NTNU
Kunnskap for en bedre verden

Institutt for datateknologi og informatikk

Ekstra eksamensoppgave i IDATG2102 – Algoritmiske metoder

Faglig kontakt under eksamen:	**Frode Haug**
Tlf:	**950 55 636**
Eksamensdato:	**29.mars 2023**
Eksamenstid (fra-til):	**09:00-13:00 (4 timer)**
Hjelpemiddelkode/Tillatte hjelpemidler:	**F - Alle trykte og skrevne.** (kalkulator er *ikke* tillatt)
Annen informasjon:	
Målform/språk:	**Bokmål**
Antall sider (inkl. forside):	**4**

Informasjon om trykking av eksamensoppgaven

Originalen er:

1-sidig X **2-sidig** ☐

sort/hvit X **farger** ☐

Skal ha flervalgskjema ☐

Kontrollert av:

_____

Dato Sign

Oppgave 1 (teori, 25%)

Denne oppgaven inneholder tre totalt uavhengige oppgaver fra pensum.

a) 8 Shellsort skal utføres på bokstavene «SMITTEVERN». For hver gang indre for-løkke i eksemplet med Shellsort er ferdig (dvs. rett etter: a[j] = verdi;) :
Skriv/tegn opp arrayen og skriv verdiene til 'h' (4 og 1) og 'i' underveis i sorteringen. Marker spesielt de key'ene som har vært involvert i sorteringen.

b) 12 I de følgende deloppgaver er det key'ene "S M I T T E V E R N" (i denne rekkefølge fra venstre mot, og blanke regnes *ikke* med) som du skal bruke.
For alle deloppgavene gjelder det at den initielle heap/tre er *tom* før første innlegging ("Insert") utføres. **Skriv/tegn den *resulterende* datastruktur når key'ene legges inn i:**

1) **en heap**
2) **et binært søketre**
3) **et 2-3-4 tre**
4) **et Red-Black tre**

c) 5 **Skriv/tegn opp Merkle treet som er basert på 7 blokker.**

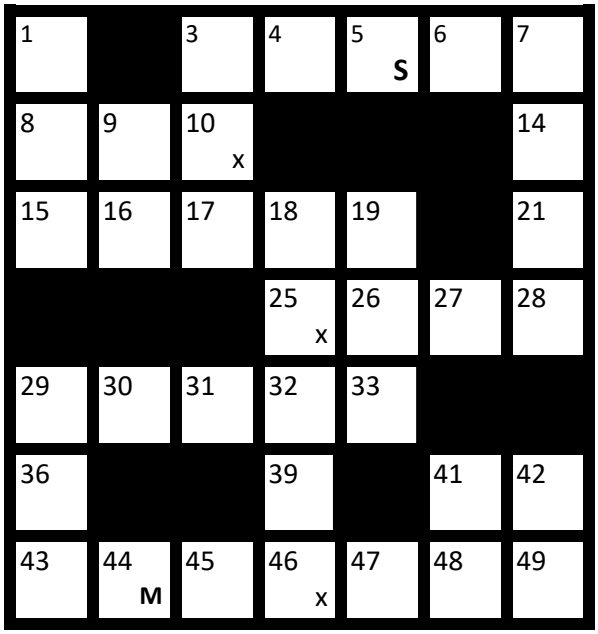
Oppgave 2 (teori, 25%)

Denne oppgaven inneholder tre totalt uavhengige oppgaver fra pensum.

a) I forbindelse med dobbelt-hashing har vi teksten «SMITTEVERNET» og de to hash-funksjonene `hash1(k) = k mod 17` og `hash2(k) = 6 - (k % 6)` der `k` står for bokstavens nummer i alfabetet (1-29). Vi har også en array med indeksene 0 til 16.
Skriv hver enkelt bokstav sin `k`-verdi og returverdi fra både `hash1` og `hash2`.
Skriv også opp arrayen hver gang en bokstav hashes inn i den.

b) Følgende kanter i en (ikke-retted, ikke-vekted) graf er gitt:
FA DB DC FC BE CA
Utfør Union-Find *m/weight balancing (WB) og path compression (PC)* på denne grafen.
Skriv/tegn opp innholdet i `gForeldre` etter hvert som `unionerOgFinn2` kjøres/utføres. Bemerk hvor WB og PC er brukt.
Skriv/tegn også opp den resulterende union-find skogen.

c) Vi har rutenettet med **S**(tart)- og **M**(ål)-ruter:



<u>Hva vil den minste f-verdien i rutene (x) 10, 25, 46 og M kunne være</u>
når det *kun* kan gås opp/ned/høyre/venstre (*ikke* på skrå) med en vekt på 1 (en), og som heuristikk brukes Manhatten distanse (summen av antall ruter horisontalt og vertikalt til og inkludert målet).

Oppgave 3 (koding, 26%)

Vi har et binært tre (*ikke* nødvendigvis søketre) bestående av:

```
struct Node  {
  int ID;                 //   Nodens ID/key/nøkkel/navn (et tall).
  Node *left, *right;     //   Referanse til begge subtrærne (evt. 'nullptr/NULL').
  Node(int id) { ID = id; left = right = nullptr;  }
};
```

Vi har *kun* den globale variabelen:

```
Node* gRoot = nullptr;   //   Rot-peker (har altså ikke at head->right er rota).
```

Det skal her lages/kodes to *helt* uavhengige funksjoner.
Begge funksjonene kalles initielt fra `main` med `gRoot` som parameteren `t`.
Hvordan et tre har blitt bygd/satt opp, og hvordan pekere ellers er satt, trenger du ikke å tenke på.

NB: I *hele* oppgave 3 skal det *ikke* innføres flere globale data eller `struct`-medlemmer enn angitt ovenfor. Det skal heller *ikke* brukes andre hjelpestrukturer - som f.eks. array, stakk, kø eller liste.

a) **<u>Lag den *rekursive* funksjonen</u>**

```
bool erSosken(const Node* t, const Node* s1, const Node* s2)
```

Funksjonen skal sjekke og returnere (`true`/`false`) om nodene tilpekt/referert av `s1` og `s2` er søsken under den samme moren/foreldret (`t`) eller ei. Hvem av dem som evt. peker til den venstre eller høyre noden er ikke definer/klart.

b) **Lag den *rekursive* funksjonen**

```
void kappTreNedentil(Node* t, const int verdi)
```

Funksjonen skal kutte forbindelsen fra `t` til alle barn som har en `ID` *større eller lik* `verdi`. Dvs. sette aktuelle pekere i `t` til `nullptr`.

NB: At det videre nedover i de utkuttede subtrærne evt. er `ID`er som er mindre enn `verdi` tar vi ikke hensyn til. At det i C++ på denne måten egentlig oppstår en memory-lekkasje, ved at det ikke sies `delete` om alle nodene i subtrærne, tar vi heller ikke hensyn til.
Vi forutsetter at rota ikke har en verdi som gjør at den skal kuttes vekk/ut.

Oppgave 4 (koding, 24%)

a) **Lag den *ikke-rekursive* funksjonen**

```
char forsteSingleBokstav(const char tekst[], const int n)
```

som finner og returnerer den *første* bokstaven i `tekst` som *forekommer bare en gang*.
`n` er antall tegn i teksten. Det er her i oppgave 4a) *ikke* lov til å bruke noen hjelpestrukturer - som f.eks. array, stakk, kø eller liste. Funksjonen blir derfor sikkert av O (n^2).
`tekst` inneholder *kun* bokstavene A-Z (*kun* store bokstaver, og *ingen* blanke/space).
Finnes det *ingen* bokstav som forekommer *bare en gang*, returneres ‘ ‘ (blank/space).

b) **Lag en ny versjon av funksjonen i oppgave 4a)** som returnerer det samme.
Men denne gangen er det lov til å bruke *en* hjelpearray. Funksjonen bør bli av O ($^3/_2\, n$).

NB: I *hele* dette oppgavesettet skal du *ikke* bruke kode fra (standard-)biblioteker (slik som bl.a. STL). Men de vanligste includer/import du brukte i 1.klasse er tilgjengelig.
Koden kan skrives valgfritt i C++ eller Java.

Løkke tæll!
FrodeH