

## Principi programskih jezikov

2. izpit, 30. junij 2023

--	--	--	--	--	--	--	--

Ime in priimek

Vpisna številka

1	
2	
3	
$\Sigma$	

# NAVODILA

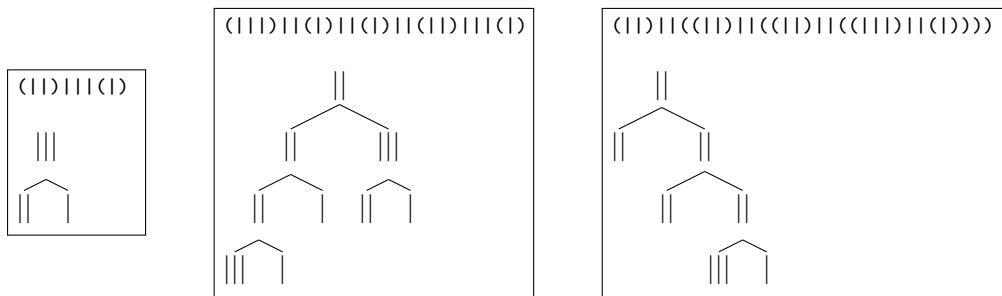
- **Ne odpirajte te pole**, dokler ne dobite dovoljenja.
- **Preden začnete reševati test:**
  - Vpišite svoje podatke na testno polo z velikimi tiskanimi črkami.
  - Na vidno mesto položite osebni dokument s sliko in študentsko izkaznico.
  - Preverite, da imate mobitel izklopljen in spravljen v torbi.
  - Prijavite se na spletno učilnico, kamor boste oddajali nekatere odgovore.
- Dovoljeni pripomočki: pisalo, brisalo, USB ključ, in poljubno pisno gradivo.
- Rešitve vpisujte v polo ali jih oddajte preko spletnne učilnice. Pri odgovorih, ki ste jih oddali preko spletnne učilnice, na izpitno nalogo napišite “glej spletno učilnico – datoteka <ime\_datoteke>”.
- Če kaj potrebujete, prosite asistenta, ne sosedov.
- **Med izpitom ne zapuščajte svojega mesta** brez dovoljenja.
- Testna pola vam bo odvzeta **brez nadaljnjih opozoril**, če:
  - komunicirate s komerkoli, razen z asistentom,
  - komu podate kak predmet ali list papirja,
  - odrinete svoje gradivo, da ga lahko vidi kdo drug,
  - na kak drug način prepisujete ali pomagate komu prepisovati,
  - imate na vidnem mestu mobitel ali druge elektronske naprave.
- **Ob koncu izpita:**
  - Ko asistent razglasí konec izpita, **takoj** nehajte in zaprite testno polo.
  - **Ne vstajajte**, ampak počakajte, da asistent pobere **vse** testne pole.
  - **Testno polo morate nujno oddati.**
- Čas pisanja je 120 minut. Na vidnem mestu je zapisano, do kdaj imate čas.
- Predvideni ocenjevalni kriterij:
  1.  $\geq 90$  točk, ocena 10
  2.  $\geq 80$  točk, ocena 9
  3.  $\geq 70$  točk, ocena 8
  4.  $\geq 60$  točk, ocena 7
  5.  $\geq 50$  točk, ocena 6

Veliko uspeha!

## 1. naloga (35 točk)

### a) (7 točk)

V Elboniji so arheologi odkrili 5000 let stare glinene tablice:



V bližini so odkrili še glineno tablico, na kateri je v praelbonščini pisalo:

*Vsaka od priloženih glinenih tablic ima na vrhu vklesan izraz in pod njim pripadajoče sintaktično drevo. Na tablico za odgovore vklešite slovnico, ki dane izraze pretvori v pripadajoča sintaktična drevesa. (Velavnih rešitev je več.)*

Nalogo rešite tudi vi. Pravila zapišite v obliki BNF.

### b) (14 točk) V Ocamlu implementirajte modul Trilean, ki ustreza naslednji signaturi TRILEAN:

```
module type TRILEAN =
sig
  type tri = True | False | Probably of float
  type hidden
  val conjunction : tri * tri -> tri
  val negation : tri -> tri
  val congregation : (tri * tri -> tri) -> (tri * tri -> tri) -> (tri * tri -> tri * tri)
  val hide : tri -> hidden
  val reveal : hidden -> tri
end
```

Kaj vaša implementacija počne, ni pomembno, mora pa zadoščati dani signaturi.

c) (7 točk) V funkcijskem programskem jeziku s parametričnim polimorfizmom izračunajte glavni tip funkcije  $f$ :

```
let rec f g = function
| (h1::t1, h2::t2) -> g h1 h2 ^ f g (t1, t2)
| _ -> ""
```

Opomba: v OCamlu je  $\wedge$  operator za stikanje nizov znakov. Za vse točke je potreben postopek.

d) (7 točk) V  $\lambda$ -računu definiramo izraze:

$$\begin{aligned} I &:= \lambda y . y \\ S &:= \lambda x . \lambda y . \lambda z . x z (y z) \\ K &:= \lambda x y . x \end{aligned}$$

Izračunajte normalno obliko (vrednost) izraza  $I S K K (K I)$ . Za vse točke je potreben postopek.

## 2. naloga (40 točk)

a) (20 točk) Ukazni programski jezik razširimo s funkcijo  $f : \mathbb{Z} \rightarrow \mathbb{Z}$ . Dokažite delno pravilnost programa:

```
{ n ≥ 1 }
m := f(1) ;
i := 2 ;
while i <= n do
    if m < f(i) then
        m := f(i) ;
        i := i + 1
    else
        skip
    end
done
{ m = max(f(1), f(2), ..., f(n)) }
```

Pišite čitljivo!

b) (5 točk) Naj bo  $P$  zgornji program. Ali je zadoščeno popolni pravilnosti

$$[ n \geq 1 ] P [ m = \max(f(1), f(2), \dots, f(n)) ] ?$$

Odgovor utemeljite.

c) (15 točk) Program  $P$  implementirajte kot funkcijo v OCamlu ali Haskellu

```
najvecji : (int -> int) -> int -> int
```

kjer `najvecji f n` vrne  $\max(f(1), \dots, f(n))$ , če velja  $n \geq 1$ . Primer:

```
# najvecji (fun k -> k * (20 - k)) 18;;
- : int = 100
# najvecji (fun k -> 2 * k + 8) 100;;
- : int = 208
```

Za vse točke uprabite repno rekurzijo.

### 3. naloga (35 točk)

Pravimo, da je matrika

$$\begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \cdots & a_{1,n} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \cdots & a_{2,n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m,1} & a_{m,2} & \cdots & a_{m,n} \end{bmatrix}$$

naraščajoča, če vrednosti naraščajo, ko se premikamo desno in navzdol, se pravi, da za vse  $1 \leq i < m$  in  $1 \leq j < n$  velja  $a_{i,j} < a_{i+1,j}$  in  $a_{i,j} < a_{i,j+1}$ .

Naloge rešujte v prologu in uporabite programiranje z omejitvami v domeni clpfd.

#### a) (10 točk)

Sestavite predikat `narascajocaVrstica(V)`, ki ugotovi, ali je v naraščajoč seznam. Primeri:

```
?- narascajocaVrstica([1,5,6,10]).  
true.  
?- narascajocaVrstica([1,5,5,10]).  
false.  
?- narascajocaVrstica([1,A,B,10]).  
A in 2..8,  
A#=<B+ -1,  
B in 3..9.
```

#### b) (25 točk)

Sestavite predikat `narascajoca(M)`, ki ugotovi, ali je dana matrika M naraščajoča. Matriko predstavimo s seznamom vrstic in predpostavimo, da vsebuje cela števila. Seveda lahko sestavite še ustrezne pomožne predikate. Primeri:

```
?- narascajoca([[1,2,5], [2,4,6]]).  
true.  
?- narascajoca([[1,2,5], [2,4,3]]).  
false.  
?- narascajoca([[1,A,B,4], [3,C,6,D]]).  
A = 2,  
B = 3,  
C in 4..5,  
D in 7..sup.  
?- narascajoca([[1,A,B,4], [3,C,8,D], [10,20,F,G]]).  
A = 2,  
B = 3,  
C in 4..7,  
D in 9..sup,  
D#=<G+ -1,  
F in 21..sup,  
F#=<G+ -1,  
G in 22..sup.
```