Sémantické zpracování

(při Synt.Anal. prováděné rekurzivním sestupem)

Atributy = vlastnosti gramatických symbolů nesoucí sémantickou informaci (hodnota, adresa, typ, apod.)

Sémantické zpracování zahrnuje vyhodnocení atributů symbolů v derivačním stromu

Způsoby vyhodnocení (pro praxi je zajímavé jednoprůchodové vyhodnocování) :

1. **procházením stromem od listů ke kořenu se vypočtou tzv. syntetizované atributy**
2. **„ „ „ od rodiče k potomkovi , od staršího bratra k mladšímu se vypočtou tzv. dědičné atributy**

Rekurzivním sestupem řízený překladač provádí výpočet atributů v čase zpracování pravých stran pravidel formou:

- **Zpracování neterminálu ≡ vyvolání procedury ≡ expanze neterminálu při derivaci,**
- **srovnávání terminálů (ze vstupu a z pravé strany pravidla)**

Nutno doplnit procedury LA i SA takto:

-LA bude předávat s přečteným vstupním symbolem i jeho atributy

-procedury SA pro neterminály doplnit o:

- **parametry vstupní, odpovídající dědičným atributům,**
- **parametry výstupní odpovídající syntetizovaným atributům,**
- **zavést lokální proměnné pro uložení atributů pravostranných symbolů,**
- **před vyvoláním procedury korespondující neterminálu z pravé strany vypočítat hodnoty jeho dědičných atributů,**
- **na konec procedury popisující pravou stranu pravidla zařadit příkazy vyhodnocující syntetizované atributy levostranného symbolu.**

Snažíme se vymyslet to tak, aby se vyhodnocení provedlo jedním průchodem a nebylo třeba znovu číst vstupní text.

Možnosti jak překládat

- **postfix**
  prefix
  trojice
  . . .
- **postfix**
  prefix
  trojice
  . . .

Překlad příkazů

Překlad přiřazovacího příkazu do čtveřic shora dolů (rekurzivním sestupem)

Gramatika: **S --> a := E ;**
E --> T { + T }
T --> F { * F)
F --> (E) | a

Atributy symbolů E, T, F jsou:
PA = počáteční adresa pro mezivýsledky
KA = koncová adresa (již nezabraná)
AH = adresa hodnoty

Přiřazení atributů symbolům:

	Atributy	Symboly které ho mají
Dědičný	**PA**	**S, E, T, F**
Syntetizovaný	**AH**	**a, E, T, F**
Syntetizovaný	**KA**	**S, E, T, F**

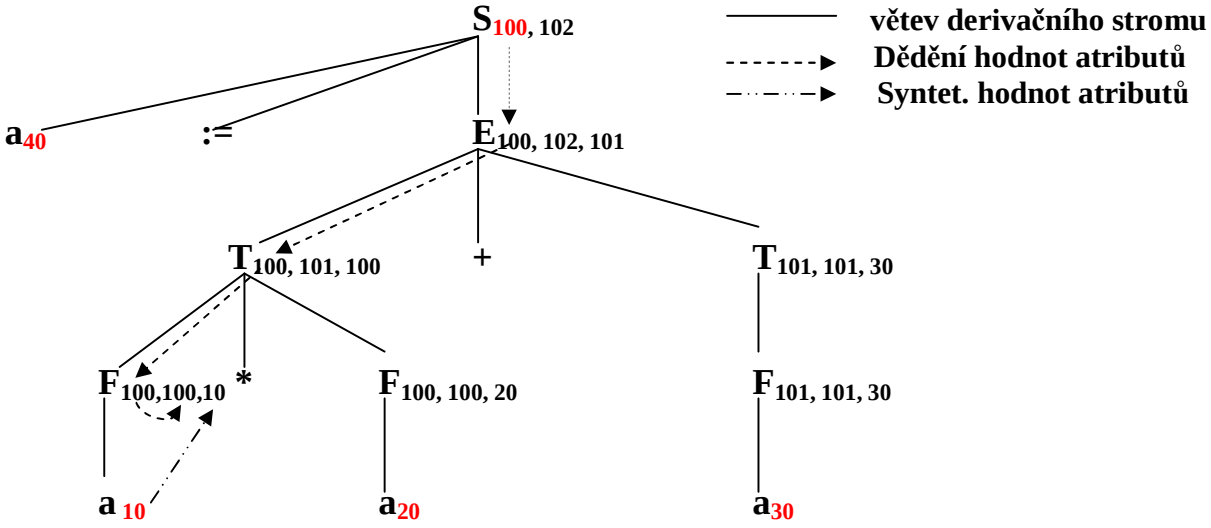
Budeme generovat čtveřice tvaru: **(+, adr1, adr2, adr3)**
(s významem (operátor, operand, operand, výsledek) **(*, adr1, adr2, adr3)**
(=, adr1, adr2, 0)

Vstupem jsou symboly zjištěné LA spolu s jejich atributy
Výstupem je posloupnost instrukcí vnitřního jazyka (atributy jsou jejich součástí)
Mezivýsledky budeme v příkladu ukládat od adresy 100

Např. $a_{40} = a_{10} * a_{20} + a_{30}$ **přeloží se na**

***, 10, 20, 100**
+, 100, 30, 101
=, 101, 40, -

Indexy znamenají adresu
Atributy uzlů stromu jsou v pořadí PA, KA, AH, lze je vyhodnotit procházením stromem.



Symbolický zápis programu překladače přiřazovacího příkazu do čtveřic

program PREKLAD bude používat tyto proměnné a podprogramy:

```
   typ SYMBOL = záznam TYP:(IDENT, PRIRAZ, PLUS, KRAT,
                                   STREDNIK, LEVA, PRAVA);
                               ADRESA: INTEGER;
                    konec záznamu;
procedura CTI(S) /*cte lexikální symbol do promenne S typu SYMBOL*/
procedura CHYBA ...
procedura VYSTUP(… /*tiskne instrukce tvaru řetězec, adresa, adresa, adresa*/

promenna N: SYMBOL;

procedura S  {
   promenna L: SYMBOL; KA, AH: integer;
     CTI(L);
     if L.TYP <> IDENT then CHYBA;
     CTI(N);
     if N.TYP <> PRIRAZ then CHYBA;
     CTI(N);
     E(100, KA, AH); /*před vyvoláním procedury se určí hodnota dědičných atributů */
     if N.TYP <> STREDNIK then CHYBA;
     VYSTUP('=', AH, L.ADRESA, 0);
}                              vstupní param.        výstupní parametry

procedura E(hodnota PA: integer; adresa KA, AH: integer) {
   promenna AH2: integer;
   T(PA, KA, AH);
     while N.TYP = PLUS DO
        { CTI(N);
            T(KA, KA, AH2);
            VYSTUP('+', AH, AH2, KA);
            AH ← KA;
            KA ← KA + 1;
        }
}
```

```
procedura T(hodnota PA: integer; adresa KA, AH: integer) {
  promenna AH2: integer;
  F(PA, KA, AH);
    while N.TYP = KRAT do
      { CTI(N);
          F(KA, KA, AH2);
          VYSTUP('*', AH, AH2, KA);
          AH ← KA;
          KA ← KA + 1;
      }
}

procedura F(hodnota PA: integer; adresa KA, AH: integer); {
 if N.typ = IDENT then
      { AH ← N.ADRESA;
          CTI(N);
          KA ← PA;
      }
      else if N.TYP <> LEVA then CHYBA
          else { CTI(N);
                  E(PA, KA, AH);
                  if N.TYP <> PRAVA then CHYBA
                          else CTI(N);
               }
}

procedura Main  {
      S;
}
```

uvažujme příklad	**a**	**:=**	**a**	**+**	**a**
uložení na adr.	**10**		**20**		**30**
použijeme označení	**a(10)**		**a(20)**		**a(30)**

výsledkem překladu budou čtveřice: **(+,20,30,100)**
(=, 100, 10, 0)

viz následující obrázek

S	E	T	F
čte a(10), :=, **a(20)** **tj. L <- a(10)** **N <- a(20)** **volá** **E(100,KA,AH)**			
	volá **T(100,KA,AH)**		
		volá **F(100,KA,AH)**	
			AH <- 20 **čtením** **N <- PLUS** **KA <- 100**
		návratem **AH <- 20** **KA <- 100**	
	návratem **AH <- 20** **KA <- 100** **čtením** **N <- a(30)** **volá** **T(100,KA,AH2)**		
		volá **F(100,KA,AH)**	
			AH <- 30 **čtením** **N <-STREDNIK** **KA <- 100**
		návratem **AH <- 30** **KA <- 100**	
	návratem **AH2 <- 30** **KA <- 100** **výstup** **(+,20,30,100)** **AH <- 100** **KA <- 101**		
návratem **AH <- 100** **KA <- 101** **výstup** **(=, 100, 10, 0)**			

<u>Rozšíření jazyka o posloupnost příkazů a příkaz if</u>. **< > označují neterminální symbol**

G[<SP>] :

<SP> --> S ; <SP>

<SP> --> e

S --> a := E

S --> if <BE> then S

zde budeme generovat instrukci pro přeskok S při <BE> false, ve tvaru JIF, AH, misto_za_S. Nevíme zatím ale kam, tak si číslo instrukce zapamatujeme a dodatečně pak kompletujeme

Vygeneruje čtveřici, která uloží do AH hodnotu booleovského výrazu

pracuje také s následujícími proměnnými a podprogramy:

```
promenna      N: SYMBOL;
              C, KA: integer;   /* C bude citac instrukci, tj. radek výstupního kodu */
 procedura DOPLN(hodnota KAM, CO: integer) ... /*kompletuje čtveřici*/   {
   /*...  není rozepsana */ }
 procedura S(hodnota PA: integer; adresa KA: integer) {
   promenna L: SYMBOL;
      AH, KA1, PC: integer;   /* PC slouzi pro zapamatovani citace instrukci C */
  if N.TYP = IFS then
      { CTI(N);
          BE(PA, KA, AH);
          VYSTUP('JIF', AH, 0, 0);
          PC ← C; /* C je čítač instrukcí, inkrementovaný procedurou VYSTUP */
          if N.TYP <> THENS then CHYBA;  CTI(N);
          S(KA, KA1);
          DOPLN(PC-1, C);
          KA ← KA1;
      }
    else
      { if N.TYP <> IDENT then CHYBA;
          L ← N;
          CTI(N); if N.TYP <> PRIRAZ then CHYBA;   /*prirazovaci prikaz */
          CTI(N); E(PA, KA, AH);
          VYSTUP(':=', AH, L.ADRESA, 0);
      }
}

 procedura SP(hodnota PA: integer; adresa KA: integer)  {
   promenna KA1: integer;
  if N <> PRAZDNY_SYMBOL then       /*prázdným symbolem bude eof */
      { S(PA, KA);
          if N <> STREDNIK then CHYBA;
          CTI(N);  SP(KA, KA1); KA ← KA1;
      }
}
```

```
 procedura BE(hodnota PA: integer; adresa KA, AH: integer) ...
    /*je podobná E, pracuje s or, and, not, <, >, =, ... */
/* další procedury  pro E, T, F, VYSTUP   */

procedura MAIN  {
      C ← 1; (* C je dale inkrementováno procedurou VYSTUP *)
      CTI(N);
      SP(100, KA);  /* pomocne promenne pro mezivysledky zacinaji na adr 100 */
 }
```

Např.

C	:=	A	*	B	;	if	A	<	B	then	C	:=	A	+	B	;
30		10		20			10		20		30		10		20	

se přeloží na:

(1) '*' , 10, 20, 100

(2) '=' , 100, 30, 0

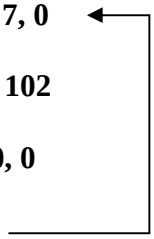
(3) '<' , 10, 20, 101

(4) 'JIF', 101, 7, 0

(5) '+' , 10, 20, 102

(6) '=' , 102, 30, 0

(7)



procedura DOPLN(7, 4) doplni adresu 7

Překlad posloupnosti příkazů do postfixové notace

Předpokládejme gramatiku:

<SP> --> S ; <SP>

<SP> --> e

S --> a := E

S --> if E then S /*true/false je vyjádřitelné ≠0 / =0 */

E --> T { + T }

T --> F { * F }

F --> (E)

F --> a

Budeme používat postfixové instrukce:

PLUS vybere ze zásobníku dvě hodnoty, sečte je a
výsledek uloží do zásobníku

KRAT ---- " ---- vynásobí je a
výsledek uloží do zásobníku

TA adr vloží do zásobníku adresu adr

DR dereferencuje vrchol zásobníku (nahradí adresu jejím obsahem)

ST uloží hodnotu z vrcholu zásobníku na adresu
uloženou pod vrcholem zásobníku

IFJ m je-li vrchol zásobníku false, provede skok na
m - tou postfixovou instrukci

kromě adresy identifikátoru nepotřebujeme žádné další atributy

Programový zápis používá následující proměnné a podprogramy

```
promenna   N: SYMBOL;      /*doda lexikální analyzátor*/
           C; integer;     /*čítač umístění další generované instrukce*/
   ...
procedura S  {
 promenna PC: integer;
if N.TYP = IDENT then
      { VYSTUP('TA', N.ADRESA);
          CTI(N);
          if N.TYP <> PRIRAZ then CHYBA;
          CTI(N);
          E;
          VYSTUP('ST', 0);
      }
     else
      { if N.TYP <> IFS then CHYBA;
           else
             { CTI(N);
                 E;
                 PC ← C;
                 if N.TYP <> THENS then CHYBA;
                 VYSTUP('IFJ', 0);
                 CTI(N);
                 S;
                 DOPLN(PC, C);
             }
      }
}
```

```
procedura SP   {
    if N.TYP <> PRAZDNY_SYMBOL then
        {       S;
                if N.TYP <> STREDNIK then CHYBA;
                CTI(N);
                 SP;
        }
}

procedura E   {
    T;
     while N.TYP = PLUS do
        {       CTI(N);
                T;
                VYSTUP('PLUS', 0) /*0 znamená, že u PLUS je parametr nevýznamový*/
        }
}
procedura T   {
     F;
     while N.TYP = KRAT do
        {       CTI(N);
                 F;
                VYSTUP('KRAT', 0);
        }
}
```

```
procedura F   {
  if N.TYP = IDENT then
       { VYSTUP(TA, N.ADR);
           VYSTUP(DR, 0);
           CTI(N);
       }
      else    if N.TYP <> LEVA then CHYBA
                 else  { CTI(N);
                         E;
                         if N.TYP <> PRAVA then CHYBA
                                    else CTI(N);
                       }
}

procedura MAIN
{
       C ←1;
       CTI(N);
       SP;
}
```

Např. $a_{10} := a_{20} + a_{30}$ **se přeloží na**

```
TA  10
TA 20
DR
TA 30
DR
PLUS
ST
```

Sémantické zpracování v PL0

Instrukce postfixového zápisu

lit 0,A :uloz konstantu A do zasobniku

opr 0,A :proved instrukci A

1	unarni minus
2	+
3	-
4	*
5	div
6	mod
7	odd
8	=
9	<>
10	<
11	>=
12	>
13	<=

lod L,A :ulož hodnotu proměnné z adr. L,A na vrchol zásobníku

sto L,A :zapiš do proměnné s adr. L,A hodnotu z vrcholu zásob.

cal L,A :volej proceduru s adresou kódu A z úrovně L

ret 0,0 :return

ing 0,A :zvyš obsah Top-registru zásobníku o hodnotu A

jmp 0,A :proveď skok na adresu kódu A

jpc 0,A :proveď podmíněný skok na adresu kódu A

Následující kód je lepší si prohlédnout z obrazovky, než-li jej tisknout. Části týkající se překládání jsou vybarvené.

```
/*postfixove instrukce jsou ve tvaru*/
typedef struct {
   FCT f;    /*kod instrukce = postfixový operátor=funkce instrukce*/
   int l;    /*uroven vnoreni, je parametrem instrukce*/
   int a;    /*cast adresy nebo kod operace, je parametrem instrukce*/
} INSTRUCTION;

/* generovani instrukci do pole code = řetězec postfixových instrukci
      x    :kod instrukce  tj. postfixovy operátor
      y    :hladina
      z    :adresni cast
*/
void gen(FCT x, int y, int z) {

   if (cx>CXMAX) {   /* cx je globální proměnná, citac instrukci*/
      printf("program too long");
      exit(1);
   }
   code[cx].f = x;
   code[cx].l = y;
   code[cx++].a = z;
}  // gen()

void factor(SYMSET fsys,int tx,int lev) {/*násl. symb., konec tab. symb., hladina*/
int i;
SYMSET pom;

   test(facbegsys,fsys,24); /*poč. symboly, násl. symboly, číslo chyby*/
   while (facbegsys[sym]) {
      if (sym == ident) {
         i = position(id,tx); /*najdi ho v tabulce symbolů */
         if (i == 0) error(1);
         else
            switch (TABLE[i].kind) {
                     case constant: gen(lit,0,TABLE[i].CO.val);
                          break;
                             /*identifikátor jako faktor, může být konstanta nebo proměnná*/
                     case variable: gen(lod,lev-TABLE[i].CO.vp.level,TABLE[i].CO.vp.adr);
                          break; /*lev je úroveň místa použití, dále je úroveň deklarace a ofset */
                             /*ale nemůže být jménem podprogramu*/
                     case procedure: error(21);
                           break;
                  }
         getsym();
      } else
         if (sym == number) { /*faktor tské může být číslem*/
            if (num > AMAX) {
               error(31);
               num = 0;
            }
            gen(lit,0,num);
```

```
            getsym();
         } else
            if (sym == lparen) { /*faktor může být také závorkovaný výraz*/
               getsym();
               nuluj(pom);
               sjednot(pom,fsys);
               pom[rparen] = 1;  /*do follow přidáme ) */
               expression(pom,tx,lev);
               if (sym == rparen) getsym();
               else error(22);
            }
            nuluj(pom);
            pom[lparen] = 1;
            test(fsys,pom,23); /*následující symb., stop symb., číslo chyby*/
   }
}   // factor()

/* následuje generovani kodu pro term,
      fsys          :mnozina follow symbolu
      tx   :ukazatel na konec tabulky symbolu
      lev :hladina místa termu
*/
void term(SYMSET fsys,int tx,int lev) {
SYMBOL mulop;
SYMSET pom;

   nuluj(pom);
   sjednot(pom,fsys);
   pom[times] = pom[slash] = pom[modulo] = 1;
   factor(pom,tx,lev);

   while ((sym == times) || (sym == slash) || (sym == modulo)) {
      mulop = sym;
      getsym();
      sjednot(pom,fsys);
      pom[times] = pom[slash] = pom[modulo] = 1;
      factor(pom,tx,lev);

      switch(mulop) {
         case times: gen(opr,0,mul); /*viz Operation  na 1.str programu: mul je 4, di 5,  mod 6 */
                  break;

         case slash: gen(opr,0,di);
                  break;

         case modulo: gen(opr,0,mod);
                   break;
      }
   }

}   // term()
```

```
/* generovani kodu pro aritm. vyraz
      fsys          :mnozina follow symbolu vyrazu
      tx   :ukazatel na konec tabulky symbolu
      lev :hladina mista vyrazu
*/
void expression(SYMSET fsys,int tx,int lev) {
SYMBOL addop;
SYMSET pom;

   if ((sym == plus) || (sym == minus)) {
      addop = sym;
      getsym();
      nuluj(pom);
      sjednot(pom,fsys);
      pom[plus] = pom[minus] = 1;
      term(pom,tx,lev);
      if (addop == minus) gen(opr,0,neg);  /* neg ma v Operation pořadí 1 */
   }
   else {
      nuluj(pom);
      sjednot(pom,fsys);
      pom[plus] = pom[minus] = 1;
      term(pom,tx,lev);
   }

   while ((sym == plus) || (sym == minus)) {
      addop = sym;
      getsym();
      nuluj(pom);
      sjednot(pom,fsys);
      pom[plus] = pom[minus] = 1;
      term(pom,tx,lev);

      if (addop == plus) gen(opr,0,add);  /* pořadí add 2, sub 3  */
      else gen(opr,0,sub);
   }
}  // expression()


/* generovani kodu pro logicky vyraz
      fsys          :follow symboly  vyrazu
      tx   :ukazatel na konec tabulky symbolu
      lev :hladina mista vyrazu
*/
void condition(SYMSET fsys,int tx,int lev) {
SYMBOL relop;
SYMSET pom;

   if (sym == oddsym) {
      getsym();
      expression(fsys,tx,lev);
```

```
      gen(opr,0,odd);
   }
   else {
      nuluj(pom);
      sjednot(pom,fsys);
      pom[eql] = pom[neq] = pom[lss] = pom[gtr] = pom[leq] = pom[geq] = 1;
      expression(pom,tx,lev);
      if ((sym != eql) && (sym != neq) && (sym != lss) && (sym != gtr) && (sym != leq) && (sym !=
geq))
         error(22);
      else {
         relop = sym;
         getsym();
         expression(fsys,tx,lev);

         switch (relop) {
            case eql: gen(opr,0,eq);        // 8
                  break;

            case neq: gen(opr,0,ne);        // 9
                  break;

            case lss: gen(opr,0,lt);        // 10
                  break;

            case geq: gen(opr,0,ge);        // 11
                  break;

            case gtr: gen(opr,0,gt);        // 12
                  break;

            case leq: gen(opr,0,le);        // 13
                  break;

         }
      }
   }

}  // condition()


/* generovani kodu pro statement
      fsys          :follow symboly statementu
      tx   :ukazatel na konec tabulky symbolu
      lev :uroven mista statementu
*/
void statement(SYMSET fsys,int tx,int lev) {
int i, cx1, cx2;
SYMSET pom;

   if ((fsys[sym] == 0) && (sym != ident)) {
```

```
      error(10);
      do
         getsym();
      while (fsys[sym] == 0);
   }
   if (sym == ident) { /*nalezen prikaz prirazeni*/
      i = position(id,tx);
      if (i == 0) error(11);
      else
         if (TABLE[i].kind!=variable) { /*prirazeni do jineho ident. nez promenna*/
            error(12);
            i = 0;
         }
      getsym();
      if (sym == becomes) getsym();
      else error(13);
      expression(fsys,tx,lev);
      if (i) gen(sto,lev-TABLE[i].CO.vp.level,TABLE[i].CO.vp.adr);
   }      /*hladina místa použití minus hladina deklarace, offset*/
   else
      if (sym == callsym) {/*nalezeno volani podprogramu*/
         getsym();
         if (sym != ident) error(14);
                else {
                   if ((i = position(id,tx)) == 0) error(11);
                   else {
                      if (TABLE[i].kind == procedure) gen(cal,lev-
TABLE[i].CO.vp.level,TABLE[i].CO.vp.adr); /*rozdíl úrovní, adresa začátku kódu*/
                                                 else error(15);
            }
                   getsym();
                }
      }
      else
         if (sym == ifsym) { /*podmineny prikaz*/
            getsym();
            nuluj(pom);
            sjednot(pom,fsys);
            pom[thensym] = pom[dosym] = 1;
            condition(pom,tx,lev);

            if (sym == thensym) getsym();
            else error(16);
            cx1 = cx;                  /*zapamatování čítače*/
            gen(jpc,0,0);              /*generování neúplné instrukce*/
            statement(fsys,tx,lev);
            code[cx1].a = cx;          /*doplnění adresy*/
         }
         else
            if (sym == beginsym) { /*zacina novy blok*/
               getsym();
```

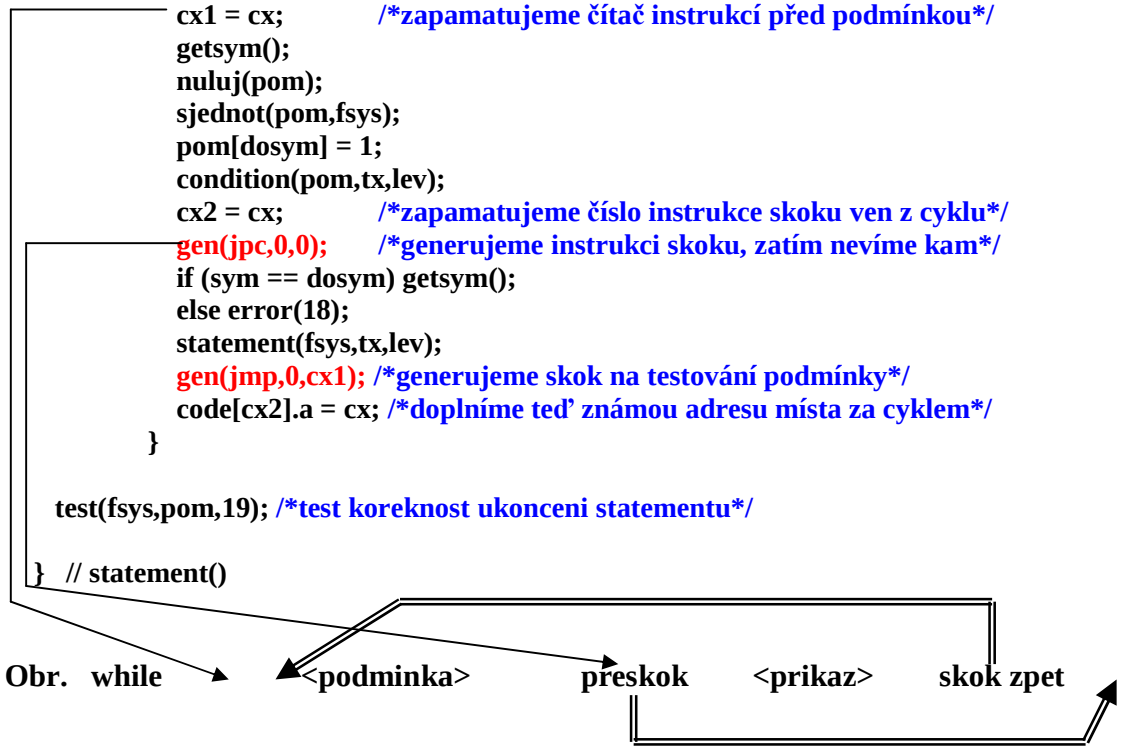
```
            nuluj(pom);
            sjednot(pom,fsys);
            pom[semicolon] = pom[endsym] = 1;
            statement(pom,tx,lev);

            while ((statbegsys[sym]) || (sym == semicolon)) {
               if (sym == semicolon) getsym();
               else error(10);
               sjednot(pom,fsys);
               pom[semicolon] = pom[endsym] = 1;
               statement(pom,tx,lev);
            }

            if (sym == endsym) getsym(); /*konci predchozi blok*/
            else error(17);
         }
         else
            if (sym == whilesym) { /*zacina cyklus while*/
               cx1 = cx;          /*zapamatujeme čítač instrukcí před podmínkou*/
               getsym();
               nuluj(pom);
               sjednot(pom,fsys);
               pom[dosym] = 1;
               condition(pom,tx,lev);
               cx2 = cx;          /*zapamatujeme číslo instrukce skoku ven z cyklu*/
               gen(jpc,0,0);      /*generujeme instrukci skoku, zatím nevíme kam*/
               if (sym == dosym) getsym();
               else error(18);
               statement(fsys,tx,lev);
               gen(jmp,0,cx1); /*generujeme skok na testování podmínky*/
               code[cx2].a = cx; /*doplníme teď známou adresu místa za cyklem*/
            }

      test(fsys,pom,19); /*test koreknost ukonceni statementu*/

   }  // statement()
```



Obr.

```
var i,j;
procedure p;
          begin i := i-1; if i>1 then call p;
          end;
begin
         i:=3;
         call p;
end.
```

generovany kod:
****

```
 0 JMP    0   13      skok na začátek hl progr, přeskok deklarací
1 JMP    0    2
2 INT    0    3      začátek procedury p. Rezervace 3 míst, viz kap.5
3 LOD    1    3      natažení i (1 je rozdil mista pouziti a deklarace)
4 LIT    0    1      natažení konstanty 1
5 OPR    0    3      odečtení
6 STO    1    3      uložení i
7 LOD    1    3      natažení i
8 LIT    0    1      natažení 1
9 OPR    0   12      větší
10 JMC    0   12     některé verze používají místo JPC JMC
11 CAL    1    2     1 je rozdíl místa použití a místa deklarace, 2 začátek
12 RET    0    0     návrat, nekteré verze překladače používají OPR 0  0
13 INT    0    5     rezervace míst pro stat a dyn ukaz, návr adr, i, j
14 LIT    0    3     natažení konstanty 3
15 STO    0    3     uložení trojky do i
16 CAL    0    2     vyvolání procedury p
17 RET    0    0
```

tabulka symbolu:
****

```
  1  name: i        var  lev=   0  adr=   3  size=   0
  2  name: j        var  lev=   0  adr=   4  size=   0
  3  name: p        proc lev=   0  adr=   2  size=   3
```

Složitější příklad s vnořeným podprogramem:

```
var a,aa;procedure p1;
          var b;
          procedure p2;
          begin a := 10; b:=20;
        end;
      begin call p2; a:=b*b;
      end;
begin call p1;aa:=a
end.
```

generovany kod:

****

```
  0 JMP     0    16
  1 JMP     0     9
  2 JMP     0     3
  3 INT     0     3
  4 LIT     0    10
  5 STO     2     3
  6 LIT     0    20
  7 STO     1     3
  8 RET     0     0
  9 INT     0     4
 10 CAL     0     3
 11 LOD     0     3
 12 LOD     0     3
 13 OPR     0     4
 14 STO     1     3
 15 RET     0     0
 16 INT     0     5
 17 CAL     0     9
 18 LOD     0     3
 19 STO     0     4
 20 RET     0     0
```

tabulka symbolu:

****

```
  1  name: a          var   lev=    0   adr=    3  size=    0
  2  name: aa         var   lev=    0   adr=    4  size=    0
  3  name: p1         proc  lev=    0   adr=    9  size=    4
  4  name: b          var   lev=    1   adr=    3  size=    0
  5  name: p2         proc  lev=    1   adr=    3  size=    3
```