

# Organizační úvod

Bude odevzdávací systém, zatím odevzdávat domácí úkoly. (Musíme splnit něco jako 7 domácích úkolů).

## 1 Úvod

.tex + .tfm (tex font metric = rozměry písmen)  $\leftarrow$  TEX  $\leftarrow$  DVI (formát nezávislý na OS)  $\leftarrow$  DVI moduly = DVI drivery (dvips, xdvi, pdftex (ten navíc potřebuje .tfm a fonty)).

TeX umí primitiva. V tom se ale sázení řídí špatně, tedy existují nadstavby (plainTeX, nadstavba od autora, nad nim jsou postavené conTeXt, opmac a L<sup>A</sup>TeX) a nadstavby mimo, jako AMSTeX, XeTeX, BibTeX.

tex nebo pdftex spouští plainTeX nebo s přepínačem -ini in<sub>i</sub>TeX, který umí zkompilevat makra do formátu.

Literatura:

- Knuth: The TeXbook: nejdřív je to takový tutoriál, potom TeX uvnitř
- Olšák: TeXbook naruby: v opačném pořadí, česky
- Knuth: TeXthe program (popsaný zdroják TeXu)

### 1.1 Sazba odstavce

Vstup = horizontální seznam  $\rightarrow$  (proces předělání se spouští příkazem par) zalámaný odstavec

Horizontální seznam obsahuje:

- box (h, d, w): písmenko, slitek (ligatura), hbox / vbox
- linka (h, d, w): hrule, vrule (liší se tím, kde se mohou vyskytnout, tedy hrule nepatří do horizontálního seznamu)
- discretionary break (pevné šířky): nobreak (stav bez rozdělení) pre-break (na konci řádku) post-break (na začátku dalšího), nesmí obsahovat pružné věci
- whatsit (?): přepínač jazyka, ...
- vertikální materiál (nemá vliv na horizontální sazbu, při zlomu vypadne do vertikálního seznamu), objeví se například po řádku s `\vadjust{...}`

- lepidlo (= glue) (= pružné výplňky) – věc s fixní šířkou, roztažitelností a stlačitelností (ty se udávají buď přímo v jednotkách jako px apod, nebo v jednom ze 3 nekonečen (také jednotka) fil, fill, filll).
- kern (= pevné výplňky) – věc pouze s fixní šířkou, automaticky vzniká například pro oddálení kulatých písmen / přiblížení plochých...
- penalty (= trest) – číslo, které říká, jak moc chceme / nechceme zlomit
- math on/off – zapíná a vypíná matematiku

Prvních 5 je non-discardable (jsou vidět). Ostatní discardable.

Možná místa zlomu jsou:

- glue (když před sebou má něco non-disc. a není uvnitř math)
- před kernem (když za ním je glue a není uvnitř math)
- math off (následovaný glue)
- v penaltě (ne větší než 10000)
- v discretionary breaku (ten se ale přidává až při druhém průchodu = když se nezalomí bez něho)

V zlomu se z předchozích věcí stane box řádku, u kterého se spočítají rozměry a spočítá se, jak moc je tento zlom špatný (badness), tím se vybere ten nejlepší zlom a vysází se „jeho“ řádek. Následně se zahodí všechny discardable věci a pokračuje se na dalším řádku.

Badness boxu se počítá (pokud součet nekonečných roztažitelností není nula, pak je badness 0):

$$\left\lceil 100 \cdot \left( \frac{\text{deformace}}{\text{pružnost}(\text{součet roztažitelností} / \text{stlačitelností})} \right)^3 \right\rceil$$

Roztahuje (stlačuje) se v nejvyšším nenulovém nekonečnu a to v poměru hodnot roztažnosti.

Nestlačuje se o více jak 100% (dá badness  $\infty$ ).

`\hbadness` říká badness, při které už se vypisuje, že se  $\text{\TeX}$  pokusí (už ho dělá, nevybírá) vysázet box s touto badness.

`\tolerance` (při prvním průchodu `\pretolerance`, která je zpravidla o dost nižší) říká, že větší badness už se zahazuje. Při třetím průchodu už se používá, že roztažnost zvýšíme o `\emergencystretch`

Lámání odstavce funguje tak, že se prohledají zlomy (každý bod zlomu se dá považovat za vrchol grafu, hrany jsou ohodnoceny tzv. demerits (počítá se z badness a dalších věcí)).

Demerits:

$$(l + b)^2 \pm p^2 + \textit{extras}$$

(`l = \linepenalty` – přidává se vždy (aby se nelámalo všude, kde lze), `b = badness`, `p = penalt`a na níž se láme resp. `\hyphenpenalty` nebo `\exhyphenpenalty`, `extras = \adjdemerits` (10000, přidává se, když typ řádku není sousední – aby nebyl velmi roztažen, když předchozí byl stlačen) + `\doublehyphendemerits` (10000, přidává se, když vyjdou 2 neprázdné pre-breaky za sebou) + `\finaldemerits` (5000, neláme se na předposledním řádku odstavce))

Typ řádku: 0 (roztažení o více jak 100%), 1 (roztažení o 50-100%), 2 (změna max. o 50%), 3 (stlačení o více jak 50%)

*Příklad* (Domácí úkol)

Zkuste vymyslet, co naskládat do horizontálního seznamu, aby se mezera dala zlomit, ale zůstala na dalším řádku.

Příště tvar odstavce (`left / right`)skip, jak vzniká hor. seznam, algoritmus na pakování boxů.

*Poznámka* (Vzniky horizontálních věcí)

Boxy (znaky, ligatury, `\hbox to 10cm {...}`, `\vbox spread 5mm{...}` (podle v/h se skládá obsah uvnitř boxu, to nastavuje velikost, `spread` zvětšuje velikost))

Linky (`\vrule width 3pt height 10pt depth 1pt`)

Kerny (`\kern 30pt`)

Glue (`\hskip 10pt plus 2pt minus 1fil, hfil, hfill, hss`)

Penalty (`penalty 100, \nobreak, break, \allowbreak`)

Discr. break (`\discretionary{pre}{post}{no}`)

Etc.

## Definice 1.1 (Box packing)

Spočítáme výsledné rozměry a deformace, pokládám věci na baseline, pomocí výšky a hloubky (příkazy `\raise 10pt \hbox{...}` a `\lower` se dají posunovat boxy vůči baseline).

Deformujeme glue.

Určí se neurčité rozměry linek.

Vertikálně se naopak pokládají referenčními body na jednu linku vlevo (zase existuje `\moveleft` a `\moveright`). Výška se pak určuje jako součet výšek a hloubek boxů uvnitř. Hloubka se počítá podle posledního boxu a pak se minimalizuje na `\boxmaxdepth` u explicitních `\maxdepth` u stránkových zlomů.

*Poznámka*

Na určování rozměrů se hodí tzv. podpěry (linky nulové šířky s nenulovou výškou nebo hloubkou).

*Poznámka*

Lze získat rozměry před i po deformaci.

## Definice 1.2 (Sázení písmenek)

Font dimen: sklon std.mezera, roztažnost, smrštiteľnost, ex, em, extra mezera...

Spacefaktor je na počátku 1000. Pokud  $sf$  znaku  $\neq 0$ : přenastavíme (leda že by  $sf$  znaku  $> 1000$  a my jsme  $< 1000$ , pak nastavíme na 1000). Mezera: velikost: std.mezera + extramezera (pokud  $sf \geq 1000$ ), roztažnost:  $fd3 \cdot sf/1000$ , smrštiteľnost:  $fd4 \cdot 1000/sf$ .

*Poznámka* (Nastavení pro angličtinu)

A-Z: 999, a-z: 1000, .!?: 3000, ,: 1250, (): 0

Existuje i explicitní `\spacefactor 1234`, `\frenchspacing` (nastavuje češtinu), `\nonfrenchspacing` (nastavuje angličtinu), `\spaceskip=5mm` (spaceskip překřičí font dimen aktuálního fontu) a `\xspace=3mm` (použije se, když je moc velký  $sf$ ).

*Poznámka* (Některé příkazy)

`\line{...}` = `\hbox to \hsize{...}`

`\centerline{...}` = `\line{\hss...\hss}`

`\rlap{...}` = `\hbox to 0pt{...\hss}` (Box nulové šířky s vyčuhujícím materiálem doleva)

`\llap{...}` = `\hbox to 0pt{\hss...}` (Box nulové šířky s vyčuhujícím materiálem doprava)

## Definice 1.3 (Dělení slov)

Pro každý jazyk má  $\text{\TeX}$ trie, jak slovo dělit.

Existuje makro `\chyp`, které přepne do češtiny.

## Definice 1.4 (Módy fungování v $\text{\TeX}$ u)

(Přesněji řečeno módy hlavního procesoru)

- Vertikální hlavní (stránkový)
- Vertikální vnitřní (`\vbox`)
- Horizontální odstavcový (zalamování)
- Horizontální vnitřní / restricted (`\vbox`)

- Matematický vnitřní (\$)
- Matematický display (\$\$)

Na začátku je  $\TeX$ v hlavním vertikálním módu. Teprve ve chvíli, kdy najde něco, co by mělo být v odstavci (písmenko, `\noindent`, `\indent`, `\leavevmode` (jako písmenko), `\hskip`, `\vrule`), tak se  $\TeX$ přesune do odstavcového horizontálního.

Zpět se přesouvá příkazy (`\par` (tj. i 2 odřádkování), vertikálními povely: `\par`, `\vskip`, ..., } ukončující `\vbox`), což vyvolá odstavcový zlom a vrácení se do hlavního vertikálního.

Obdobně ostatní přechody (pozor, lze přecházet i z Vertikálního vnitřního do odstavcového, naopak nelze přecházet z vertikálních do matematických, tam se automaticky přechází přes horizontální).

*Poznámka* (Co dostane lámací algoritmus)

Na začátku prázdný *box* šířky `\parindent`. Následuje horizontální materiál odstavce a „ocásek“, ve kterém je `\unskip` (odstranění poslední mezery), `\nobreak`, glue velikosti `\parfillskip = 0 pt` a `\break`.

┌  
*Poznámka* (Co lze)

Přenastavit `\parfillskip = \parindent` (pak bude odstavec, když to vyjde, symetrické).

Přenastavit `\parfillskip = 1cm plus 1fil` (např. když máme malou mezeru mezi odstavci a chceme uživatele upozornit na konec odstavce, i když vychází do konce řádku).

*Poznámka* (Sestavení řádku)

Horizontální materiál řádku se obalí `\leftskip = 0pt` zleva a `\rightskip = 0pt` zprava a zavře se do `\hbox` velikosti `\hsize`.

Sázení na praporek lze vytvořit tím, že nastavíme `\rightskip = 0pt plus 1 fil`, ale pak se budou řádky snadno lámat (nebudou se rozdělovat slova, budou kratší řádky). Správně na to existuje makro `\raggedright`, které udělá `\rightskip 0pt plus 4em\spaceskip=... \xspacesk` (nastaví mezislovní a písmenné mezery na pevné, aby se neroztahovali podle smršťování a roztahování té mezery na konci).

Centrování `\leftskip = \rightskip = 0,4 plus 2em\parfillskip = 0pt`.

*Poznámka* (Tvar odstavce)

Vykousnutí se nastavuje `\handindent` (rozměr, o kolik se odsadí) a `\hadgafter` (číslo, kolik řádků se odsadí), když se nastaví záporné hodnoty, vykusuje se intuitivně ostatní rohy odstavce. Na konci odstavce se nuluje.

Následuje `\parshape = n p1 w1 ... pn wn` (kolik se má odsadit, o kolik které, poslední se opakuje do nekonečna). Také se nuluje.

Když zrovna nejsme ve vertikálním módu, tak se v `\prevgraf` uchovává počet řádků v předchozím odstavci.

Existuje makro `\everypar`, které spustí nastavený kód každý odstavec.

Můžeme si objednat zmenšení / zvětšení počtu řádků `\looseness = n` (- je kratší, pokud nelze vyplnit, bude ignorováno).

*Poznámka* (Výsledek lámání odstavce: vertikální materiál) •  $\forall$  řádek jako box + posunutí referenčního bodu (žádné glue).

- Dále z boxů vypadají vertikální věci (`vadjust`, `mark`).
- Penalty mezi řádky (`\interlinepenalty = 0 + clubpenalty = 150` (po prvním řádku) + `widowpenalty = 150` (před posledním řádkem) + `\brokenpenalty = 100` (po pre-break) + `\displaywidowpenalty` (aby nebyla osamocená display matematika)).
- Ještě se objeví vertikální (zde řádkové) mezery, ale ty probereme zvlášť.

### Definice 1.5 (Řádkování)

Algoritmus, aby se pokud možno dodrželo řádkování (ale řádky mohou být různě široké). Řídí se 3 parametry: `\baselineskip` (glue), `lineskiplimit = 0pt` (dimen) a `lineskip = 1pt` (glue).

Vypočítá mezeru jako  $skip = bls - d_{horni} - h_{spodni}$ . Pokud vyjde  $skip < lsl$ , nastaví se  $skip = ls$ . (Při více stránkách není dobré nastavovat pružnost těchto mezer).

`vskip`, `kern`, `penalty` ignorujeme, hrule algoritmus potlačí.

┌ *Poznámka* (Jak je to doopravdy)

V registru `\prevdepth =` hloubka posledního boxu (`-1000pt`: algoritmus potlačen), linka nastaví právě ten dolní limit.

`\nointerlineskip` je `\prevdepth = -1000pt`. `\offinterlineskip` úplně zastaví tento algoritmus `\baselineskip = -1000pt`, `\lineskip = 0`, `\lineskiplimit = \maxdimen`

└

*Poznámka* (Usazení 1. řádku na stránce (pouze hlavní vertikální mód))

Snažíme se spočítat glue tak, aby výška mezery + výška 1. řádku vyšla `\topskip`, ale není nikdy záporný.

Rozdíl proti řádkovému: nemáme limit (vždy je 0pt) a uvažujeme linky.

*Poznámka* (Ještě k předchozímu)  
Na začátku odstavce se vloží `\parskip`.

## 2 registry

### Definice 2.1

Registry jsou zabudované (konkrétní počet; pojmenované; spousta nastavení, o kterých jsme mluvili) a uživatelské (0...255 každého typu, často (u dalších „TeXů“) i více).

Typy:

- `\count` – číslo (31 bitů + znaménko)
- `\dimen` – rozměr (30 bitů + znaménko ve  $\text{sp} = 2^{-16} \text{pt}^a$ , tj. 14 celá část, 16 desetinná)
- `\skip` – roztažnost (13+16 bitů)
- `\muskip` – matematický (speciální jednotky)
- `toks`, `box`, ...

Registry se obnovují po konci grupy na začínající stav.

Použití: lze do nich dosazovat (`\count74=32^b`, `\parskip=10pt` (rovnítka lze vyměnit za mezeru, či vynechat)), lze ho použít jako jednotky, vypsát ho (`\the\count5`) (do pdf), vypsát ho (`\showthe\count5`) (do logu), použít jako pointer (`\count\count5`), automaticky konvertovat `dimen`  $\rightarrow$  `skip` nebo `skip`  $\rightarrow$  `dimen`  $\rightarrow$  `count`.

<sup>a</sup> $\text{pt} = 1\text{in}/72,27$

<sup>b</sup>Číslo lze napsat číslicemi s desetinnou tečkou, apostrof a osmičková soustava, 2 apostrofy a šestnáctková ve velkých písmenech, obrácený apostrof znak resp lomítka znak, hodnota registru a backslash pojmenovaný znak (pomocí `*chardef*ch=kód` (`*`=lomítka) to však TeX užívá spíše uvnitř).

### Definice 2.2 (Aritmetika)

`\advanced registr by hodnota` (by lze vynechat nebo napsat BY)  
`\multiply` (pouze celými čísly)  
`\divide` (pouze celými čísly), zaokrouhluje se k nule

### Definice 2.3 (Alokace registrů)

- `count 0...9` = číslo stránky
- `box 255` = přenos obsahu do output rutiny

- reg. 0...9 = pracovní (krom čísel stránek)
- `\countdef\jmeno=cislo` – nastavuje přezdívku za registr s číslem `cislo`
- `\newcount\pocitadlo` – (plain) alokuje nějaký registr (interně `\countdef\pocitadlo`)
- `\newinsert\...` – (plain) alokuje vše, co potřebuje na insert, viz dále

### Definice 2.4 (Boxový registr)

Obsahuje nic, hbox nebo vbox.

Lze ho nastavit (`\setbox0=\hbox{...}`), přemístit na aktuální místo (`\box0`), vložit na aktuální místo (`\copy0`), přemístit / vložit jejich obsah na aktuální místo (`\unhbox0`, `unvbox`, `unhcopy`, `\unvcopy`), měřit / měnit rozměry (`\wd0`, `\ht0`, `\dp0`)<sup>a</sup>, (`\showbox0`), (`\newbox\cs`).

<sup>a</sup>toho využívají plainová makra `*phantom{...}`, `*hphantom{...}`, `*vphantom{...}` (\*=lomítko), které vytvoří prázdné boxy velikosti jejich obsahů.

## 3 Stránkový zlom

### Definice 3.1 (Obsah vertikálního seznamu)

- box
- linka
- odkaz na insert (plovoucí obsah)
- mark
- whatsit (třeba zápis do souboru `\write`, `\special` viz dále)
- glue
- kern
- penalty

Prvních 5 je non-discardable.

### Definice 3.2 (Stránkový zlom)

Místa zlomu: glue, před nímž je non-disc., kern za glue, penalta  $< 10000$ .

Nebyl dostatek paměti na obtížnější, tedy se postupně přidávají prvky, počítá se cost ta



je na začátku 100000, protože by se obsah moc roztáhl, pak jsou rozumné a někdy dojde na nekonečno, kde algoritmus najde zpětně nejlepší zlom (pamatuje si ho, ze stejných vybere ten poslední = nejplnější) a tam zlomí.

Cost<sup>a</sup>: 1)  $b < \infty, p \leq -10000, q < 1000 : c := p$ , 2)  $b < 10000, p \in (-10000, 10000), q < 10000 : c := b + p + q$ , 3)  $b = 10000(\text{underfull})$ , ostatní konečné jako v 2) :  $c := 100000$ , 4) jinak:  $c := +\infty$ .

Pamatuje si `\pagetotal`, kde si pamatuje, co už má na stránce, `\pagetstretch...`, kde si pamatuje počty roztažností, a `\pagegoal`, kde si pamatuje výšku (bez plovoucích tedy `\vsize`).

<sup>a</sup> $c = \text{cost}$ ,  $b = \text{badness}$ ,  $p = \text{penalta}$ ,  $q = \text{dodatečná penalta}$

### Příklad

Plain má makro `\raggedbottom`, který nechá vlát dole (pružný konec stránek), vytvořte ho.

Algoritmus na lámání stránky lze vyvolat i explicitně pomocí `\vsplit` (číslo boxu s vertikálním materiálem, který se pokusí vysázet vertikální materiál na stránku výšky rozměr (na konci se poslední hloubka „minimalizuje“ s rozměrem `\splitmaxdepth`), odstraní všechno discardable a na začátek „druhé poloviny“ vloží `\splittopskip`. Nedožvíme se však, jak moc se to povedlo (krom zařvání do logu při přetečení).

### Poznámka (Motivace k inzertům)

Chceme sázet plovoucí věci (poznámky pod čarou, figury, ...), navíc chceme zajistit, aby se např. poznámky mohly lámat (např. při omezení zabraného místa poznámkami, nebo když značka (odkaz na poznámku) vyjde na úplný konec řádky). Navíc se musí zajistit třeba vytvoření místa pro čáru nad poznámkami.

## Definice 3.3 (Inzerty)

`\newinsert\footins` zarezervuje (vše s jedním číslem  $N$  a aliasem `\footins`) box `\box N` (Tam se skladuje vertikální materiál k tomuto insertu), `\count N` (nějaké proměnné udávající kolik místa zabere vertikální materiál (např. pro tři sloupce by to bylo 333)), `\dimen N` (maximální zabraná výška tímto insertem), `\skip N` (místo před prvním objektem daného typu na stránce).

Insert vložíme `\insert N{vertikální materiál}`, kterýžto vloží značku do vertikálního módu (v horizontálním pomocí `\vadjust`), pozor značka nevypadne z boxu.

Inzerty se řadí ke třídám podle čísla, kterým se rezervuje.

## Definice 3.4 (Algoritmus)

Na vstupu je insert třídy  $N$  (odkaz na).

1. Jestliže zatím nebyl žádný insert této třídy, snížíme `\pagegoal` o (výška + hloubka

(toho co tam zůstalo z minule)) `\count N/1000` + velikost `\skip N` (další rozměry `\skip N` se přidávají do `\pagestretch` a spol.).

2. Jestliže byl předchozí insert třídy `N` rozdělen (skončíme): `\insertpenalties += \floatingpenalt`
3. Vejde se na stránku vcelku? (a) výška + hloubka insertů třídy `N` po vložení  $< \text{\dimen } N$ . (b)  $x = (\text{výška} + \text{hloubka}) \text{\count } N/1000 \leq 0$  nebo  $\text{\pagetotal} + \text{\pagedepth} + x - \leq \text{\pagegoal}$ . Pokud ano, `\pagegoal -= x` a materiál se přesune do aktuálního obsahu insertů třídy `N`.
4. Pokud se nevešlo: spočteme maximální výšku `h`, která neporuší (a) ani (b) bez `\pageshrink`, a zavolá se `\vsplit to h` (vršek se připraví na přidání na stránku a `\pagegoal` se sníží o jeho výšku + hloubku, spodek se pošle zpět do tzv. přípravné oblasti, penalta ze zlom  $\rightarrow$  přičteme k `\insertpenalties`)

## 4 Output rutina

Lze ji předdefinovat `\output={...}` (tj. přiřazení do registru `\tokens`).

### Definice 4.1

Vstup = box 255 (hlavní obsah strany), box `N` (inserty, které se vešly), značky(TODO), `\outputpenalty` (penalta, na které se zlomilo, jinak 10000).

Výstup `\shipout{box}` (vysypání boxu do výstupního souboru (dvi / pdf)), vertikální materiál (vrací se zpět do přípravné oblasti).

#### *Pozor*

Output rutina běží uvnitř implicitních složených závorek (ve vlastní grupě, lze obejít nastavováním věcí přes `\global`).

Nepředvídatelný stav  $\text{\TeX}$  (nemůžeme vědět, jak jsou nastavené parametry, které v dokumentu měníme).

Kde je následný `\shipout` usazen nastavují parametry `\hoffset` a `\voffset`, které jsou zřejmé, až na to, že jejich měření začíná palec od okraje stránky. PdfTeX má navíc (`\pdfvorigin` a `\pdfhorigin`, kterými lze změnit ten palec a `\pdfpageheight` a `\pdfpagewidth`).

(Přípravná oblast obsahuje zbytky rozlomených insertů, vertikální materiál z output rutiny, element, na kterém se lámalo (resp. penalta 10000, pokud se lámalo na penaltě), materiál za místem zlomu, zbytek předchozí přípravné oblasti.)

### Definice 4.2 (Plain output rutina)

`\headline={...}` a `\footline={...}`, kde si můžeme nastavit obsah hlavičky a patičky, sází se s `\line` roztažený na `\hsize`.

Číslo stránek: `\folio` (záporné `\pageno` způsobí (ve `\folio`) vysazení římského čísla a snížení `\pageno` o jedna).

`\footnote{odkaz}{poznámka}`, `\topinsert` (vloží materiál na začátek některé z dalších stránek) + `\midinsert` (spočítá, jestli se to ještě vejde, když ano, vysází na aktuální místo, když ne, chová se jako `\topinsert`) + `\pageinsert` (podobné jako `\topinsert`, jen se to roztáhne na celou stranu) = (ukončuje se `\endinsert`), `\raggedbottom` (udělá pružný `\topskip` a nastaví output rutinu na to, aby ho přesunula dolů).

`\eject` (přechod do vertikálního módu a `\break`, tedy ukončí stránku (pozor stránka se roztáhne na celou výšku, tedy je potřeba buď `\raggedbottom` nebo přidat `\vfill` před)), `\supereject` (ukončí stránku a navíc vysype (klidně i na další stránky) všechny inserty) a `\bye` (= `\vfill\supereject\end`).

### Definice 4.3 (Značky)

`\mark{...}` udělá to, že vloží tzv. značku (nemá žádný vizuální význam). Output rutina se může ptát na `\firstmark` (první značka na stránce), `\botmark` (poslední značka na stránce) a `\topmark` (vrací poslední značku předchozí stránky). Pokud na stránce nejsou značky, zůstávají značky z předchozí strany.

Lze je použít například na slovník. (Většinou se používá poslední heslo této a poslední heslo minulé strany (protože přetéká na aktuální), proto `top + bot`).

## 5 Rozebírání T<sub>E</sub>Xu

Input procesor - řádky -> token procesor - tokeny -> expand procesor - tokeny -> hlavní procesor (celé to řídí hlavní procesor, může expand procesoru říct, dej mi následující token neexpandovaný, nebo naopak expand procesoru vrátit poslední token. Zároveň přenastavuje parametry (protože přiřazuje do registrů), kterými se řídí ostatní procesory).

### Definice 5.1 (Token)

2 typy: dvojice (znak, kategorie) a řídicí sekvence.

### Definice 5.2 (Input procesor)

Dostane pokyn přečti řádek a načte 1 řádek do řádkového bufferu. Převeď kódování znaků do ASCII (rozšířeného o 1 bit). Následně odstraní konec řádku a mezery před ním (pozor, ne tabulátory apod., pouze mezery, pravděpodobně přežitek z konstatně dlouhých řádků na děrných štítcích) a na konec se přidá (pokud je mezi 0 a 255) `\endlinechar` defaultně nastavený na 13.

### Definice 5.3 (Kategorie)

0-15:

0 = \, 1 = {, 2 = }, 3 = \$, 4 = &, 5 = newline, 6 = #, 7 ^, 8 \_, 9 = ignored, 10 = space, 11 = písmeno, 12 = ostatní, 13 = aktivní (~), 14 = %, 15 = invalid.

0, 5, 9, (10), 14, 15 „nevylezou“ z token procesoru, 10 vyjde jako ASCII mezera (ať to bylo cokoliv).

\catcode64=14 změnilo zavináč na vlastnost komentáře (procento se nezměnilo) (to je to samé jako \catcode`@ nebo \catcode`\@). Viz plain makro \makeatletter a \makeatother nebo to, že čísla jsou zapisována římsky (nesjsou písmena).

### Definice 5.4 (Token procesor)

3 režimy: N (newline), M (middle of line), S (shipping spaces)

Kategorie 9 se vždy ignoruje, kategorie 15 se ignoruje a seřve tě.

N = čte, dokud je to kategorie 10. Jakmile přečte něco jiného přemístí se na M. Když přijde náhodou newline, tak pošle dál token \par.

M = čte, doku nenačte kategorii 10. Jakmile se narazí na mezeru, přemístí se na S. Když přijde newline, pošle mezeru a přesune se na N. (Tedy od komentáře se liší jen mezerou.)

S = čte, dokud je to kategorie 10. Jakmile přečte něco jiného přemístí se zpět na M. Když přijde newline, nic se nestane a přemístí se na N.

Při potkání (kategoricky)  $\text{xy}$   $x, y \in \{0-9, a-f\}$  vyrobí znak s tímto kódem a znovu se podívá na kategorie, pokud potká  $\text{z}$   $z \in ASCII$ , překlopí 6. bit (např.  $\text{M}...13...CR, \dots$ ).

Pokud narazí (kategoricky) na \, pokud následuje newline, tak vznikne token s prázdným názvem (a asi přejde do N), pokud následuje jiné nepísmeno, tak pošle token s jedním znakem (po mezeře přejde do S, po zbytku do M), pokud následují písmena, tak dočte do konce písmenek a přejde do (S).

Po načtení % zahodí zbytek řádku a přesune se do stavu N.

#### *Například*

\def\ahoj{Ahoooój!} (token \ahoj se nahradí Ahoooój!).

\def\cara{\the\count0} (se expanduje dvakrát).

\def\b#{{\bf #1}} (se při zavolání expanduje na {\bf ...} tedy na 3+? tokenů).

\def\claim#1.{{\bf #1.}}.

## Definice 5.5 (Expand procesor)

U každého makra si pamatujeme seznam parametrů (separátory (jiné znaky) + čísla parametrů (předcházené #) v pořadí (1, 2, ..., 9)) a seznam náhrady (pravá strana definice = tokeny + placeholdery za parametry #, musí být správně uzávorkováno kategoriemi).

Expanze makra: ověříme separátory (před #1), další parametry můžou být separované (v definici) parametr je pak do prvního výskytu separátoru na správné úrovni uzávorkování (pokud je správně uzávorkovaný, tak se odeberou krajní závorky (`{ }{ }` -> `{ }{ }` ale `{abc}` -> `abc`)), nebo neseparované, pak se smažou mezery a vezme se nejkratší neprázdný správně uzávorkovaný text s odebranými vnějšími závorkami (nebo jako samostatný znak, pokud to byl jen 1 znak) jako parametr.

Výjimka, `#{ }` značí, že `{ }` je separátor, ale zůstane i po použití makra (`\def\aa#1#{<#1>}` se po zavolání `\a123{456}` expanduje na `<123>{456}` místo `<1>23{456}`).

Při definici pomocí `\def\xyz...{tělo}` se neexpanduje nic, při zavolání makra se volání s parametry nahradí tělem s doplněnými parametry, expand procesor se „vrátí“ (vytvoří nový input kanál, který se po projití zavře) a projde „znovu“ tělo.

`\def` je lokální, tedy se občas musí použít `\global\def` nebo zkráceně `\gdef`. Při definici se může expandovat i tělo příkazem `\edef`, např. `\edef\x{\the\pageno}` uloží do `\x` číslice „aktuální“ (pozor na vracení se při zlomu) stránky. Dalším příkladem je `\def\seznam{ } \def\pridej#1{\edef\seznam{\seznam #1}}` (ne moc dobrá definice, nevýhody jsou kvadratická složitost přidání a expandující se vložené prvky (lze opravit `\noexpand`, ale expanduje se přistě)). Globální `\edef` je `\xdef`.

Existuje ochrana, že v parametrech běžně definovaných maker nemůže být `\par` (pro lepší hlášení chyb), ta se dá vypnout `\long\def...` Naopak můžeme o makru říct, že nelze volat uvnitř skupiny, a to makrem `\outer\def...` (lze odstranit přenastavením `\outer` na `\relax` před kompilací).

TeX si pamatuje definice ve dvou tabulkách: table of meanings (řídící sekvence (cs) -> primitiva, registry, makra, znak, token typu dvojice) a definice maker. Makro `\let cs [=] token` přiřazuje řídící sekvenci meaning daného tokenu. Meaning lze vypsát příkazem `\meaning`.

`\noexpand token` zabrání (jednou) expanzi tokenu. `\expandafter token1 token2` expanduje `token2` a `token1` „vrátí“ před něj a pokračuje expanzí od `token1`. Pomocí makra `\number registr` (podobně jako `the`) lze dostat číslice čísla v registru. Dále existují `\romannumeral`, `\string^^A = ^_12 ^_12 A_12`, pro velká římská čísla lze použít makro (zpracovávající se v hlavním procesoru) `\uppercase{...}` (pozor, vnitřek neexpanduje, posílá ho zpět expand procesoru, takže to chce `[\expandafter]\uppercase\expandafter{\romannumeral...}` první nemusí být, protože `\uppercase` expanduje, aby „našel“ parametry), podobně `\lowercase`, `\jobname` vypíše název souboru, ze kterého TeX aktuálně běží? `\csname a_12 b_12 c_12\endcsname` vyrobí krabičku označenou ASCII hodnotami `abc`. Takováto krabička se netestuje při expanzi (třeba na existenci, nebo právě jestli smí obsahovat `\par`, nebo zda není `outer`).

### *Příklad*

`\catcode`\@=\active\expandafter\expandafter\def\noexpand @ \{tělo @\}` definuje @ jako aktivní znak, pak mu nadefinuje meaning, pak zavře skupinu a dodefinuje meaning zase se správnou kategorií.

### *Poznámka (Debug)*

Existuje makro `\showbox N`, které do logu vypíše registr `\box N`. Modifikovat (jak moc toho bude vypisovat) se dá pomocí hodnot „countů“ `\showboxbreath` a `\showboxdepth`.

## **Definice 5.6 (Podmínky)**

Podmínky se vyhodnocují v expand procesoru.

`\if..., YES[\else NO]\fi`

`\ifnum \count 0 < 100, \ifdim, \ifhmode`

### *Poznámka*

I ve větvi, která se neexpanduje se počítá správné uzávorkování `\if \fi` (dívá se do tabulky významů, nekontroluje text, neexpanduje).

## **Definice 5.7 (ifcase)**

`\ifcase` číslo větev 0 \or větev 1 \or větev 2 \or ... \or větev n \else ... \fi expanduje tolikátou větev, jaké jsme mu dali číslo (zbytek zahazuje)

## **Definice 5.8 (Příklady podmínek)**

`\iftrue` – vždy pravdivý, `\iffalse` – vždy nepravdivý, `\if Token1 Token2` (expanduje) – porovnává znaky (krabiky porovnává jako znak 256 + kategorie 16), `\ifcat Tok1 Tok2` (expanduje) – porovnává kategorie, `\ifx Tok1 Tok2` (neexpanduje) – porovnává význam (makra porovnává jako seznamy, porovnává znak i kategorii, krabíčky bez významu jsou shodné), `\ifnum Num1 Rel Num2` – porovná celá čísla (relace jsou pouze 3: = < >, zbytek se dělá `\else`), podobně `\ifdim` pro rozměry, `\ifhbox N`, `\ifvbox N`, `\ifvoid N` – stav boxového registru, `\ifhmode/vmode/mmode` – v jakém jsme módu hlavního procesoru, `\ifinner` – ptá se na vnitřní mód hlavního procesoru, `\ifodd Num` – lichost čísla, `\ifeof Kanál` – ptá se na EOF na daném kanálu.

### *Pozor*

Definování svého if většinou strašně vybuchne.

### *Poznámka*

Podmínka se správně definuje pomocí `\newif\ifabc` vyrobí 3 makra `\ifwide`, které se chová, jak bychom očekávali (má význam podmínky), `\abctrue/\abcfalse`, což jsou přepínače, které dané if nastaví na `\iftrue/\iffalse` (podmínky se pak vytvoří tak, že definujeme testovací makro, které pak spustí `\abctrue/\abcfalse`).

## Definice 5.9 (Smyčky)

Všechny smyčky v  $\text{\TeX}$ u jsou vytvářeny jako tail-rekurze (viz dekorátor v Kotlinu).

V Plainu `\loop... \if... \repeat`, kde `\iffalse` provede klasický break (`\repeat` má význam `\fi`). Při vnoření cyklů to chce vnitřní cyklus uzavřít do group.

### *Poznámka*

Pokud potřebujeme vyrobit nepárové uzávorkování, tak máme příkazy `\begingroup` a `\endgroup` na přenastavování „proměnných“. Na druhý význam uzavření parametrů lze využít `\bgroup` a `\egroup`, které mají významy závorek přiřazený pomocí `\let`.

## Definice 5.10 (Token-listové registry)

`\toks0...255`, `\newtoks`, jako ostatní registry.

`\newtoks\t → \t[=]{token...}` se bere bez expanze, expanze proběhne `\the\t` (pozor, uvnitř `\edef` se obsah neexpanduje). Toho lze využít pro definici seznamů.

Příklady (interní = možná mají záporné indexy, ale to je jedno ;): `\output`, `\everypar` – provede se každý odstavec (po vložení `\indent` nebo `\noindent`) a jeho obdoby `\everyhbox/vbox/math`, `\aftergroup token` – spustí se po ukončení aktuální group (tyto tokeny se akumulují), `\afterassignment token` – spustí se při dalším přiřazení (tyto tokeny se ne!akumulují, hodí se na parsování dimenzí), `\futurelet\cs Tok1 Tok2` – odpovídá `\let\cs=Tok2`, ale nechává Tok1 a Tok2 na místě (lze použít na nepovinné parametry).

## Definice 5.11 (Rozebrání krabičky)

V makru `\newif` se musí rozebrat krabička. To se udělá pomocí `\string` (pozor, vyrábí vše s kategorií 12) a `\escapechar=-1` (`\` s hodnotou mimo 0...255 se přeskočí).

Existuje špinavý trik, jak vyrobit libovolný znak s libovolnou kategorií: přenastavíme tabulku `\uppercase` (protože nechává kategorii, mění jen znak) pomocí `\uccode`znak=`znak`.

# 6 Tabulky

### Definice 6.1 (Tabulka)

Tabulka se vyrábí `\halign[to/spread <dimen>]{šablona\cr řádek \cr řádek \cr ... \cr}`. Jednotlivé sloupce (včetně šablony) se oddělují `&`. (Existuje i `\valign`, které vyrobí tabulku s prohozenými řádky a sloupci). Pozor `to/spread` funguje pouze na `glue` (`\tabskip`) mezi buňkami, ne na sloupce samotné.

Šablona musí vypadat `a1#b1&a2#b2&...\cr` (ai a bi jsou sekvence tokenů, neexpandují se až na výjimky: makro `\span`, které expanduje následující makro, a `\tabskip`, kde se najde přiřazení do registru a použije se na následující mezisloupcové mezery, po `\cr` ztrácí význam). Periodickou šablonu lze vyrobit `X&...&Y&&Z&U\cr`, kde X až Y je předperioda a Z až U je perioda. Bez předperiody: `&Z&...&U`.

Vysází se tak, že se nejdřív vygenerují všechny řádky, pak se podívá na jednotlivé sloupce a vezme maximum z jejich přirozených velikostí. Při expanzi řádku se vždy nakoukne na první token datové položky a pokud není speciální (`&/\cr`) vloží se konkrétní a. Následně se vloží datová položka a konkrétní b. Kompletuje se to jako vnitřní horizontální mód, ale nejdřív se jen spočítá přirozená velikost. Po zjištění šířek se každá buňka zabalí do `\hbox` šířky sloupce a pak se zkompletuje celý řádek jako `\hbox` obsahující `\hboxy` a `\tabskipy`.

`...\cr\noalign{vertikální materiál}` vysází za aktuálním řádkem vertikální materiál (případná `\hrule` se vysází na šířku tabulky a ne zrcadla). `\omit` zase nahradí šablonu v aktuální buňce pouhým `#` (vysází se pouze obsah bez daného a a b). `\span` k této buňce přilepí následující sloupec, většinou se ještě obaluje: `\omit\span\omit` (plain má makro `\multispan X`, které slepí (i s `\omity`) X sloupců k sobě), na toto slepení se prvně vůbec nebere ohled při výpočtu šířky sloupců, pokud se to nepovede bez ohledu, tak se nějak „hloupě“ (většinou ne tak, jak bychom chtěli) roztáhnou sloupce, aby to vyšlo, takže to chce vložit do tabulky podpěry, aby se tam sloučené buňky opravdu vešly.

Ohraničení se všechny dělají linkami.

### Definice 6.2 (Leaders)

`\leaders <box/rule> <rozměr>` (máme předdefinováno `\hrulefill`, `\vrulefill`, `\dotfill`), `leaders` má ve skutečnosti 3 varianty: `\leaders` (zaokrouhlí materiál, aby byl násobkem velikostně boxu, který má `leaders` vysázet), `\cleaders` (chybu (pokud není místo celočíselný násobek boxu) dá půl na začátek, půl na konec), `\xleaders` (rovnoměrně rozloží chybu do mezer mezi boxy).

## 7 Práce se soubory

### Definice 7.1 (Streamy)

Zápisové streamy 0...15. Zapisuje se `\newwrite\soubor` následovaný `\openout\soubor=jméno`, následně lze používat `\write\soubor{tokeny}` a ukončuje se `\closeout\soubor`. Tyto příkazy se neexpandují, pouze se ukládají a až při `\shipout` a tam se expandují (včetně ukládaných tokenů). Pokud chceme tyto příkazy vykonat okamžitě, připišeme před ně



`\immediate`. Zápis do zavřeného streamu píše do logu a pokud je číslo  $\geq 0$  tak se dokonce vypisuje i na output, tedy speciálně `\write16` se používá pro zápis do logu a terminálu.

Čtecí streamy 0...15 se používají podobně (jen se vyhodnocují okamžitě) `\newread\soubor`, `\openin\soubor=jméno`, `\read\soubor to \xyz` (spíše se nepoužívá), `\ifeof\soubor` (pomocí toho se zjišťuje, zda dokument existuje), `\closein\soubor`.

### Definice 7.2 (Special)

S tím souvisí `\special`, který je také takzvané whatsit (nejsou součástí TeXu, ale je to jen naše dohoda s konvertorem, že je použije). Jelikož T<sub>E</sub>X neumí barvičky, obrázky a spol, tak se takové věci dají vložit `\special`. Dnes jsou ale spíše zastaralé, protože se dnes spíše používají přímo pdftexy, které se o to starají už sami.

## 8 Matematický mód

### Definice 8.1 (abovewithdelims)

`\abovewithdelims()`xpt vysází něco jako zlomek se zlomkovou čarou tloušťky  $x$  a s delimitry (závorkami) „(“ „)“, které nemusí být prázdné, mohou být dokonce „žádné“ (pouze mezera): „.“ (tam se použije mezera `\nulldelimetter`).

Speciální případy jsou `\citetel \over jmenovatel, n \choose 2, n \atop k`.

Automaticky se vycentrovává pomocí `\hfill`, tedy lze ho přebít `\hfilll`.

### Definice 8.2 (Delimiters)

Delimiters se dají upravit pomocí `\left(...\right)`, což si změří obsah a podle toho natáhne závorky (těch existuje několik typů).

Existují i explicitní varianty (v plainu): `\big( \Big( \bigg( \Bigg(`, které jsou zkonstruované pomocí podpěr. Respektive `\bcosil\bcosir\bcosim` kvůli mezerám vlevo, vpravo a ve středu.

### Definice 8.3 (Odmocnina)

Odmocnina (`\sqrt{...}`) je speciální konstrukce,  $n$ -tou odmocninu (`\sqrt[n]{...}`) už řeší plain.

### Definice 8.4 (Akcenty)

`\tilde...` (resp. `\widetilde{.....}`), `\overline{...}`, `\underline{...}`, `\overbrace{...}`, `\underbrace{...}` (za to se dají napsat meze, tedy `\underbrace{x+(x+1)+\ldots}_{\hbox{$k$ členů}}`)

### Definice 8.5 (Style)

4 (resp. 8):  $D = \text{display}$  ( $\$ \$ \dots \$ \$$ ),  $T = \text{text}$  ( $\$ \dots \$$ ),  $S = \text{script}$  (index, exponent, čísel, jmenovatel),  $SS = \text{scriptscript}$  (vnořené  $S$ ).  $\text{\texttt{\textbackslash atop}}$  způsobuje (nahoru / dolů)  $D \rightarrow T/T'$ ,  $T \rightarrow S/S'$ ,  $S \rightarrow SS/SS'$ ,  $SS \rightarrow SS/SS'$ . Indexy  $D \rightarrow S$ ,  $T \rightarrow S$ ,  $S \rightarrow SS$ ,  $SS \rightarrow SS$ .

Každý ze 4 stylů existuje ještě čárkovaná varianta, která říká: „nade mnou ještě něco je“ (tedy dolní index přesouvá do čárkovaného a z čárkovaného se jde do čárkovaného).

Lze je explicitně přepínat pomocí `\displaystyle` apod. Naopak v makru mohou použít `\mathchoice{D}{T}{S}{SS}`, které definuje, jak se má co vysázet (jednodušeji to nejde, jelikož styl se propaguje doprava i doleva). Existuje i plainové makro `\mathpalette\t#1`, které umožní propagovat styl přes nematematický mód.

### Definice 8.6 (Matematický seznam)

Obsahuje:

- `atomy`
- dočasné značky (např. `\left`)
- `glue` / `math.glue` (jednotky  $\mu$ ) / `nonscript` (`glue`, jež se vloží jen mimo  $S$  a  $SS$ ).
- `kern` / `math.kern` (jednotky  $\mu$ )
- změny stylu
- `mathchoice`
- horizontální materiál: `linky` / `penalty` / `discretionary` (`nobreak` musí být prázdný a parametry nejsou matematické listy, ale horizontální listy)
- vertikální materiál: `mark` / `insert` / `vadjust`
- `whatsit`
- zlomek (hned po doparsování se z něj stává atom)

### Definice 8.7 (Atomy)

- 0 `Ord` (ordinaly)
- 1 `Op` (velký operátor)
- 2 `Bin` (binární operátor)
- 3 `Rel` (relace, lze za ním zlomit)
- 4 `Open` (otevírací delimiter)

- 5 Close (zavírací delimiter)
- 6 Punct (interpunkce, nelze za ní zlomit)
- 7 Inner (mezi `\left` a `\right`)
- 8 Over (`\overline`)
- 9 Under (`\underline`)
- 10 Acc (akcenty)
- 11 Rad (`\sqrt`)
- 12 VCent (`\vcenter{...}`)

Prvních 8 lze vyrobit z jiných atomů zavoláním `\mathrel` apod.

Znaky v matematice mají krom `\catcode` ještě `\mathcode`znak="TFXY` TFXY je hexadecimalní (T = typ atomu 0...7, F = typ fontu, XY = pozice znaku ve fontu). Pokud kód TFXY je 8000, tak se v matematice (a pouze tam) chová jako aktivní (makro se musí definovat tak, že se přenastaví catcode a pak se vrátí). Navíc T=7 způsobí, že se použije rodina podle `\fam` ∈ {0, ..., 15}, nebo F, pokud není v intervalu a vygeneruje se atom Ord (toho využívá napr. `\bf`).

Znaky z daným kódem lze explicitně (bez žádného znaku) dají vygenerovat jako `\mathchar"TFXY`. Nebo si můžeme vytvořit pojmenovaný znak `\mathchardef\jmeno="TFXY`.

S delimetry je vše jinak, `\delcode' (=F_1X_1Y_1F_2X_2Y_2` (1 = základní velikost a 2 = první větší). Explicitní je `\delimiter"TF_1X_1Y_1F_2X_2Y_2`, kde T je typ (open / close / rel).

Stejně tak radical jde vyrobit `\radical"F_1X_1Y_1F_2X_2Y_2`.

## Definice 8.8 (Mezery)

Běžná se ignoruje, s lomítkem podle fontu, `\hskip 1em` funguje normálně, `\hskip 1mu`, kde zpravidla  $1mu = \frac{1}{18}em$  fontu pro daný styl.

Navíc existují rozměry `\thinmuskip` (`\`, nebo záporná `:\!`), `\medmuskip` (`\>`) a `\thickmuskip` (`\;`). Např. `\int x^2 \, {\rm d}x` nebo `1\, {\rm km}` nebo `\int!\int`.

*Poznámka* (Lámání T modu)

Vkládají se automatické penalty `\binoppenalty` a `\relpenalty`. Jinak se láme na explicitních penaltách a `discr`.