

Oppgave 1

Se vedlagt illustrasjon. I forbindelse med utbyggingen av ny vannforsyning for Oslo kommune skal dere bistå med dimensjonering av anlegget. Prinsippet bak anlegget er at det anlegges en råvannstunnel fra Holsfjorden (se illustrasjon) som leder vann frem til Husebyskogen på Røa. Dypt under bakken skal det anlegges et toppmoderne renseanlegg for drikkevannsrensing. Etter rensing skal vannet pumpes opp mot høydebasseng på Tryvann.

$$F_{maks} = 1.4 + \frac{\text{to siste tall i kandidatnummer}}{35} \quad F_{min} = 1 - \frac{\text{to siste tall i kandidatnummer}}{50}$$

$$K_{maks} = 1.6 + \frac{\text{to siste tall i kandidatnummer}}{35} \quad K_{min} = 1 - \frac{\text{to siste tall i kandidatnummer}}{50}$$

$$q_{spes} = 160 \frac{L}{pe \cdot d} \quad q_{lekkasje} = 40 \frac{L}{pe \cdot d} \quad P = 900000 \text{ pe}$$

$$f = 0.015 + \frac{\text{to siste tall i kandidatnummer}}{3000}$$

Lengder:

Holsfjord -> Røa: 17000 m

Røa -> Tryvann: 4500 m

Tryvann -> Sentrum: 8500 m

Høyder:

Holsfjorden: 63 meter over havet (m.o.h.)

Anlegget ved Husebyskogen: 55 m.o.h.

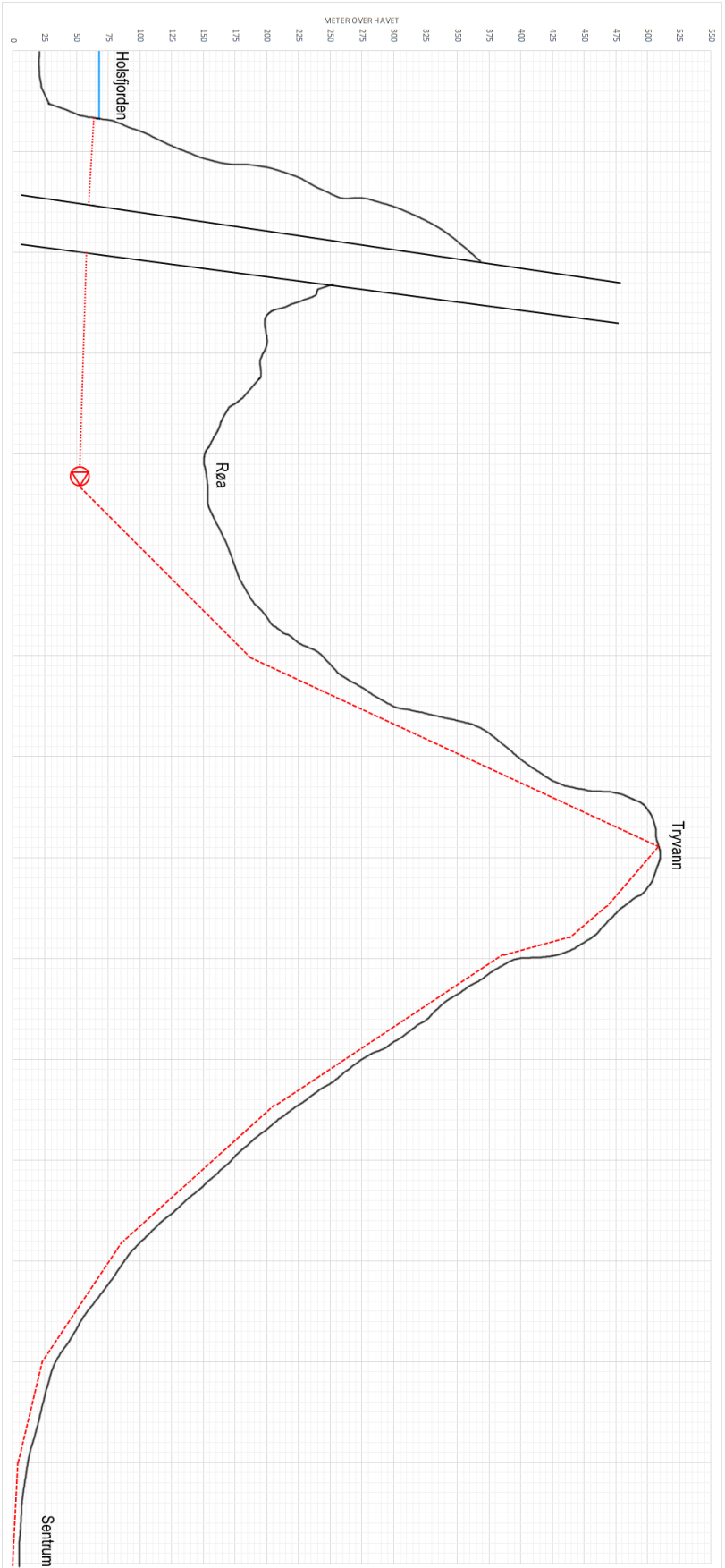
Høydebasseng ved Tryvann: 510 m.o.h.

Øvrige høyder kan leses utfra illustrasjonen.

- 0) Regn ut F_{maks} , F_{min} , K_{maks} , K_{min} og f
Kun for å verifisere hvilke verdier de benytter videre i oppgaven.
- a) Hva er Q_{middel} og Q_{maks} for Oslo kommune? – 6%
Regnes som en oppgave alle bør få til, viktig at døgn/timesfaktor ikke medregnes for lekkasje-delen. Det bør også være forståelig at Q_{maks} er med timesfaktor, med mindre annet er beskrevet.
- b) Finn nødvendig trykkhøyde og kapasitet på pumpa på Røa. Anta at ledningen har diameter $\varnothing 1000$. Hvilket ledningsmateriale på trykkledningen vil du anbefale og hvorfor? – 6%
Vise at en pumpe må kunne levere maksdøgns (men ikke makstime) kapasitet opp til høydebasseng. Bruke Darcy-Weisbach til å finne tap.
- c) Sett utfra illustrasjonen, samt det du regnet ut i oppgave b. Hvilke problemer ser du med denne løsningen? Hvilken alternativ løsning ville du benyttet? – 6%

Her ønskes det at kandidaten drøfter at pumpe må levere ekstrem stor kapasitet i tillegg til ekstremt stor løftehøyde. Andre løsninger kan eksempelvis være flere pumpestasjoner, pumpe til andre høydebasseng, parallellkjørte pumper for økt kapasitet etc. Å vise forståelse vektlegges.

- d) Hvordan ville du gått frem for å dele Oslo inn i trykksoner? – 6%
Inndeling av trykksoner kan enklest utføres ved installasjon av trykkreduksjon og pumper på strategiske punkter som gir egnet trykk innenfor sonen. Dette kan enklest utføres ved å analysere fra sjønivå og arbeide seg gradvis oppover.
- e) Skriv ned Bernoullis ligning og forklar hva de ulike komponentene er og hvordan vi kan bruke Bernoullis ligning. – 6%
Skriver opp hhv. potensiell energi, hastighetsenergi og trykkenalergi og forklare hvordan man kan sammenligne energien i to punkter dersom de henger sammen via en strømningslinje.



Oppgave 2

- a) Hvilke ulemper finnes det ved for høyt og for lavt trykk i ledningsnettet? – 6%
Fare for brudd, lekkasjer, lavt trykk gir fare for innsug, dårligere forhold for abonnenter
- b) Hvilken rekkefølge skal VA-ledninger normalt ligge i grøft og hvorfor? – 6%
Fra nederst og opp: OV, SP, VL. Ønsker å minimere fare for smitteoverføring
- c) Avløpsvann med høy konsentrasjon av organisk materiale skal renses på Vestlandet. Hvilke rensemetoder foreslår du og hvorfor? – 6%
Ettersom området ligger på Vestlandet har vi lavere renskrav, derfor kan det holde med en enkel rensesprosess. Eksempelvis siling, sedimentering, koagulasjon, sedimentering og utslipp. En overkomplisert løsning på denne oppgaven viser mangel på forståelse og økonomisk optimale løsninger.
- d) Hvordan ville du gått frem for å finne en lekkasje på en drikkevannsledning? Og hvordan ville du estimert vannmengden som lekker ut, gitt at det er et mindre sirkulært hull? – 6%
Det finnes flere metoder, eksempelvis sjekk av soneforbruk, lytting etc. Andre del av spørsmål regnes som et vanskelig spørsmål hvor de må bruke Bernoullis for å finne et anslag (Torricellis lov).
- e) Vis hvorfor diameter er den viktigste parameteren for trykktap i ledningsnett. – 6%
Ønsker helst at de viser via Darcy-Weisbach at diameter er i femte potens og er dermed svært utslagsgivende. Godtar også en god forklaring som kommer til samme konklusjon.

Oppgave 3

a) Dagens situasjon (50%)

- Hvilke typer flater observerer du innenfor planområdet?

Kompakt grus, asfalt, vegetasjon og tak

- Hvilke avrenningsfaktorer for de ulike flatene vil du anbefale å bruke i videre beregninger?

Relevante tabeller for å hente ut avrenningsfaktorene finnes i boken eller forelesningsfolier. Ved bruk av tabell 12.2 i boken bør svarene ligge i intervallet:

Grus: 0.4-0.6

Asfalt: 0.7-0.8

Vegetasjon (benytter plen): 0.05-0.1

Tak: 0.8-0.9

- Hva blir avrenningsfaktoren til planområdet?

Arealfordelingen anslås ved å benytte rutenettet oppgitt i Figur 2. Det vil være variasjon i svarene, men veiledende verdier er:

Grus: 12600 m²

Asfalt: 8040 m²

Vegetasjon: 2300 m²

Tak: 1060 m²

Beregner vektet gjennomsnitt:

$$\bar{\varphi} = \frac{0,6 * 1.260 \text{ ha} + 0,8 * 0,804 \text{ ha} + 0,1 * 0,230 \text{ ha} + 0,9 * 0,106 \text{ ha}}{2,4 \text{ ha}} = 0.63$$

- Hvilken konsentrasjonstid vil du benytte i beregninger av overvannsmengder og hvorfor?

Overvannsmengde beregnes ved den rasjonale formel for en gitt regnintensitet og -varighet. I vanlig praksis benyttes Imhoffs setning: «Maksimal vannføring ut av feltet fås ved å sette inn i den rasjonale formel: regnintensiteten til et regn med regnvarighet lit konsentrasjonstiden».

I tettbygde strøk med lite permeable flater vil det være rask avrenning. Vanlig praksis å benytte nedbørsvarighet 5-15 minutter. Feltets lengde og helning vil også spille inn. Kan argumentere for tregere avrenning i flatt terreng.

- Hvor stor vannføring vil vi kunne forvente ut av planområdet i dagens situasjon dersom en 2, 20 eller 200-årshendelse inntreffer? Benytt IVF-statistikk fra <https://klimaservicesenter.no/faces/desktop/idf.xhtml> og begrunn valg av målestasjon.

Valg av målestasjon kan begrunnes i med avstand til feltet og antall sesonger med observasjoner. Målestasjonen i Fredrikstad (SN3030) ligger nærmest og har 30 sesonger med observasjoner.

For å beregne vannføringen benytter vi den rasjonale formel:

$$Q \text{ [l/s]} = C * I \text{ [l/s/ha]} * A \text{ [ha]} = \text{nedbørsintensitet} * \text{reduisert areal}$$

Også her kan det være variasjon i resultatene dersom studentene hensyntar at avrenningsfaktoren øker med nedbørsintensiteten.

For konsentrasjonstid 10 minutter har vi veiledende verdier:

$$I (T=2\text{år}) = 119.4 \text{ l/s/ha} \quad \rightarrow Q = 181 \text{ l/s}$$

$$I (T=20 \text{ år}) = 210.1 \text{ l/s/ha} \quad \rightarrow Q = 319 \text{ l/s}$$

$$I (T=200 \text{ år}) = 291.1 \text{ l/s/ha} \quad \rightarrow Q = 442 \text{ l/s}$$

Beregningen er etterspurt for dagens situasjon. Det er derfor ikke nødvendig å ta hensyn til klimafaktor.

- Beskriv avrenningsmønsteret innfor planområdet. Benytt for eksempel <https://hoydedata.no/> til å vurdere retning på avrenning. Du kan svare på oppgaven ved å tegne inn fallpiler innenfor planavgrænsningen i Figur 2.

Retning på avrenning kan vurderes ut fra de høydekotene som er synlige. Avrenningspiler tegnes vinkelrett på høydekoter.



b) Overvannshåndtering (50%)

Arkitekten er helt i oppstarten av planleggingen og har utarbeidet et førsteutkast til utforming av tomten (Figur 3). Du bes om å utarbeide en overvannsplan for planområdet. Kommunen stiller krav om at tre-trinnsstrategien (Figur 4) legges til grunn for overvannsplanen.

- Hvilke prinsipper vil du bygge overvannsplanen på og hvilke overvannstiltak vil du anbefale? Bruk Figur 3 til å markere arealene hvor du ville etablert tiltak og skill ulike tiltak fra hverandre ved å bruke ulike farger eller skravurtyper (se tips til tegning til slutt i oppgaven). Du trenger ikke å gjøre beregninger.

Studenten bør vise forståelse for de ulike funksjonene tre-trinnsstrategien bygger på:

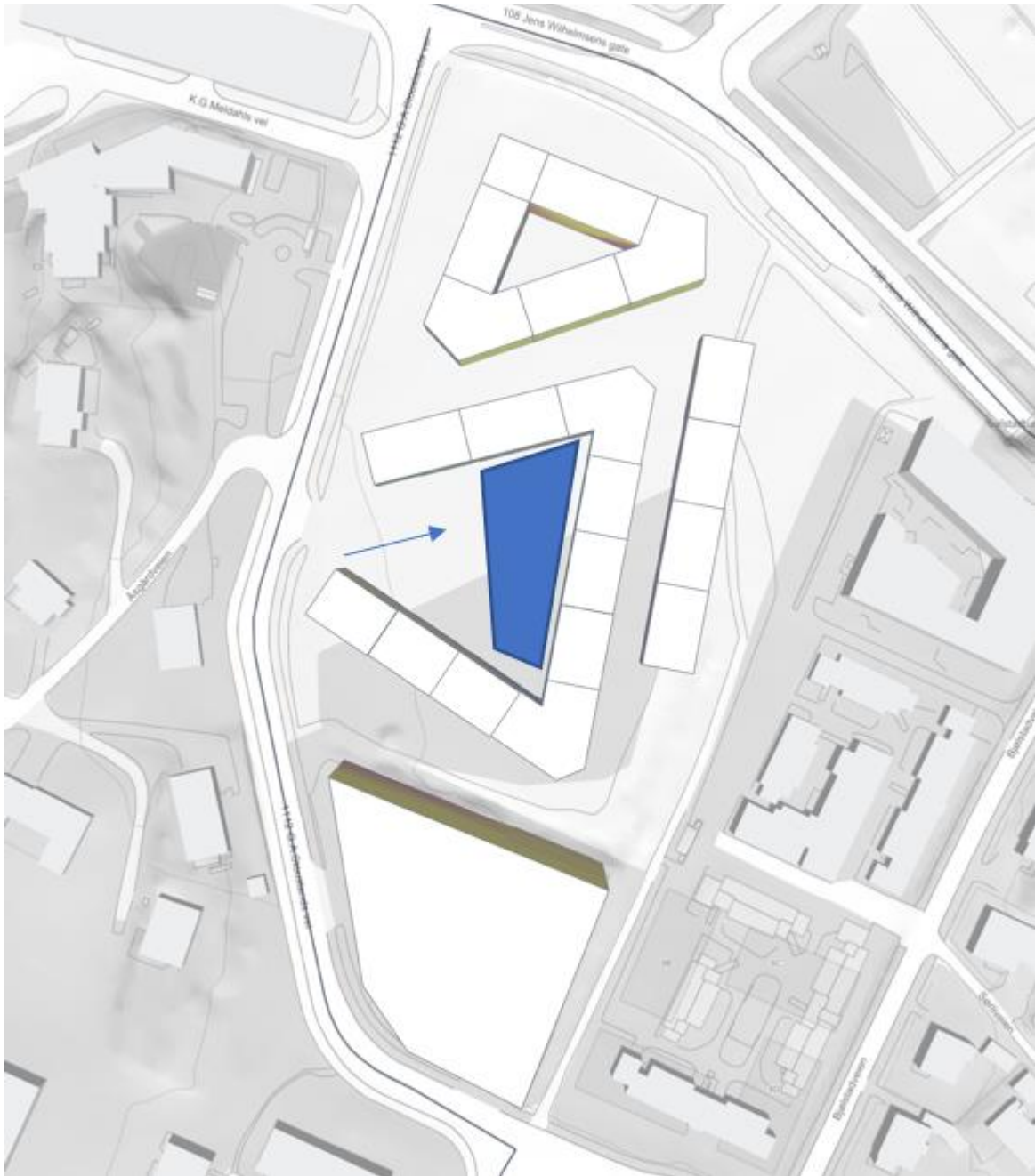
- Fang opp og «forbruk»: Infiltrasjon og evapotranspirasjon
- Fordrøyning : Forsink og fordrøy
- Trygge flomveier

Andre prinsipper som er diskutert i undervisningen: «herme etter naturen»/naturbasert overvannshåndtering, åpen overvannshåndtering, BGF, etc.

Studenten bør videre demonstrere hvordan ulike tiltak kan benyttes for oppnå ønsket funksjon. Her er ingen fasitsvar, men relevante tiltak er infiltrasjonsløsninger, fordrøyningsenheter, og flomvei. Det er lagt opp til at studentene kan foreslå høy grad av naturbaserte tiltak som blågrønne tak, regnbed, vadi, etc. En god besvarelse vil inneholde relevante tiltak og beskrivelse av hvordan tiltakene utfyller hverandre og kobles til de overnevnte prinsippene.

- Klarer du å sikre trygge flomveier internt på tomten? Har du eventuelle innspill til arkitekten som gjelder utforming?

Her har arkitekten laget en overvannsfelle i gårdsrommet midt på tomten. Studentene bør se dette hvis de har fått til siste deloppgave i a) og kan gi innspill til arkitekten om at her er det fare for oppstuvning. Studenten står fritt til å foreslå tiltak for å motvirke en slik situasjon.



Kommunen er strålende fornøyd med overvannsplanen din, men studenter og ansatte på Høgskolen gjør opprør mot at gode parkeringsmuligheter forsvinner. Arkitekten foreslår derfor å etablere et stort garasjeanlegg under hele området.

- Hvilke konsekvenser har denne endringen for overvannssituasjon og hvordan påvirker det planen din?

Garasjeanlegg vil i hovedsak påvirker infiltrasjonsløsninger dersom det er lagt opp til dette og komme med i konflikt med eventuelle magasin under bakken slik at det blir vanskeligere å plassere trinn 1 og trinn 2 løsninger.