

02161 Software Engineering 1 Opgave 4

Opgave 1: Kontrakter

Betragt programdesignet for jeres løsninger til opgaverne om svømmestævnet og ægte-skabsbureauet.

Angiv, for passende udvalgte klasser, klasseinvarianter, samt pre-og post-betingelser for udvalgte operationer. Betingelserne skal først formuleres uformelt ("i naturligt sprog"). Vær opmærksom på at beskrive *hvad* og ikke *hvordan*. Bemærk: Disse uformelle beskrivelser hører hjemme i programmets dokumentation og/eller i kommentarer i koden.

Formaliser udvalgte betingelser i prædikat logik.

Opgave 2: Fakultetsfunktionen

Angiv pre-og post-betingelser for en algoritme til beregning af fakultetsfunktionen $n!$.

Angiv pseudo-kode til beregning af $n!$ og en bevisskitse for programmets partielle korrekthed.

Gennemfør det bevistrin, der viser, at løkkeinvarianten overholdes.

Opgave 3: Euclids algoritme

Betragt følgende pseudo-kode for Euclids algoritme til beregning af de største fælles divisor af to positive naturlige tal $X, Y \in \mathbb{N}_+$:

```
x:=X; y:=Y;
while x <> y do
  if x>y
    then x:=x-y
    else y:=y-x
return x
```

Bevis at algoritmen terminerer for alle positive naturlige tal $X, Y \in \mathbb{N}_+$.

Opgave 4: Hollands flag

Givet er et array A med $n \geq 0$ elementer $(A_0, \dots, A_{n-1})$, som kan være røde, hvide eller blå. Elementerne i A skal ombyttes så rækkefølgen afspejler Hollands flag, dvs. de røde kommer først, derefter kommer de hvide og til sidste kommer de blå. Dette program kan specificeres ved pre-betingelsen $n \geq 0$ og følgende post-betingelse:

$$0 \leq r \leq h \leq n \wedge (\forall i. 0 \leq i < r. A_i = \text{rød}) \wedge (\forall i. r \leq i < h. A_i = \text{hvid}) \wedge (\forall i. h \leq i < n. A_i = \text{blå})$$

Yderligere krav til programmet er, at elementer i A kun kan ændres ved en operation **swap**(A, i, j), der ombytter elementerne på pladserne i og j , og programmet må højst lave n sådanne ombytninger.

1. Giv pseudo-kode for det specificerede program. (Vink: Gå ud fra en løkkeinvariant, hvor der er en række usorterede elementer mellem de hvide og de blå sektioner.)
2. Angiv invarianten for løkken.
3. Lav en bevisskitse for programmets korrekthed, herunder at det terminerer.
4. Argumenter uformelt for de enkelte trins korrekthed. Gennemfør beviser for udvalgte trin. (Kald af **swap** kan erstattes af "in-line" kode.)