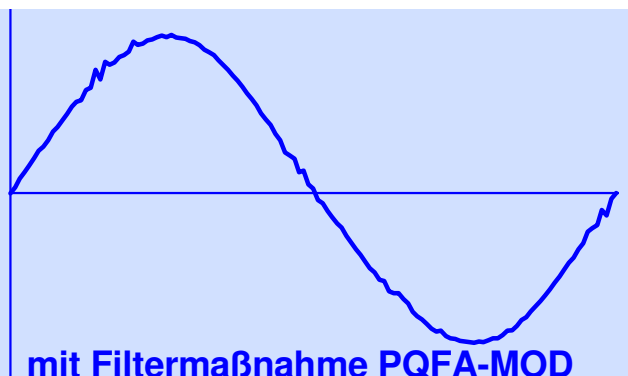


S kompenzačnou jednotkou
Vysoké zaťaženie harmonickými prúdmi

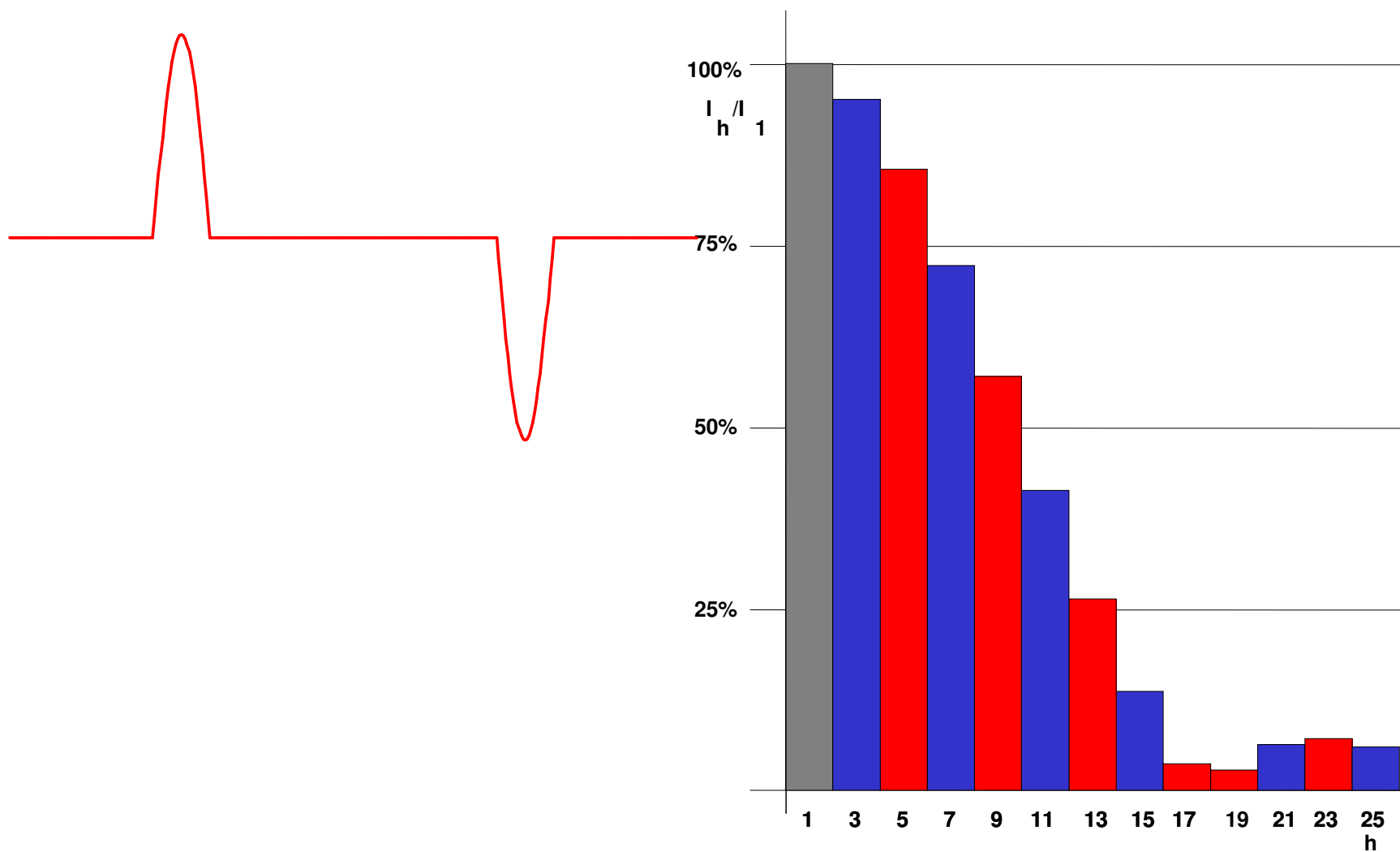


S filtrom vyšších harmonických
Čisté napätie

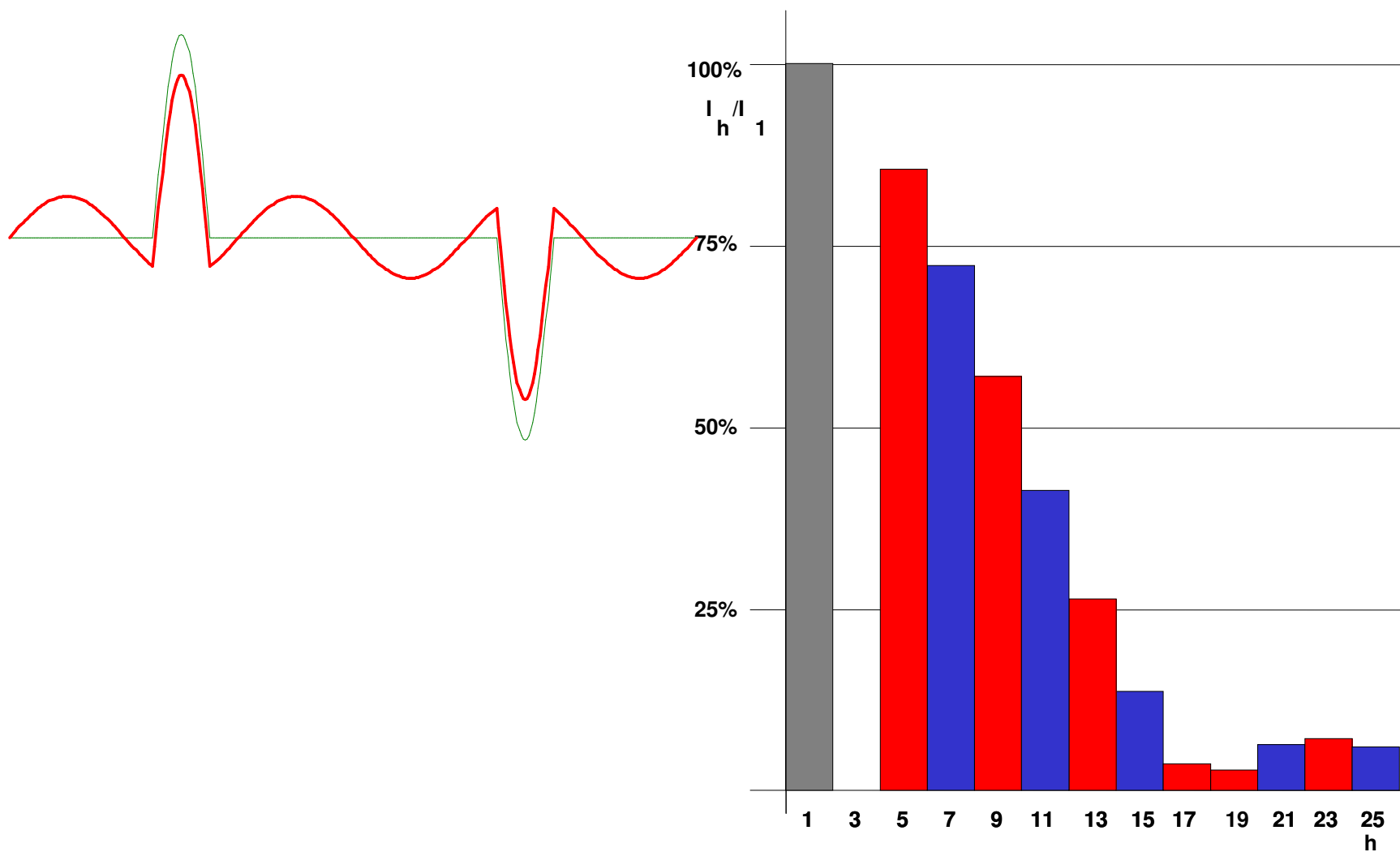




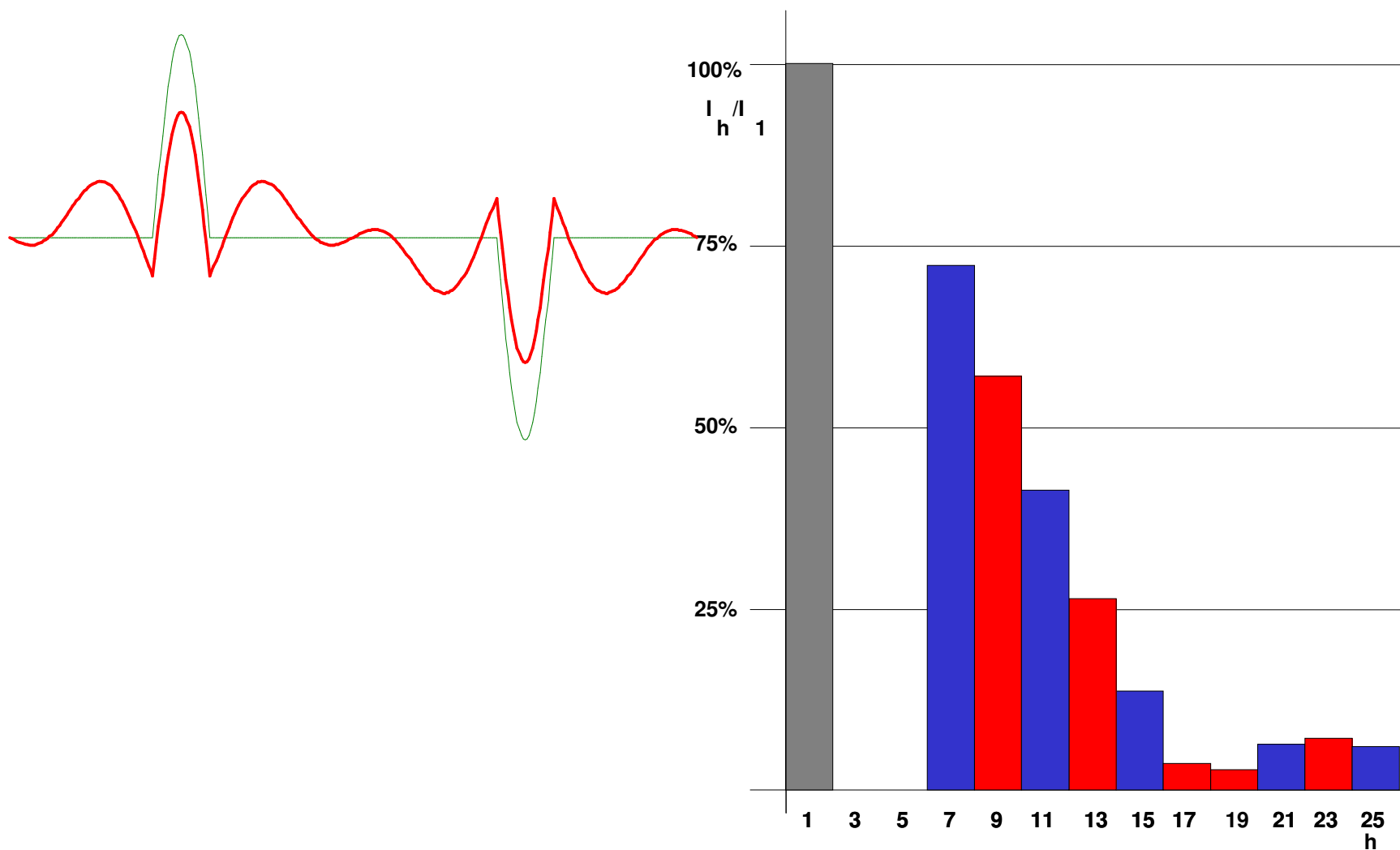
Selektívne filtrovanie vyšších harmonických



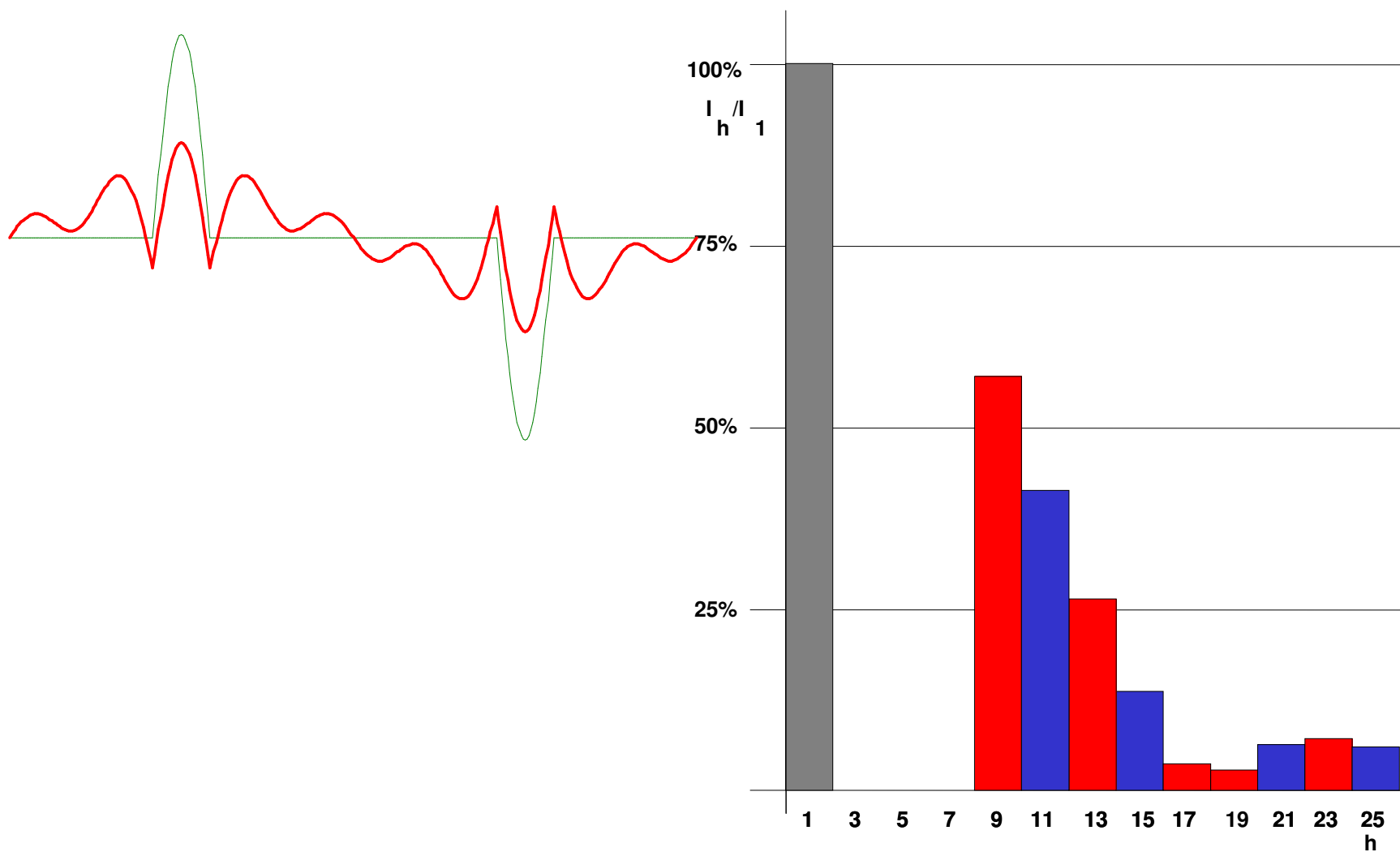
Selektívne filtrovanie vyšších harmonických



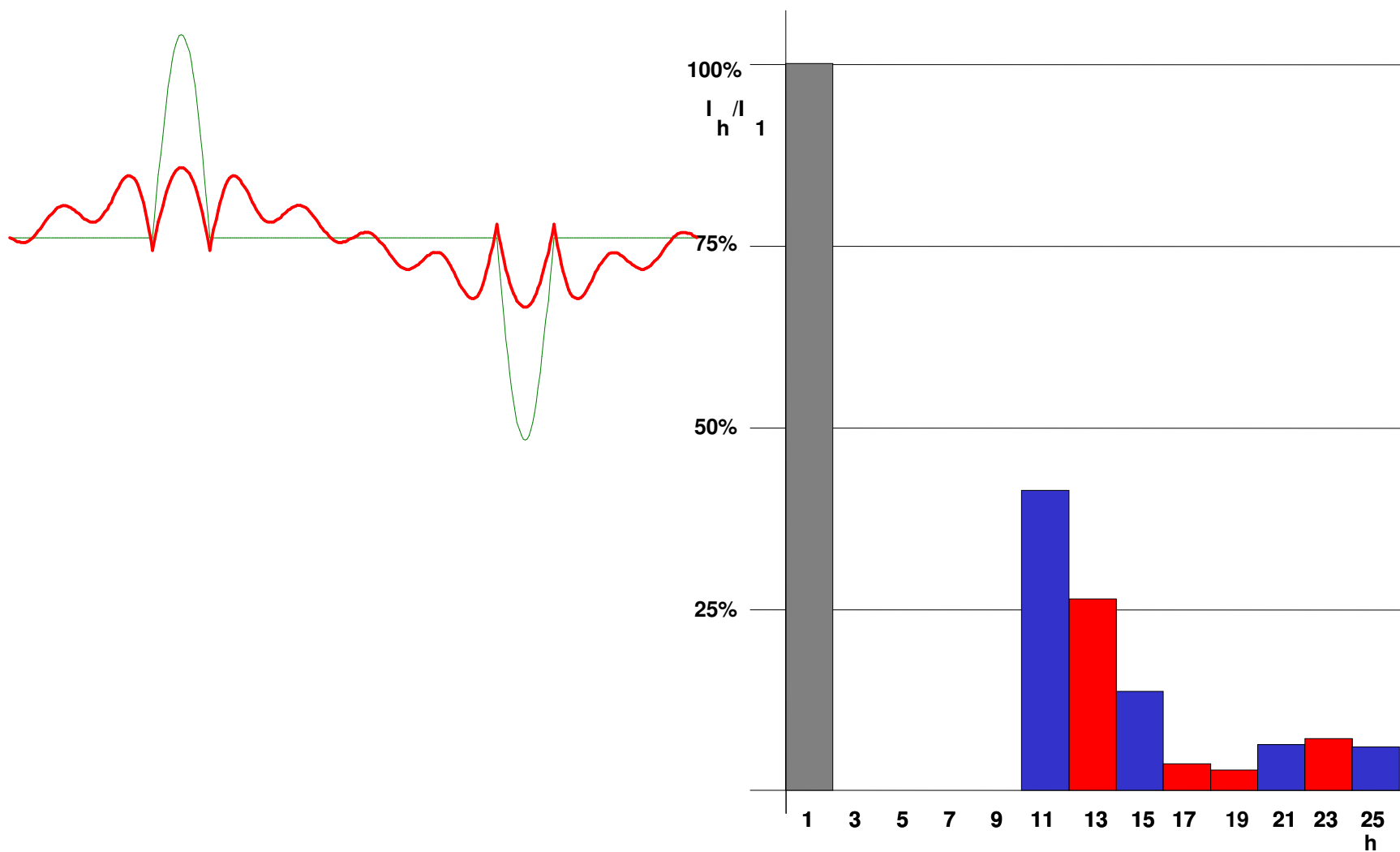
Selektívne filtrovanie vyšších harmonických



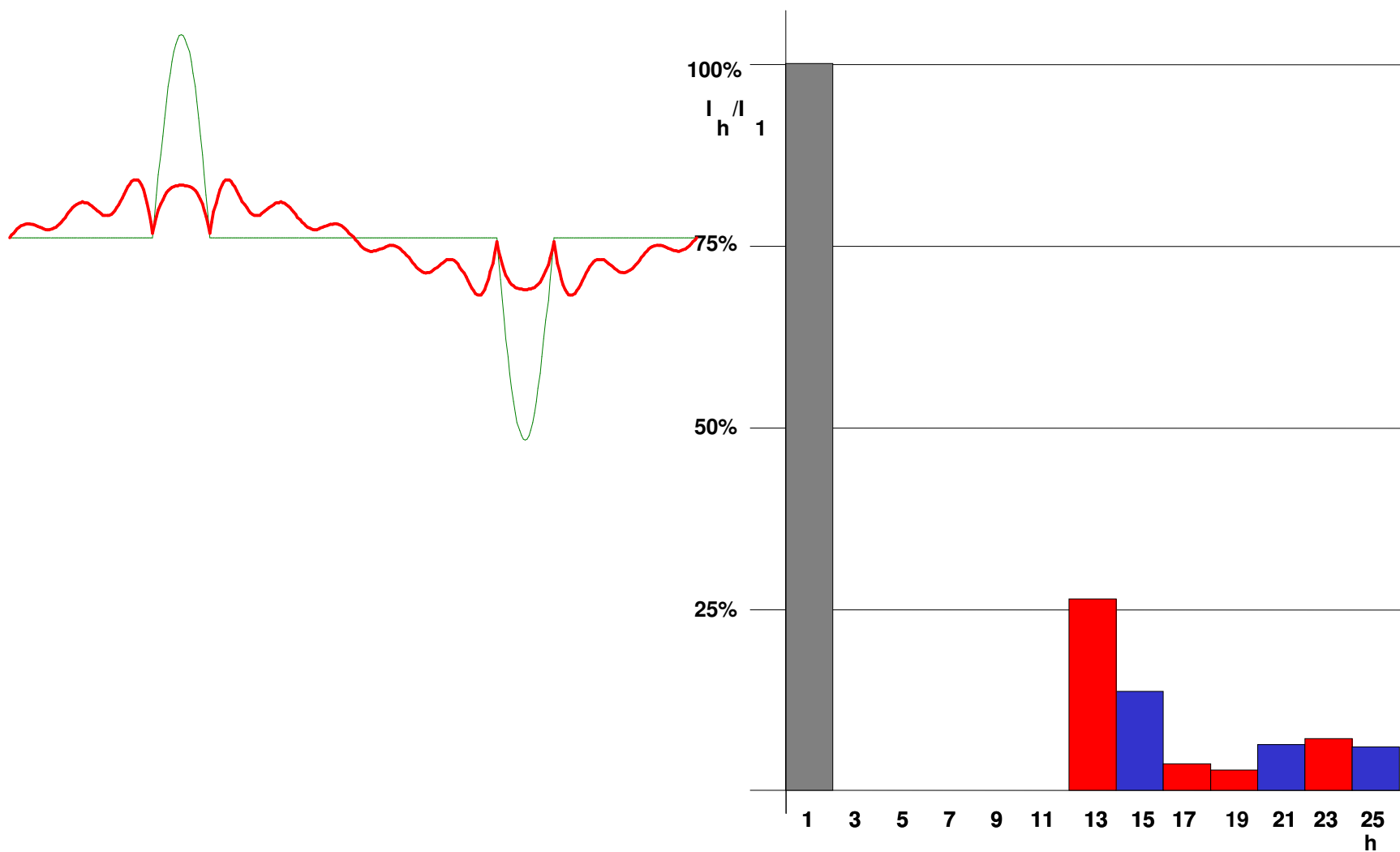
Selektívne filtrovanie vyšších harmonických



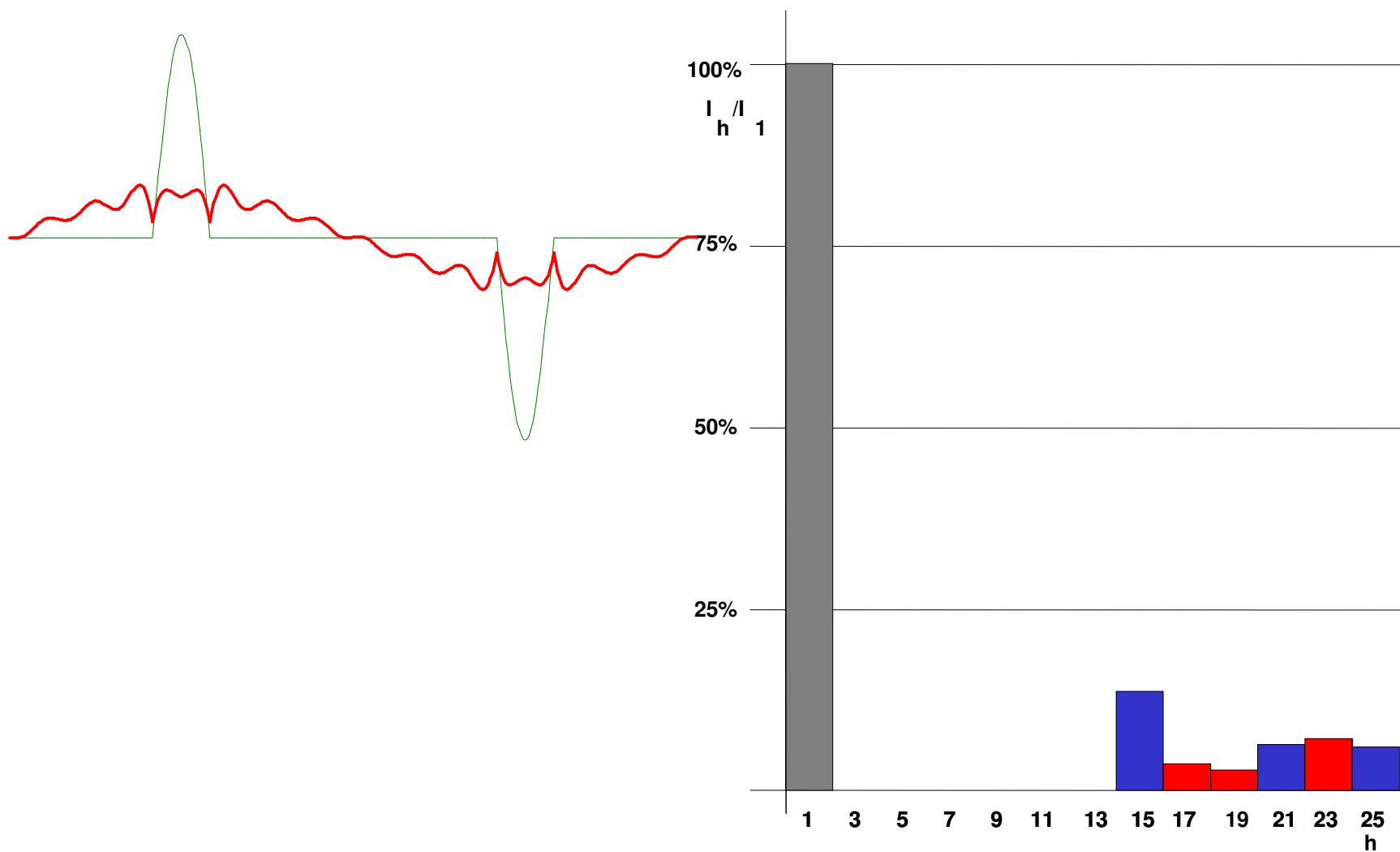
Selektívne filtrovanie vyšších harmonických



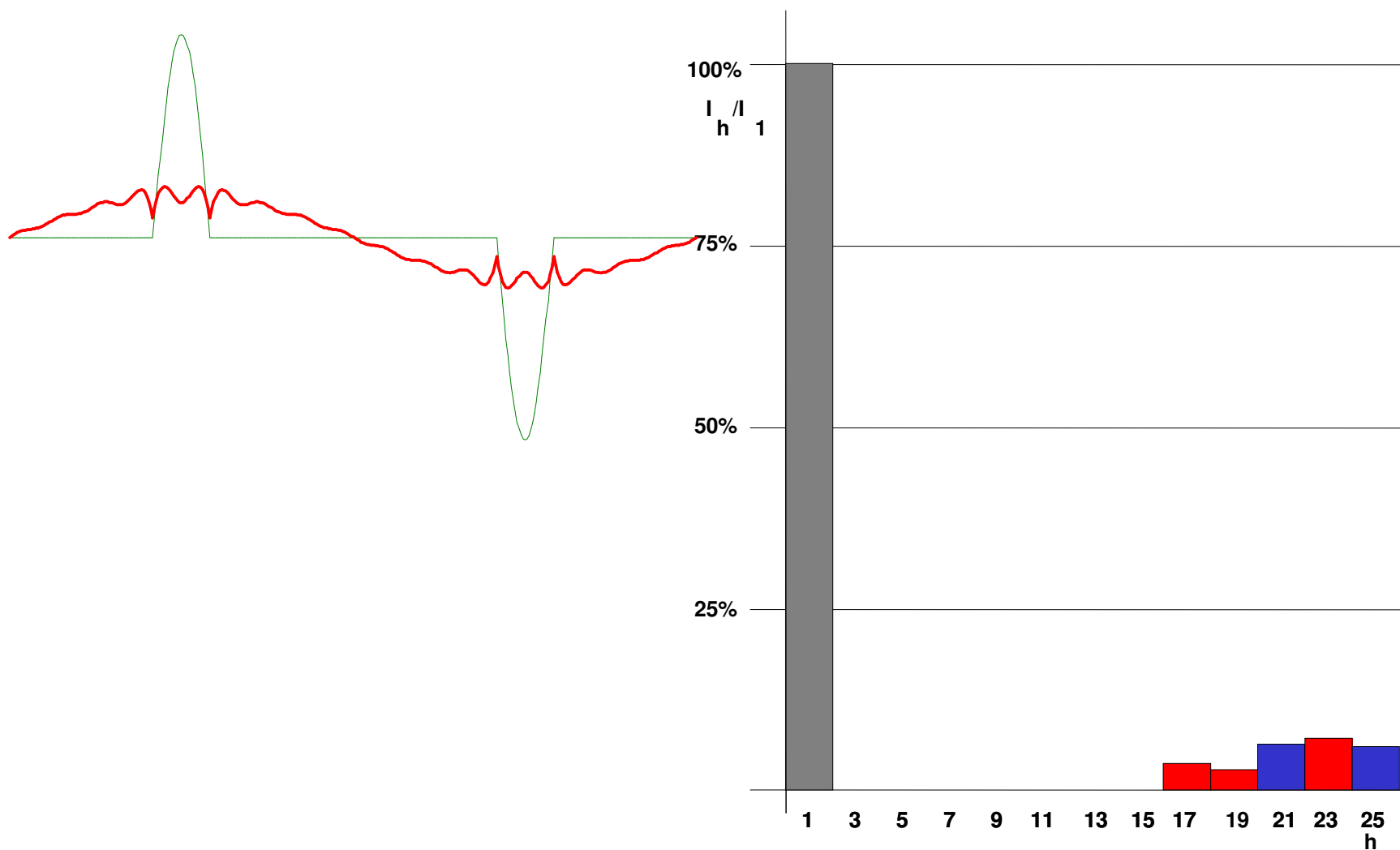
Selektívne filtrovanie vyšších harmonických



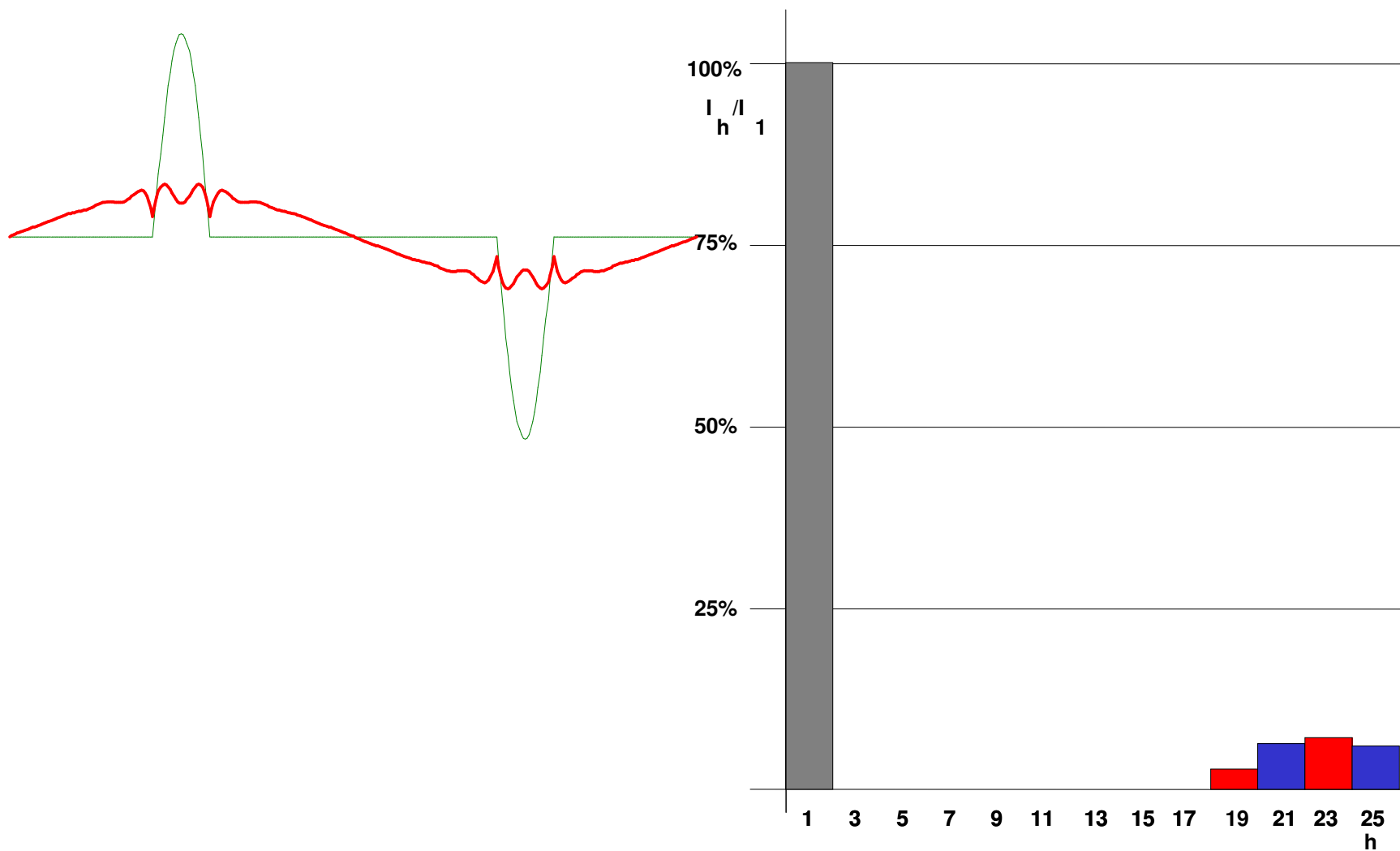
Selektívne filtrovanie vyšších harmonických



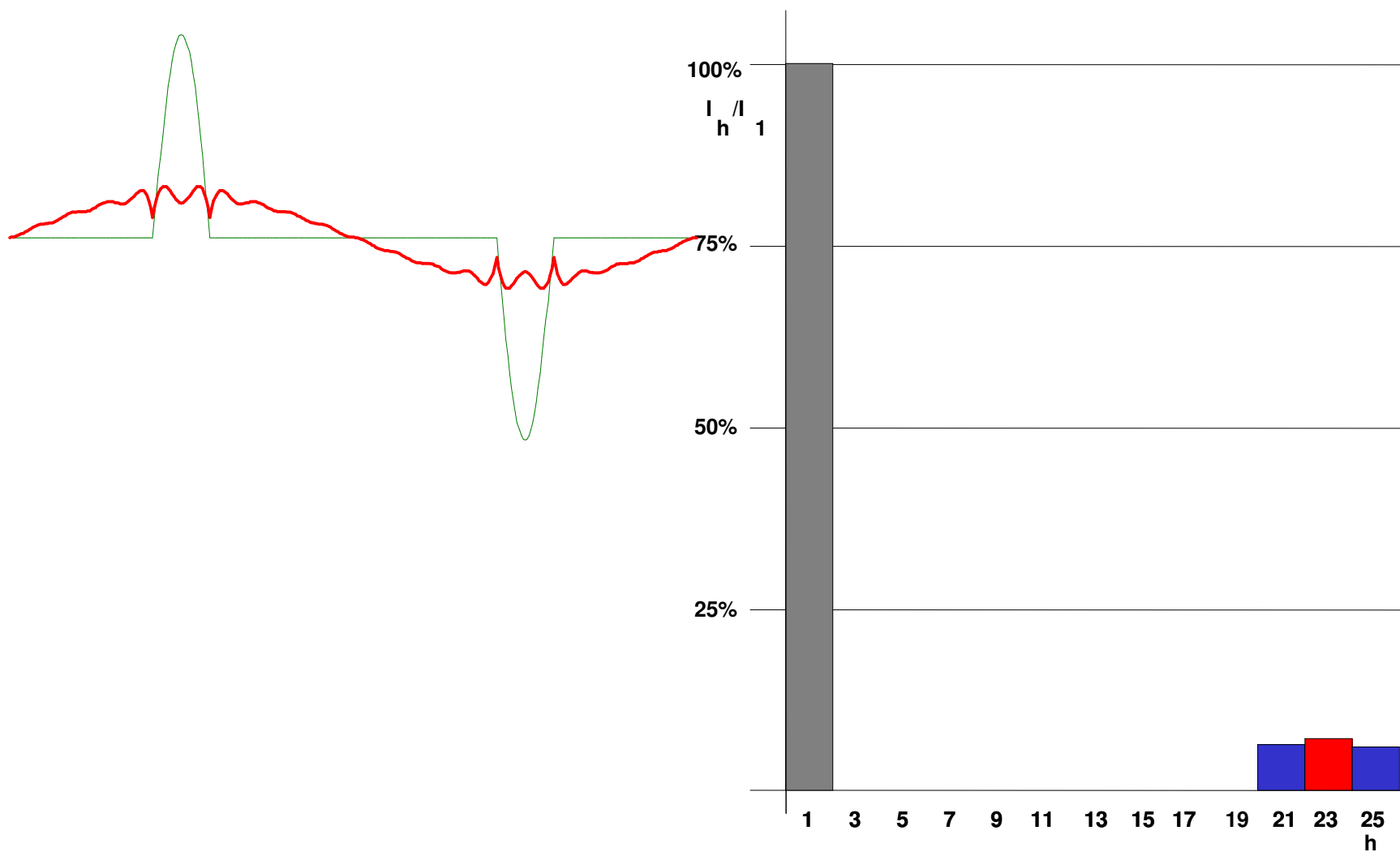
Selektívne filtrovanie vyšších harmonických



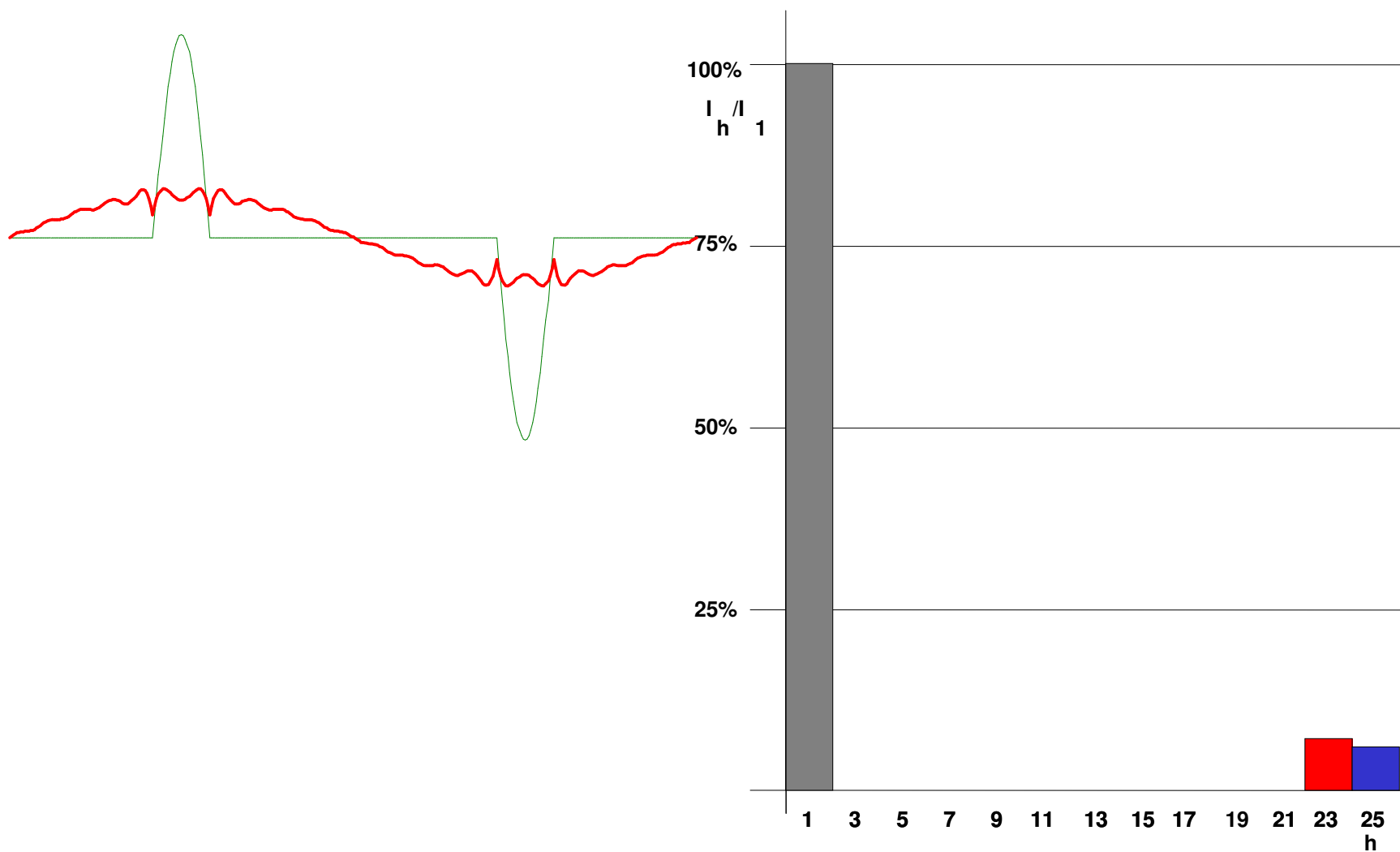
Selektívne filtrovanie vyšších harmonických



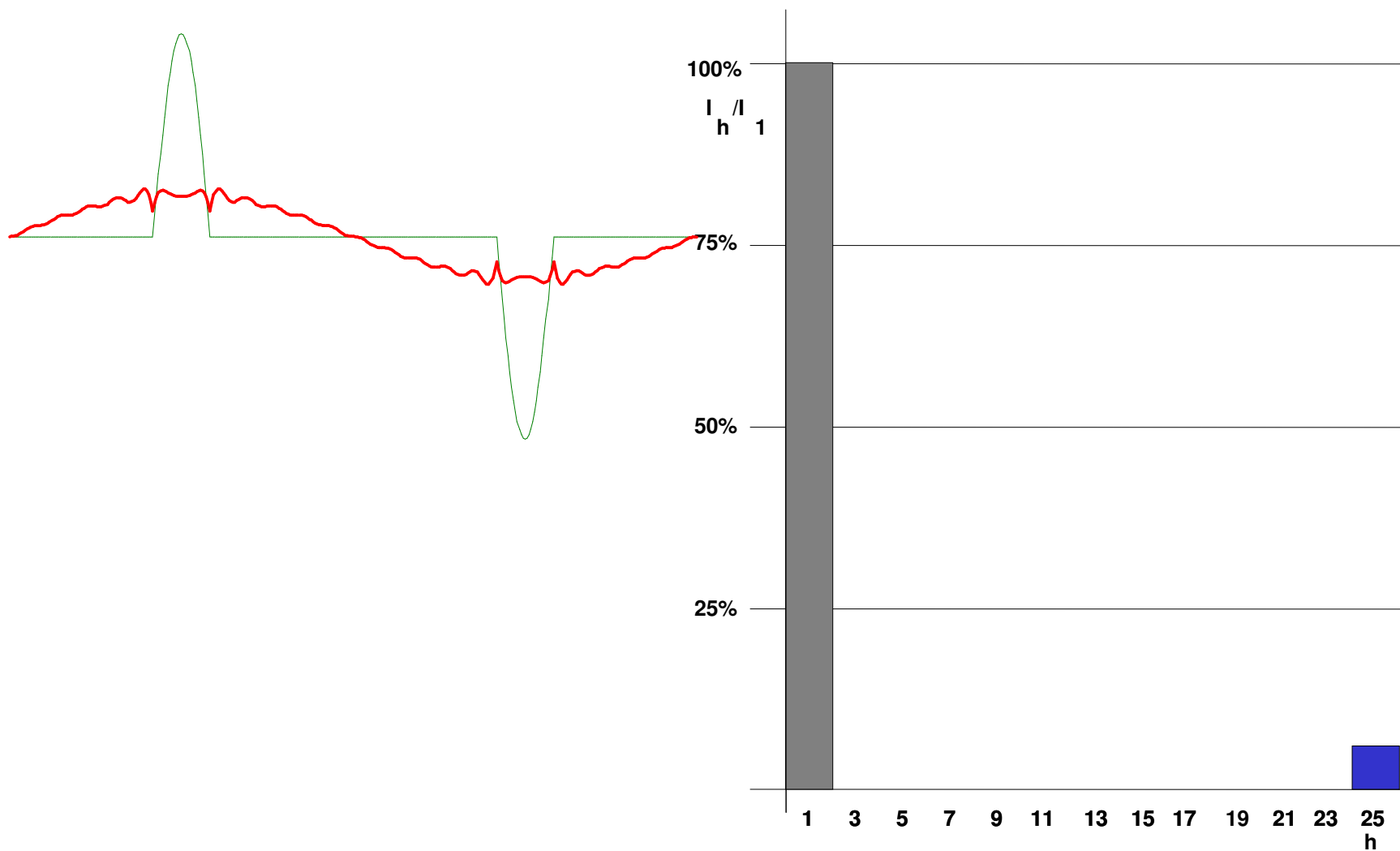
Selektívne filtrovanie vyšších harmonických



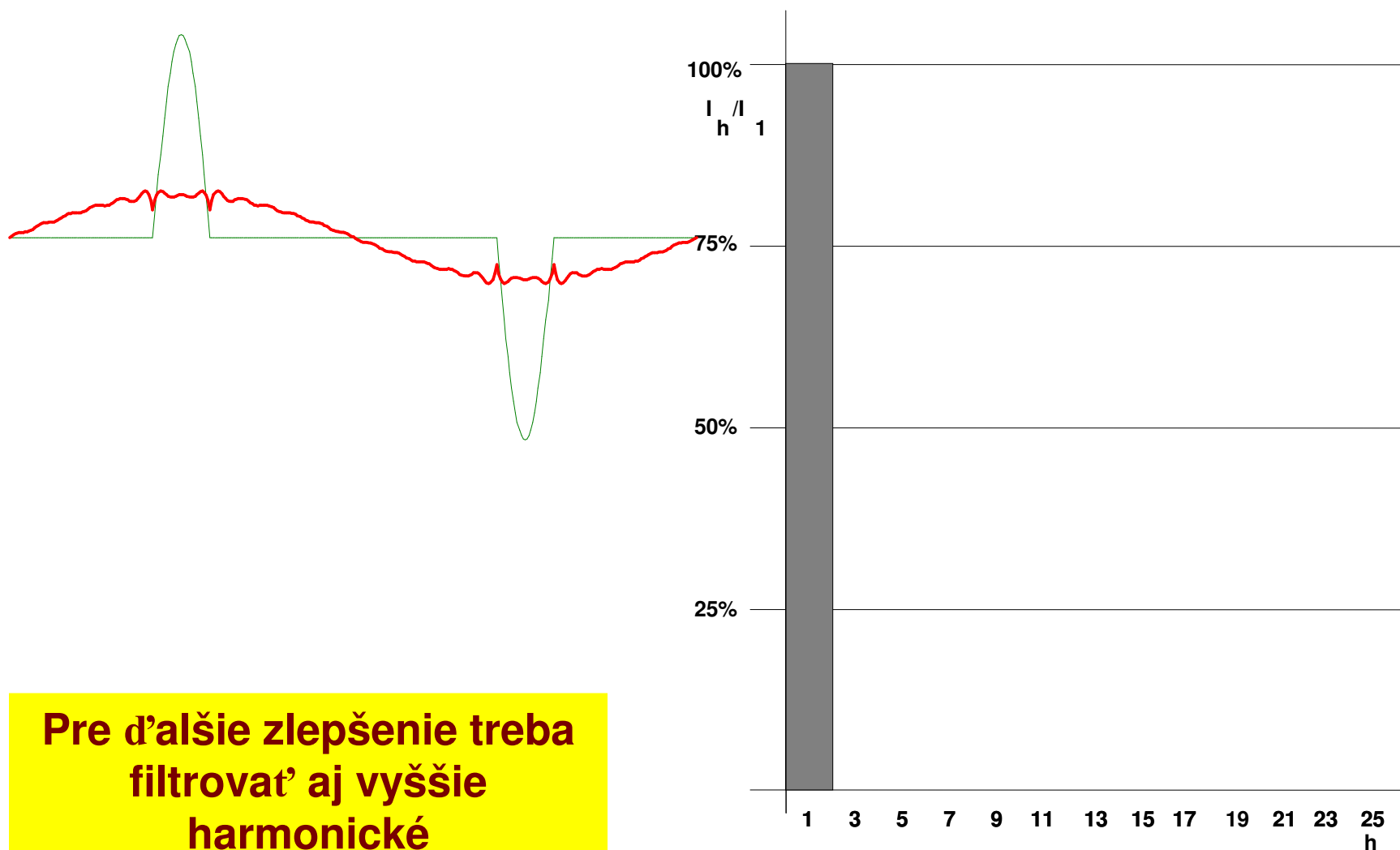
Selektívne filtrovanie vyšších harmonických



Selektívne filtrovanie vyšších harmonických

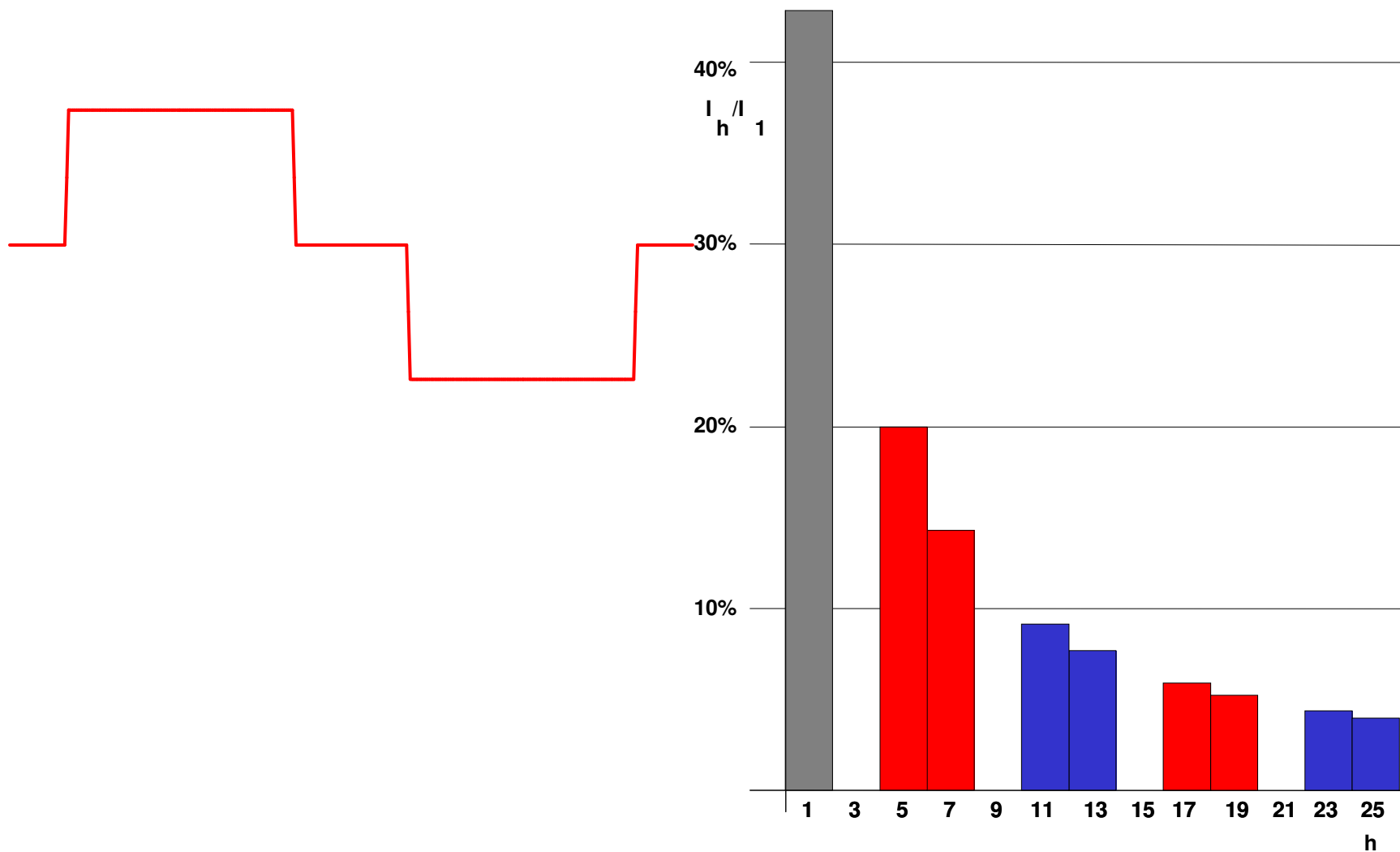


Selektívne filtrovanie vyšších harmonických

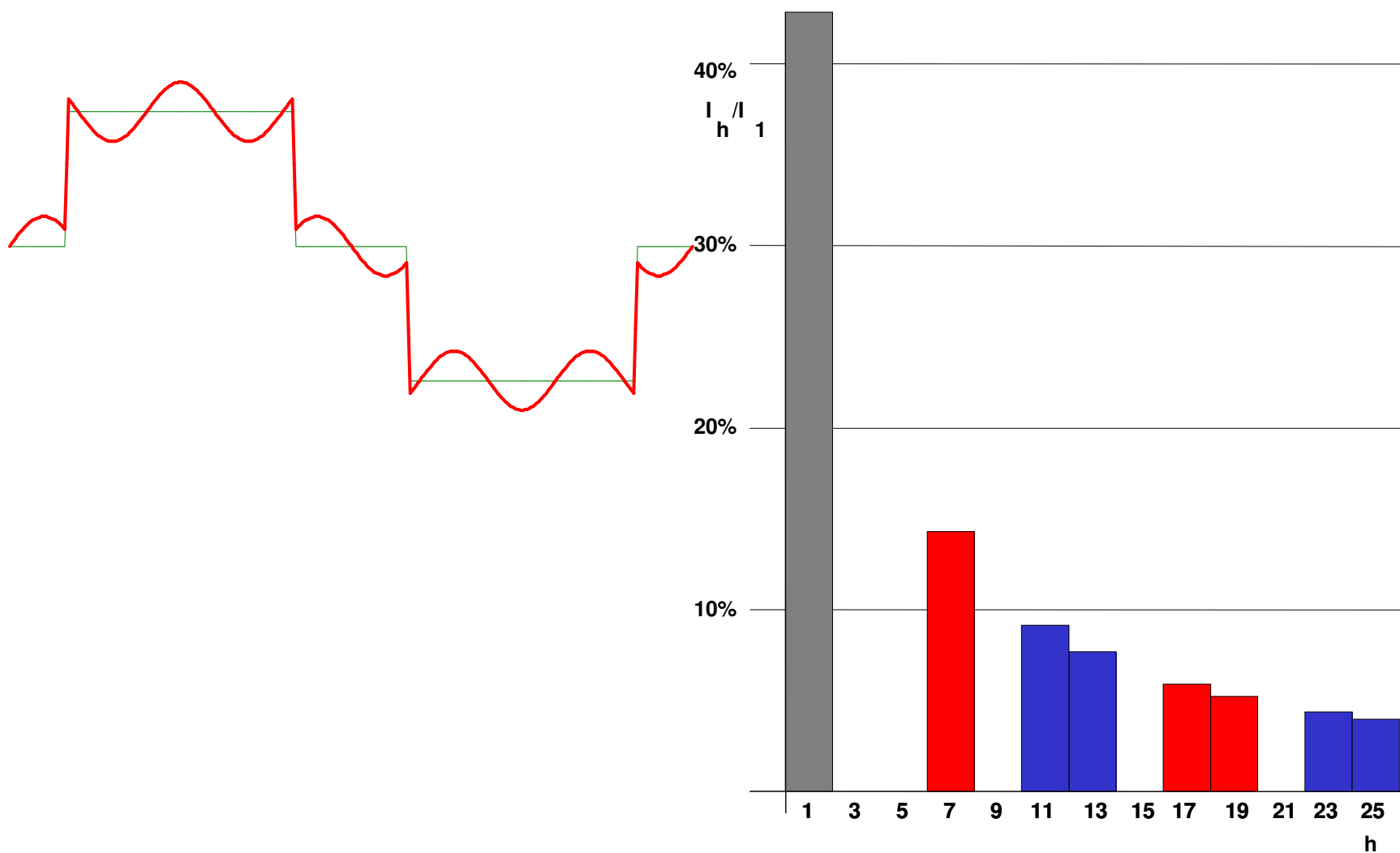


**Pre ďalšie zlepšenie treba
filtrovať aj vyššie
harmonické**

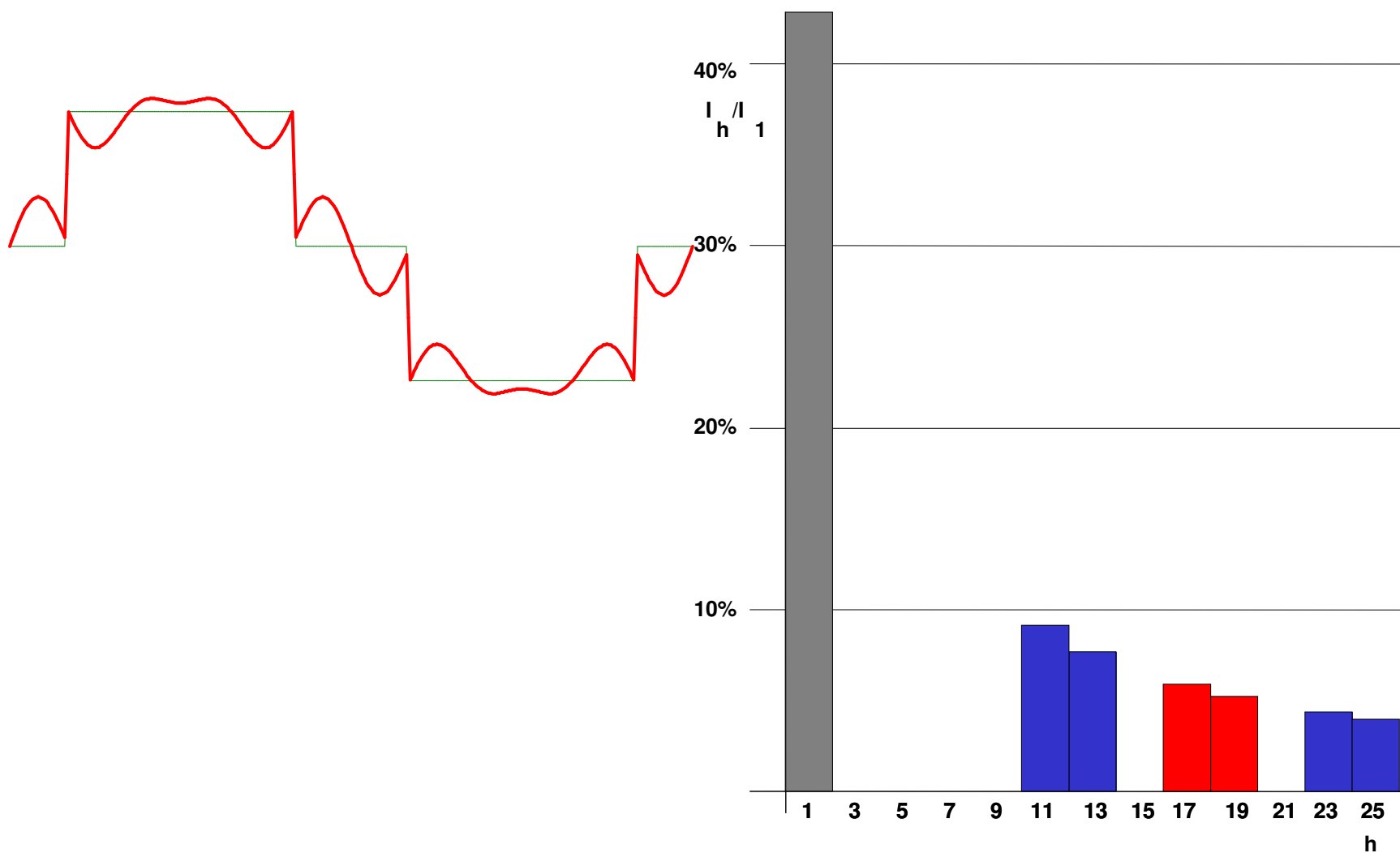
Selektívne filtrovanie vyšších harmonických



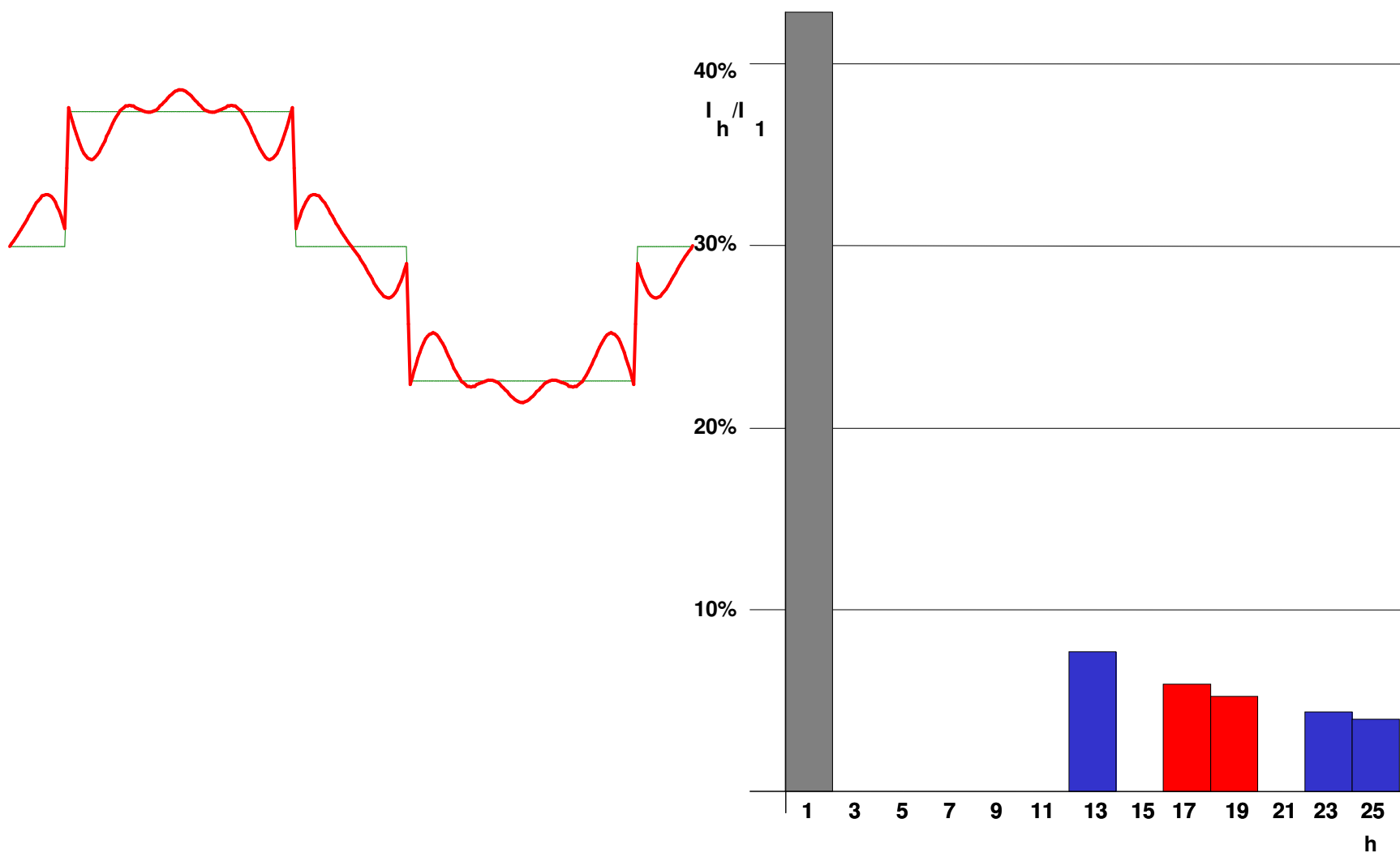
Selektívne filtrovanie vyšších harmonických



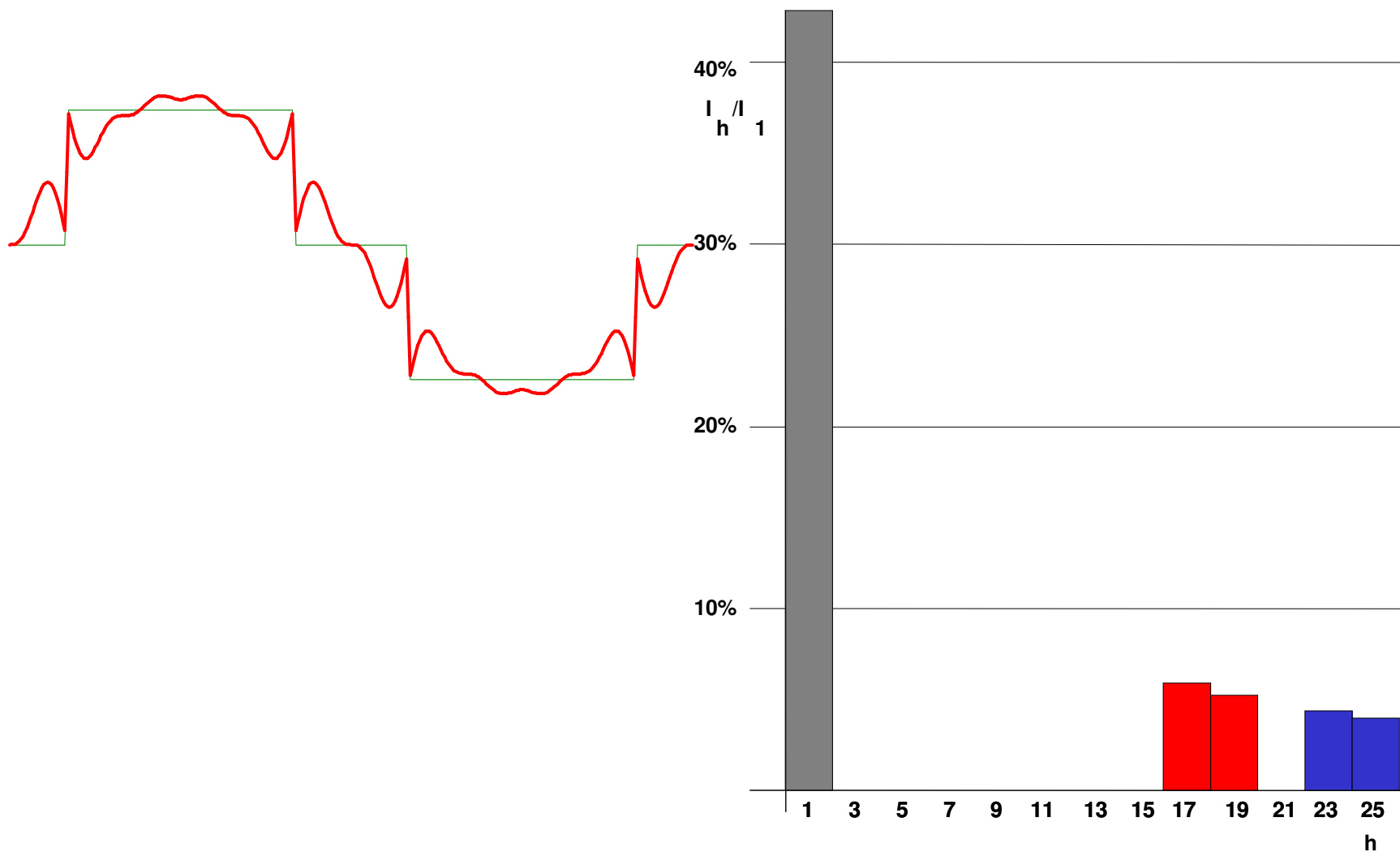
Selektívne filtrovanie vyšších harmonických



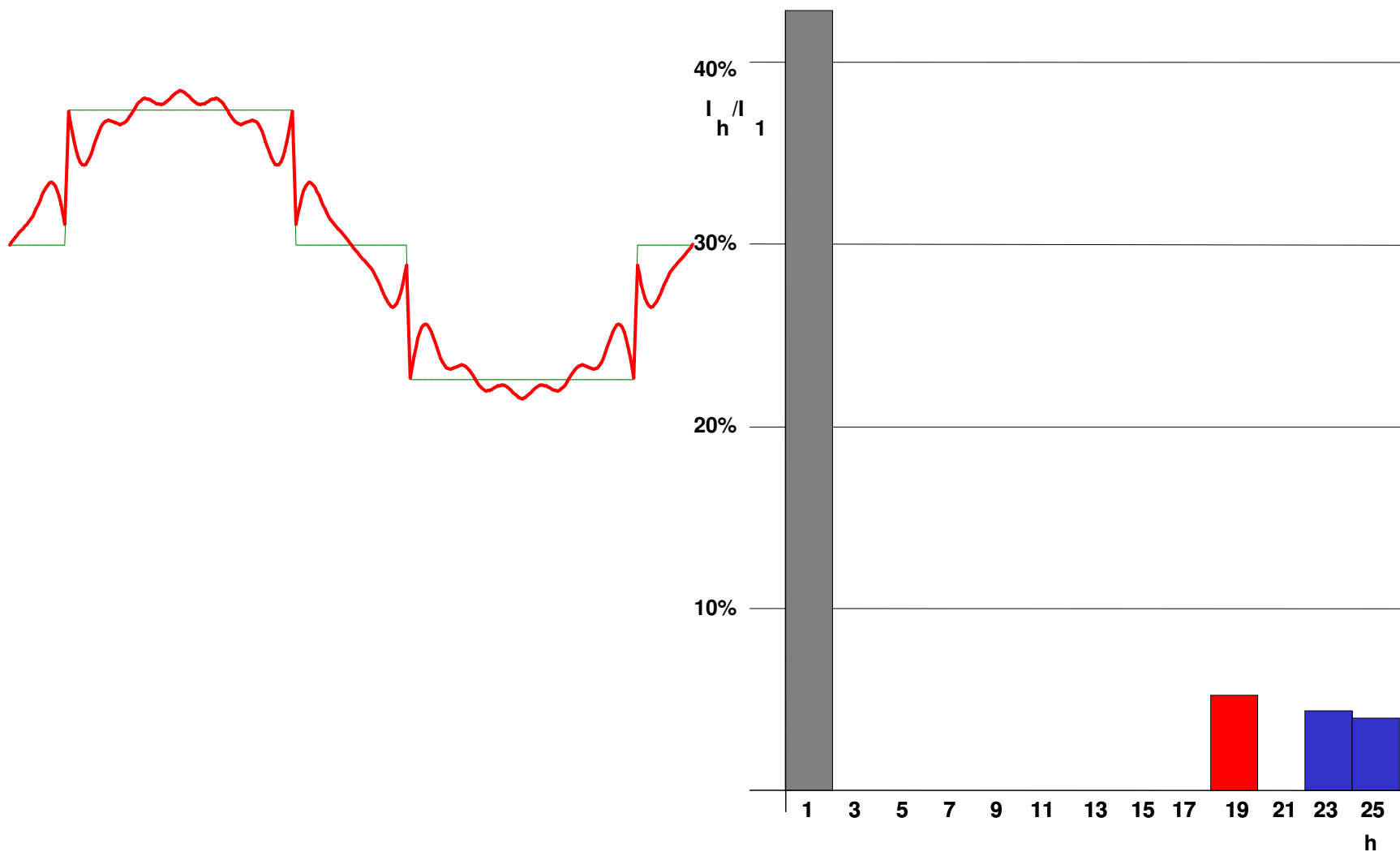
Selektívne filtrovanie vyšších harmonických



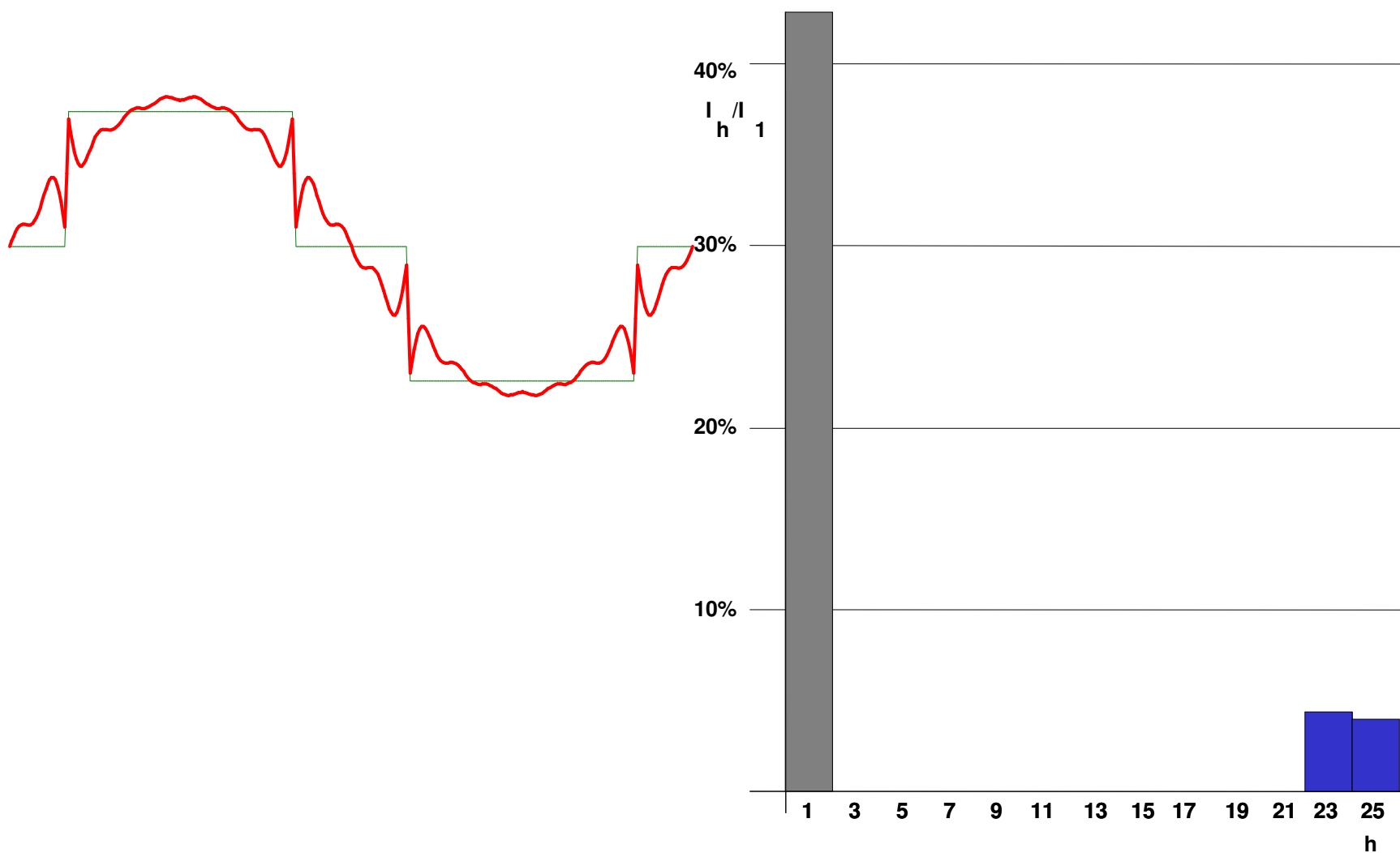
Selektívne filtrovanie vyšších harmonických



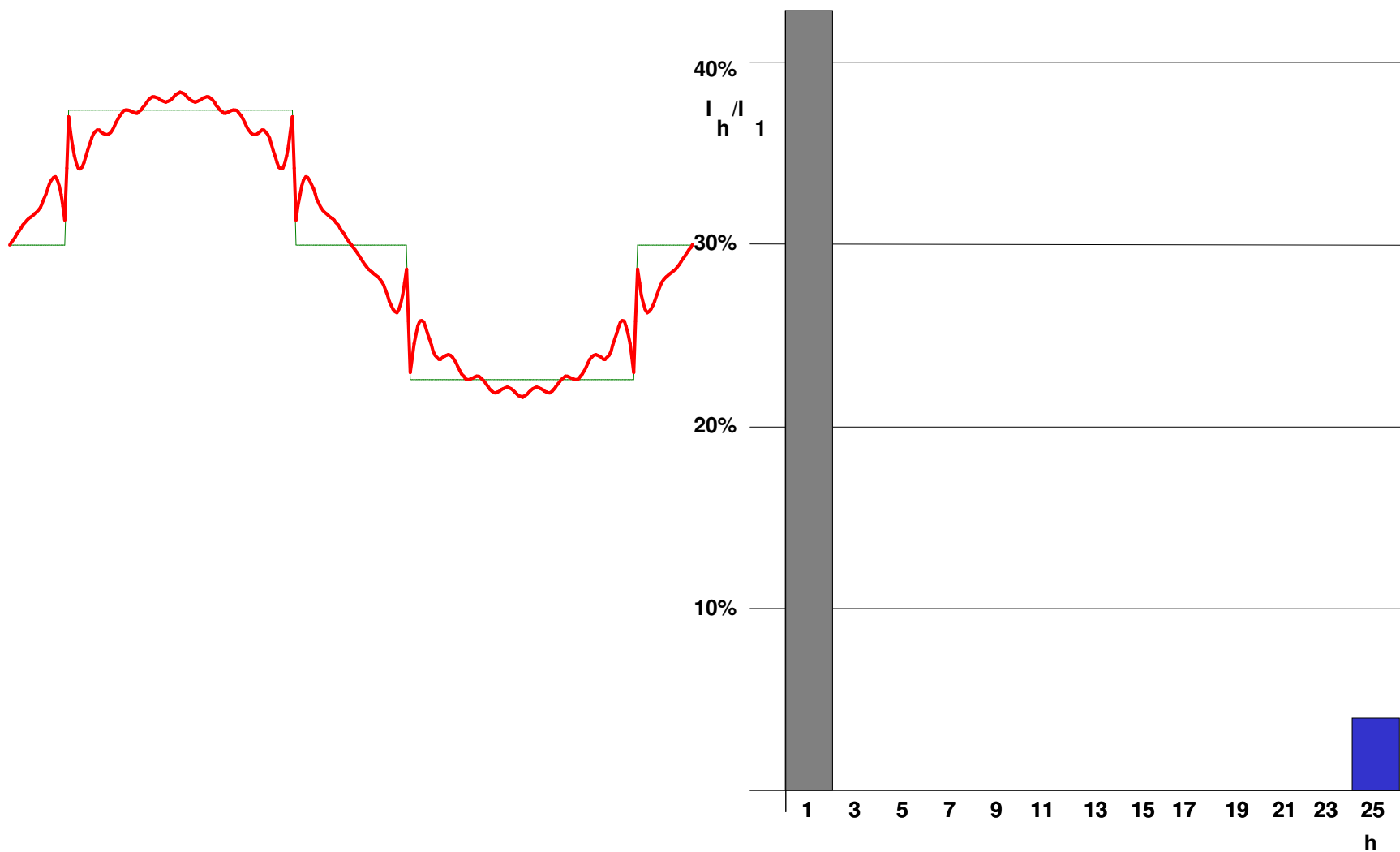
Selektívne filtrovanie vyšších harmonických



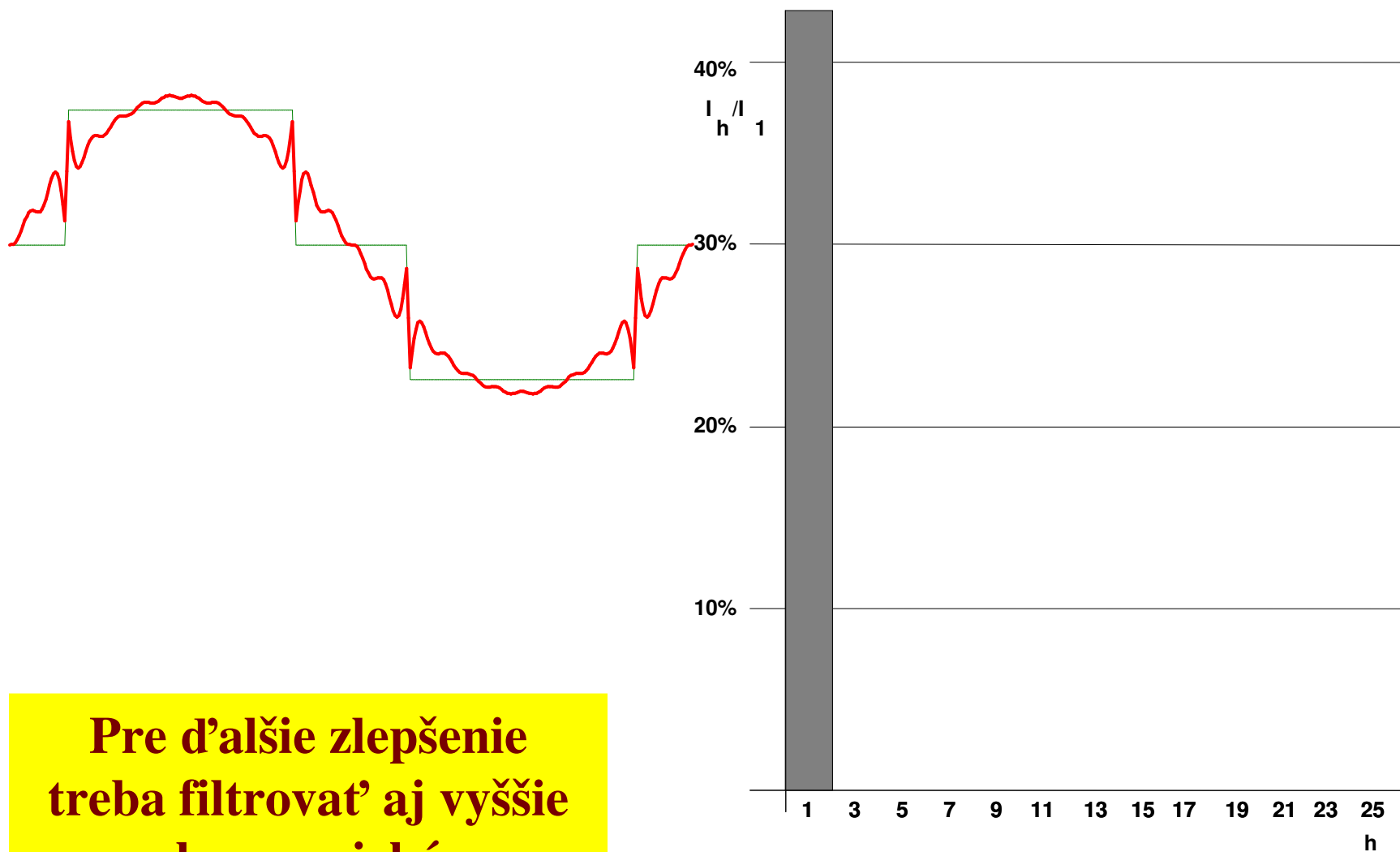
Selektívne filtrovanie vyšších harmonických



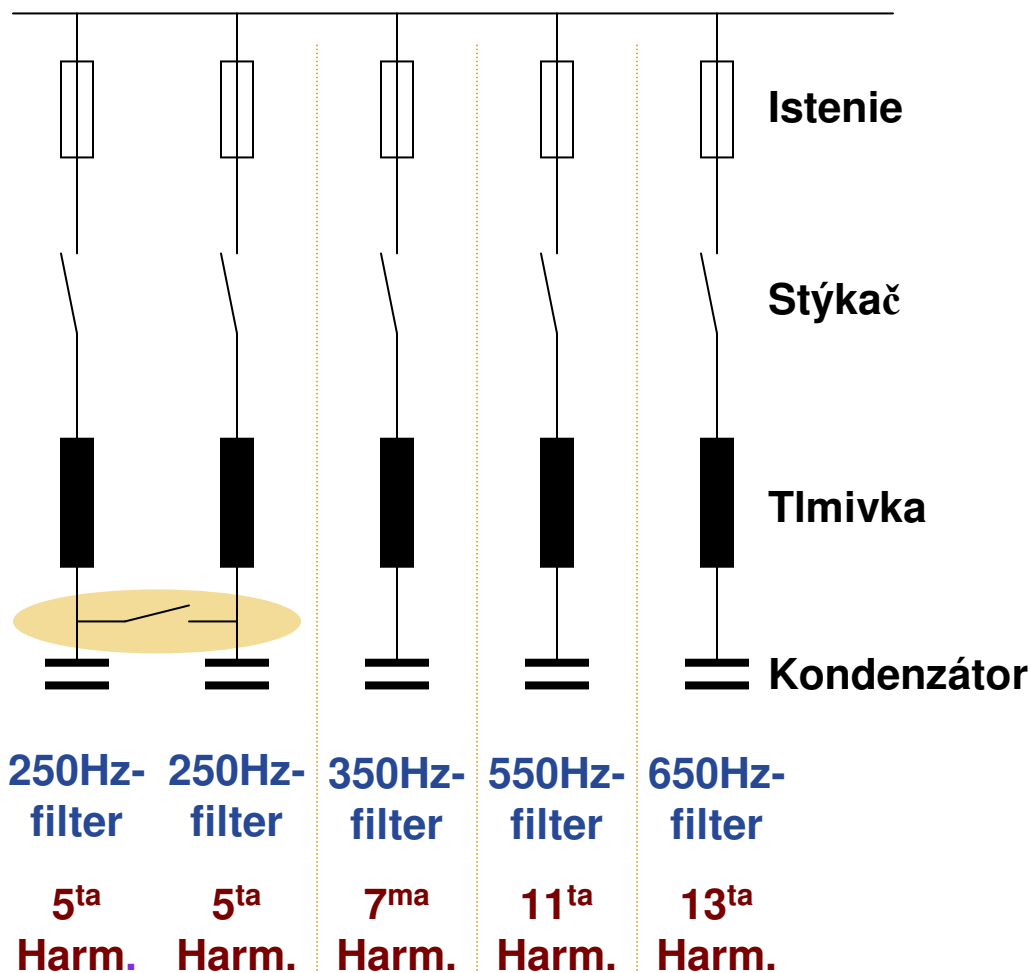
Selektívne filtrovanie vyšších harmonických



Selektívne filtrovanie vyšších harmonických



**Pre ďalšie zlepšenie
treba filtrovať aj vyššie
harmonické**

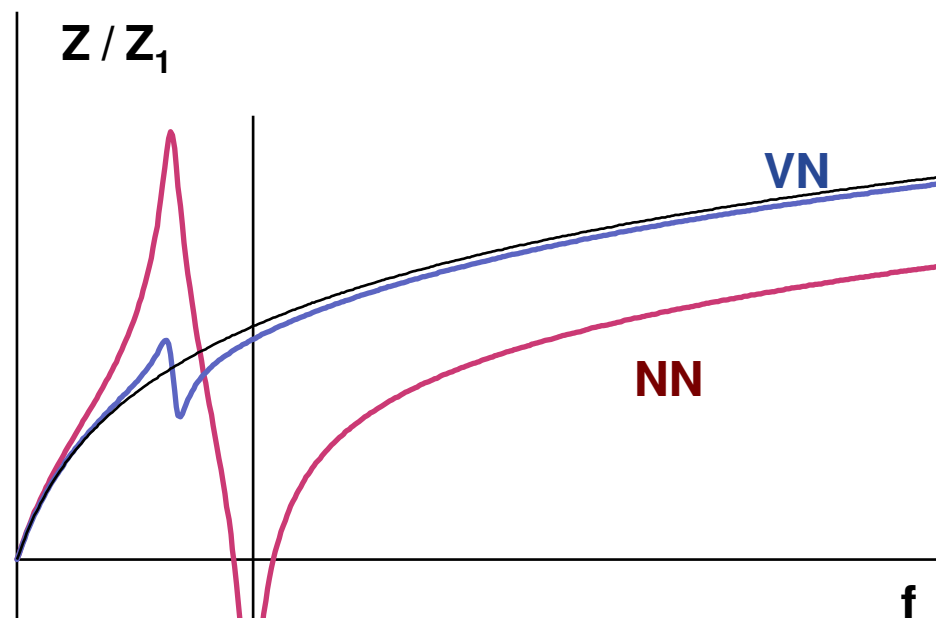
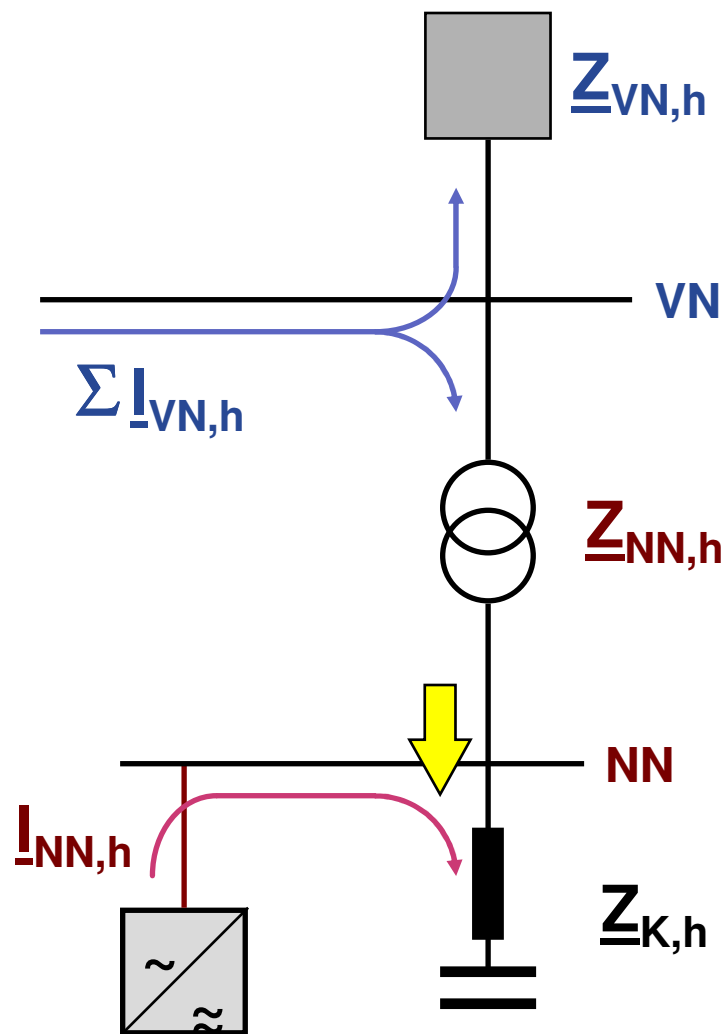


Pasívny filter pozostáva z viacerých filtračných obvodov

Može obsahovať viacero rovnakých filtračných obvodov

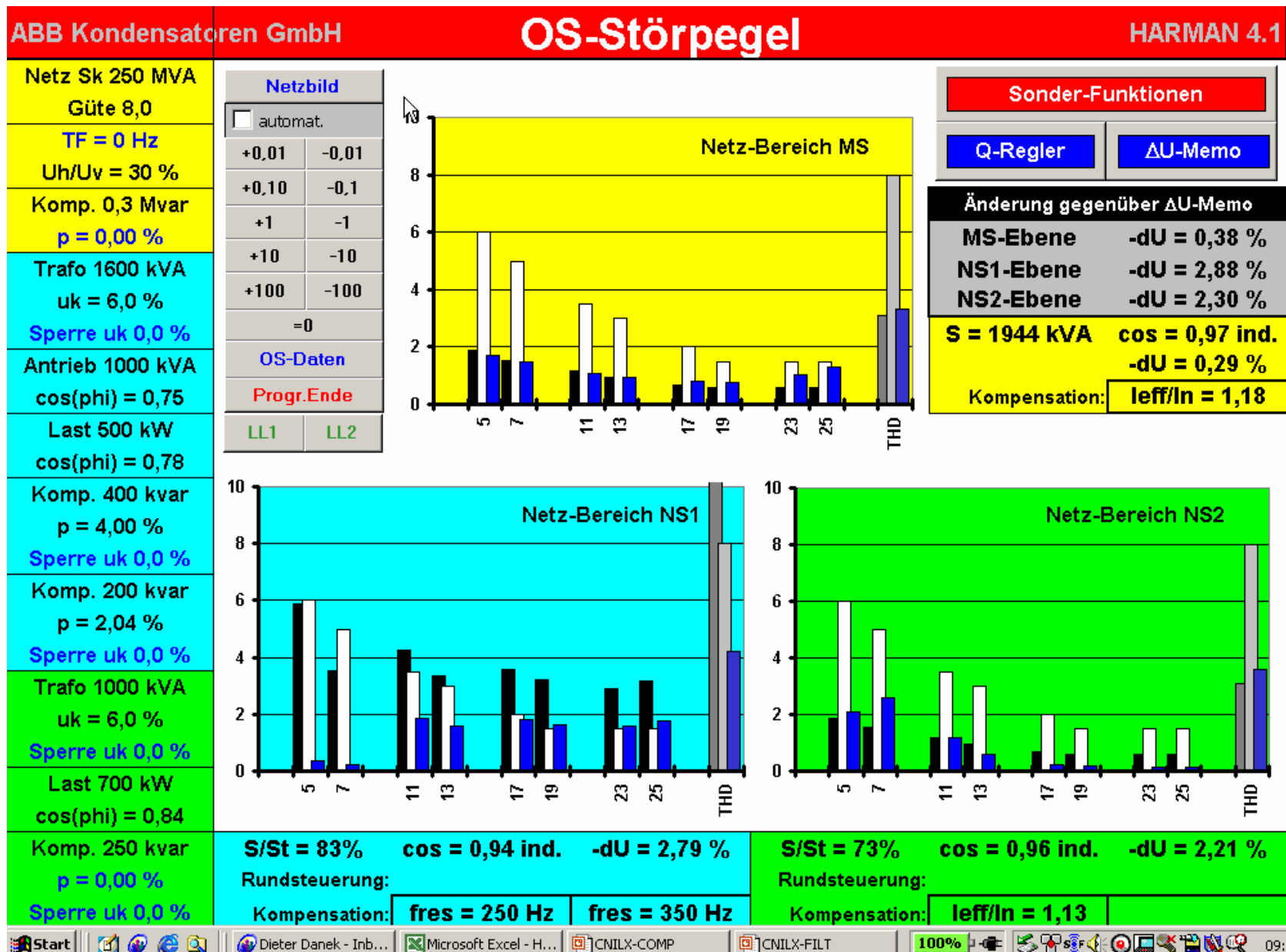
O kvalite filtra rozhoduje kvalita použitých komponentov

Filtračný účinok závisí od parametrov elektrickej siete



Filtračná jednotka –
filtračný výkon aj pri
vyšších frekvenciách

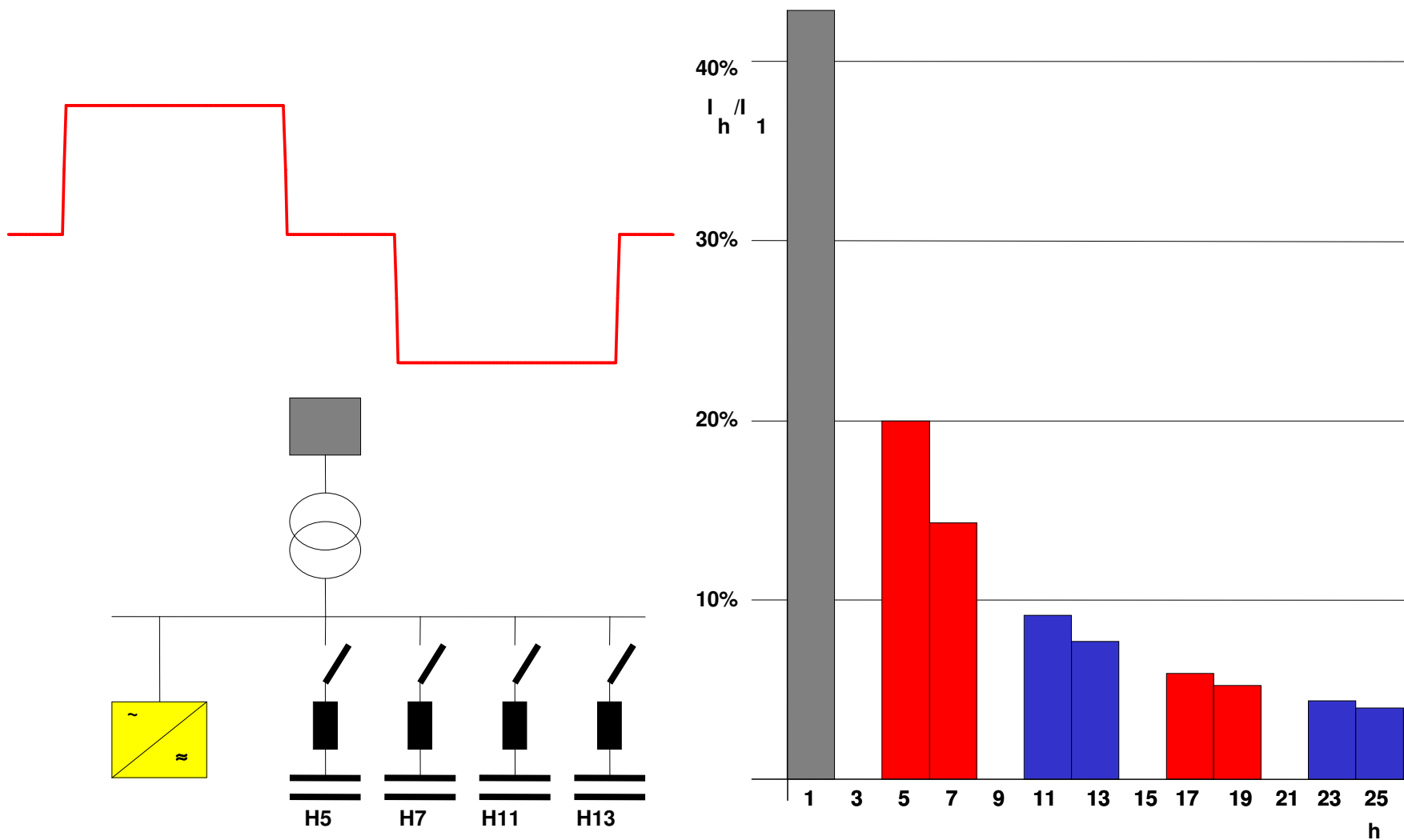
Filtračný výkon aj pre
harmonické napätia
„zvonka“



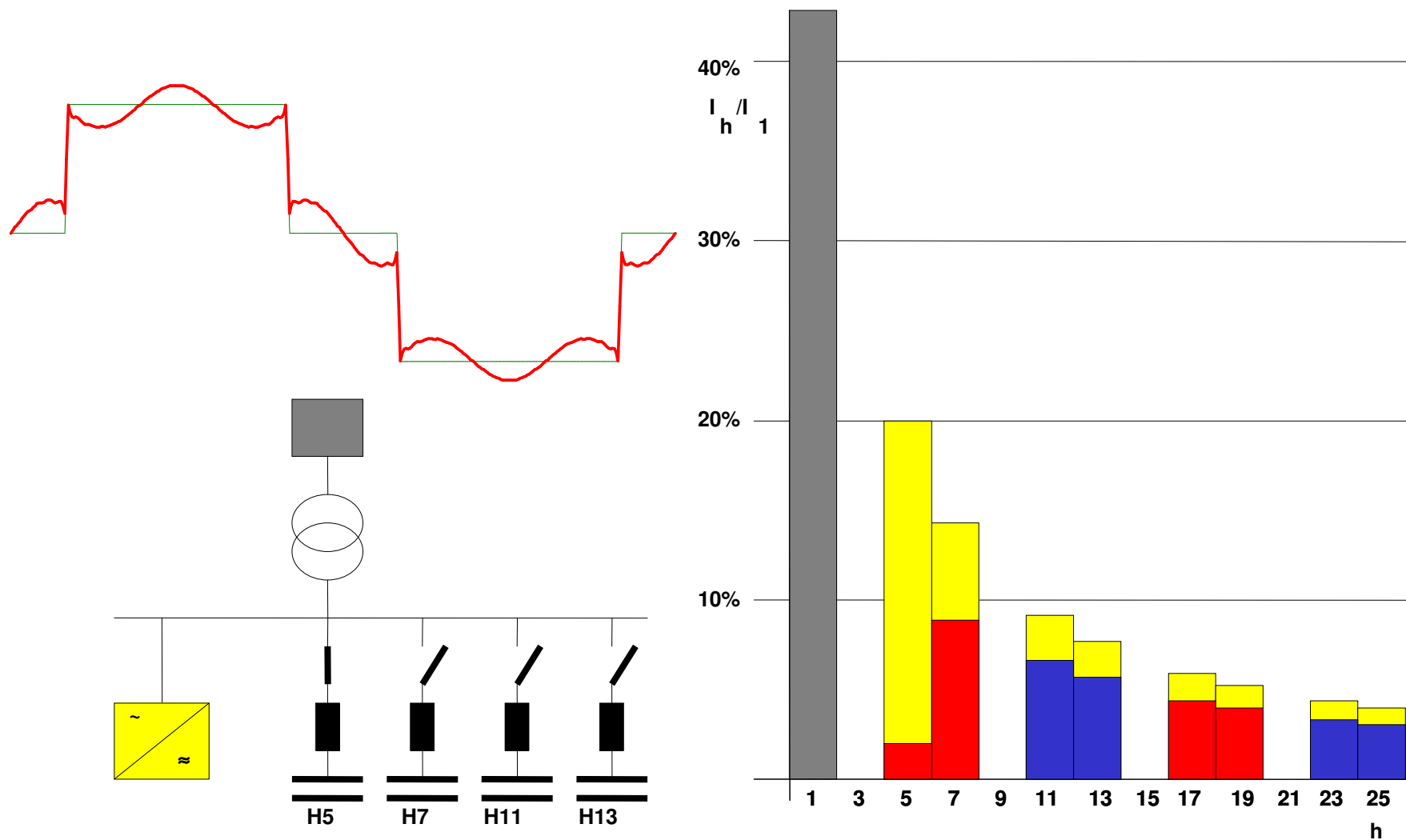
- Pasívny filter je naladený obvod na definovanú vyššiu harmonickú – je definovaný maximálny prúd ktorý môže do obvodu tiecť
- Pasívne filtre vždy majú inštalovaný aj určitý kompenzačný výkon
- Pasívne filtre nemajú žiadne meracie a regulačné zariadenia.

Pasívne filtre znížia harmonické napätia aj v prípade že skreslenie siete je z „vonka“

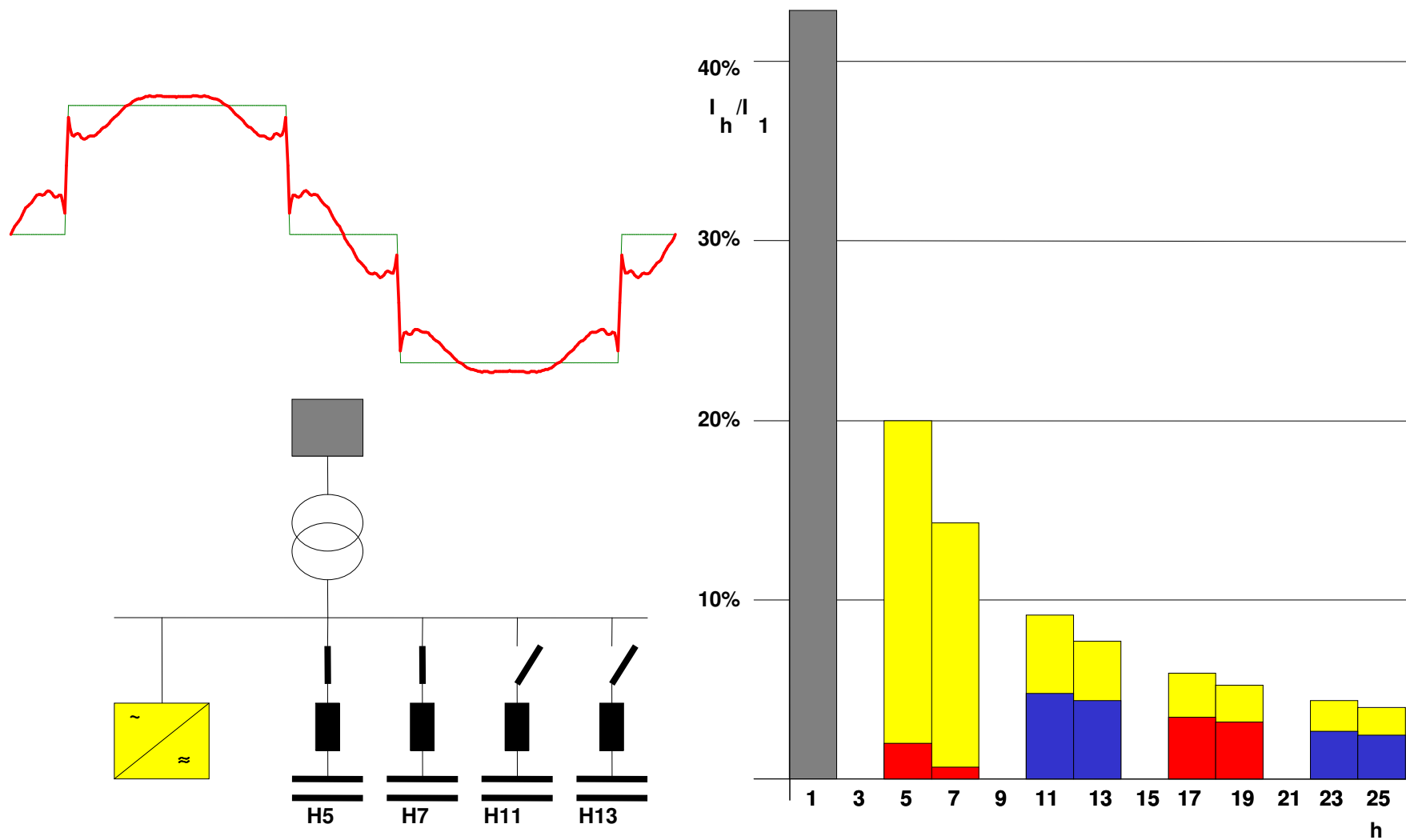
Širokopásmové filtrovanie pasívnym filtrom



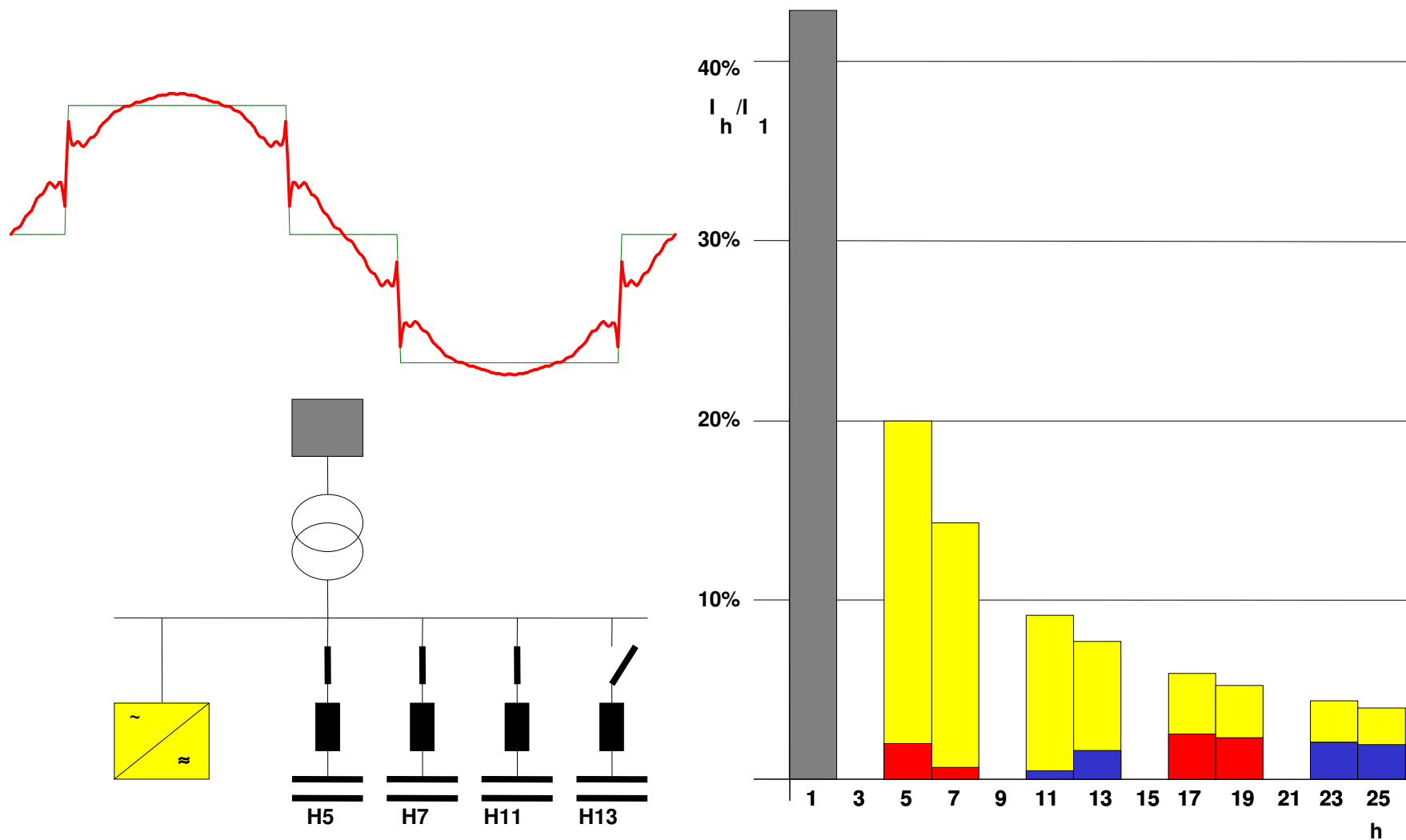
Širokopásmové filtrovanie pasívnym filtrom



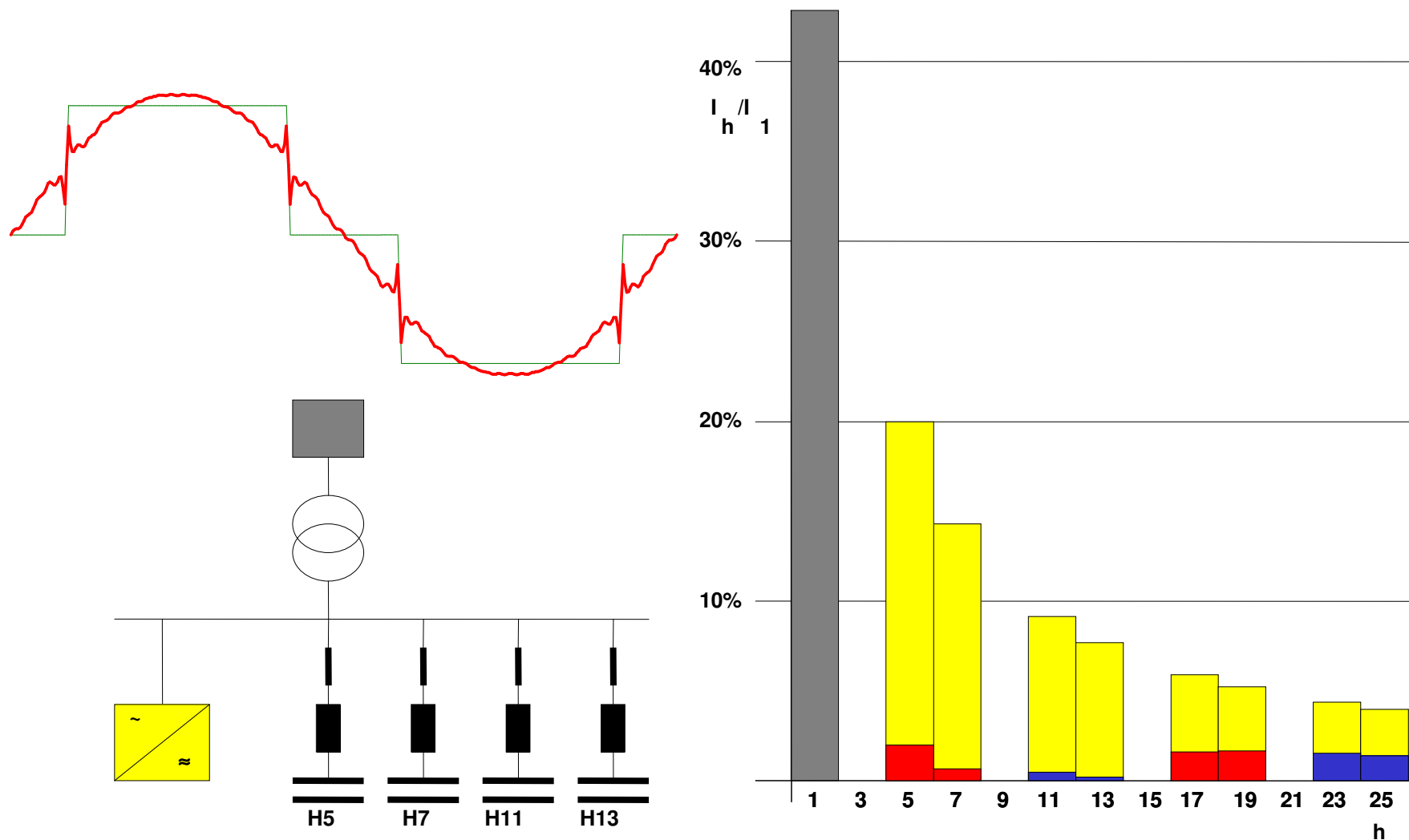
Širokopásmové filtrovanie pasívnym filtrom



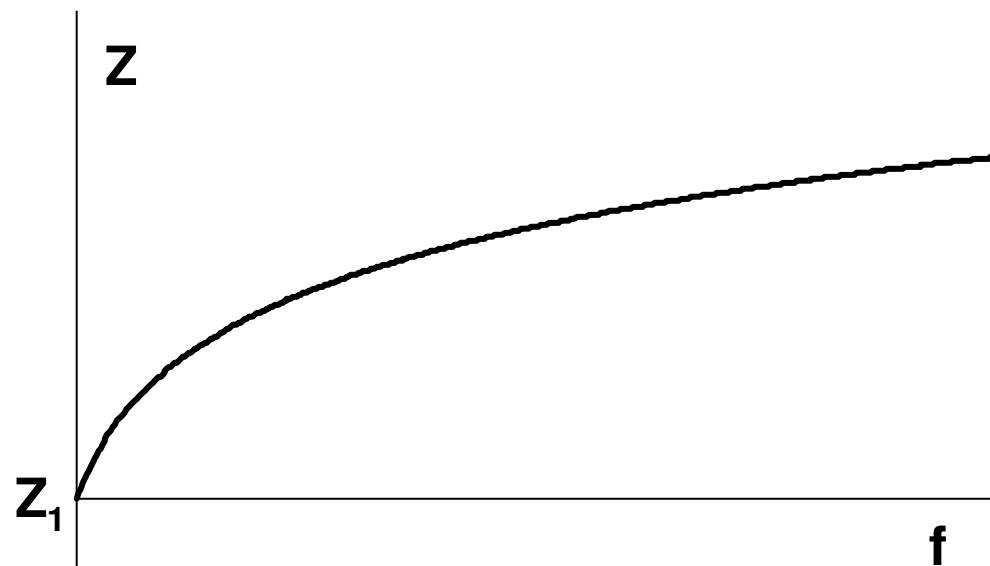
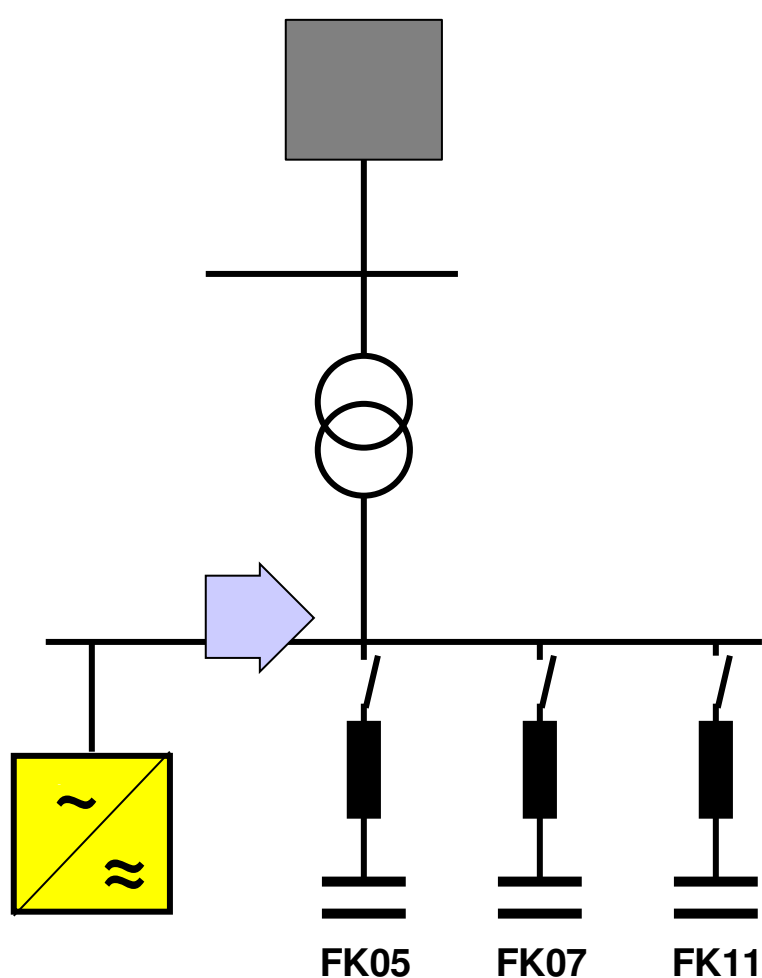
Širokopásmové filtrovanie pasívnym filtrom



Širokopásmové filtrovanie pasívnym filtrom

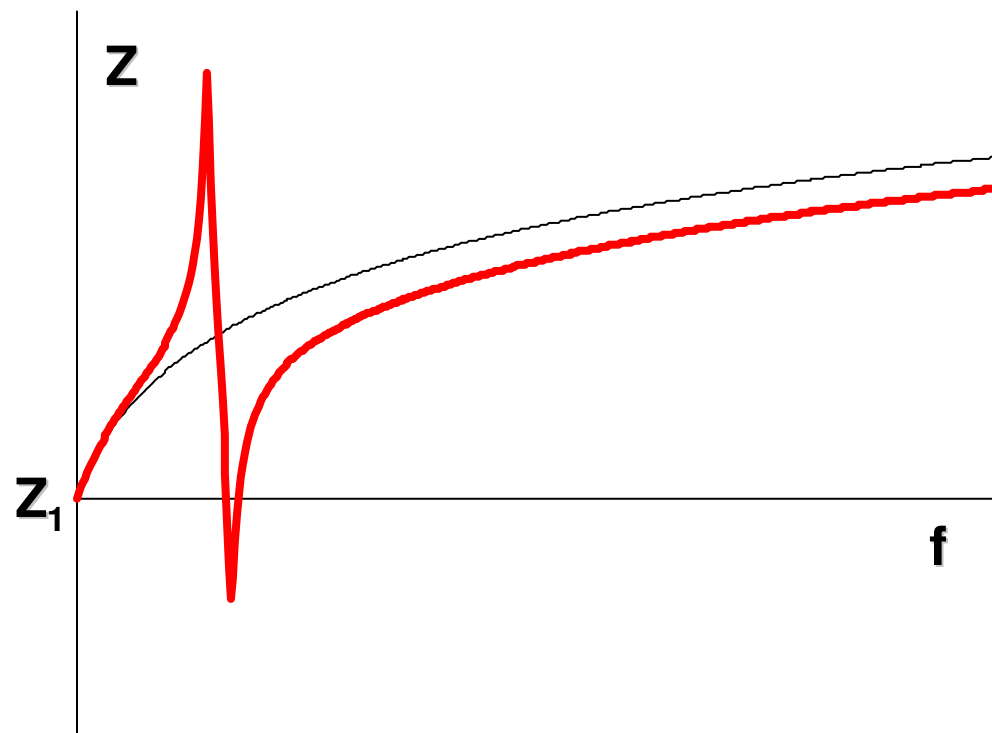
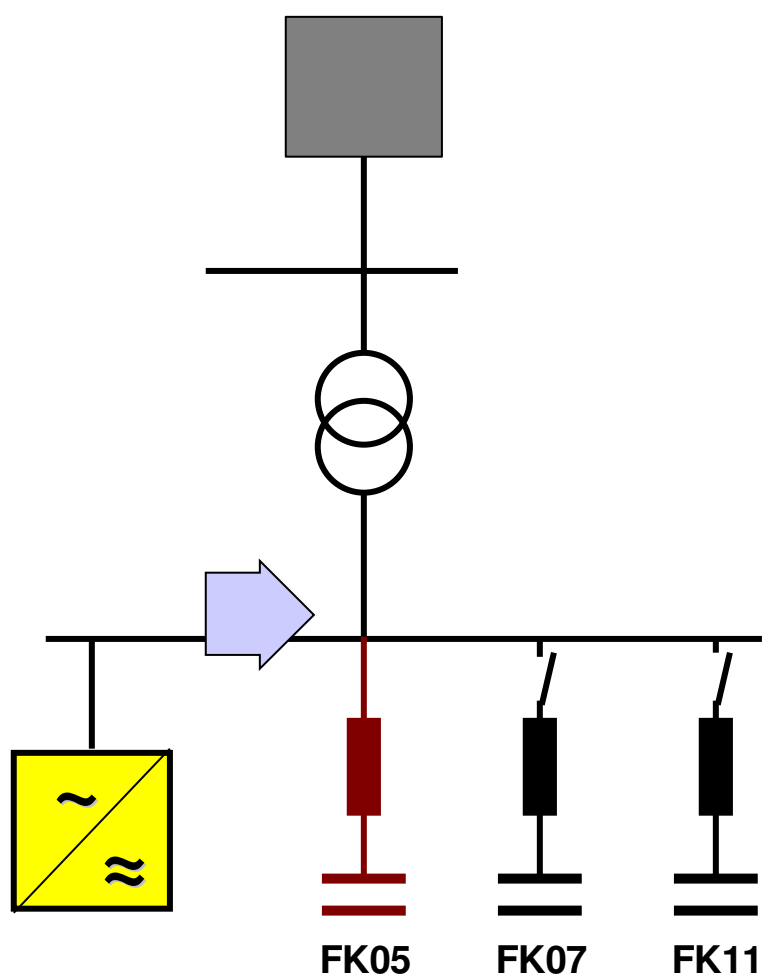


Spínanie viacerých stupňov pasívneho filtra

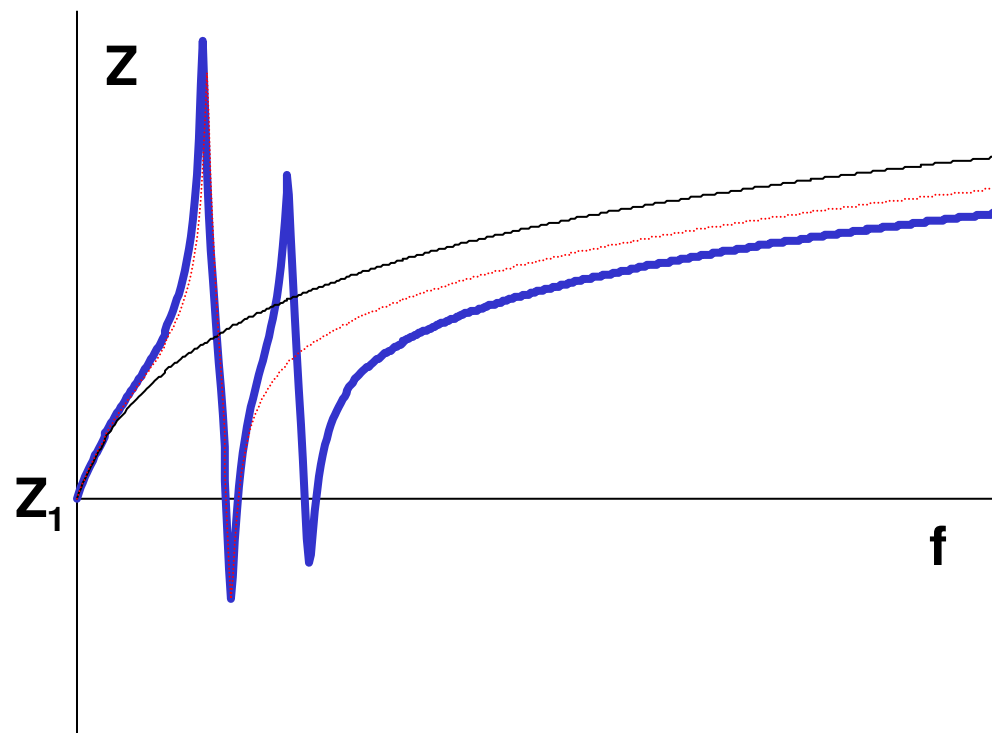
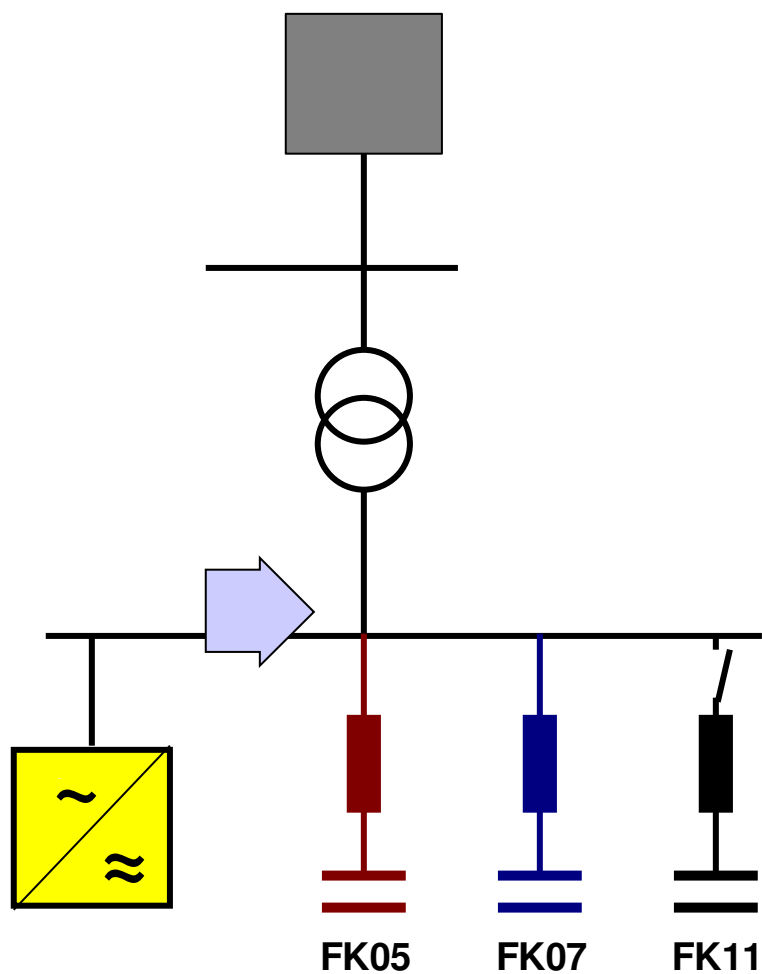


**Zapínaie vždy od
najnižšieho filtračného
stupňa**

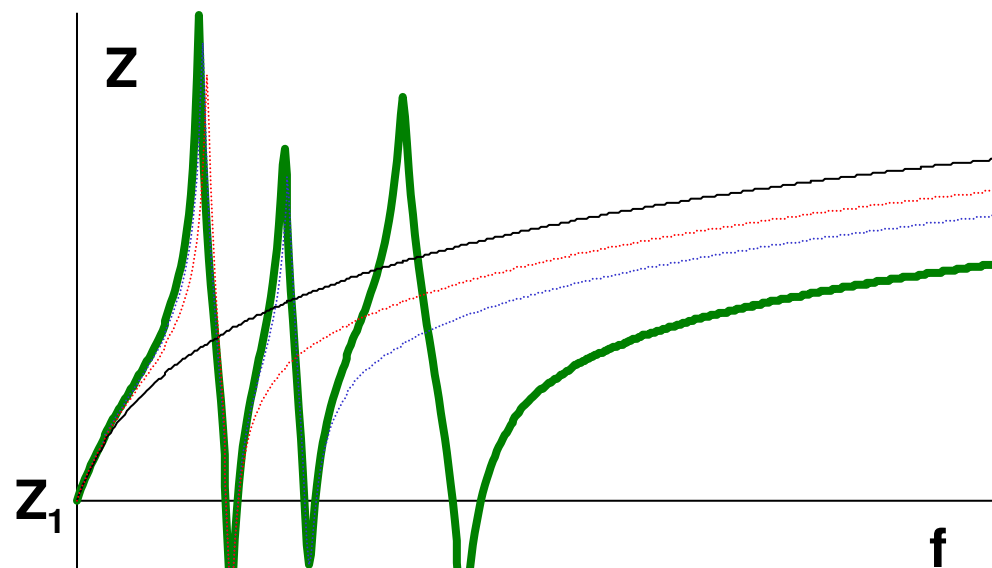
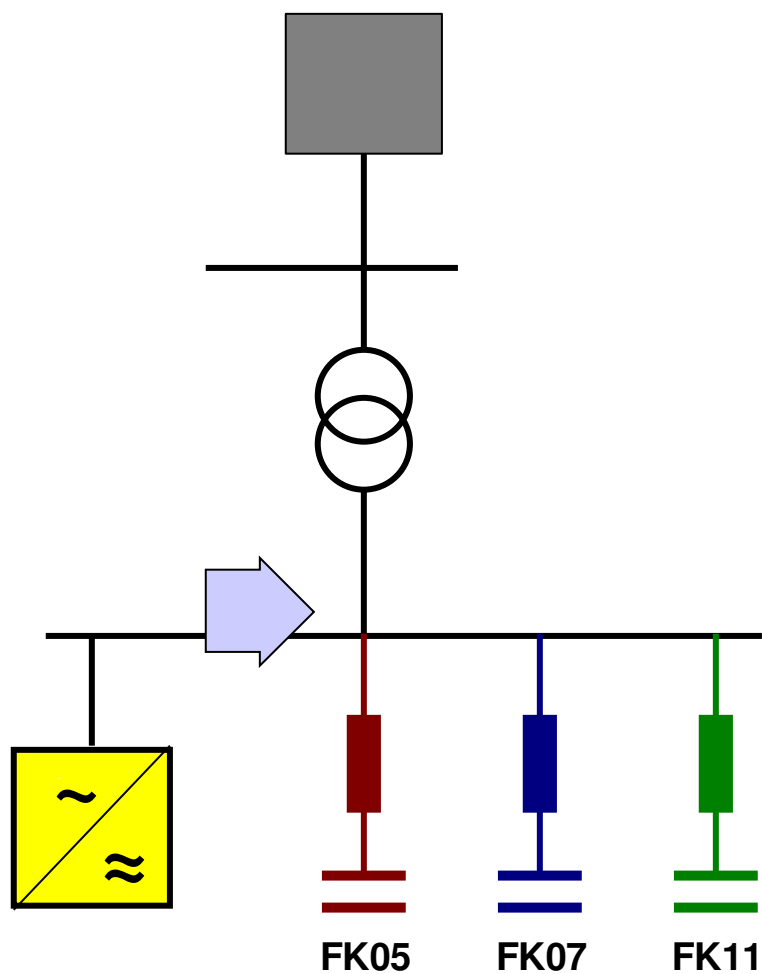
Spínanie viacerých stupňov pasívneho filtra



Spínanie viacerých stupňov pasívneho filtra

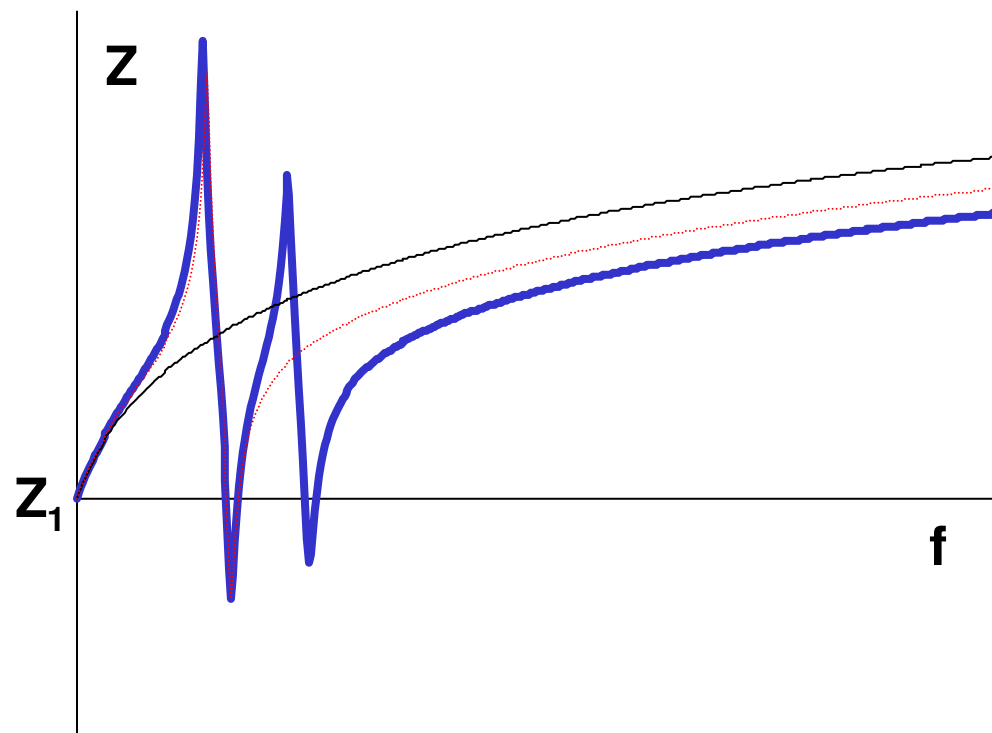
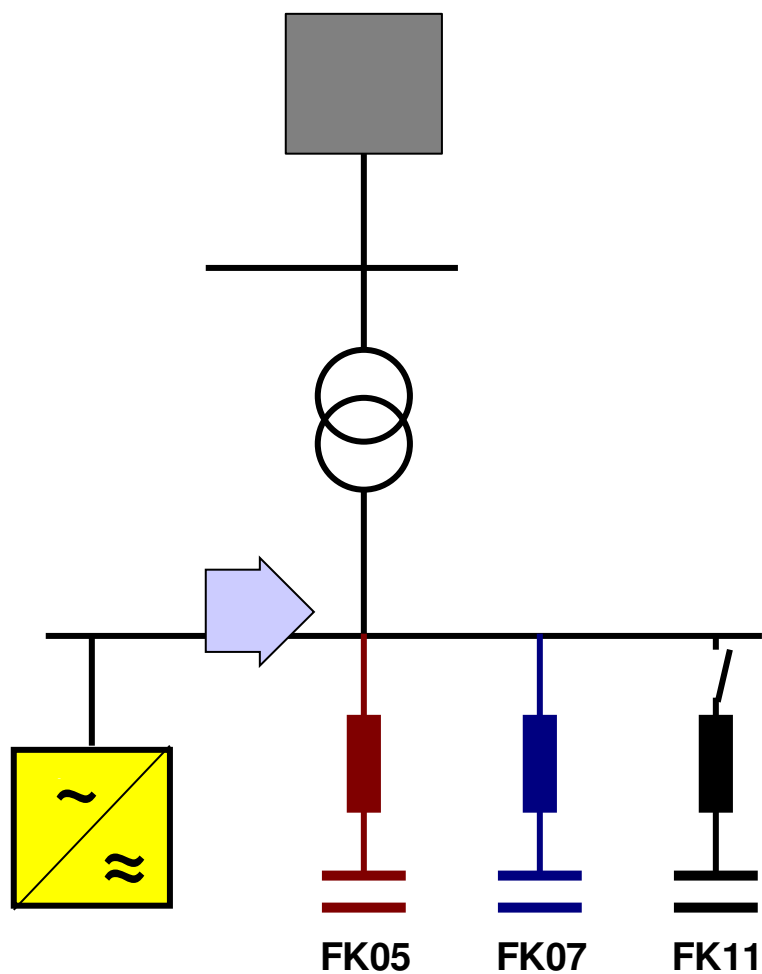


Spínanie viacerých stupňov pasívneho filtra

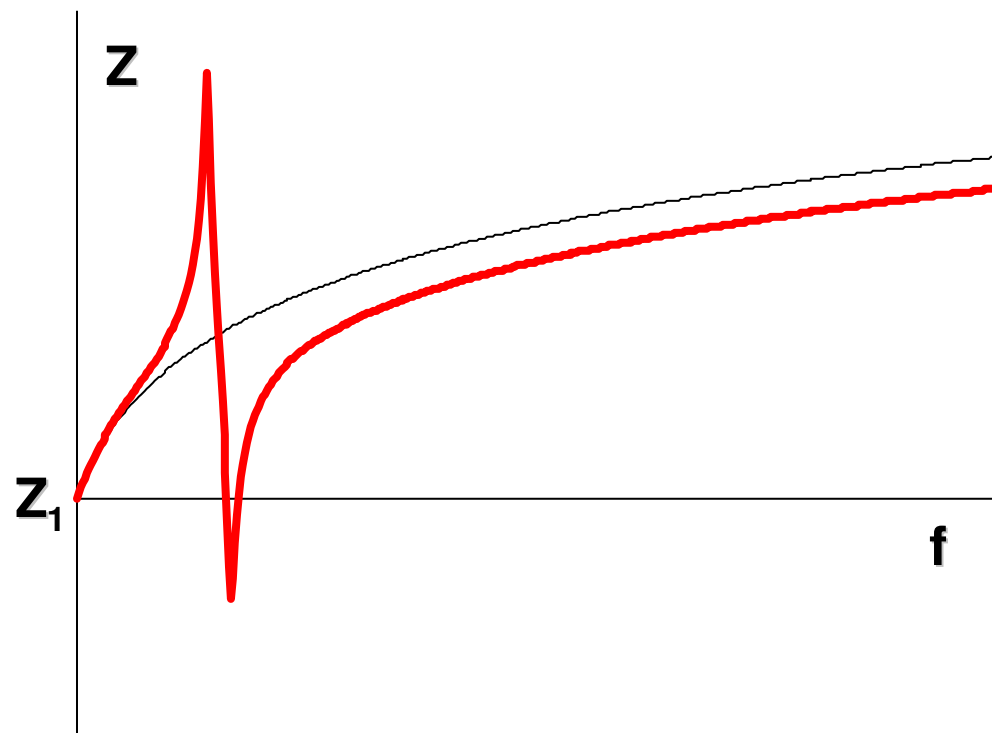
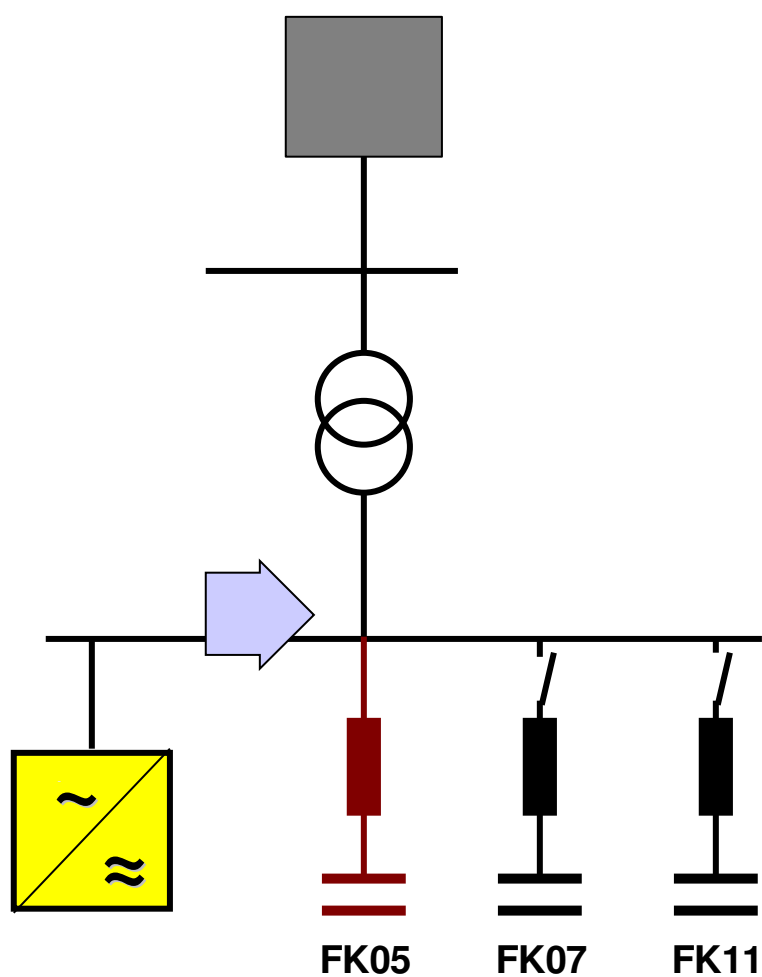


Vypínanie vždy od najvyššieho filtračného stupňa

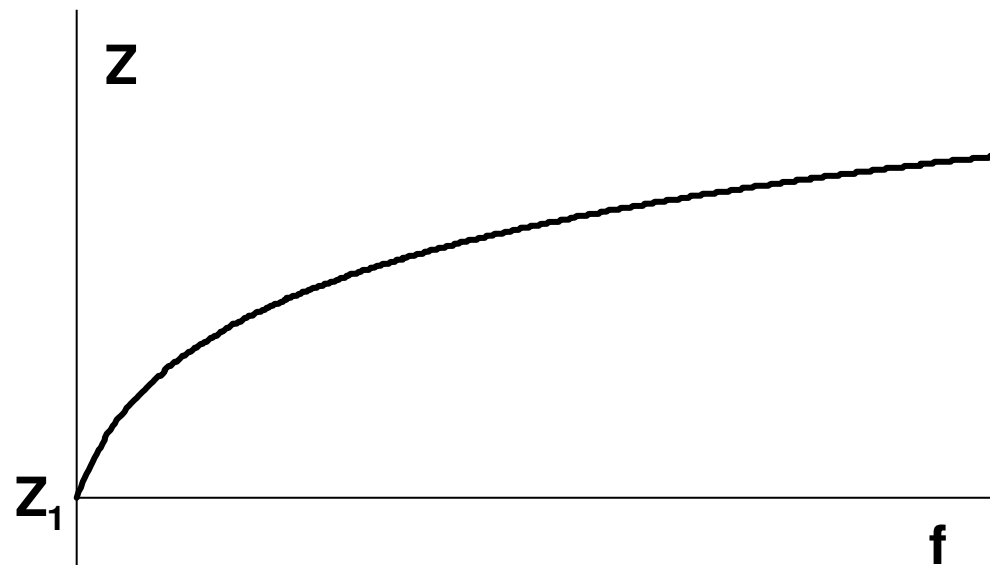
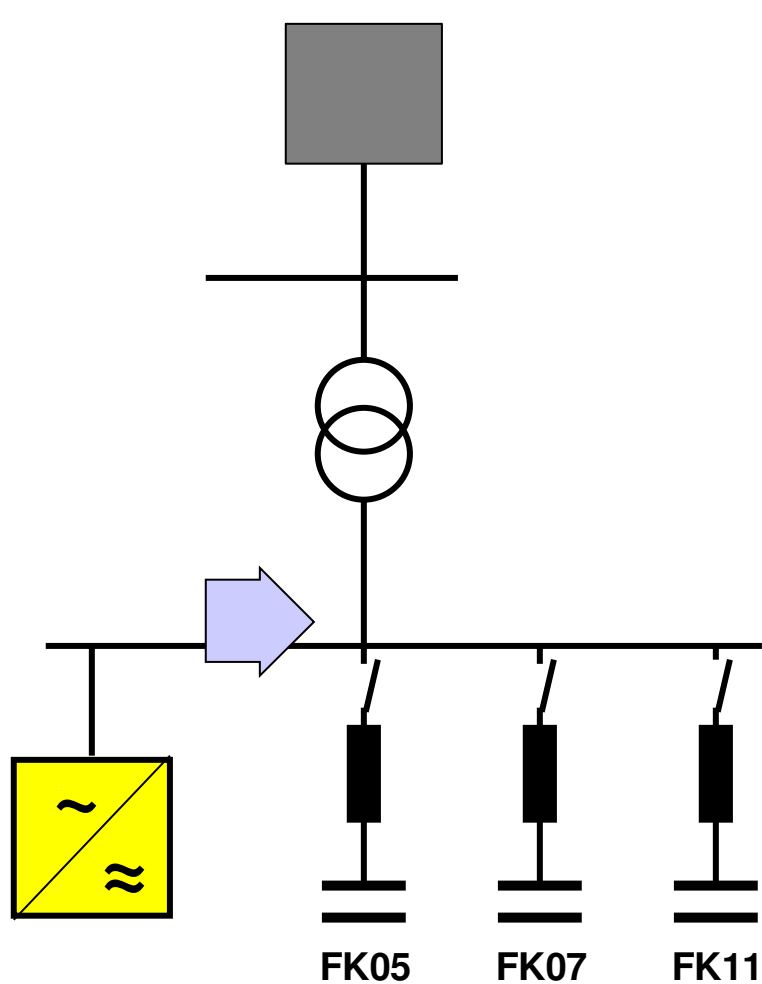
Spínanie viacerých stupňov pasívneho filtra



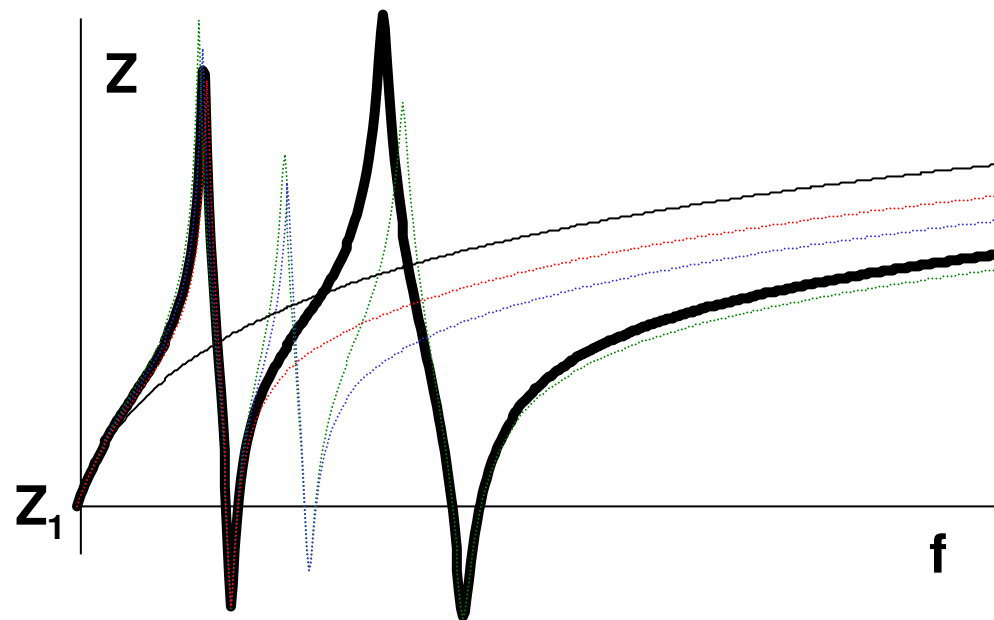
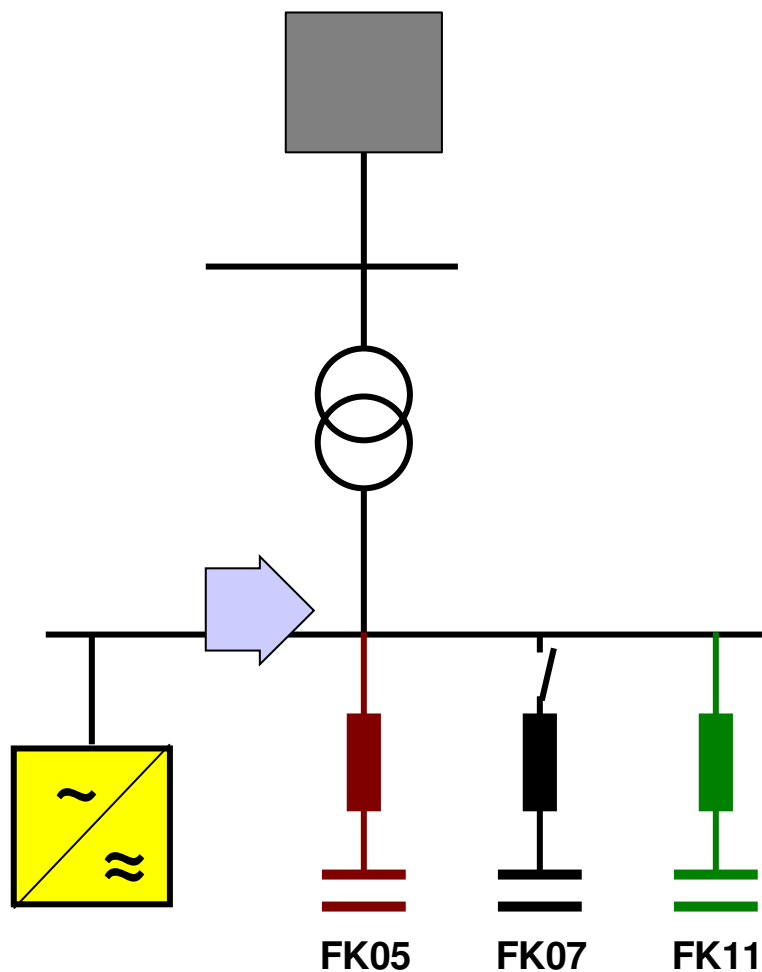
Spínanie viacerých stupňov pasívneho filtra



Spínanie viacerých stupňov pasívneho filtra



Spínanie viacerých stupňov pasívneho filtra

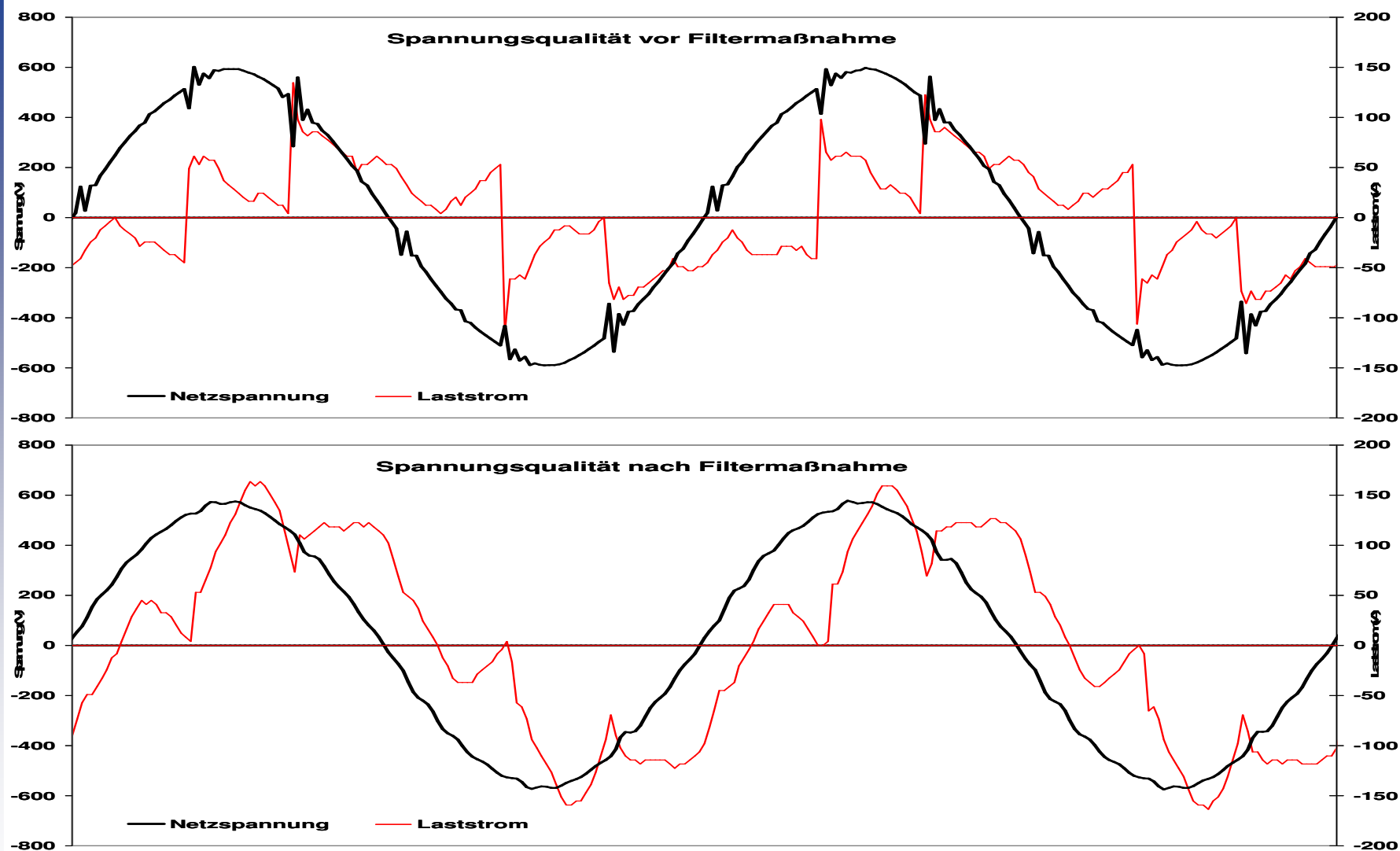


**Rezonancia
= Pret'aženie**

Nikdy sa nesmie „vyňchať“ filter
harmickej medzi dvoma ktoré sa filtrujú
(napr. filter 5^{tej} a 11^{tej}, ale nie 7^{mej}
harmonickej)

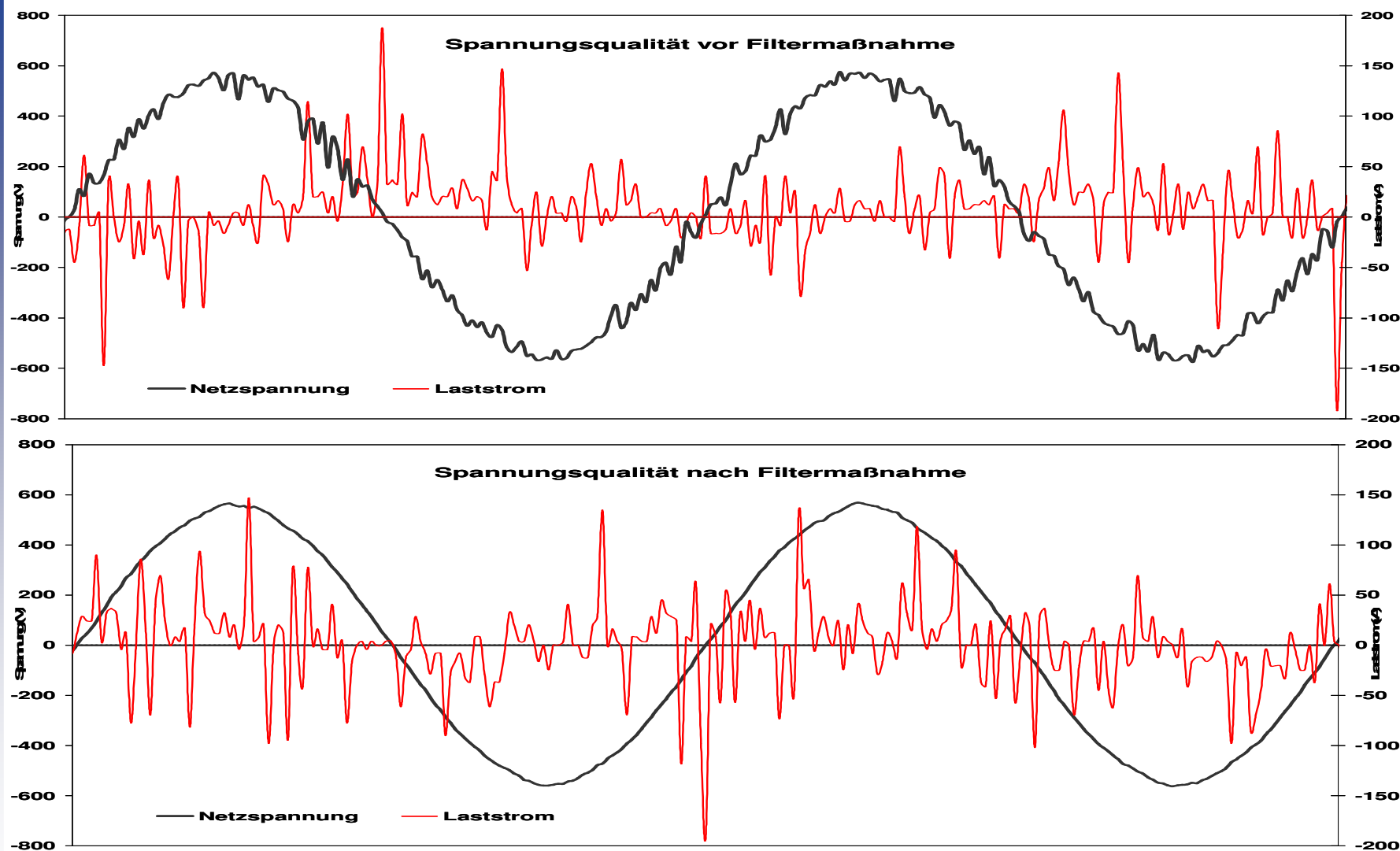
- Pasívny filtre je nízka impendancia pre harmonické prúdy – preto hrozí preťaženie
- Filtrovanie závisí na parametroch siete
- Je náročné ich rozširovať
- Nebezpečenstvo rezonancie
- Je nevyhnutných viac stupňov pre filtrovanie viacerých harmonických
- Nároky na priestor
- Nevyvažuje sieť
- Vždy ponúkajú kapacitný (jalový) výkon
 - AC meniče nepotrebujú kompenzáciu
 - Generátory nemôžu pracovať s kapacitným PF

Špeciálne filtre - filter komutačných špičiek



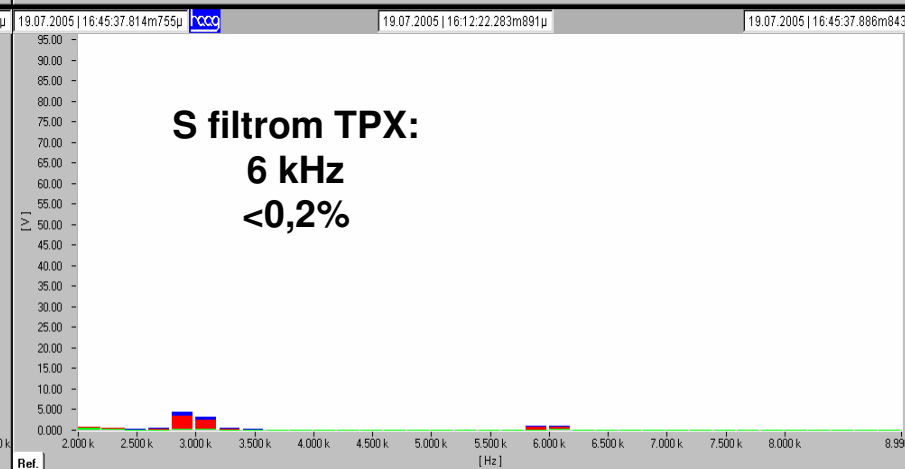
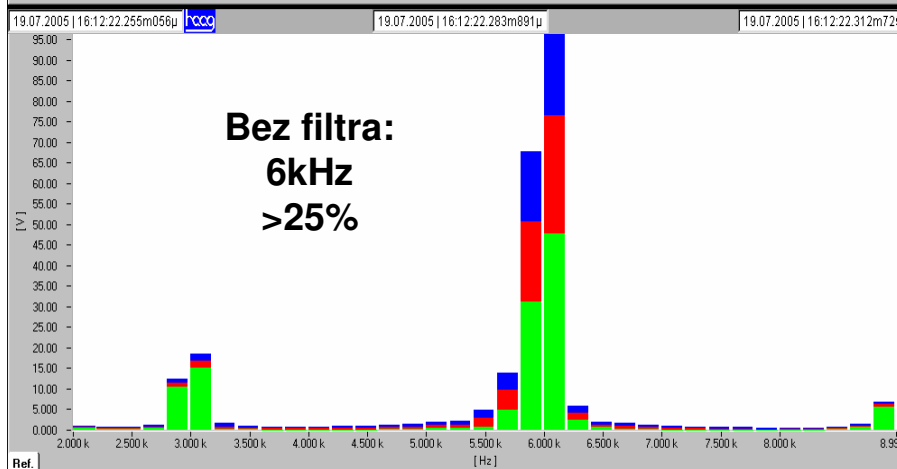
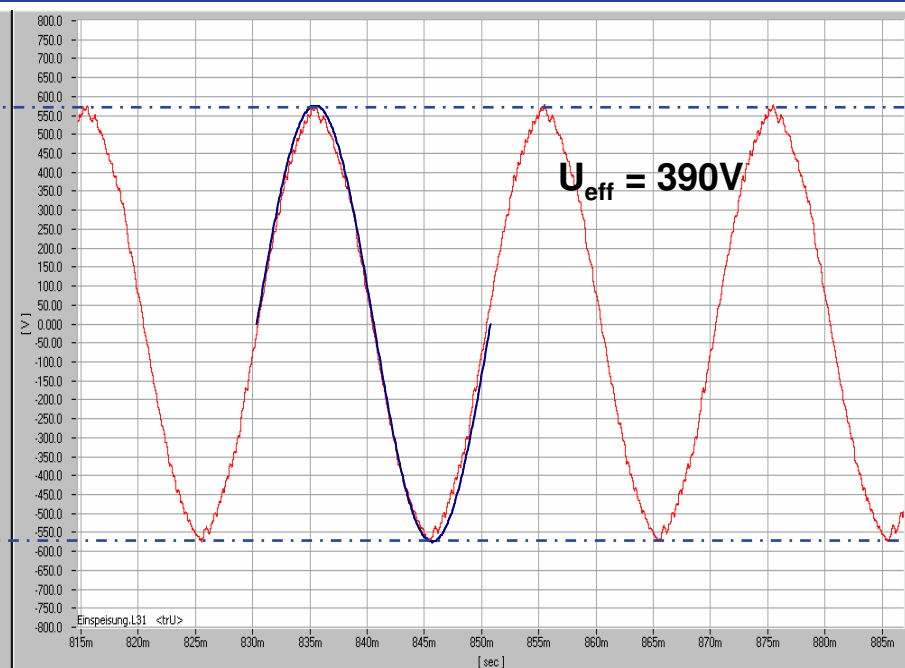
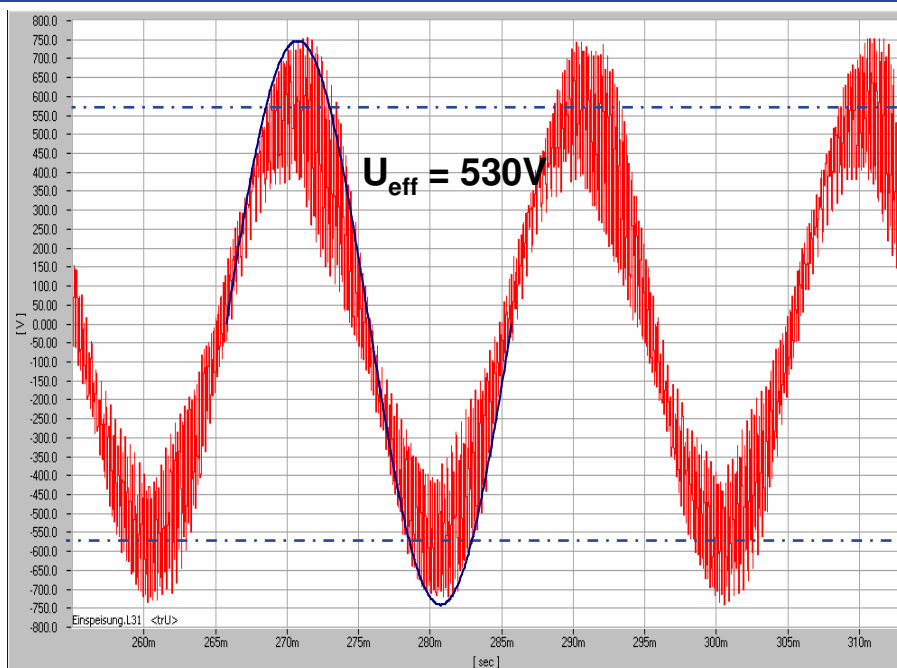
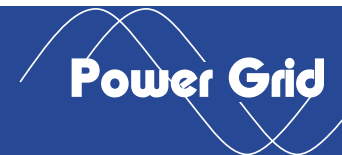
CNC-stroje

Špeciálne filtre - filter komutačných špičiek



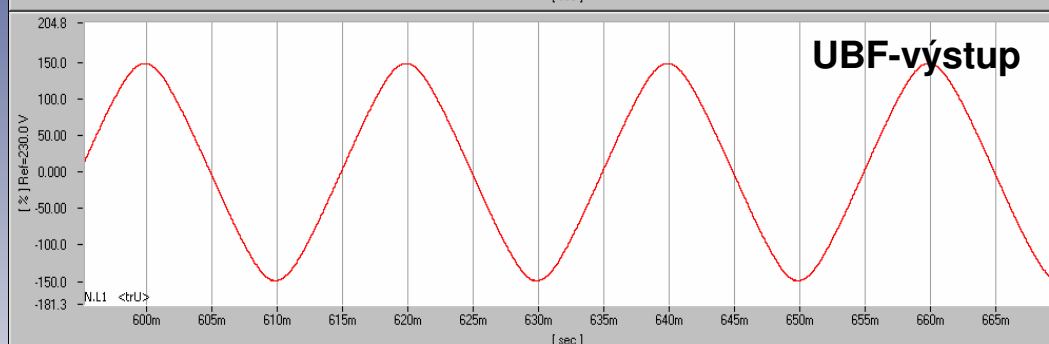
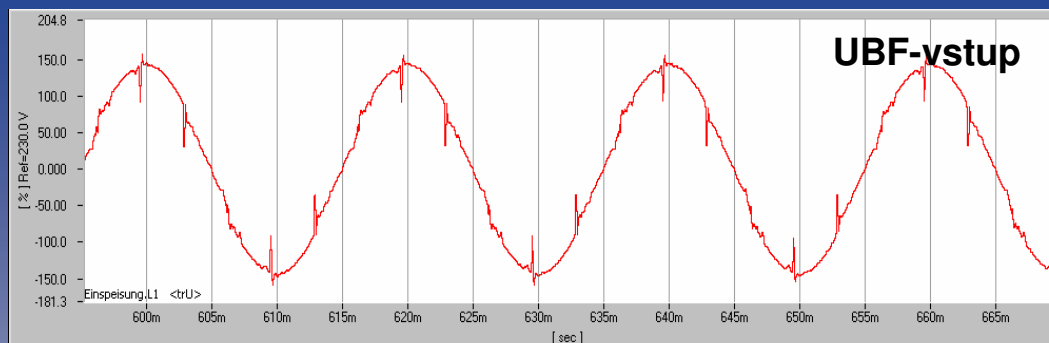
Servopohony

Filter radiacich signálov



IGBT-menič s 6kHz-riadiacim signálom

Širokopásmový filter

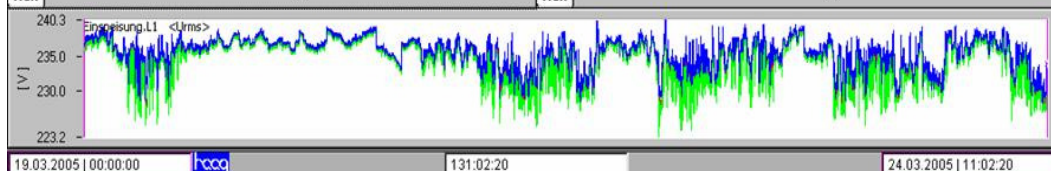
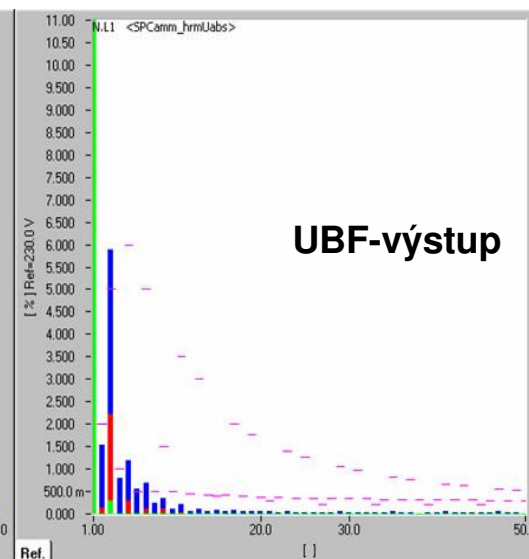
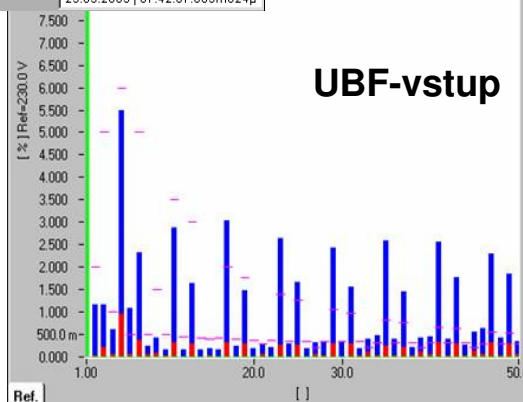


23.03.2005 | 07:42:07.595m315μ



23.03.2005 | 07:42:07.632m169μ

23.03.2005 | 07:42:07.669m024μ

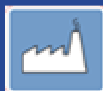


19.03.2005 | 00:00:00



131.02:20

24.03.2005 | 11:02:20



Štandardné kompenzačné jednotky

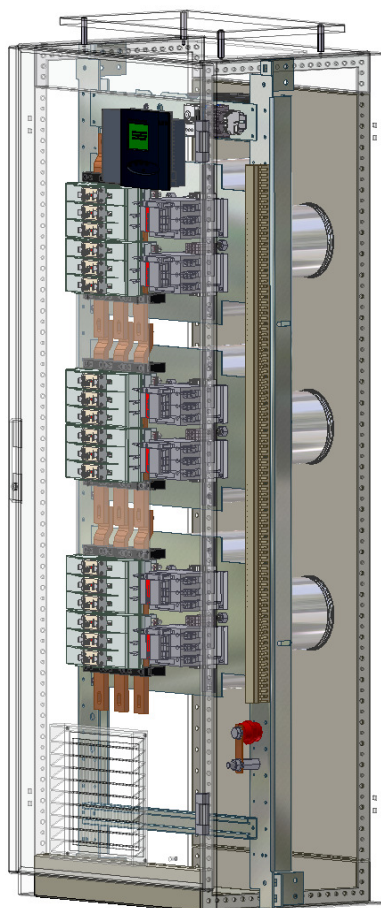


CLMW

Menovité napätie: 400V/50Hz

Menovitý výkon: max. 75kvar v jednej skrini

Výkon jedného kroku: 6,25 / 12,5 / 25 kvar

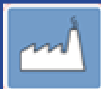


CLMK (*modulárny koncept*)

Menovité napätie: 400V/50Hz

Menovitý výkon: max. 300kvar v jednej skrini

Výkon jedného kroku: 12,5 / 25 / 50 kvar



Štandardné kompenzačné jednotky

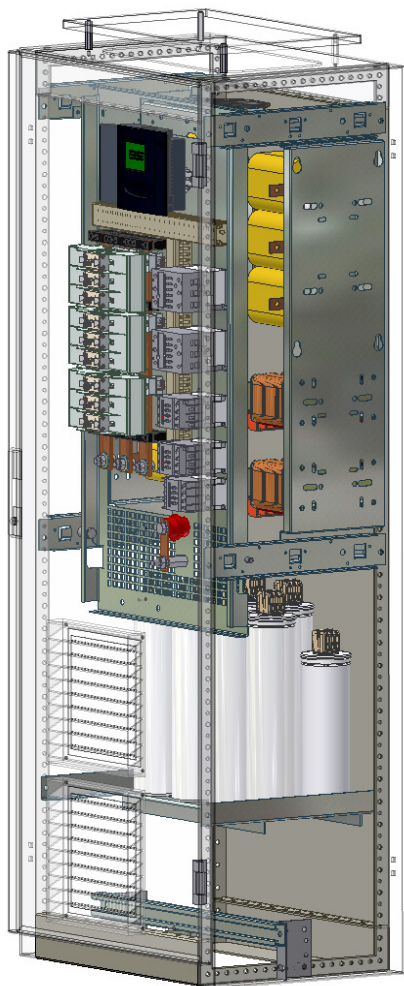
Power Grid

CLMK – L (s tlmivkami)

Menovité napätie: 400V/50Hz

Menovitý výkon: max. 150kvar v jednej skrini

Výkon jedného kroku: 6,25 / 12,5 / 25 kvar



CDXR

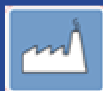
Menovité napätie:

400V/50Hz

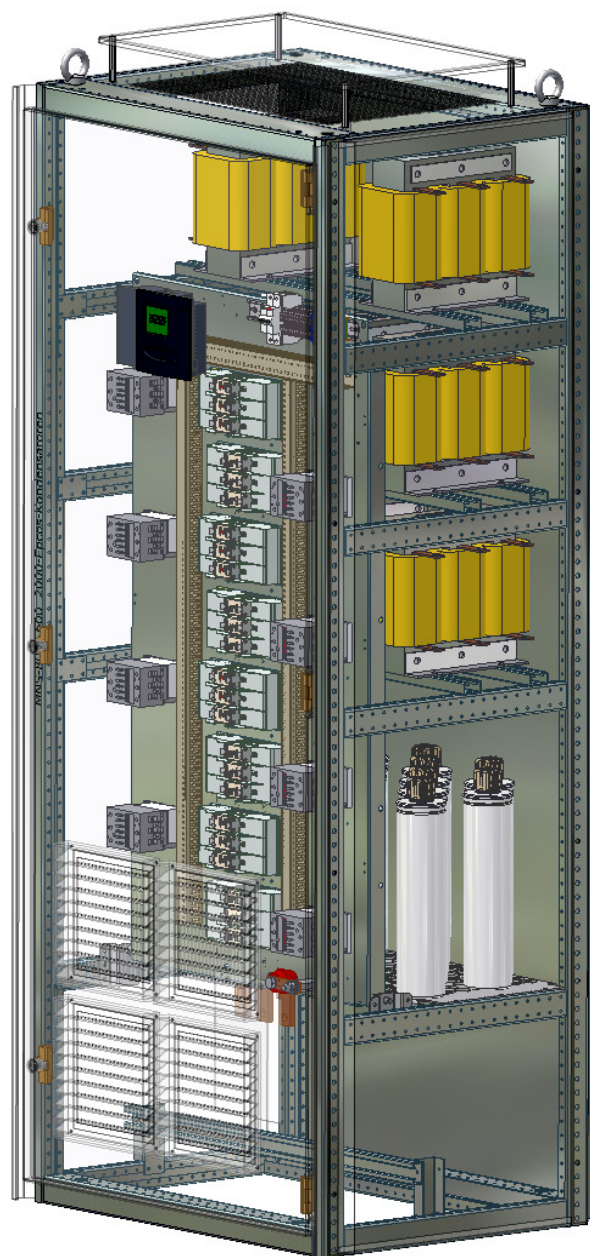
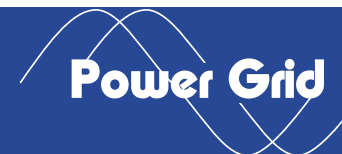
Menovitý výkon: max.
600kvar v jednej skrini

Výkon jedného kroku:
12,5 / 25 / 50 / 100 kvar
600 mm alebo 800 mm
skrine

Možnosť postaviť až
12x600 = 7200 kvar
jednotku



Štandardné kompenzačné jednotky



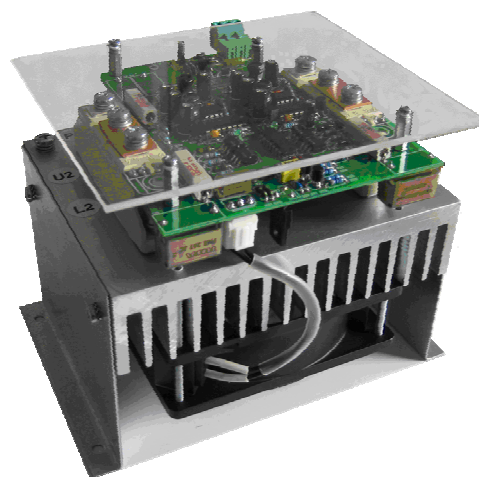
CDXR – L (s tlmivkami)

Menovité napätie: 400V/50Hz

Menovitý výkon: max. 400kvar v jednej skrini

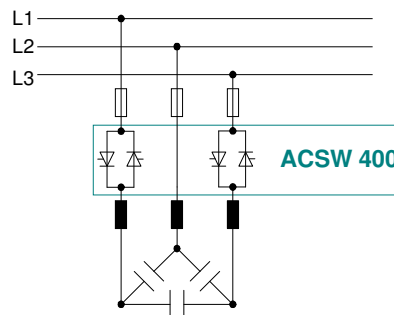
Výkon jedného kroku: 12,5 / 25 / 50 / 100 kvar

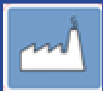
600 mm alebo 800 mm skrine



V prípade potreby dokážeme nahradit' klasické mechanické stýkače vlastným tyristorovým spínačom, ktorý:

- eliminuje prechodové javy vznikajúce pri spínaní kondenzátorov
- má niekoľkonásobne vyššiu životnosť
- rýchlosť spínania je obmedzená len časom potrebným na vybitie kondenzátorov





Vysokonapäťové jednotky (príklady)

Power Grid



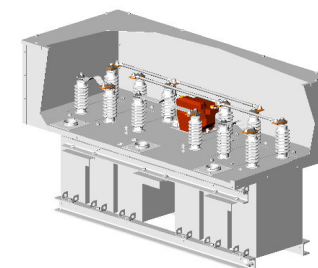
Nominálne napätie: 30kV
Výkon: 6,17Mvar
Kombinácia 2 nezávislých filtrov

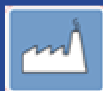


Nominálne napätie: 6kV
Výkon: 6 x 1000kvar
Tlmivky: 12,5%
Krytie: IP42

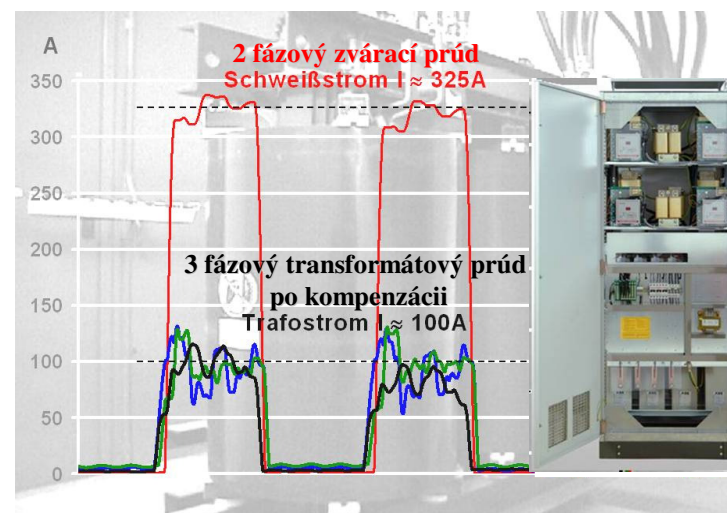


Nominálne napätie: 20 kV
Výkon: 18500 kvar
Filter: 3. 5. 7. harmonická
Krytie: IP00





- tyristorom spínané kondenzátory bez nežiadúcich prechodových javov
- možnosť mnohopočetného zopnutia
- mimoriadne rýchle spínanie: $<20\text{ms}$ v konfigurácii s otvorenou slučkou ($<16,7\text{ms}$ v 60Hz sieti) alebo $<5\text{ms}$ pri externom spínaní
- konštrukčné prevedenie pre ťažké prevádzky
- od 220 do 690V – 50Hz/60Hz, troj alebo jednofázový systém
- dokonale zákaznícky prispôsobiteľný výrobok
- použitý regulátor RVT-D Dynacomp® Controller umožňuje využívať mnoho doplnkových funkcií, ako je monitorovanie siete, výkonov...





Aktívne filtre

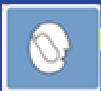
výrobky ABB rady PQFI-PQFM-PQFK-PQFS



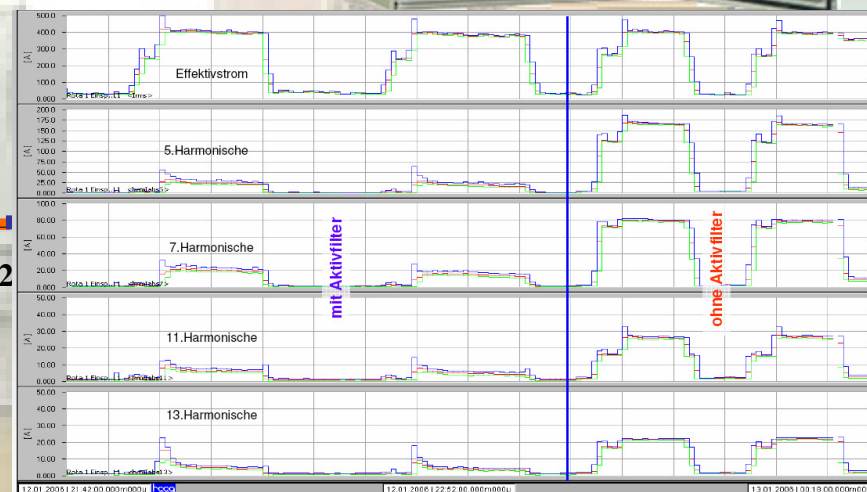
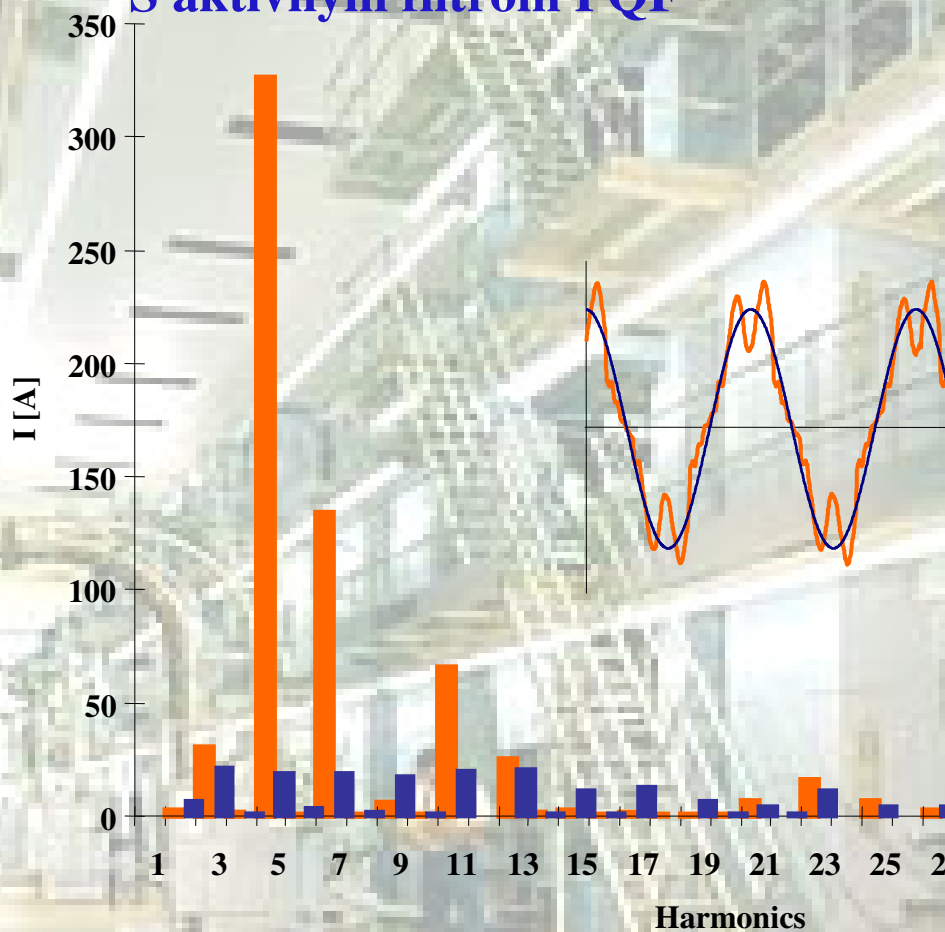
- filtruje až 20 vyšších harmonických súčasne (15 pre PQFK)
- filtruje až do 50. harmonickej
- filtruje harmonické s nulovou zložkou (zero-sequence) (3., 9. ...) v neutrálnom vodiči (PQFK)
- možnosť individuálneho riadenia a nastavovania pre každú harmonickú
- činiteľ harmonického tlmenia typicky lepší ako 97%
- možná kompenzácia jalového výkonu v širokom rozsahu (induktívneho aj kapacitného charakteru)
- funkcia vyváženia záťaže
- priame pripojenie do 690V (PQFI a PQFM)
- komunikácia po zbernici Modbus RTU
- nevyžaduje podrobnú analýzu siete
- nedá sa preťažiť
- necitlivé na zmenu sieťových parametrov (napr. paralelný chod transformátorov, prevádzku generátorov)
- jednoduchá inštalácia a prevádzka
- kompletná rada pokrývajúca všetky typy aplikácií:
- PQFM/PQFI pre ťažké priemyselné záťaže
- PQFK pre záťaže v komerčných budovách
- PQFS pre malé priemyselné záťaže, administratívne centrá

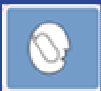


RMS prúd (50 alebo 60Hz)		
	208V <= U <= 480V	480V <= U <= 690V
PQFI	250A	180A
	450A	320A
PQFM	70A	100A
	100A	
	130A	
	208V <= U <= 415V	
PQFK	40A	
	70A	
	100A	
	208V <= U <= 240V	380V <= U <= 415V
PQFS	30A	30A
	45A	45A
	60A	60A

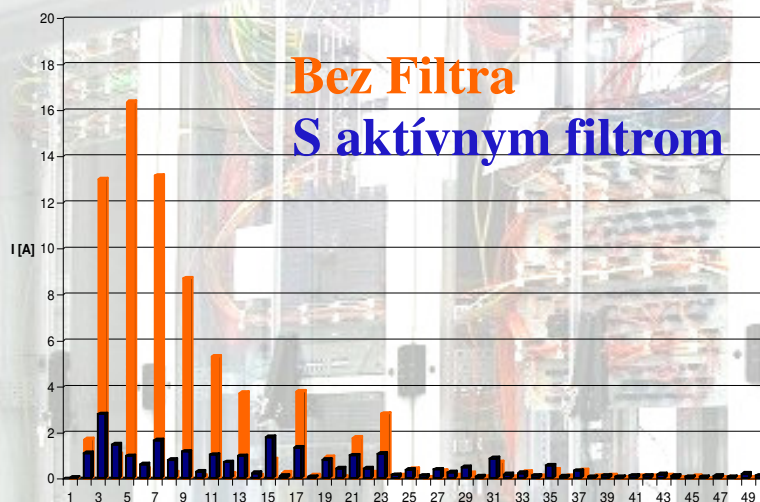


Bez filtra
S aktívnym filtrom PQF

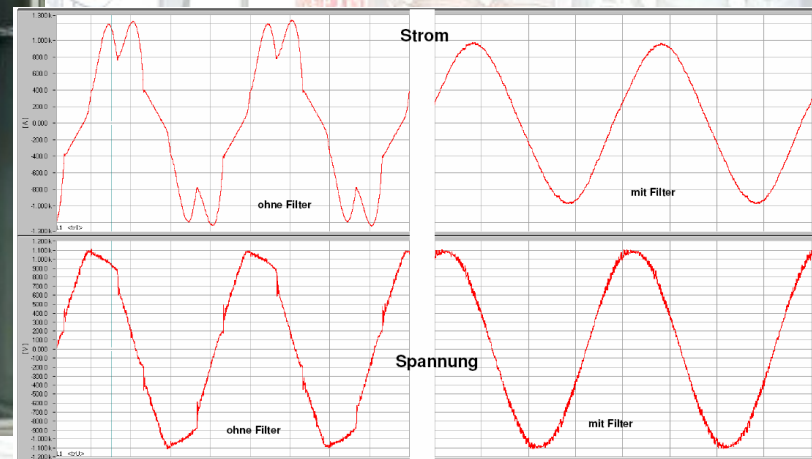
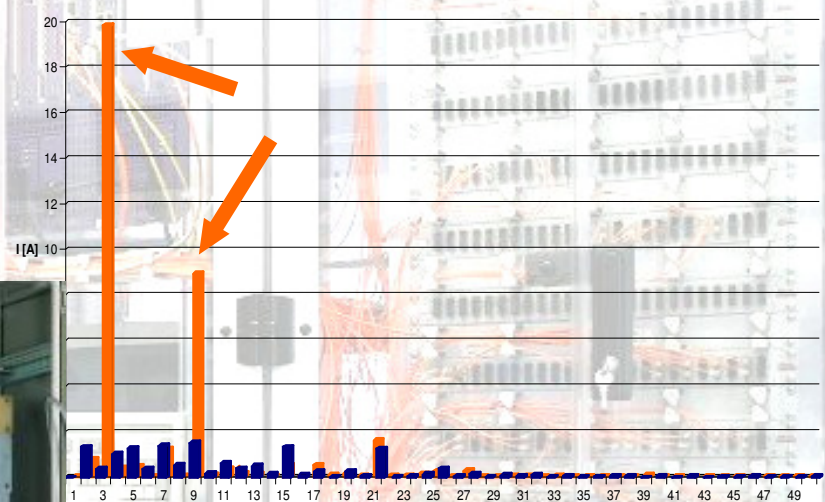




Prúd fázovým vodičom



Prúd nulovým vodičom



*Vaša prvá adresa v oblasti
kvality elektrickej siete*



Power Grid



www.power-grid.eu