Jak se dělá strojový překlad

Ondřej Bojar
bojar@ufal.mff.cuni.cz
Ústav formální a aplikované lingvistiky
Matematicko-fyzikální fakulta
Univerzita Karlova v Praze

Obsah prezentace

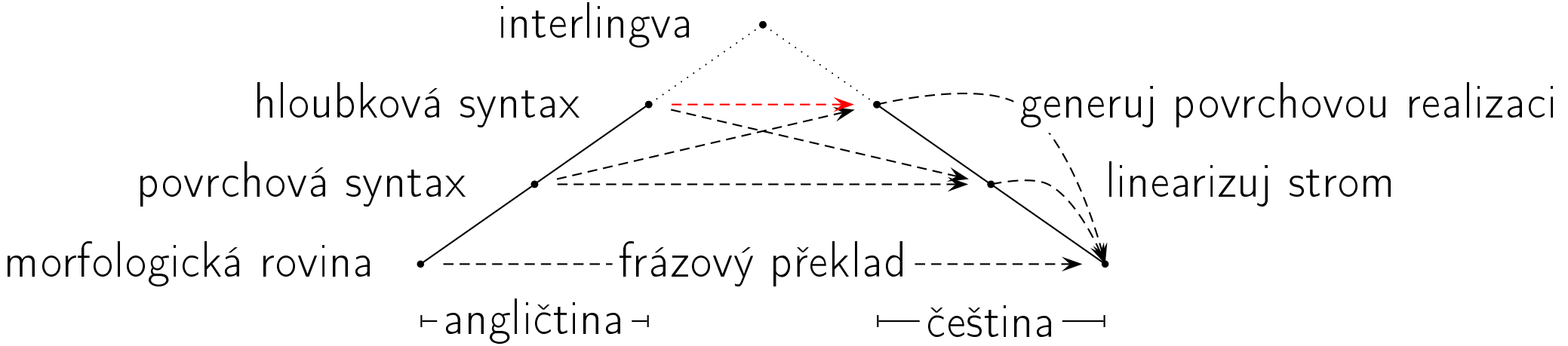
- Úvod do strojového překladu:
  - Hrubé rozdělení metod.
  - Formální popis přirozeného jazyka (čj, aj, arabština, ...),
  - Motivace k překladu.
  - Obtížnost překladu.
- Podrobněji:
  - Jazyková data (korpusy, slovníky),
  - Nástroje pro automatické zpracování jazyka.
- Dva přístupy ke strojovému překladu:
  - Frázový (mj. Google).
  - Stromečkový (mj. ÚFAL).
- Proč studovat na MFF (a ÚFALu).

Strojový překlad je lákavý

Strojový překlad (machine translation, MT) zajímavý akademicky, komerčně i pro uživatele:

- Hřiště pro testování užitečnosti mnoha dílčích nástrojů zpracování jazyka.
- EU utrácí ročně 1 000 000 000 eur za překlady.
- USA investuje do překladu pro účely rozvědky.
- Automatický překlad umožňuje využít texty z webu bez ohledu na zdrojový jazyk.

Přístupy ke strojovému překladu



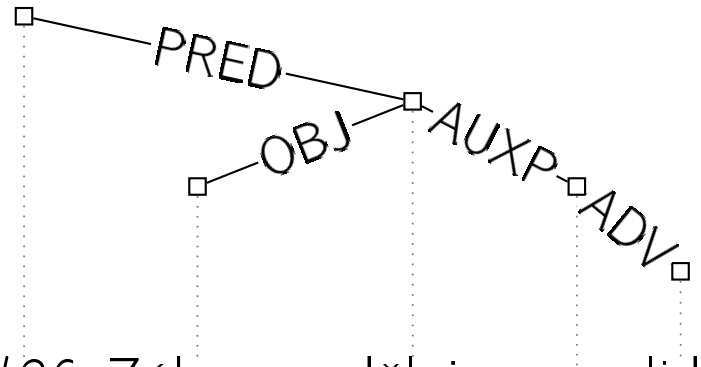
- Čím víc vstup rozeberu, tím snazší by měla být fáze transferu.
- Hypotetická interlingva zachycuje čistý význam.
- Statistické systémy se natrénují se "samy" podle ukázek.
- Pravidlové systémy ručně píší lingvisté-programátoři.

Formální popis češtiny

Morfologická rovina:

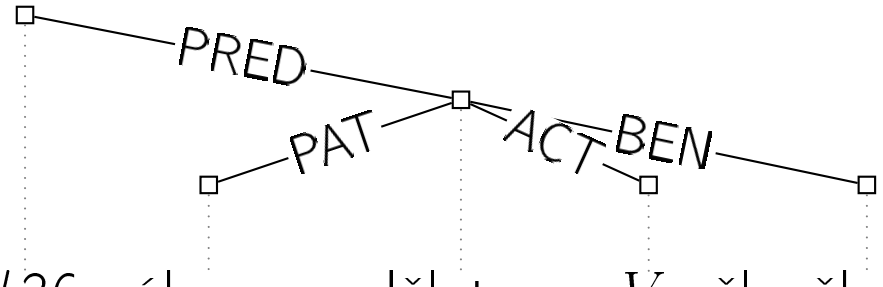
Slovo	Lema	Morfologická značka
zákony	zákon	NNIP1-----A----
zákony	zákon	NNIP4-----A----
zákony	zákon	NNIP5-----A----
zákony	zákon	NNIP7-----A----
udělejte	udělat	Vi-P---2--A----
udělejte	udělat	Vi-P---3--A---4
pro	pro-1	RR--4----------
lidi	člověk	NNMP1-----A----
lidi	člověk	NNMP4-----A----
lidi	člověk	NNMP5-----A----

Analytická rovina (povrchová syntax):



#36 Zákony udělejte pro lidi

Tektogramatická rovina (hloubková syntax):



#36 zákon$_{Pl}$ udělat$_{imp}$ Vy člověk$_{Pl,pro}$

Proč je překlad těžký?

- Víceznačnost a význam slov.
- Cílový slovní tvar.
- Pořádek slov.
- Negace.
- Zájmena.
- Idiomatická spojení.

Víceznačnost a význam slov

Kolik rozborů mají věty:

Time flies like an arrow.

The bank is next to the plant.

Spal celou Petkevičovu přednášku.

Ženu holí stroj.

Slovníková hesla na tom nejsou lépe:

kniha účetní

napětí dovolené

plán prací

tři prdele

Cílový slovní tvar

Časy:

- Angličtina má předpřítomný čas pro nedávnou minulost.
- Španělština má dvě varianty minulého času: pro určitý čas v minulosti a pro neznámý čas v minulosti.

Pády, rody, ...:

- Čeština má 7 pádů, 3 čísla a 4 rody:

The *cat* is on the mat. $\longrightarrow$ kočka

He saw a *cat*. $\longrightarrow$ kočku

He saw a dog with a *cat*. $\longrightarrow$ kočkou

He talked about a *cat*. $\longrightarrow$ kočce

$\Rightarrow$ Při překladu nutno vybrat správný tvar.

Pořádek slov

- Anglicky: subject-verb-object (SVO)
- Japonsky: subject-object-verb (SOV)

IBM bought Lotus.
IBM Lotus bought.

Reporters said IBM bought Lotus.
Reporters IBM Lotus bought said.

- Německy: Satztklammer (SV_1OV_2, OV_1SV_2)

  Die Satzklammer oder Klammerform **stellt** den typischen Satzbau der deutschen Sprache **dar**.

- Kombinatorická exploze možností, nestihneme probrat všechny.

Negace

- Francouzská negace je *okolo* slovesa:

  Je ne parle pas français.

- Česká negace bývá zdvojená:

  Nemám žádné námitky.

- Umístění negace mění význam:

  Nemohl jsem přijít, ...

  ...ráno se mi udělalo špatně.

  ...ráno se mi neudělalo dobře.

- V severní a jižní Itálii se prý jízdenka v MHD procvaknutím:

  zneplatňuje nebo *učiní platnou* (in/validare).

Zájmena

- V angličtině musí být podmět vyjádřen ⇒ nutno doplnit podle slovesa:

Četl knihu. = He read a book.

Spal jsem. = I slept.

- Rod českého zájmene musí odpovídat odkazovanému slovu:

He saw a book. *It was red.*

Viděl knihu. Byl<u>a</u> černá<u>á</u>.

He saw a pen. *It was red.*

Viděl pero. Byl<u>o</u> černé<u>é</u>.

Idiomatická spojení

Kromě známého:

kick the bucket = natáhnout bačkory

a bone of contention = jablko sváru

jde i „obyčejná“ frázová slovesa:

run into = potkat

show up = přijít, ukázat se, stavit se

make up = vymyslet si

talk sb. into sth. = přemluvit někoho, aby ...

Lingvistická data

- **Korpusy** jsou (velké) sbírky textů:
  - Texty typicky označkované nebo včetně větných rozborů.
    Pražský závislostní korpus (PDT): 1 mil. vět ručně.
  - Některé vícejazyčné: CzEng (7 mil. vět, 50 mil. slov, odpovídá ∼1-2 tis. knih, ale většinu tvoří právní texty).
- **Slovníky** na ÚFALu jsou strojově čitelné:
  - *Morfologický* slovník říká, že *kočka* je české slovo a *kočke* ne.
  - *Valenční slovník* říká, že:

$$Rodiče\ přijali\ Petra. \longrightarrow \text{je správně}$$
$$Rodiče\ přijeli\ Petra. \longrightarrow \text{není správně}$$

⇒ Lze využít v programech (pravidlových i statistických).

Lingvistické nástroje

- Identifikace kódování dokumentu a jazyka.
- Rozpoznávání mluvené řeči.
- Rozpoznání hranic vět a slov:

  Švejk 12. prosince dorazil na král. Vinohrady s dopisem.

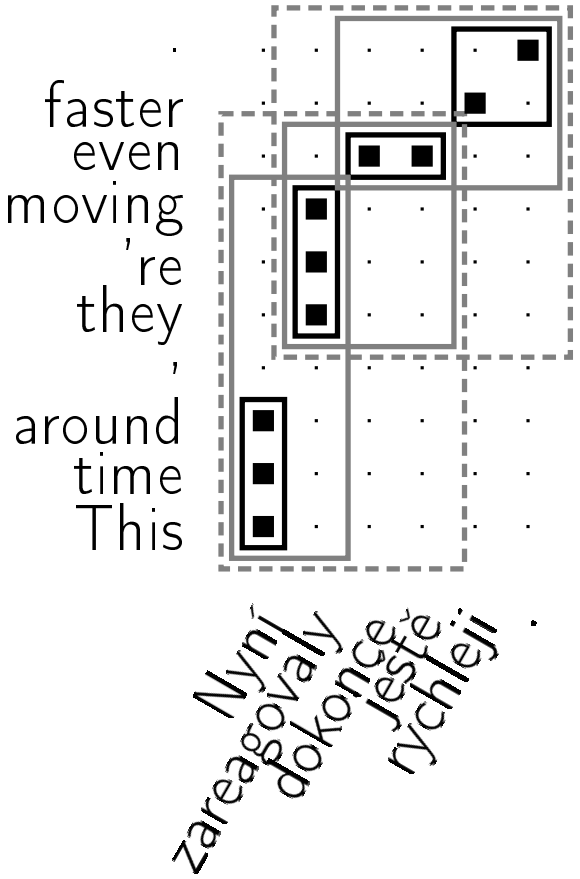
  ajskrím → I scream / icecream.
- Morfologická analýza.
- Povrchový a hloubkový větný rozbor.
- Identifikace pojmenovaných entit:

  Bílý dům se nechal slyšet.
- Koreference (mj. identifikace, co zastupují zájmena).

Lingvistické aplikace

- Vyhledávání dokumentů (na webu).
- Kontrola překlepů.
- Kontrola pravopisu.
- Syntéza a rozpoznávání řeči.
- Automatická sumarizace textů.
- Strojový překlad.
- Strojový překlad mluvené řeči.

Frázový překlad



This time around	=	Nyní
they 're moving	=	zareagovaly
even	=	dokonce ještě
...	=	...
This time around, they 're moving	=	Nyní zareagovaly
even faster	=	dokonce ještě rychleji
...	=	...

Trénovací data:

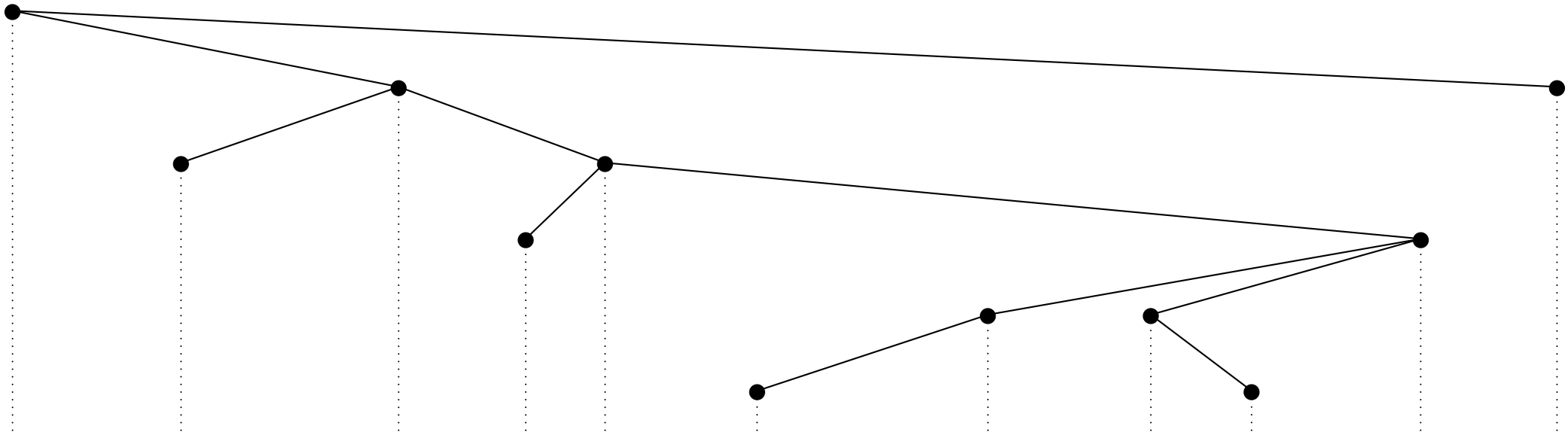
- paralelní korpus (česká věta = anglická věta)
- automatické zarovnání slov (české slovo ∼ anglické slovo)

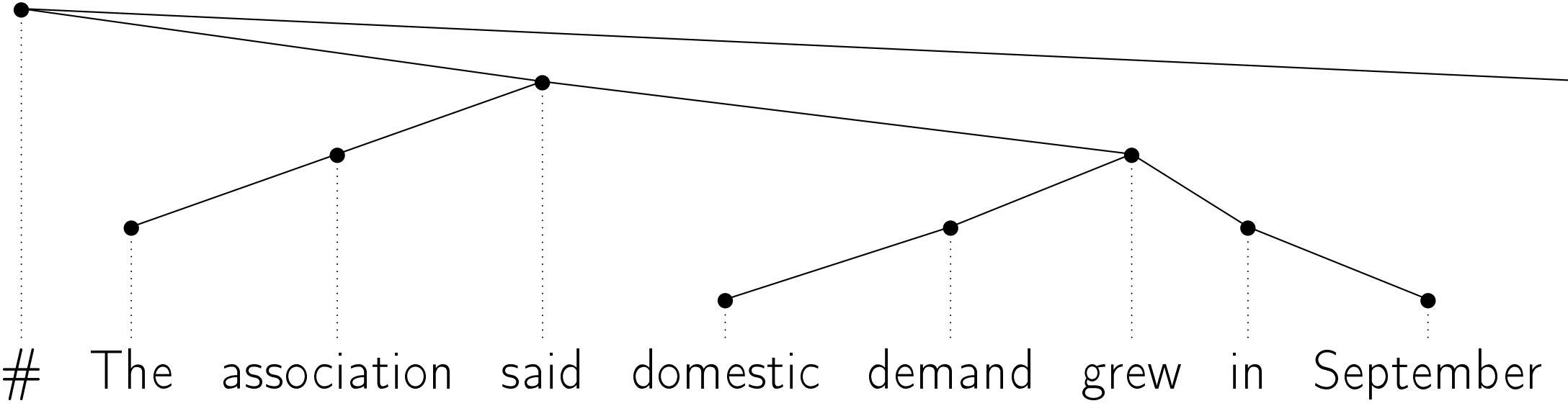
Při samotném překladu hledáme:

- takovou segmentaci vstupní věty na úseky („fráze“)
- a takové překlady frází

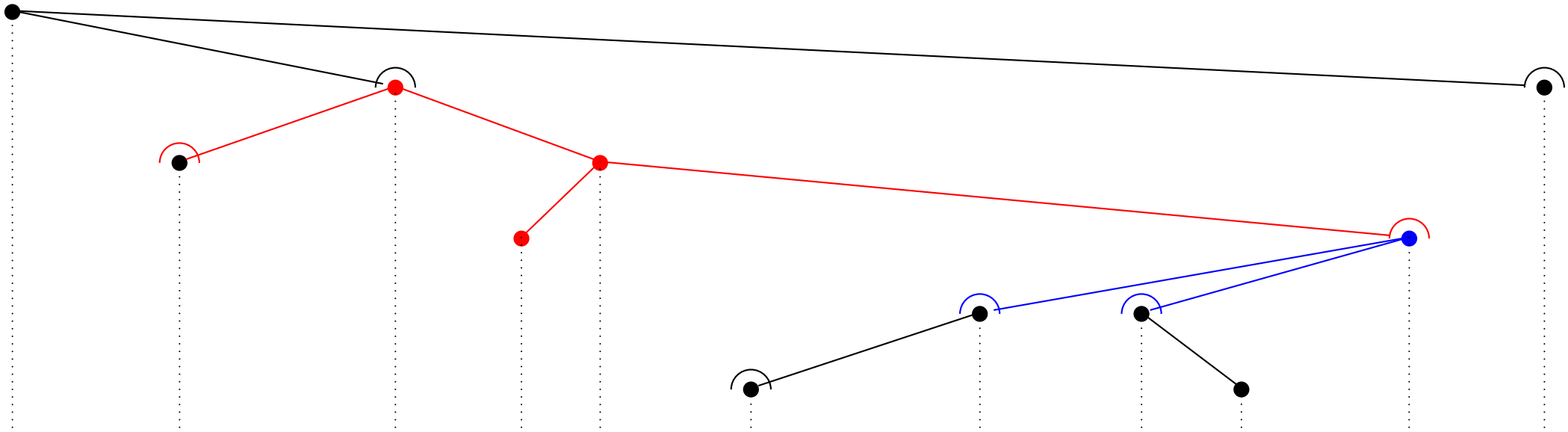
aby byl výstup co nejpravděpodobnější.

Syntaktický překlad: stromy...

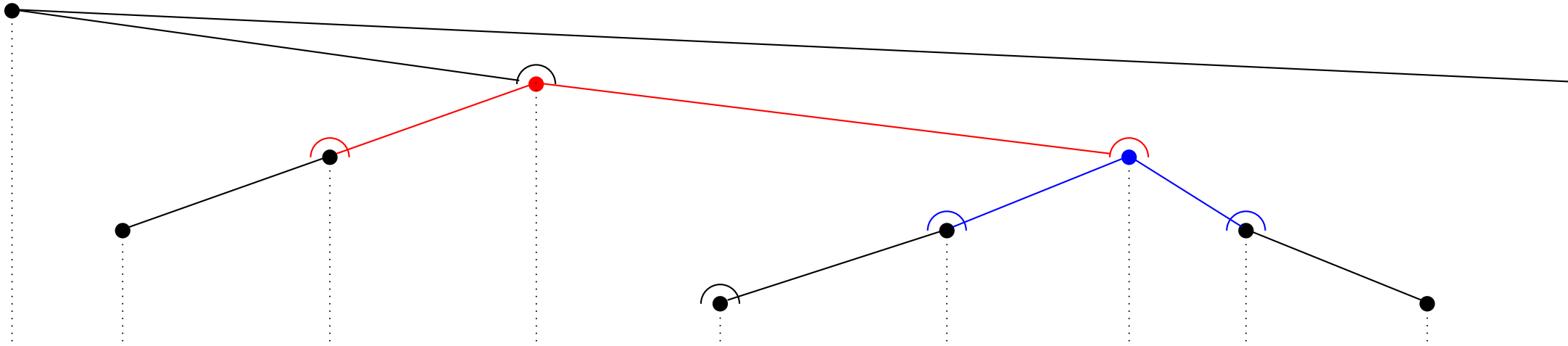




...rozložíme na stromečky...

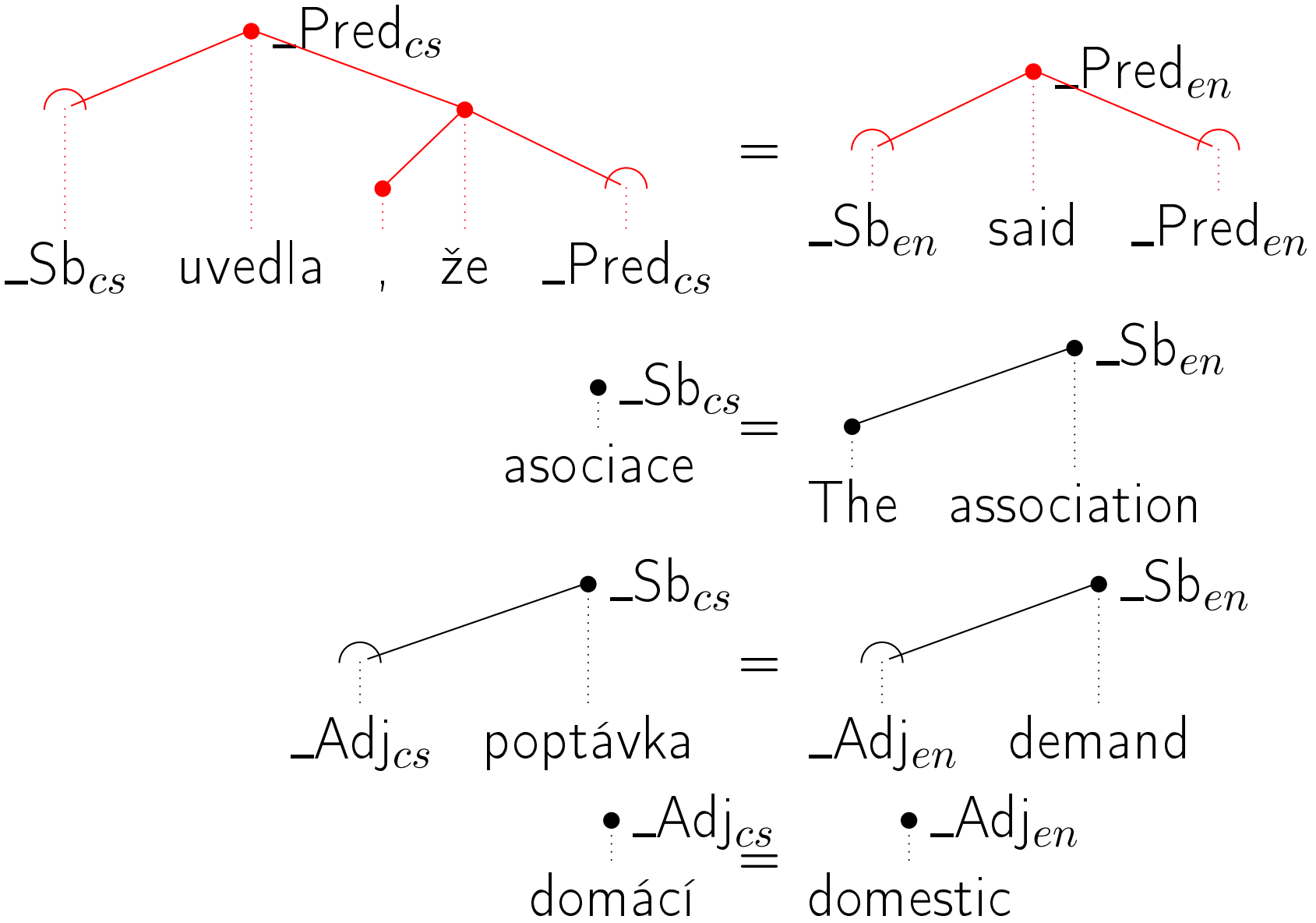


Asociace uvedla , že domácí poptávka v září stoupla .



The association said domestic demand grew in September

...a sebereme slovník stromečků.

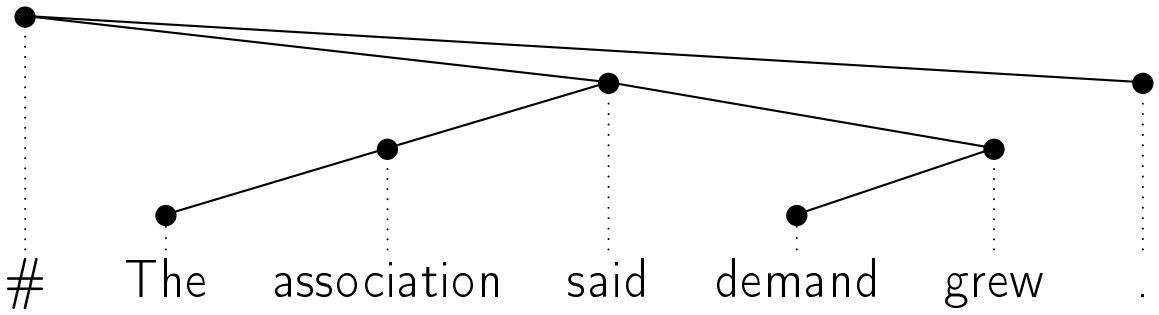


Překlad po stromečcích

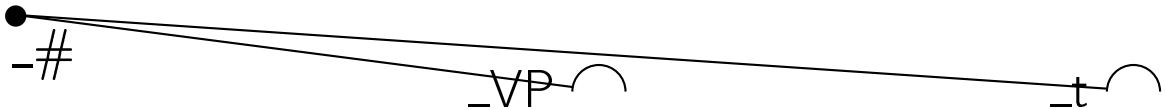
Ke zdrojovému stromu hledáme rozklad a překlady stromečká, aby byl cílový závislostní strom co nejpravděpodobnější:

1. Příprava tabulky **možností překladu**:
   - Pro každý vstupní uzel studuji všechny stromečky, které zde mohou začínat.
   - Pokud ke zvolenému stromečku existuje cílový, našli jsme možnost překladu.
   - Uchováváme jen τ nejlepších možností překladu pro každý uzel.
2. Postupné **budování částečných hypotéz**:
   - Od kořene dolů zdrojový strom pokrýváme překladovými možnostmi.
   - Uchováváme jen σ nejlepších částečných hypotéz dané velikosti (počet vstupních uzlů pokrytých vnitřními uzly)

Ukázka možností překladu



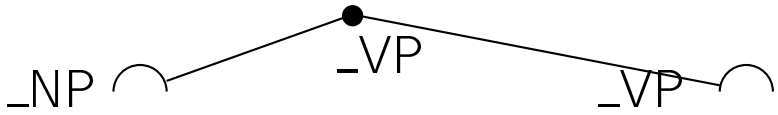
Možnosti překladu v kořeni:



⇒ # _Pred _AuxK

⇒ # _Pred .

Možnosti překladu v uzlu „said“:

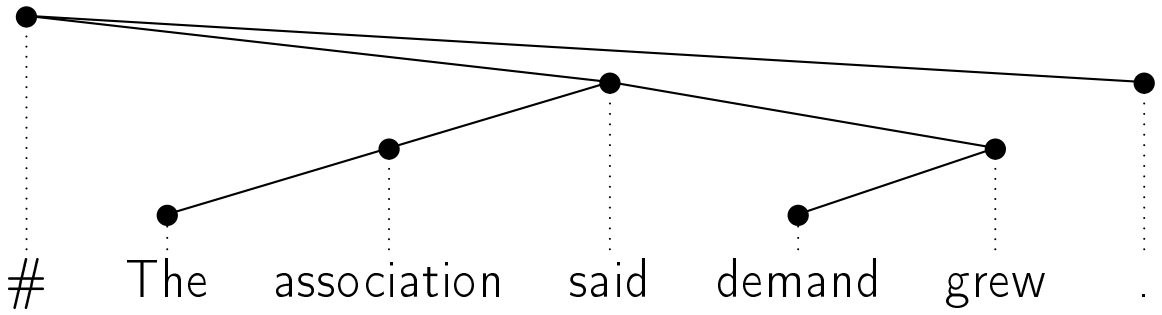


⇒ _Sb uvedla , že _Pred

Možnosti překladu v uzlu „.“:

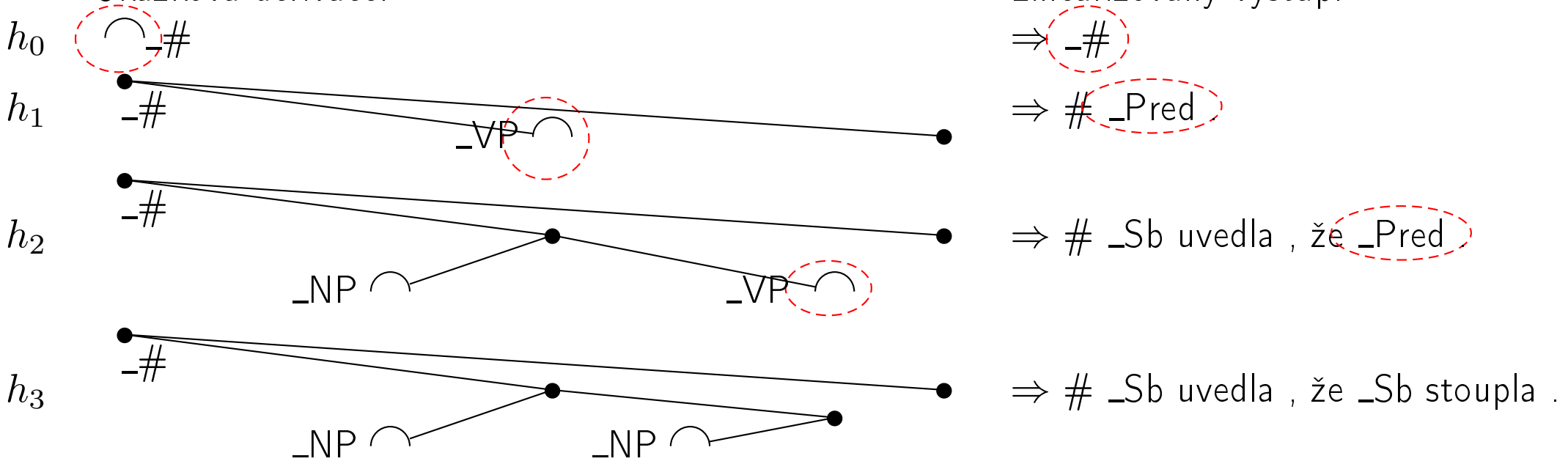
⇒ .

Postupné budování hypotéz



Ukázková derivace:

Linearizovaný výstup:



Shrnutí problémů překladu

Pro danou větu:

- Je těžké správně rozebrat („strojově pochopit“) vstup.
- Je těžké získat překladový slovník, který by obsahoval všechno, co věta potřebuje.
- Možností je příliš mnoho (varianty slov, slovních tvarů, pořadí slov).
  $\Rightarrow$ Nutno studovat jen ty nadějné.
- Je těžké poznat lepší možnosti.
  (I lidé se neshodnou v tom, jak něco přeložit.)

Frázový vs. syntaktický překlad

Frázový překlad volí primitivní řešení:

- Větu nerozebírá, jen opisuje známé podposloupnosti slov.
- Spoléhá na dostatek dat. V základní variantě neumí ani skloňovat, pokud tvar neviděl.
- Často produkuje negramatické věty, rád zahodí negaci.

Syntaktický překlad:

- Garantuje existenci větného rozboru výstupu $\Rightarrow$ naděje gramatičnosti.
- Naráží na chyby v kaskádě nástrojů (morf.+synt. analýza).
- Naráží na „negramatický“ vstup (cokoli, co v trénovacích stromech nebylo).

$\Rightarrow$ Zatím funguje lépe frázový překlad.

$\Rightarrow$ Syntaktický překlad má ale potenciál řešit těžší problémy.

Proč studovat na MFF a ÚFALu

Můžete se naučit mj.:

- Modelovat, jak lidé (myslí a) pracují s textem, řečí, gesty, ...
- Rozdělit složité úlohy na částečky a přispět částečkami,
- Počítat, abyste nehledali jehly v horách sena (Pravděpodobnost a statistika),
- Navrhovat datové struktury, abyste zvládli terabajty dat,

  Text na českém webu ∼1.5 TB, jeden experiment s frázovým překladem 1-2 GB ale třeba i 10 GB.
- Programovat, abyste zvládli stovky počítačů najednou,
  - Unix/Linux je naprosto nutný, Sítě a Internet velmi užitečné.
  - ÚFAL sám má 160 CPU, počítače s 32 GB RAM a jeden s 256 GB RAM.
- Soutěžit na mezinárodní úrovni v překládání, analýzách, generování, ...

Odkazy

http://ufal.mff.cuni.cz/

→ Research → Prague Dependency Treebank 2.0

Ukázková data: http://ufal.mff.cuni.cz/pdt2.0/visual-data/sample/index.htm

→ Video Recordings

→ Tools (→ překladový systém Moses)

Další ukázky frázového překladu:

http://demo.statmt.org/

http://tool.statmt.org/