

## 10.2

$x \div y$

---

```
1 x := x + 1;
2 LOOP x
#   Increase z unless x == 0
3   k := 0;
4   LOOP x DO k := 1 END
5   LOOP k DO z := z + 1 END
#   Subtract divisor from dividend
6   LOOP y DO x := x - 1 END
7 END
8 z := z + 1;
```

---

$x \bmod y$

---

```
# get clones of variables for calculation
1 LOOP x DO a := a + 1 END
2 LOOP y DO b := b + 1 END
3 a := a + 1;
4 LOOP a
#   Increase z unless a == 0
5   k := 0;
6   LOOP a DO k := 1 END
7   LOOP k DO z := z + 1 END
#   Subtract divisor from dividend
8   LOOP b DO a := a - 1 END
9 END
10 z := z + 1;
11 LOOP z DO
12   LOOP y DO
13     j := j + 1;
14   END
15 END
16 LOOP j DO x := x - 1; END
```

---

### 10.3

Sei  $P$  das gegebene Programm und beschreibe  $P_n$  die  $n$ te Programmzeile und  $P_{n,m}$  das Teilprogramm von der  $n$ ten bis zur  $m$ ten Programmzeile, so gilt:

Sei  $k$  der kleinste Wert für den  $pr_1([P_{6,12}]^k(n+1, 0, 1, n, 0)) = 0$  gilt.

$$\begin{aligned}
 [P](n, 0, 0, 0, 0) &= [P_{2,14}](n+1, 0, 0, 0, 0) \\
 &= [P_{3,14}](n+1, 0, 0, 0, 0) \\
 &= [P_{4,14}](n+1, 0, 1, 0, 0) \\
 &= [P_{5,14}](n+1, 0, 1, n, 0) \\
 &= [P_1 4]([P_{5,12}](n+1, 0, 1, n, 0)) \\
 &= [P_1 4]([P_{6,12}]^k(n+1, 0, 1, n, 0))
 \end{aligned}$$

$[P_{6,12}]$  ist hierbei definiert als

$$\begin{aligned}
 [P_{6,12}](n, m, o, p, 0) &= [P_{7,12}](n, m+1, o, p, 0) \\
 &= [P_{8,12}](n, m+1, o, p, 0) \\
 &= [P_{11,12}]([P_9]^{m+1}(n, m+1, o, p, 0)) \\
 &= [P_{11,12}](n, m+1, o, p, o \cdot (m+1)) \\
 &= [P_{12}](n, m+1, o \cdot (m+1), p, o \cdot (m+1)) \\
 &= (n, m+1, o \cdot (m+1), n - o \cdot (m+1), o \cdot (m+1))
 \end{aligned}$$

Insgesamt berechnet  $[P](n)$  das kleinste  $m$  für das gilt  $n \leq m!$ .

### 10.4