

# 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 = penalta` 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 1fil`, 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=32b`, `\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`, `penalty`  $< 10000$ .

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, jež 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`. Nedo víme 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 předefinovat `\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 (nesjou 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)  $\sim xy$   $x, y \in \{0-9, a-f\}$  vyrobí znak s tímto kódem a znovu se podívá na kategorie, pokud potká  $\sim z$   $z \in ASCII$ , překlopí 6. bit (např.  $\sim M...13...CR$ , ...).

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{Ahoooó!} (token \ahoj se nahradí Ahoooó!).

\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\ a#1#{<#1>}` se po zavolání `\a123{456}` expanduje na `<123>{456}` místo `<1>23{456}`).