SBORNÍK PRACÍ FILOZOFICKÉ FAKULTY BRNĚNSKÉ UNIVERZITY
STUDIA MINORA FACULTATIS PHILOSOPHICAE UNIVERSITATIS BRUNENSIS
A 55, 2007 — LINGUISTICA BRUNENSIA

ONDŘEJ ŠEFČÍK

K UŽITÍ METRIKY VE FONOLOGII

(Tento článek byl napsán s podporou Grantové agentury ČR, # 405/06/P179)

Tento příspěvek se věnuje pojmům prostoru, vzdálenosti a metriky a jejich využití ve fonologii. Pokusíme se v něm předvést, že právě představa metrického prostoru nám může být velmi užitečná k formulování některých soudů o povaze fonologických komponentů.

Lineární[1] metrika

Mluvní matérie je samou svou povahou lineární a kontinuální. Tento fakt plyne přímo z fyzikálních podmínek, ve kterých je realizována. Z povahy věci plyne i to, že každá promluva je nutně individuální nejen okamžikem a místem svého realizování, ale i svým mluvčím, příjemcem, svou formou i svým obsahem.

Lingvistické zkoumání je oproti tomu zaměřeno na vyčlenění objektů z kontinua a hledání pravidelností v jejich užití.

Při lingvistické analýze textu totiž určujeme jeho jednotlivé části jako jsou věty, analýzou vět zjišťujeme pomocí stále stejné procedury slova, z nichž se věty skládají, a dalším uplatněním analytického postupu nacházíme jednotlivé slabiky.

Proceduru, kterou při analýze užíváme pro testování, označujeme jako **substituční** či někdy jako **komutační**[2] test. Procedury tohoto testu zde z důvodů nedostatku místa neuvádíme, jsou však běžně známé.

Dalším uplatněním tohoto testu při analýze slabik nacházíme minimální objekty, které označujeme jako fony[3]. Důležité je mít na paměti, že už samotné fony jsou oproštěny od okamžitosti a individuality hlásek výpovědi, jsou do značné míry zabstraktnělé.[4]

Slabičné řetězce proto můžeme chápat zároveň jako řetězce fonů, přesněji jako daným jazykem dovolené řetězce fonů z možných takových řetězců.

K každém případě v této fázi zkoumání máme po provedené analýze nalezeny tyto objekty – *fony* a *řetězce*, které jsou jimi tvořeny.

Fony jsou svou povahou segmentální a diskrétní komponenty, přičemž segmentálností myslíme lokalizovatelnost fonu v daném řetězci, diskrétností zase vzájemnou odlišnost fonů od sebe. Platí, že počet fonů je konečný.

Řetězce fonů mají svou délku, tato délka řetězce je dána počtem fonů v řetězci. Protože fony chápeme jako komponenty segmentální a diskrétní, můžeme je chápat jako minimální objekty v prostoru, které se od sebe nacházejí v různé vzdálenosti. Stejně tak i délku řetězce můžeme chápat jako vzdálenost mezi nejpravějším a nejlevějším prvkem řetězce.

Prostor, ve kterém se fony nacházejí, se nazývá **fonový lineární prostor**. Na tomto prostoru si položme metriku.

Obecně je jako metrický prostor chápána dvojice (A, ρ), kde A je množina prvků a ρ vzdálenost mezi nimi daná zobrazením prvků na sebe $(A \times A)$ a splňující axiomy *totožnosti*, tj. $\rho(x, y) = 0$, když $x = y$; *symetrie*, tj. $\rho(x, y) = \rho(y, x)$ a *trojúhelníkové nerovnosti*, tj. $\rho(x, y) + \rho(y, z) \geq \rho(x, z)$ (viz např. Marcus 1969: 42, Brainerd 1971: 90–95; obecně např. Adámek – Koubek – Reiterman 1977: 215–8).

Z této obecné charakteristiky odvozujeme, že **fonový lineární metrický prostor** (či zjednodušeně **fonová lineární metrika**) je dvojicí (F, ρ), kde F je množina fonů, ρ vzdálenost mezi nimi daná zobrazením prvků na sebe $(F \times F)$ a splňující jak axiomy totožnosti, tj. $\rho(x, y) = 0$, když $x = y$; tak i symetrie, tj. $\rho(x, y) = \rho(y, x)$, a také trojúhelníkové nerovnosti, tj. $\rho(x, y) + \rho(y, z) \geq \rho(x, z)$. Tak tomu je, protože pokud platí, že $\rho(x, y) = \rho(y, x) = 0$, pak také platí, že $x = y$. Stejně tak platí, že pokud je vzdálenost mezi $\rho(x, y) = \rho(y, x) = 1$, pak jsou oba fony sousedy a také platí, že pokud $\rho(x, y) = 1$ a $\rho(y, z) = 1$, pak $\rho(x, z) = 2$. Jak tedy vidíme, podmínky kladené na metrický prostor jsou naším uvažovaným fonovým lineárním prostorem splněny.

Ve fonovém lineárním prostoru můžeme kromě vzdálenosti určit i směr nějakého procesu. Fonový lineární prostor je jednorozměrný, proto v něm rozeznáváme dva směry – *směr po proudu* řečového aktu a *směr proti* němu.

Vzdálenost mezi fony můžeme nyní snadno uchopit v metrických pojmech. Pro směr po proudu od zvoleného komponentu určeného jako nacházející se v nulové pozici budeme používat kladná čísla, pro směr proti proudu zase čísla záporná. Tím ovšem nechceme říci, že protiproudá vzdálenost je „záporná“, minusové znaménko je zde jen pro určení směru (počítáme jako s absolutními hodnotami).

Uveďme si příklad: fonové slovo [*prozba*] má fon [*z*] vzdálen od [*b*] ve vzdálenosti |-1|, fon [*b*] od fonu [*z*] zase ve vzdálenosti |1|, fon [*o*] je od fonu [*z*] vzdálen o |-1| jednotku, od fonu [*b*] je vzdálen o |-2| jednotky (splňuje tedy podmínku trojúhelníkové nerovnosti, jak byla uvedena výše, ostatní axiomy jsou intuitivně zřejmé).

Doposud jsme hovořili o fonech a lineárním prostoru fony tvořeném. Fonologické zkoumání však při práci s fony naráží na problémy v takových situacích, kdy zohledníme význam daného řetězce, tj. kdy nezohledňujeme pouze slabičný řetězec, ale morfový, nejen formu, ale formu i obsah.

Tak například fonové řetězce [*hrat*] a [*hrad*] (oba ve významu „hrad“, první například v před pauzou, druhý před vokalickou koncovkou) jsou v hrubé metrice (viz níže) od sebe vzdáleny o jednu jednotku, tj. jedná se o dva různé fony, což lze specifikovat pomocí jemné metriky (viz níže). Společným významem se ale výrazně liší od jinak ve stejných metrikách obdobně vzdáleného případu [*ten*] a [*den*], kde žádný společný význam nelze nalézt.

To nás nutí zohlednit i otázku distribuce fonů, která vede k zavedení a identifikování nových komponentů a jejich řetězců, totiž **fonémů** a **fonémových řetězců.**

Pokud jsme k identifikaci fonů použili **substituci/komutaci**, pak k identifikaci fonémů za fony musíme využít nástroj **distribuce**. Podrobnější rozbor distribučních kritérií zde pro nedostatek místa nerozebíráme, v klasickém pojetí viz Harris (1951: 60–78), pozoruhodné přepracované pojetí přináší Marcus (1969: 41–42).

Obecné povaze vztahu mezi fony a fonémy jsme se věnovali dříve (v článku Šefčík + Osovský 2006), nyní se soustředíme na výklad o fonémech, jejich řetězcích a metrice na nich možné.

Fonémy jsou jako fony rovněž diskrétní a segmentální komponenty, rovněž tvoří uzavřenou množinu a stejně jako fony, od kterých je odvozujeme, i fonémy jsou přítomné v řetězcích.

Z tohoto důvodu i pro řetězce fonémů určujeme **fonologický lineární metrický prostor (fonologickou lineární metriku)**, který definujeme jako dvojici (P, ρ), kde P je množina fonémů, ρ vzdálenost mezi nimi daná zobrazením fonémů na sebe ($P \times P$) a splňující jak axiomy totožnosti, tj. $\rho(x, y) = 0$, když $x = y$; tak i symetrie, tj. $\rho(x, y) = \rho(y, x)$, i trojúhelníkové nerovnosti, tj. $\rho(x, y) + \rho(y, z) \geq \rho(x, z)$. Proto platí, že pokud platí $\rho(x, y) = \rho(y, x) = 0$, pak také platí, že $x = y$, a stejně tak, že pokud je vzdálenost mezi $\rho(x, y) = \rho(y, x) = 1$, pak jsou oba fonémy sousedy, a odtud také, že pokud $\rho(x, y) = 1$ a $\rho(y, z) = 1$, pak $\rho(x, z) = 2$. Jak tedy vidíme, podmínky kladené na metrický prostor jsou naším uvažovaným fonémovým lineárním prostorem rovněž splněny.

I pro fonémový lineární prostor určujeme dva směry – poproudý a protiproudý, což má význam pro definování syntagmatických alternací. Situace je zcela obdobná uspořádání fonového lineárního prostoru, proto mu z důvodů rozsahu článku nebudeme věnovat další pozornost.

To, že fony i fonémy tvoří řetězce, však rozhodně neznamená, že jsou si tyto řetězce a prvky v nich vzájemně jednoznačně přiřaditelné.

Porovnejme si například dva řetězce, jeden fonový a druhý fonémový. O obou platí, že jsou lineární a že mezi jejich vydělenými komponenty je vzdálenost rovná jedné stejně tak platí tvrzení o dvou směrech v jednorozměrném prostoru.

Pokud budeme komparaci řetězců chápat jako zobrazení, pak se setkáváme s následujícími možnostmi (v tomto oddíle pro zjednodušení zanedbáváme jiné rozdíly než pouhou délku řetězce a počet komponentů):

1) zobrazení je vzájemně jednoznačné, počet komponentů v obou řetězcích je stejný a vzájemně si odpovídají, za příklad nám může posloužit srovnání těchto dvou řetězců:

[s	k	l	e	ň	i	c	e]
↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕	↕
/s	k	l	e	ň	i	c	e/

2) zobrazení není vzájemně jednoznačné, a to s těmito variantami:
2a) počet fonů je nižší než počet fonémů, takže některé fony jsou realizacemi celé skupiny fonémů:

[p	o	d͜z		i	m]
↕	↕	↕	↕	↕	↕
/p	o	d	z	i	m/

2b) počet fonů je větší než počet fonémů, takže některé fonémy se realizují více fony:

[b	á	b	j	e]
↕	↕	↕	↕	↕
/b	á	b´		e/[4]

Hrubá metrika

Vedle lineárního metrického prostoru, ve kterém zkoumáme vzdálenosti mezi prvky v jednom řetězci (případně vzdálenosti řetězců od sebe), můžeme také zkoumat vzdálenost mezi jednotlivými fony v řetězcích dané délky. Takovou vzdálenost nazveme **hrubou fonovou vzdáleností** (či zjednodušeně *hrubou fonovou metrikou*). Jedná se o takovou metriku, která se provádí na množině řetězců o dané délce, tj. při které máme dánu délku řetězce a počítáme, na kolika pozicích se dané řetězce odlišují, zjednodušeně řečeno, nejde tedy v tomto případě o vztahy mezi komponenty po lineární ose, ale o komparaci různých řetězců.

Za příklad můžeme zvolit například fonové řetězce [*past*], [*post*], [*píst*], [*púst*]. Jak vidíme, délka řetězce je ve všech případech stejná, totiž rovná čtyřem, rozdíl mezi těmito slovy je dán prvkem na pozici druhé zleva. V hrubé metrice je pokaždé vzdálenost mezi každým párem těchto čtyř slov rovná jedné. Oproti tomu dvojice [*past*] a [*dost*] je od sebe vzdálena ve velikosti dvě, neboť se odlišuje ve dvou pozicích. I v tomto případě jedná o metriku splňující výše uvedené tři axiomy, neboť je-li řetězec *a* o dané délce vzdálen od řetězce *b* o stejné délce o jednu vzdálenost a řetězec *c* (neidentický s řetězcem *a*) od řetězce *b* také vzdálen ve velikosti jedna, pak vzdálenost mezi *a* k *c* je rovná dvěma, splňuje tedy podmínku trojúhelníkové nerovnosti. Platnost ostatních axiomů (uvedených výše) je opět intuitivně zřejmá, jedná se tedy skutečně o metriku.

Obdobně můžeme hovořit i o **hrubé fonémové metrice**. Jde o takovou metriku, která se provádí na množině řetězců o dané délce, tj. při které máme dánu délku řetězce a počítáme, na kolika pozicích se dané řetězce odlišují.

Za příklad můžeme zvolit například fonémové řetězce /*past*/, /*post*/, /*píst*/, /*púst*/. Jak vidíme, délka řetězce je ve všech případech stejná, totiž rovná 4, rozdíl mezi těmito slovy je dán prvkem na pozici druhé zleva. V hrubé metrice je pokaždé vzdálenost mezi každým párem těchto čtyř slov rovná jedné. Oproti tomu dvojice /*past*/ a /*dost*/ je od sebe vzdálena ve velikosti 2, neboť se odlišuje ve dvou pozicích. I v tomto případě se rovněž jedná o metriku, splňující výše uvedené tři axiomy, analogicky hrubé fonové metrice.

Srovnání hrubých metrik nám umožňuje jednak identifikaci morfémových variant, jednak nacházet základy pro morfonologické a fonotaktické alternace atd.

Vzpomeňme si na výše uvedený příklad fonových řetězců [*hrat*] a [*hrad*] oproti řetězcům [*ten*] a [*den*]. Distribuční pravidla češtiny jednoznačně přiřazují první pár jedinému fonémovému řetězci /*hrad*/, druhý pár jednoznačně dvěma fonémovým řetězcům /*ten*/ a /*den*/:

<table>
<tr><td>[hrat]</td><td>[hrad]</td><td>[ten]</td><td>[den]</td></tr>
<tr><td>↕</td><td>↕</td><td>↕</td><td>↕</td></tr>
<tr><td colspan="2">/hrad/</td><td>/ten/</td><td>/den/</td></tr>
</table>

Z hlediska hrubé metriky je tedy problém rozdílu mezi fony a fonémy snadno uchopitelný a vyjádřitelný, ačkoliv na podrobnou specifikaci těchto rozdílů hrubá metrika již nestačí.

Jemná metrika

Třetím typem metriky, o které budeme v souvislosti s fony mluvit, je **jemná fonová metrická vzdálenost** (či zjednodušeně *jemná fonová metrika*), o které budeme hovořit tehdy, pokud budeme chtít pomocí vzdálenosti vyjádřit rozdíl ne mezi celými řetězci ani mezi stejně dlouhými řetězci, ale zohlednit rozdíl mezi jednotlivými fony. K tomu použijeme vhodných vybraných rysů, které pro dané fony pokládáme za distinktivní, a srovnáváme je, tj. srovnáváme *n*-tice daných fonových vlastností. Pokud je daná vlastnost relevantní, je označena pomocí znaménka + a chápe se jako vzdálena o jednu jednotku od nuly, kterou je míněna nepřítomnost dané vlastnosti označena znaménkem -. Tím, že každý z rysů chápeme jako své druhu rozměr, dostáváme vícerozměrný prostor daný počtem užitých vlastností (tak např. Hubey 1999a: 37–39, Hubey 1999b: 88–92).

Tak například fon [*t*] můžeme chápat jako *n*-tici vlastností jako (+ okluzívnost, - znělost atd.), zatímco fon [*d*] můžeme chápat jako *n*-tici vlastností jako (+ okluzívnost, + znělost atd.), fon [*s*] můžeme chápat jako *n*-tici vlastností jako (- okluzívnost, - znělost atd.), fon [*z*] můžeme chápat jako *n*-tici vlastností jako (- okluzívnost, + znělost atd.). Mezi prvním a druhým fonem můžeme určit vzdálenost jako rovnou jedné, stejně tak jako mezi třetím a čtvrtým, podobně pak mezi prvním a třetím fonem, obdobně mezi druhým a čtvrtým. Zato mezi prvním a čtvrtým či druhým a třetím je vzdálenost rovná dvěma, neboť tyto fony se od sebe odlišují ve dvou distinktivních vlastnostech. Na jemnou fonovou vzdálenost se, jak vidíme, vztahují pravidla o trojúhelníkové nerovnosti, proto se skutečně jedná o metriku. Platnost dvou dalších axiomů metriky je opět intuitivně uchopitelná.

Stejně tak nacházíme i **jemnou fonémovou metriku** (o její aplikaci viz Šefčík 2006), kterou poznáváme při srovnání *n*-tic dvou či více fonémů. Funguje obdobně jako jemná fonová metrika, při uplatnění vhodných příznaků či distinktivních rysů nám umožňuje kvantifikovat rozdíly mezi jednotlivými fony.

Fonémy /*t*/ a /*d*/ můžeme chápat analogicky jako *n*-tice (- okluzívnost, + znělost atd.), respektive (+ okluzívnost, + znělost atd.), přičemž tato fonémová dvojice je proporční ve znělosti fonémové dvojici /*p*/ a /*b*/.

Právě jemná metrika nám umožňuje srovnat řetězec fonů s řetězcem fonémů i v případě vzájemně jednoznačného zobrazení, jak to umožnily již dříve lineární a hrubá metrika.

Právě tato jemná fonémová metrika nám dokáže určit principy syntagmatických alternací. Jen pomocí jemné metriky můžeme říci, že ve fonovém řetězci [*veťte*], odpovídajícímu fonologickém řetězci /*veďte*/ se na třetí pozici zprava realizuje alternace znělosti spuštěná vpravo stojícím neznělým konsonantem. Bez jemné metriky se tato alternace nechá uchopit, v hrubé metrice můžeme pouze konstatovat rozdíl mezi komponenty, ne však ji specifikovat a nalézt její proporčnost s jinými alternacemi stejného typu.

Shrnutí

Předvedli jsme si, že na fonologickém materiálu můžeme pracovat přinejmenším se třemi druhy metrického prostoru (tj. **lineárním, hrubým** a **jemným**), jejichž vlastnosti jsme se pokusili jednotlivě načrtnout.

Pokusili jsme se i předvést některé praktické výhody, které předložené metriky mají pro fonologické zkoumání, zejména pro pevnou specifikaci jakýchkoliv rozdílů mezi řetězci či komponenty pomocí pojmu vzdálenosti v prostoru a metriky na takovém prostoru položené.

Poznámky:

1 Termínu *lineární* zde užíváme v elementárním významu, tj. „v jedné linii stojící“.

2 Oba termíny používá Hjelmslev, přičemž všechny vztahuje k pojmu mutace, kterým myslí funkci mezi deriváty 1. stupně téže třídy, případně funkci s relací k funkci mezi jinými deriváty 1. stupně téže třídy; komutace je mutace mezi členy paradigmatu (logicky třetím pojmem je permutace, tj. mutace mezi částmi řetězu). Substituce podle Hjelmsleva je nepřítomnost mutace mezi členy paradigmatu (viz Hjelmslev 1963: definice 44, 59, 62; Siertsema 1965: 162n., 190, 218). Vidíme tedy, že označení testu jako komutační či substituční je pochopitelné, neboť označují tutéž proceduru, ačkoliv se nejedná rozhodně o synonymní adjektiva (substituce je podle Hjelmsleva nepřítomnost komutace). V běžném lingvistickém užití se používají pro označení testu obě adjektiva.

3 Pro označování fonů a jejich řetězců budeme užívat hranatých závorek [], pro označení fonémů a jejich řetězců závorek šikmých //. Protože v textu pracujeme pouze s českým materiálem, nepoužíváme pro názornost (až na jednu výjimku) přepis IPA.

4 V tomto případě /*b´*/ interpretujeme rozhodně jako foném, neboť /*bába*/ ~ /*bábje*/ je zcela proporční /*žena*/ ~ /*žeňe*/. Ovšem na druhou stranu [*objet*] „objet“ musíme interpretovat jednoznačně jako /*objet*/.

LITERATURA

ADÁMEK, J. – KOUBEK, V. – REITERMAN, J. (1977): *Základy obecné topologie*. Praha: SNTL

BRAINERD, B. (1971): *Introduction to the Mathematics of Language Study*. New York: American Elsevier

HARRIS, Z. S. (1951): *Methods in Structural Linguistics*. Chicago: The University of Chicago Press

HJELMSLEV, L. (1963): *Prolegomena to a Theory of Language*. Madison: The University of Wisconsin Press

HUBEY, H. M. (1999a): *Mathematical Foundations of Linguistics*. Muenchen: Lincom Europa

HUBEY, H. M. (1999b): *Mathematical and Computional Linguistics*. Muenchen: Lincom Europa

MARCUS, S. (1969): *Algebraické modely v lingvistice*. Praha: Academia

NOVOTNÝ, M. (1988): *S algebrou od jazyka ke gramatice a zpět*. Praha: Academia

SIERTSEMA, B. (1965): *A Study of Glossematics*. *Critical Survey of its Fundamental Concepts*. The Hague: Martinus Nijhoff

ŠEFČÍK, O. (2006): Fonologická vzdálenost a přednost mezi termíny opozice. In: (Hoskovec, T. – Šefčík, O. – Sova, R.) *Teorie a empirie. Bichla pro Krčmovó.* Brno: Masarykova universita, 297–304

ŠEFČÍK, O. – OSOVSKÝ, M. (2006): Zobrazení mezi fonologickými komponenty. SPFFBU A 54, 19–29

ON USE OF METRICS IN PHONOLOGY

The topic of this paper is focused on some problems of metrics in phonology. It establishes three types of metrics, both for phones and phonemes.

Linear structure of speech strings could be defined by *a linear phonic metrics*, which sets the length of a string, positions of phones and two directions of linear dimension. Similarly linear metrics could be used for phonemes (*linear phonemic metrics*) – there are many possibilities of confronting both types of linear metrics.

Another type of metrics is *a gross metrics* based on confrontation and comparison of segments of known strings. Again, there is a difference between phonic and phonemic gross metrics with many possibilities of use.

The third type of metrics is *a fine metrics* (both for phones and phonemes), which could specify the distinction between components by using distinctive features.

Ondřej Šefčík
Ústav jazykovědy a baltistiky
Filosofická fakulta
Masarykova universita
Brno 602 00, A. Nováka 1
e-mail: sefcik@phil.muni.cz