

Sémantika a intenzionální sémantika

Aleš Horák

E-mail: hales@fi.muni.cz
http://nlp.fi.muni.cz/poc_lingv/

Obsah:

- Sémantika
- Intenzionální sémantika

Úvod do počítačové lingvistiky 9/11 1 / 30
Sémantika

Sémantika

studium významu – rozdílné, i když překrývající se přístupy různých vědeckých disciplín:

- **filosofie** – Jak je možné, že něco vůbec něco znamená? Jaký typ relace musí být mezi X a Y, aby X znamenalo Y? (filosofie jazyka)
- **psychologie** – psycholingvistika – experimentální studie, jak jsou významy reprezentovány v mysli a jaké mechanismy ovlivňují při kódování a dekódování zpráv (délka odezvy u konkrétního a abstraktního se liší)
- **neurologie** – jak jsou psychologické stavy a procesy *implementovány* na úrovni neuronů v mozku

Úvod do počítačové lingvistiky 9/11 2 / 30

Sémantika

studium významu – rozdílné, i když překrývající se přístupy různých vědeckých disciplín:

- **filosofie** – Jak je možné, že něco vůbec něco znamená? Jaký typ relace musí být mezi X a Y, aby X znamenalo Y? (filosofie jazyka)
- **psychologie** – psycholingvistika – experimentální studie, jak jsou významy reprezentovány v mysli a jaké mechanismy ovlivňují při kódování a dekódování zpráv (délka odezvy u konkrétního a abstraktního se liší)
- **neurologie** – jak jsou psychologické stavy a procesy *implementovány* na úrovni neuronů v mozku

Úvod do počítačové lingvistiky 9/11 2 / 30
Sémantika

Sémantika

studium významu – rozdílné, i když překrývající se přístupy různých vědeckých disciplín:

- **filosofie** – Jak je možné, že něco vůbec něco znamená? Jaký typ relace musí být mezi X a Y, aby X znamenalo Y? (filosofie jazyka)
- **psychologie** – psycholingvistika – experimentální studie, jak jsou významy reprezentovány v mysli a jaké mechanismy ovlivňují při kódování a dekódování zpráv (délka odezvy u konkrétního a abstraktního se liší)
- **neurologie** – jak jsou psychologické stavy a procesy *implementovány* na úrovni neuronů v mozku

Úvod do počítačové lingvistiky 9/11 2 / 30

Princip kompozicionality

Význam složeného tvrzení je funkcí významu jednotlivých komponent.

(je určován, je odhadnutelný, každá složka hraje význam?)
omezení PK: idiomy, ustrnulé metafory, kolokace, klišé

listém je jazykový výraz, jehož význam není určen významy jeho částí (pokud existují), a který si tedy uživatel jazyka musí zapamatovat jako kombinaci formy a významu.

Význam v jazyce

Rozdělení studia významu v jazyce:

- lexikální sémantika
- gramatická sémantika – větné fráze, slovtvorba
- logická sémantika – výroková, predikátová a vyšší logiky
- lingvistická pragmatika

entail = znamenat, vyplývat; nutnost a očekávanost

1. X přestal zpívat ?→? X nepokračoval ve zpěvu
2. X je kočka ?→? je zvíře
3. X je v jiném stavu ?→? X je žena
4. X je fyzikální objekt ?→? X má hmotnost
5. X je čtyřnožec ?→? X má čtyři nohy
6. X je žena Y ?→? X není dcera Y

Význam v jazyce

Rozdělení studia významu v jazyce:

- lexikální sémantika
- gramatická sémantika – větné fráze, slovtvorba
- logická sémantika – výroková, predikátová a vyšší logiky
- lingvistická pragmatika

entail = znamenat, vyplývat; nutnost a očekávanost

1. X přestal zpívat ?→? X nepokračoval ve zpěvu
2. X je kočka ?→? je zvíře
3. X je v jiném stavu ?→? X je žena
4. X je fyzikální objekt ?→? X má hmotnost
5. X je čtyřnožec ?→? X má čtyři nohy
6. X je žena Y ?→? X není dcera Y

Textové vyplývání

Textové vyplývání = po přečtení *t* lidé usoudí, že nejspíš platí *h*

soutěž **Recognizing Textual Entailment**, od roku 2004

- úkol – dostaneme dva úseky textu a musíme (strojově) rozhodnout, jestli význam jednoho (*hypotéza*) vyplývá (je odvoditelný) z druhého (*text*)


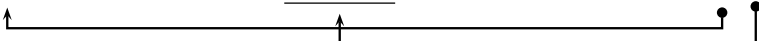
- ```
<pair id="59" value="FALSE" task="IR">
 <t>Two Turkish engineers and an Afghan translator kidnapped
 in December were freed Friday.</t>
 <h>translator kidnapped in Iraq</h>
</pair>
<pair id="64" value="TRUE" task="IR">
 <t>The wait time for a green card has risen from 21 months
 to 33 months in those same regions.</t>
 <h>It takes longer to get green card.</h>
</pair>
```

# Problémy při analýze přirozeného jazyka

- víceznačnost
- anaforické výrazy
- indexické výrazy
- nejasnost
- nekompozicionalita
- struktura promluvy
- metonymie
- metafory

## Anaforické a indexické výrazy

### anaforické výrazy:

- *anaphora*
- používají **zájmena** pro odkazování na objekty zmíněné **dříve**
- “Poté co se Honza s Marií rozhodli se vzít, (**oni**) vyhledali kněze, aby **je** oddal.”  

- “Marie uviděla ve výloze prstýnek a požádala Honzu, aby **jí ho** koupil.”  


### indexické výrazy:


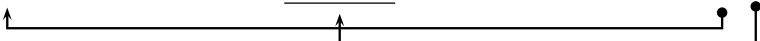
- *indexicals*
- odkazují se na údaje v **jiných částech** promluvy a **mimo** promluvu
- “Já jsem **tady**.”
- “Proč **jsi to** udělal?”

# Víceznačnost

- *ambiguity*
- **víceznačnost** může být **lexikální**, **syntaktická**, **sémantická** a **referenční**
- lexikální – “stát,” “žena,” “hnát”
- syntaktická – “Jím špagety s masem.”  
“Jím špagety se salátem.”  
“Jím špagety s použitím vidličky.”  
“Jím špagety se sebezapřením.”  
“Jím špagety s přítelem.”
- sémantická – “**Jeřáb** je vysoký.” “Viděli jsme veliké **oko**.”
- referenční – “**Oni** přišli pozdě.” “Můžeš mi půjčit **knihu**?”  
“Ředitel vyhodil dělníka, protože (**on**) byl agresivní.”

## Anaforické a indexické výrazy

### anaforické výrazy:

- *anaphora*
- používají **zájmena** pro odkazování na objekty zmíněné **dříve**
- “Poté co se Honza s Marií rozhodli se vzít, (**oni**) vyhledali kněze, aby **je** oddal.”  

- “Marie uviděla ve výloze prstýnek a požádala Honzu, aby **jí ho** koupil.”  


### indexické výrazy:

- *indexicals*
- odkazují se na údaje v **jiných částech** promluvy a **mimo** promluvu
- “Já jsem **tady**.”
- “Proč **jsi to** udělal?”

## Metafora a metonymie

### metafora:

- *metaphor*
- použití slov v **přeneseném významu** (na základě podobnosti), často systematicky
- “Zkoušel jsem ten proces **zabít**, ale nešlo to.”
- “Bouře se **vzteká**.”

### metonymie:

- *metonymy*
- používání **jména** jedné **věci** pro (často zkrácené) označení **věci jiné**
- “Čtu **Shakespeara**.”
- “**Chrysler** oznámil rekordní zisk.”
- “Ten **pstruh na másle** u stolu 3 chce další pivo.”

## Nekompozicionalita

- *noncompositionality*
- příklady **porušení pravidla kompozicionality** u ustálených termínů nebo přednost jiného možného významu při určitých spojeních
- “aligátří boty,” “basketbalové boty,” “dětské boty”
- “pata sloupu”
- “červená kniha,” “červené pero”
- “bílý trpaslík”
- “dřevěný pes,” “umělá tráva”
- “velká molekula”

## Metafora a metonymie

### metafora:

- *metaphor*
- použití slov v **přeneseném významu** (na základě podobnosti), často systematicky
- “Zkoušel jsem ten proces **zabít**, ale nešlo to.”
- “Bouře se **vzteká**.”

### metonymie:

- *metonymy*
- používání **jména** jedné **věci** pro (často zkrácené) označení **věci jiné**
- “Čtu **Shakespeara**.”
- “**Chrysler** oznámil rekordní zisk.”
- “Ten **pstruh na másle** u stolu 3 chce další pivo.”

## Obsah

- 1 Sémantika
  - Význam v jazyce
  - Problémy při analýze přirozeného jazyka
- 2 Intenzionální sémantika
  - Logická analýza přirozeného jazyka
  - Nedostatečná expresivita PL1
  - Extenzionalismus PL1
  - Extenze a intenze
  - Transparentní intenzionální logika

## Logická analýza přirozeného jazyka

**logická analýza PJ** – analýza **významu** výrazů (vět) PJ

přirozený **jazyk** = nástroj *pojmového* uchopení reality

**pojem** – kritéria/procedury umožňující identifikovat různé konkrétní a abstraktní objekty

např. “**planeta**” – třída nebeských těles s určitými charakteristikami – obíhá po oběžné dráze kolem slunce, není zdrojem světla, ...

- **pojem**  $\neq$  **výraz** – např. výrazy v různých jazycích často reprezentují stejný pojem (pojem (“prvočíslo”)  $\equiv$  pojem (“prime number”))
- **pojem**  $\neq$  **představa** – představa je *subjektivní*, pojem je *objektivní*
- pojmy mohou identifikovat různé objekty:
  - jedno individuum – *individuální pojmy* (např. Petr, Pegas, prezident ČR)
  - třídu objektů – *vlastnost* (např. červený, šelma, hora)
  - *n*-člennou relaci – *vztah* (např. otec (někoho), křivdit (někdo někomu))
  - pravdivostní hodnotu – *propozice* (např. v Brně prší)
  - funkcionální přiřazení – *empirické funkce* (např. rychlost)
  - číslo – (fyzikální) *veličiny* (např. rychlost světla)

## Logická analýza přirozeného jazyka

**logická analýza PJ** – analýza **významu** výrazů (vět) PJ

přirozený **jazyk** = nástroj *pojmového* uchopení reality

**pojem** – kritéria/procedury umožňující identifikovat různé konkrétní a abstraktní objekty

např. “**planeta**” – třída nebeských těles s určitými charakteristikami – obíhá po oběžné dráze kolem slunce, není zdrojem světla, ...

- **pojem**  $\neq$  **výraz** – např. výrazy v různých jazycích často reprezentují stejný pojem (pojem (“prvočíslo”)  $\equiv$  pojem (“prime number”))
- **pojem**  $\neq$  **představa** – představa je *subjektivní*, pojem je *objektivní*
- pojmy mohou identifikovat různé objekty:
  - jedno individuum – *individuální pojmy* (např. Petr, Pegas, prezident ČR)
  - třídu objektů – *vlastnost* (např. červený, šelma, hora)
  - *n*-člennou relaci – *vztah* (např. otec (někoho), křivdit (někdo někomu))
  - pravdivostní hodnotu – *propozice* (např. v Brně prší)
  - funkcionální přiřazení – *empirické funkce* (např. rychlost)
  - číslo – (fyzikální) *veličiny* (např. rychlost světla)

## Logická analýza přirozeného jazyka

**logická analýza PJ** – analýza **významu** výrazů (vět) PJ

přirozený **jazyk** = nástroj *pojmového* uchopení reality

**pojem** – kritéria/procedury umožňující identifikovat různé konkrétní a abstraktní objekty

např. “**planeta**” – třída nebeských těles s určitými charakteristikami – obíhá po oběžné dráze kolem slunce, není zdrojem světla, ...

- **pojem**  $\neq$  **výraz** – např. výrazy v různých jazycích často reprezentují stejný pojem (pojem (“prvočíslo”)  $\equiv$  pojem (“prime number”))
- **pojem**  $\neq$  **představa** – představa je *subjektivní*, pojem je *objektivní*
- pojmy mohou identifikovat různé objekty:
  - jedno individuum – *individuální pojmy* (např. Petr, Pegas, prezident ČR)
  - třídu objektů – *vlastnost* (např. červený, šelma, hora)
  - *n*-člennou relaci – *vztah* (např. otec (někoho), křivdit (někdo někomu))
  - pravdivostní hodnotu – *propozice* (např. v Brně prší)
  - funkcionální přiřazení – *empirické funkce* (např. rychlost)
  - číslo – (fyzikální) *veličiny* (např. rychlost světla)

## Logická analýza přirozeného jazyka

**logická analýza PJ** – analýza **významu** výrazů (vět) PJ

přirozený **jazyk** = nástroj *pojmového* uchopení reality

**pojem** – kritéria/procedury umožňující identifikovat různé konkrétní a abstraktní objekty

např. “**planeta**” – třída nebeských těles s určitými charakteristikami – obíhá po oběžné dráze kolem slunce, není zdrojem světla, ...

- **pojem**  $\neq$  **výraz** – např. výrazy v různých jazycích často reprezentují stejný pojem (pojem (“prvočíslo”)  $\equiv$  pojem (“prime number”))
- **pojem**  $\neq$  **představa** – představa je *subjektivní*, pojem je *objektivní*
- pojmy mohou identifikovat různé objekty:
  - jedno individuum – *individuální pojmy* (např. Petr, Pegas, prezident ČR)
  - třídu objektů – *vlastnost* (např. červený, šelma, hora)
  - *n*-člennou relaci – *vztah* (např. otec (někoho), křivdit (někdo někomu))
  - pravdivostní hodnotu – *propozice* (např. v Brně prší)
  - funkcionální přiřazení – *empirické funkce* (např. rychlost)
  - číslo – (fyzikální) *veličiny* (např. rychlost světla)

# Logická analýza přirozeného jazyka

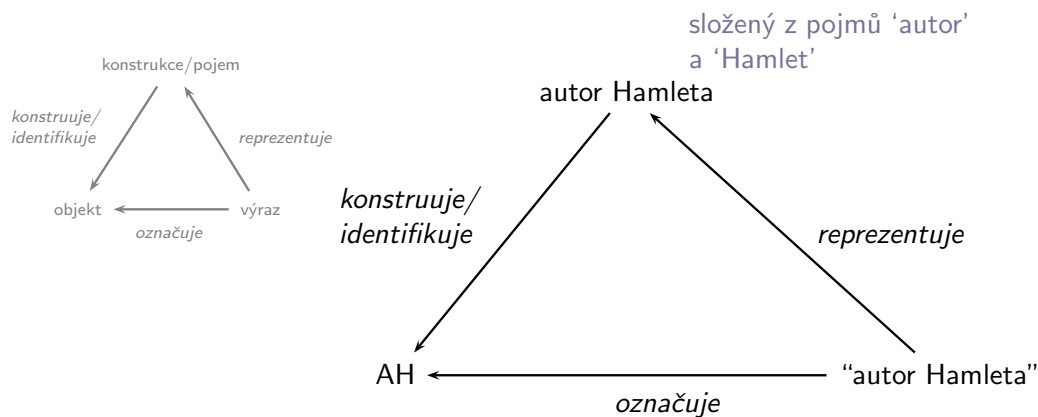
**logická analýza PJ** – analýza **významu** výrazů (vět) PJ  
 přirozený **jazyk** = nástroj *pojmového* uchopení reality  
**pojem** – kritéria/procedury umožňující identifikovat různé konkrétní a abstraktní objekty

např. “**planeta**” – třída nebeských těles s určitými charakteristikami – obíhá po oběžné dráze kolem slunce, není zdrojem světla, ...

- **pojem**  $\neq$  **výraz** – např. výrazy v různých jazycích často reprezentují stejný pojem (pojem(“prvočíslo”)  $\equiv$  pojem(“prime number”))
- **pojem**  $\neq$  **představa** – představa je *subjektivní*, pojem je *objektivní*
- pojmy mohou identifikovat různé objekty:
  - jedno individuum – **individuální pojmy** (např. Petr, Pegas, prezident ČR)
  - třídu objektů – **vlastnost** (např. červený, šelma, hora)
  - *n*-člennou relaci – **vztah** (např. otec (někoho), křivdit (někdo někomu))
  - pravdivostní hodnotu – **propozice** (např. v Brně prší)
  - funkcionální přiřazení – **empirické funkce** (např. rychlost)
  - číslo – (fyzikální) **veličiny** (např. rychlost světla)

## Vztah pojmu a výrazu

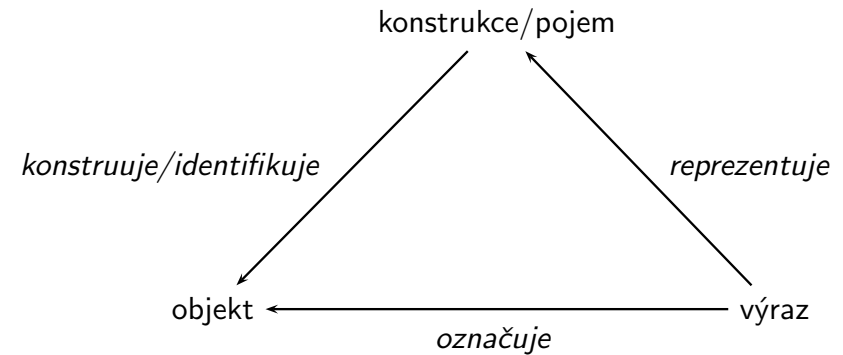
ve zjednodušené podobě: pojem odpovídá **logické konstrukci**



funkce ukazující v našem světě  
na Williama Shakespeara

# Vztah pojmu a výrazu

ve zjednodušené podobě: pojem odpovídá **logické konstrukci**



## Omezenost predikátové logiky 1. řádu

dva omezující rysy:

- nedostatečná expresivita
- extenzionalismus

**Expresivita:** vyjadřovací síla jazyka

“Je-li barva stropu pokoje č. 3 uklidňující, je pokoj č. 3 vhodný pro pacienta X a není vhodný pro pacienta Y.”

analýza ve **výrokové logice:**

$P \Rightarrow (Q \wedge \neg R)$     P “Barva stropu pokoje č. 3 je uklidňující.”  
                                           Q “Pokoj č. 3 je vhodný pro pacienta X.”  
                                           R “Pokoj č. 3 je vhodný pro pacienta Y.”

analýza v **PL1:**

$U(B) \Rightarrow (V(P, X) \wedge \neg V(P, Y))$     U třída uklidňujících objektů  
                                                           B individuum ‘barva stropu pokoje č. 3’  
                                                           V relace mezi individuy ‘být vhodný pro’  
                                                           P individuum ‘pokoj č. 3’  
                                                           X, Y individua ‘pacient X’ a ‘pacient Y’

## Omezenost predikátové logiky 1. řádu

dva omezující rysy:

- nedostatečná expresivita
- extenzionalismus

**Expresivita:** vyjadřovací síla jazyka

“Je-li barva stropu pokoje č. 3 uklidňující, je pokoj č. 3 vhodný pro pacienta X a není vhodný pro pacienta Y.”

analýza ve **výrokové logice:**

$P \Rightarrow (Q \wedge \neg R)$  P “Barva stropu pokoje č. 3 je uklidňující.”  
 Q “Pokoj č. 3 je vhodný pro pacienta X.”  
 R “Pokoj č. 3 je vhodný pro pacienta Y.”

analýza v **PL1:**

$U(B) \Rightarrow (V(P, X) \wedge \neg V(P, Y))$  U třída uklidňujících objektů  
 B individuum ‘barva stropu pokoje č. 3’  
 V relace mezi individuy ‘být vhodný pro’  
 P individuum ‘pokoj č. 3’  
 X, Y individua ‘pacient X’ a ‘pacient Y’

## Omezenost predikátové logiky 1. řádu

dva omezující rysy:

- nedostatečná expresivita
- extenzionalismus

**Expresivita:** vyjadřovací síla jazyka

“Je-li barva stropu pokoje č. 3 uklidňující, je pokoj č. 3 vhodný pro pacienta X a není vhodný pro pacienta Y.”

analýza ve **výrokové logice:**

$P \Rightarrow (Q \wedge \neg R)$  P “Barva stropu pokoje č. 3 je uklidňující.”  
 Q “Pokoj č. 3 je vhodný pro pacienta X.”  
 R “Pokoj č. 3 je vhodný pro pacienta Y.”

analýza v **PL1:**

$U(B) \Rightarrow (V(P, X) \wedge \neg V(P, Y))$  U třída uklidňujících objektů  
 B individuum ‘barva stropu pokoje č. 3’  
 V relace mezi individuy ‘být vhodný pro’  
 P individuum ‘pokoj č. 3’  
 X, Y individua ‘pacient X’ a ‘pacient Y’

## Omezenost predikátové logiky 1. řádu

dva omezující rysy:

- nedostatečná expresivita
- extenzionalismus

**Expresivita:** vyjadřovací síla jazyka

“Je-li barva stropu pokoje č. 3 uklidňující, je pokoj č. 3 vhodný pro pacienta X a není vhodný pro pacienta Y.”

analýza ve **výrokové logice:**

$P \Rightarrow (Q \wedge \neg R)$  P “Barva stropu pokoje č. 3 je uklidňující.”  
 Q “Pokoj č. 3 je vhodný pro pacienta X.”  
 R “Pokoj č. 3 je vhodný pro pacienta Y.”

analýza v **PL1:**

$U(B) \Rightarrow (V(P, X) \wedge \neg V(P, Y))$  U třída uklidňujících objektů  
 B individuum ‘barva stropu pokoje č. 3’  
 V relace mezi individuy ‘být vhodný pro’  
 P individuum ‘pokoj č. 3’  
 X, Y individua ‘pacient X’ a ‘pacient Y’

## Nedostatečná expresivita PL1 – pokrač.

Červená barva je krásnější než hnědá barva. Kostka je červená.

analýza v **PL1:**

$Kr(\check{C}_1, H)$   $\check{C}_2(Ko)$

$\check{C}_1$  individuum ‘červená barva’

$\check{C}_2$  vlastnost individuí ‘být červený’ (třída červených objektů)

nelze vyjádřit  $\check{C}_1 \equiv \check{C}_2$

## Nedostatečná expresivita PL1 – pokrač.

Červená barva je krásnější než hnědá barva. Kostka je červená.

analýza v PL1:

$Kr(\check{C}_1, H)$        $\check{C}_2(Ko)$

$\check{C}_1$  individuum 'červená barva'

$\check{C}_2$  vlastnost individuí 'být červený' (třída červených objektů)

nelze vyjádřit       $\check{C}_1 \equiv \check{C}_2$

## Extenzionalismus PL1

Varšava

hlavní město Polska

Varšava – jméno individua, jasně identifikovatelné a odlišitelné

hlavní město Polska – individuová role, momentálně identifikuje Varšavu, ale dříve to byl i Krakov

'hlavní město Polska':

- závisí na světě a čase
- pochopení významu, ale není vázané na znalost obsahu – tj. význam na světě a čase **nezavisí**

číslo  $X$  je větší než číslo  $Y$       budova  $X$  je větší než budova  $Y$

matematické větší než – relace dvojic čísel, pevně daná

empirické větší než – vztah dvou individuí, který se může měnit v čase (otec a syn)

## Extenzionalismus PL1

Varšava

hlavní město Polska

Varšava – jméno individua, jasně identifikovatelné a odlišitelné

hlavní město Polska – individuová role, momentálně identifikuje Varšavu, ale dříve to byl i Krakov

'hlavní město Polska':

- závisí na světě a čase
- pochopení významu, ale není vázané na znalost obsahu – tj. význam na světě a čase **nezavisí**

číslo  $X$  je větší než číslo  $Y$       budova  $X$  je větší než budova  $Y$

matematické větší než – relace dvojic čísel, pevně daná

empirické větší než – vztah dvou individuí, který se může měnit v čase (otec a syn)

## Extenzionalismus PL1

Varšava

hlavní město Polska

Varšava – jméno individua, jasně identifikovatelné a odlišitelné

hlavní město Polska – individuová role, momentálně identifikuje Varšavu, ale dříve to byl i Krakov

'hlavní město Polska':

- závisí na světě a čase
- pochopení významu, ale není vázané na znalost obsahu – tj. význam na světě a čase **nezavisí**

číslo  $X$  je větší než číslo  $Y$       budova  $X$  je větší než budova  $Y$

matematické větší než – relace dvojic čísel, pevně daná

empirické větší než – vztah dvou individuí, který se může měnit v čase (otec a syn)



## Extenzionalismus PL1

*Varšava**hlavní město Polska*

- Varšava – **jméno individua**, jasně identifikovatelné a odlišitelné
- hlavní město Polska – **individuová role**, momentálně identifikuje Varšavu, ale dříve to byl i Krakov

'hlavní město Polska':

- závisí na světě a čase
- pochopení významu, ale není vázané na znalost obsahu – tj. **význam** na světě a čase **nezávisí**

*číslo X je větší než číslo Y**budova X je větší než budova Y*

- matematické větší než – **relace** dvojic čísel, pevně daná
- empirické větší než – **vztah** dvou individuí, který se může měnit v čase (otec a syn)

## Extenze a intenze

Definujeme:

- **intenze** – objekty typu funkcí, jejichž hodnoty závisí na světě a čase
- **extenze** – ostatní objekty (na světě a čase nezávislé)

časté extenze a intenze:

<i>extenze</i>	<i>intenze</i>
individua	individuové role
třídy	vlastnosti
relace	vztahy
pravdivostní hodnoty	propozice
funkce	empirické funkce
čísla	veličiny

## Extenzionalismus PL1 – pokrač.

*ano**V Brně prší*

- ano* – **pravdivostní hodnota true**
- V Brně prší* – **propozice** – označuje pravdivostní hodnotu, která se mění (alespoň) v čase

i když hodnota někdy závisí na světě a čase, samotný význam na nich nezávisí

## Extenze a intenze

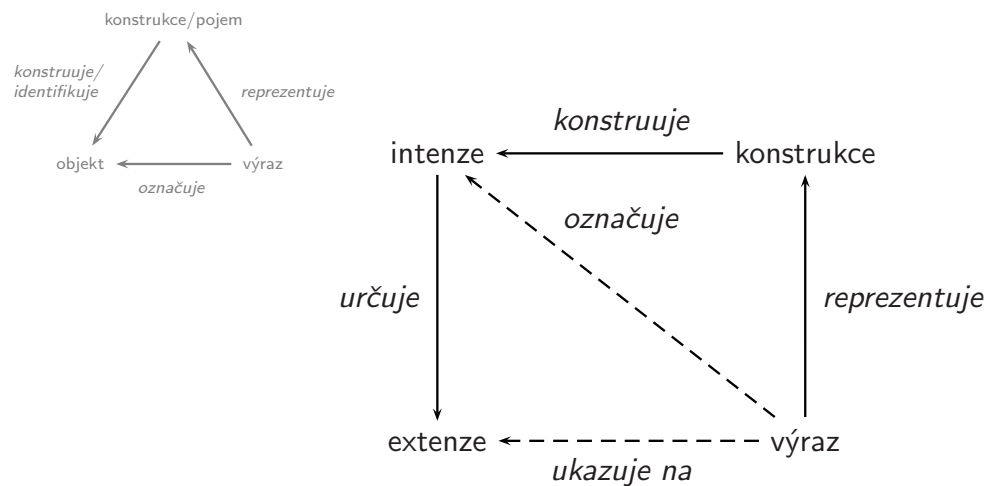
Definujeme:

- **intenze** – objekty typu funkcí, jejichž hodnoty závisí na světě a čase
- **extenze** – ostatní objekty (na světě a čase nezávislé)

časté extenze a intenze:

<i>extenze</i>	<i>intenze</i>
individua	individuové role
třídy	vlastnosti
relace	vztahy
pravdivostní hodnoty	propozice
funkce	empirické funkce
čísla	veličiny

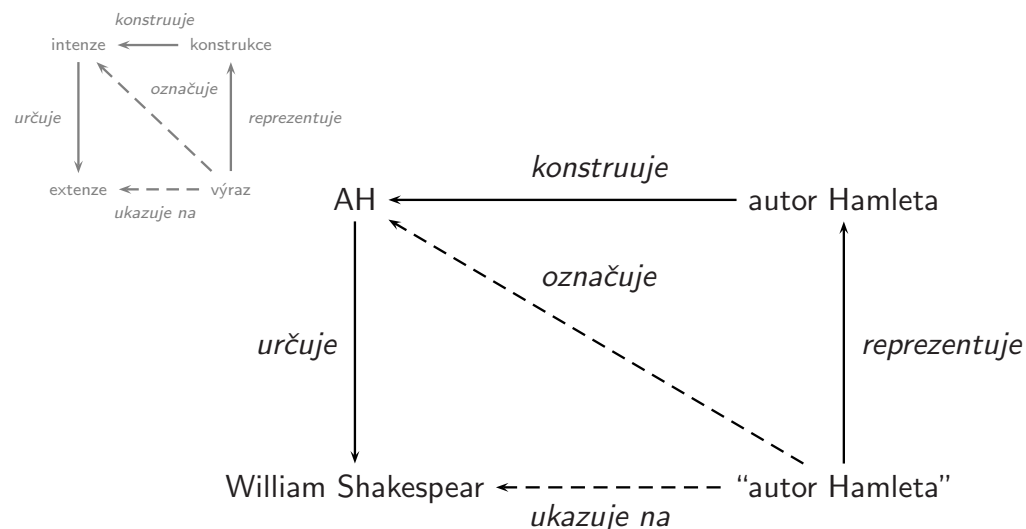
## Rozšířený vztah výrazu a významu u intenzí



## Transparentní intenzionální logika

- *Transparent Intensional Logic*, TIL
- **logický systém** speciálně navržený pro zachycení **významu výrazů PJ**
- autor **Pavel Tichý**: *The Foundations of Frege's Logic*, de Gruyter, Berlin, New York, 1988.
- obdobná teorie – *Montagueho intenzionální logika* – Tichý ukazuje její nedostatky
- Tichý vychází z myšlenek – *Gottlob Frege* (1848 – 1925, logik) a *Alonzo Church* (1903 – 1995, teorie typů)
- vlastnosti:
  - rozvětvená **typová hierarchie** (s typy **vyšších řádů**)
  - **temporální**
  - **intenzionální** (intenze × extenze)
- **transparentost**:
  1. nositel významu (**konstrukce**) není prvek formálního aparátu, tento aparát pouze *studuje* konstrukce
  2. zachycení intenzionalit je přesně popsáno z matematického hlediska

## Rozšířený vztah výrazu a významu u intenzí



## Typy v TILu

typ objektu:

- základní typy – **typová báze** =  $\{o, \iota, \tau, \omega\}$
- **funcionální typy** – **funkce** nad typovou bází  
např.  $\iota, ((\iota\tau)\omega), (o\iota), (((o\iota)\tau)\omega), ((o\tau)\omega), \dots$   
 $((\alpha\tau)\omega) \dots$  závislost na světě a čase, vyjadřuje **intenze** – zápis  $\alpha_{\tau\omega}$
- typy **vyšších řádů** – obsahují i třídy konstrukcí řádu  $n - *n$

## Typy v TILu

typ objektu:

- základní typy – **typová báze** =  $\{o, \iota, \tau, \omega\}$
- funcionální typy – **funkce** nad typovou bází  
např.  $\iota$ ,  $((\iota\tau)\omega)$ ,  $(o\iota)$ ,  $((o\iota)\tau)\omega)$ ,  $((o\tau)\omega)$ , ...  
 $((\alpha\tau)\omega)$  ... závislost na světě a čase, vyjadřuje **intenze** – zápis  $\alpha_{\tau\omega}$
- typy **vyšších řádů** – obsahují i třídy konstrukcí řádu  $n - *n$

## Základní typy TILu

umožňují přiřadit typ objektům z **intenzionální báze** jazyka – třída **základních vlastností** (barvy, rozměry, postoje, ...) popisujících stav světa

- **o** (omikron, o) ... **pravdivostní hodnoty** Pravda (*true*, T) a Nepravda (*false*, F)  
přesně odpovídají běžným logikám, typy **logických operátorů** –  $(oo)$ ,  $(ooo)$
- **ι** (jota) ... třída **individuí**  
individua ovšem ne jako kompletní objekty, ale jako **numerická identifikace** nestrukturované entity
- **τ** (tau) ... třída **časových okamžiků** (jako časového kontinua)  
zachycení závislosti na čase; současně třída **reálných čísel**
- **ω** (omega) ... třída **možných světů**  
zachycení empirické závislosti na stavu světa

## Typy v TILu

typ objektu:

- základní typy – **typová báze** =  $\{o, \iota, \tau, \omega\}$
- funcionální typy – **funkce** nad typovou bází  
např.  $\iota$ ,  $((\iota\tau)\omega)$ ,  $(o\iota)$ ,  $((o\iota)\tau)\omega)$ ,  $((o\tau)\omega)$ , ...  
 $((\alpha\tau)\omega)$  ... závislost na světě a čase, vyjadřuje **intenze** – zápis  $\alpha_{\tau\omega}$
- typy **vyšších řádů** – obsahují i třídy konstrukcí řádu  $n - *n$

## Základní typy TILu

umožňují přiřadit typ objektům z **intenzionální báze** jazyka – třída **základních vlastností** (barvy, rozměry, postoje, ...) popisujících stav světa

- **o** (omikron, o) ... **pravdivostní hodnoty** Pravda (*true*, T) a Nepravda (*false*, F)  
přesně odpovídají běžným logikám, typy **logických operátorů** –  $(oo)$ ,  $(ooo)$
- **ι** (jota) ... třída **individuí**  
individua ovšem ne jako kompletní objekty, ale jako **numerická identifikace** nestrukturované entity
- **τ** (tau) ... třída **časových okamžiků** (jako časového kontinua)  
zachycení závislosti na čase; současně třída **reálných čísel**
- **ω** (omega) ... třída **možných světů**  
zachycení empirické závislosti na stavu světa

## Základní typy TILu

umožňují přiřadit typ objektům z **intenzionální báze** jazyka – třída **základních vlastností** (barvy, rozměry, postoje, ...) popisujících stav světa

- **o** (omikron, o) ... **pravdivostní hodnoty** Pravda (*true*, T) a Nepravda (*false*, F)  
přesně odpovídají běžným logikám, typy **logických operátorů** – (oo), (ooo)
- **l** (jota) ... třída **individuí**  
individua ovšem ne jako kompletní objekty, ale jako **numerická identifikace** nestrukturované entity
- **τ** (tau) ... třída **časových okamžiků** (jako časového kontinua)  
zachycení závislosti na čase; současně třída **reálných čísel**
- **ω** (omega) ... třída **možných světů**  
zachycení empirické závislosti na stavu světa

## Možné světy

termín **možný svět** – Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646 – 1716, filozof a matematik)

požadavky na definici “možného světa:”

- soubor **myslitelných faktů**
- je **konzistentní** a **maximální** ze všech takových souborů
- je **objektivní** (nezávislý na individuálním názoru)

mezi možnými světy existuje právě jeden **aktuální svět** – jeho znalost  $\equiv$  vševědoucnost

## Základní typy TILu

umožňují přiřadit typ objektům z **intenzionální báze** jazyka – třída **základních vlastností** (barvy, rozměry, postoje, ...) popisujících stav světa

- **o** (omikron, o) ... **pravdivostní hodnoty** Pravda (*true*, T) a Nepravda (*false*, F)  
přesně odpovídají běžným logikám, typy **logických operátorů** – (oo), (ooo)
- **l** (jota) ... třída **individuí**  
individua ovšem ne jako kompletní objekty, ale jako **numerická identifikace** nestrukturované entity
- **τ** (tau) ... třída **časových okamžiků** (jako časového kontinua)  
zachycení závislosti na čase; současně třída **reálných čísel**
- **ω** (omega) ... třída **možných světů**  
zachycení empirické závislosti na stavu světa

## Možné světy

termín **možný svět** – Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646 – 1716, filozof a matematik)

požadavky na definici “možného světa:”

- soubor **myslitelných faktů**
- je **konzistentní** a **maximální** ze všech takových souborů
- je **objektivní** (nezávislý na individuálním názoru)

mezi možnými světy existuje právě jeden **aktuální svět** – jeho znalost  $\equiv$  vševědoucnost

termín **možný svět** – Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646 – 1716, filozof a matematik)

požadavky na definici “možného světa:”

- soubor **myslitelných faktů**
- je **konzistentní** a **maximální** ze všech takových souborů
- je **objektivní** (nezávislý na individuálním názoru)

mezi možnými světy existuje právě jeden **aktuální svět** – jeho znalost  $\equiv$  vševědoucnost

## Možné světy v TILu

**možný svět v TILu** = *rozhodovací systém*, pro  $\forall$  prvek intenzionální báze

obsahuje **konzistentní přiřazení** hodnot

příklad – realita s 2 objekty a 2 vlastnostmi (9 možných světů):

<b>být hubený</b>	<b>{Laurel, Hardy}</b>	<b>{Laurel}</b>	<b>{Hardy}</b>	$\emptyset$
<b>{Laurel, Hardy}</b>	×	×	×	$w_1$
<b>{Laurel}</b>	×	×	$w_2$	$w_3$
<b>{Hardy}</b>	×	$w_4$	×	$w_5$
$\emptyset$	$w_6$	$w_7$	$w_8$	$w_9$

termín **možný svět** – Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646 – 1716, filozof a matematik)

požadavky na definici “možného světa:”

- soubor **myslitelných faktů**
- je **konzistentní** a **maximální** ze všech takových souborů
- je **objektivní** (nezávislý na individuálním názoru)

mezi možnými světy existuje právě jeden **aktuální svět** – jeho znalost  $\equiv$  vševědoucnost

## Princip intenzí v TILu

**být hubený** ... objekt typu  $(ol)_{\tau\omega}$ , funkce z možných světů a času do tříd individuí

$w$  ... proměnná typu  $\omega$ , možný svět

$t$  ... proměnná typu  $\tau$ , časový okamžik

**[být hubený  $w t$ ]** ... konstruuje  $(ol)$ -objekt, třídu individuí, kteří mají ve světě  $w$  a čase  $t$  vlastnost **být hubený** (značíme **být hubený $_{wt}$** )

pokud aplikujeme jen  $w$  – získáme **chronologii**

**Americký prezident** $_{w_{act}}$  (zkr.  $\mathbf{P}_{w_{act}}$ ) ...  $l_{\tau}$   $\mathbf{P}_{w_{act}t_0} \dots l:$   
 $t_0 \dots \tau:$  1789 1797 1801  
*ndef* G.Washington J.Adams T.Jefferson

**intenzionální sestup** – identifikace extenze pomocí intenze, světa  $w_1$  a času  $t_1$



## Princip intenzí v TILu

**být hubený** ... objekt typu  $(o\iota)_{\tau\omega}$ , funkce z možných světů a času do tříd individuí

$w$  ... proměnná typu  $\omega$ , možný svět

$t$  ... proměnná typu  $\tau$ , časový okamžik

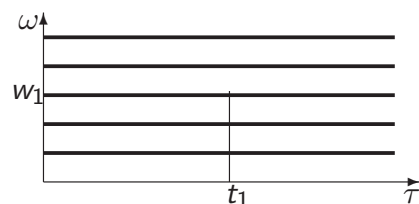
**[být hubený  $w t$ ]** ... konstruuje  $(o\iota)$ -objekt, třídu individuí, kteří mají ve světě  $w$  a čase  $t$  vlastnost **být hubený** (značíme **být hubený** $_{wt}$ )

pokud aplikujeme jen  $w$  – získáme **chronologii**

**Americký prezident** $_{w_{act}}$  (zkr.  $P_{w_{act}}$ ) ...  $l_{\tau}$   $P_{w_{act}t_0} \dots l:$

$t_0 \dots \tau:$   $\overbrace{\quad\quad\quad}^{nedef}$  1789    1797    1801

G.Washington    J.Adams    T.Jefferson



**intenzionální sestup** – identifikace extenze pomocí intenze, světa  $w_1$  a času  $t_1$

## Konstrukce

**konstrukce v TILu:**

- **proměnná** typu  $\alpha$ , v závislosti na **valuaci** konstruuje  $\alpha$ -objekt  $x \dots l$
- **trivializace** objektu  $A$  typu  $\alpha$ , konstruuje právě objekt  $A$   
 ${}^0A \dots \alpha \quad \mathbf{A} \dots \alpha$
- **aplikace** konstrukce  $X \dots (\alpha\beta_1 \dots \beta_n)$  na konstrukce  $Y_1, \dots, Y_n$  typů  $\beta_1, \dots, \beta_n$ , konstruuje objekt typu  $\alpha$   
 $[XY_1 \dots Y_n] \dots \alpha$
- **abstrakce** konstrukce  $Y \dots \alpha$  na proměnných  $x_1, \dots, x_n$  typů  $\beta_1, \dots, \beta_n$ , konstruuje objekt/funkci typu  $(\alpha\beta_1 \dots \beta_n)$   
 $\lambda x_1 \dots x_n [Y] \dots (\alpha\beta_1 \dots \beta_n)$

## Nejčastější typy

extenze		intenze	
individua	... $l$	individuové role	... $l_{\tau\omega}$
třídy	... $(o\iota)$	vlastnosti	... $(o\iota)_{\tau\omega}$
relace	... $(o\alpha\beta)$	vztahy	... $(o\alpha\beta)_{\tau\omega}$
pravdivostní hodnoty	... $o$	propozice	... $o_{\tau\omega}, \pi$
funkce	... $(\alpha\beta)$	empirické funkce	... $(\alpha\beta)_{\tau\omega}$
čísla	... $\tau$	veličiny	... $\tau_{\tau\omega}$

## Konstrukce

**konstrukce v TILu:**

- **proměnná** typu  $\alpha$ , v závislosti na **valuaci** konstruuje  $\alpha$ -objekt  $x \dots l$
- **trivializace** objektu  $A$  typu  $\alpha$ , konstruuje právě objekt  $A$   
 ${}^0A \dots \alpha \quad \mathbf{A} \dots \alpha$
- **aplikace** konstrukce  $X \dots (\alpha\beta_1 \dots \beta_n)$  na konstrukce  $Y_1, \dots, Y_n$  typů  $\beta_1, \dots, \beta_n$ , konstruuje objekt typu  $\alpha$   
 $[XY_1 \dots Y_n] \dots \alpha$
- **abstrakce** konstrukce  $Y \dots \alpha$  na proměnných  $x_1, \dots, x_n$  typů  $\beta_1, \dots, \beta_n$ , konstruuje objekt/funkci typu  $(\alpha\beta_1 \dots \beta_n)$   
 $\lambda x_1 \dots x_n [Y] \dots (\alpha\beta_1 \dots \beta_n)$

## konstrukce v TILu:

- **proměnná** typu  $\alpha$ , v závislosti na **valuaci** konstruuje  $\alpha$ -objekt  
 $x \dots t$
- **trivializace** objektu **A** typu  $\alpha$ , konstruuje právě objekt **A**  
 ${}^0A \dots \alpha \quad \mathbf{A} \dots \alpha$
- **aplikace** konstrukce  $X \dots (\alpha\beta_1 \dots \beta_n)$  na konstrukce  $Y_1, \dots, Y_n$  typů  $\beta_1, \dots, \beta_n$ , konstruuje objekt typu  $\alpha$   
 $[XY_1 \dots Y_n] \dots \alpha$
- **abstrakce** konstrukce  $Y \dots \alpha$  na proměnných  $x_1, \dots, x_n$  typů  $\beta_1, \dots, \beta_n$ , konstruuje objekt/funkci typu  $(\alpha\beta_1 \dots \beta_n)$   
 $\lambda x_1 \dots x_n [Y] \dots (\alpha\beta_1 \dots \beta_n)$

## Příklady analýzy podstatných jmen

pes, člověk

 $x \dots t$ : **pes**<sub>wtX</sub>,**pes**/(ol)<sub>τw</sub>

prezident

**prezident**/l<sub>τw</sub>

volitelnost

**volitelnost**/(ol<sub>τw</sub>)<sub>τw</sub>

výška

**výška**/(τl)<sub>τw</sub>

výrok, tvrzení

 $p \dots *n$ : **výrok**<sub>wtP</sub>,**výrok**/(o\*n)<sub>τw</sub>válka, smích,  
zvonění**válka**/(o(oπ))<sub>w</sub>

leden, podzim

**leden**/(o(oτ))individuum z dané třídy  
individuí

individuová role

vlastnost individuové role

empirická funkce

konstrukce propozice z

dané třídy konstrukcí

propozic

třída epizod – aktivita,  
která koresponduje se slo-  
vesemtřída časových  
okamžiků — časové  
intervaly

## konstrukce v TILu:

- **proměnná** typu  $\alpha$ , v závislosti na **valuaci** konstruuje  $\alpha$ -objekt  
 $x \dots t$
- **trivializace** objektu **A** typu  $\alpha$ , konstruuje právě objekt **A**  
 ${}^0A \dots \alpha \quad \mathbf{A} \dots \alpha$
- **aplikace** konstrukce  $X \dots (\alpha\beta_1 \dots \beta_n)$  na konstrukce  $Y_1, \dots, Y_n$  typů  $\beta_1, \dots, \beta_n$ , konstruuje objekt typu  $\alpha$   
 $[XY_1 \dots Y_n] \dots \alpha$
- **abstrakce** konstrukce  $Y \dots \alpha$  na proměnných  $x_1, \dots, x_n$  typů  $\beta_1, \dots, \beta_n$ , konstruuje objekt/funkci typu  $(\alpha\beta_1 \dots \beta_n)$   
 $\lambda x_1 \dots x_n [Y] \dots (\alpha\beta_1 \dots \beta_n)$

## Příklady přínosu TILu

- **propoziční postoje**

Petr říká, že Tom věří, že Země je kulatá.

 $\lambda w \lambda t [\text{ř} \text{í} \text{k} \text{á}_{wt} \text{Petr}^0 [\lambda w \lambda t [\text{v} \text{ě} \text{ř} \text{í}_{wt} \text{Tom}^0 [\lambda w \lambda t [\text{k} \text{u} \text{l} \text{a} \text{t} \text{á}_{wt} \text{Zem} \text{ě}]]]]]]]$ 

- **existence neexistujícího**

Pes existuje. Jednorožec neexistuje.

v PL1:  $\exists x(x = \text{pes}) \quad \neg \exists x(x = \text{jednorožec})$ (jednorožec = jednorožec)  $\Rightarrow$  ( $\exists x(x = \text{jednorožec})$ )

v TILu:

(\*)  $\lambda w \lambda t [{}^0 \neg [Ex_{wt} \text{jednorožec}]]$ ,  $Ex \stackrel{df}{=} \lambda w \lambda t \lambda p [{}^0 \sum_i [\lambda x [\rho_{wt} x]]]$  $Ex \dots (o(o\iota)_{\tau w})_{\tau w}$ (\*) ... "třída všech individuí s vlastností 'být jednorožcem' je  
v daném světě a čase prázdná."

- intenzionalita, vlastnosti vlastností, analýza epizod, analýza

gramatického času

## Příklady přínosu TILu

• **propoziční postoje**

Petr říká, že Tom věří, že Země je kulatá.

$$\lambda w \lambda t [\text{ř} \text{í} \text{k} \text{á}_{wt} \text{Petr}^0 [\lambda w \lambda t [\text{v} \text{ě} \text{ř} \text{í}_{wt} \text{Tom}^0 [\lambda w \lambda t [\text{k} \text{u} \text{l} \text{a} \text{t} \text{á}_{wt} \text{Zem} \text{ě}]]]]]]$$
• **existence neexistujícího**

Pes existuje. Jednorožec neexistuje.

v PL1:  $\exists x(x = \text{pes}) \quad \neg \exists x(x = \text{jednorožec})$   
 (jednorožec = jednorožec)  $\Rightarrow$  ( $\exists x(x = \text{jednorožec})$ )

v TILu:

(\*)  $\lambda w \lambda t [^0 \neg [Ex_{wt} \text{jednorožec}]], \quad Ex \stackrel{df}{=} \lambda w \lambda t \lambda p [^0 \sum_l [\lambda x [p_{wt} x]]]$   
 $Ex \dots (o(ol)_{\tau w})_{\tau w}$

(\*) ... "třída všech individuí s vlastností 'být jednorožcem' je v daném světě a čase prázdná."

• intenzionalita, vlastnosti vlastností, analýza epizod, analýza gramatického času

## Příklady přínosu TILu

• **propoziční postoje**

Petr říká, že Tom věří, že Země je kulatá.

$$\lambda w \lambda t [\text{ř} \text{í} \text{k} \text{á}_{wt} \text{Petr}^0 [\lambda w \lambda t [\text{v} \text{ě} \text{ř} \text{í}_{wt} \text{Tom}^0 [\lambda w \lambda t [\text{k} \text{u} \text{l} \text{a} \text{t} \text{á}_{wt} \text{Zem} \text{ě}]]]]]]$$
• **existence neexistujícího**

Pes existuje. Jednorožec neexistuje.

v PL1:  $\exists x(x = \text{pes}) \quad \neg \exists x(x = \text{jednorožec})$   
 (jednorožec = jednorožec)  $\Rightarrow$  ( $\exists x(x = \text{jednorožec})$ )

v TILu:

(\*)  $\lambda w \lambda t [^0 \neg [Ex_{wt} \text{jednorožec}]], \quad Ex \stackrel{df}{=} \lambda w \lambda t \lambda p [^0 \sum_l [\lambda x [p_{wt} x]]]$   
 $Ex \dots (o(ol)_{\tau w})_{\tau w}$

(\*) ... "třída všech individuí s vlastností 'být jednorožcem' je v daném světě a čase prázdná."

• intenzionalita, vlastnosti vlastností, analýza epizod, analýza gramatického času

## Příklady přínosu TILu

• **propoziční postoje**

Petr říká, že Tom věří, že Země je kulatá.

$$\lambda w \lambda t [\text{ř} \text{í} \text{k} \text{á}_{wt} \text{Petr}^0 [\lambda w \lambda t [\text{v} \text{ě} \text{ř} \text{í}_{wt} \text{Tom}^0 [\lambda w \lambda t [\text{k} \text{u} \text{l} \text{a} \text{t} \text{á}_{wt} \text{Zem} \text{ě}]]]]]]$$
• **existence neexistujícího**

Pes existuje. Jednorožec neexistuje.

v PL1:  $\exists x(x = \text{pes}) \quad \neg \exists x(x = \text{jednorožec})$   
 (jednorožec = jednorožec)  $\Rightarrow$  ( $\exists x(x = \text{jednorožec})$ )

v TILu:

(\*)  $\lambda w \lambda t [^0 \neg [Ex_{wt} \text{jednorožec}]], \quad Ex \stackrel{df}{=} \lambda w \lambda t \lambda p [^0 \sum_l [\lambda x [p_{wt} x]]]$   
 $Ex \dots (o(ol)_{\tau w})_{\tau w}$

(\*) ... "třída všech individuí s vlastností 'být jednorožcem' je v daném světě a čase prázdná."

• intenzionalita, vlastnosti vlastností, analýza epizod, analýza gramatického času

## Příklady přínosu TILu

• **propoziční postoje**

Petr říká, že Tom věří, že Země je kulatá.

$$\lambda w \lambda t [\text{ř} \text{í} \text{k} \text{á}_{wt} \text{Petr}^0 [\lambda w \lambda t [\text{v} \text{ě} \text{ř} \text{í}_{wt} \text{Tom}^0 [\lambda w \lambda t [\text{k} \text{u} \text{l} \text{a} \text{t} \text{á}_{wt} \text{Zem} \text{ě}]]]]]]$$
• **existence neexistujícího**

Pes existuje. Jednorožec neexistuje.

v PL1:  $\exists x(x = \text{pes}) \quad \neg \exists x(x = \text{jednorožec})$   
 (jednorožec = jednorožec)  $\Rightarrow$  ( $\exists x(x = \text{jednorožec})$ )

v TILu:

(\*)  $\lambda w \lambda t [^0 \neg [Ex_{wt} \text{jednorožec}]], \quad Ex \stackrel{df}{=} \lambda w \lambda t \lambda p [^0 \sum_l [\lambda x [p_{wt} x]]]$   
 $Ex \dots (o(ol)_{\tau w})_{\tau w}$

(\*) ... "třída všech individuí s vlastností 'být jednorožcem' je v daném světě a čase prázdná."

• intenzionalita, vlastnosti vlastností, analýza epizod, analýza gramatického času