



**Høgskolen i Telemark**

**EKSAMEN**

**4216 HYDROLOGI OG GRUNNVANN**

**30.04.2014**

Tid: *9-13*

Målform: *Bokmål/Nynorsk*

Sidetal: *5 (inkludert denne forsiden)*

Hjelpemiddel: *Utdelt kalkulator*

Merknader:

Vedlegg:

**Eksamensresultata blir offentliggjort på Studentweb.**



**Fakultet for allmennvitenskapelige fag**



## BOKMÅL

### Oppgave 1

- a) Sett opp den generelle vannbalanselikningen og forklar komponentene som inngår i den. Hva menes med den *alminnelige* vannbalanselikningen, og hva er forutsetningene for at den er gyldig?
- b) Hva er forskjellen på *konvektiv* og *orografisk* nedbør? Nedbør måles i millimeter (mm). Hvor stor vannmengde (volum) per kvadratmeter tilsvarer 1 mm nedbør? Gi eksempler på to ulike prinsipper for automatisk nedbørsmåling.
- c) Urban hydrologi har blitt et etablert begrep de senere årene. Hvordan påvirker urbanisering det hydrologiske kretsløpet, og hva er de praktiske konsekvensene? Gi eksempler på flomdempende tiltak i en by.

### Oppgave 2

- a) Definer følgende begreper:
  - i. Infiltrasjonsakvifer
  - ii. Hydraulisk gradient ( $i$ )
  - iii. Effektiv porøsitet ( $n_e$ )
- b) Grunnvann i fjell benyttes i stor grad som energibærer i energibrønner og som vannforsyning for spredt bosetning i Norge. Hva kjennetegner norske bergarter og hva vil det si at en bergart er kompetent eller ikke? Gi eksempler.
- c) Beskriv hvordan grunnvannstemperatur og grunnvannstand varierer gjennom et år i Norge. Er det geografiske forskjeller? Begrunn svaret.

### Oppgave 3

- a) Bruk Darcy's lov til å beregne mettet hydraulisk ledningsevne  $K$  (m/s) etter infiltrasjonstest med følgende data:

Infiltrasjonsgropa er kubisk med sider på 0,30 m  
Svampen i gropa har grunnflate på 0,15 m x 0,15 m  
Vannstand over bunn i svampen er 0,10 m  
Infiltrert volum er  $0,015 \text{ m}^3 = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$   
Infiltrasjonstiden er 1000 sekunder

- b) Infiltrasjonsevnen er avgjørende ved etablering av et infiltrasjonsanlegg for rensing av avløpsvann. Hva skjer hvis infiltrasjonshastigheten under infiltrasjonstesten er:
  1. høy slik at det ikke oppnås konstant infiltrasjonshastighet?
  2. lav slik at metning oppnås raskt og vannet infiltreres langsomt?Beskriv hva som kan være årsaken(e) og hva som blir konsekvensen(e) av de to scenariene. Begrunn svaret.



#### Oppgave 4

- a) Gi en oversikt over viktige faktorer/prosesser som bidrar til grunnvannets naturlige kjemiske kvalitet. Forklar hvordan overflateladninger til partikler kan variere med pH og hvordan slike ladninger kan ha betydning for grunnvannets kjemiske sammensetning.
- b) For høye radonkonsentrasjoner kan være et problem knyttet til grunnvann. Hvilke type brønner er mest utsatt? Hva består helserisikoen i? Gi tre eksempler på tiltak for å fjerne radon fra drikkevannet før bruk.
- c) Et deponi har mottatt usortert avfall i 20 år. Nå har det gått 15 år siden deponiet ble avslutta og tildekket. Området er nå tilvokst med busker og kratt, og terrenget er utjevnet, men heller svakt utover mot distalskråningen av deltaavsetningen som deponiet ligger på. Overvåking av sigevann ble starta etter 10 års deponidrift og pågår fortsatt. I overvåkingsprogrammet inngår 2 brønner nedstrøms (100 m og 200 m fra deponiet) og 1 referansebrønn oppstrøms deponiet. Det blir også tatt prøver fra en drikkevannsbrønn som ligger 850 m unna (nedstrøms). I tabellen under vises utvalgte analyseresultater fra brønnene 10, 25 og 35 år etter deponistart. Diskuter/forklar analyseresultatene. Er det fortsatt grunn til å overvåke deponiet?

Parameter	År etter dep.start	Brønn referanse	Brønn 100 m	Brønn 200 m	Drikkev. 850 m	Største tillatte verdi*
Ledningsevne ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	10	30	800	440	85	2500
	25	32	500	450	130	2500
	35	31	200	300	125	2500
Total organisk karbon (TOC) (mg/l)	10	0.5	90	45	9	5
	25	1.2	50	45	7	5
	35	0.6	50	55	7	5
Oksygen (mg/l)	10	5.0	0.5	2.0	4.7	-
	25	4.9	0.8	1.3	3.8	-
	35	5.2	1.0	1.2	3.5	-
Jern ( $\text{Fe}_{(III)}$ ) (mg/l)	10	0.15	25	7	0.20	0.2
	25	0.17	15	15	0.25	0.2
	35	0.17	1.7	2.4	0.25	0.2

\*Grenseverdi i henhold til Drikkevannsforskriften



## NYNORSK

### Oppgave 1

- Set opp den generelle vassbalanselikninga og forklar komponentane som inngår i den. Kva meinast med den *alminnelege* vassbalanselikninga, og kva er føresetnadene for at den er gyldig?
- Kva er skilnaden på *konvektiv* og *orografisk* nedbør? Nedbør målast i millimeter (mm). Kor stor vassmengd (volum) per kvadratmeter svarar 1 mm nedbør til? Gje døme på to ulike prinsipp for automatisk nedbørsmåling.
- Urban hydrologi har blitt eit etablert omgrep dei seinare åra. Korleis påverkar urbanisering det hydrologiske kretsløpet, og kva er dei praktiske konsekvensane? Gje døme på flomdempande tiltak i en by.

### Oppgave 2

- Definer følgjande omgrep:
  - Infiltrasjonsakvifer
  - Hydraulisk gradient ( $i$ )
  - Effektiv porøsitet ( $n_e$ )
- Grunnvatn i fjell nyttast i stor grad som energiberar i energibrønner og som vassforsyning for spreitt busetjing i Noreg. Kva kjenneteiknar norske bergartar og kva vil det seie at ein bergart er kompetent eller ikkje? Gje døme.
- Beskriv korleis grunnvassstemperatur og grunnvassstand varierar gjennom eit år i Noreg. Er det geografiske forskjellar? Grunnlegg svaret.

### Oppgave 3

- Bruk Darcy's lov til å berekne metta hydraulisk leiingsevne  $K$  (m/s) etter infiltrasjonstest med følgjande data:

Infiltrasjonsgropa er kubisk med sider på 0,30 m  
Svampen i gropa har grunnflate på 0,15 m x 0,15 m  
Vasstand over botn i svampen er 0,10 m  
Infiltrert volum er  $0,015 \text{ m}^3 = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$   
Infiltrasjonstida er 1000 sekunder

- Infiltrasjonsevna er avgjerande ved etablering av et infiltrasjonsanlegg for reinsing av avløpsvatn. Kva skjer om infiltrasjonshastigheta under infiltrasjonstesten er:
  - høg slik at det ikkje blir oppnådd konstant infiltrasjonshastighet?
  - låg slik at metting blir oppnådd raskt og vatnet infiltrerast langsamt?Beskriv kva som kan være årsak(ane) og kva som blir konsekvens(ane) av dei to hendingane. Grunnlegg svaret.



#### Oppgave 4

- a) Gje ei oversikt over viktige faktorar/prosessar som bidreg til grunnvatnets naturlege kjemiske kvalitet. Forklar korleis overflateladningar til partiklar kan variere med pH og korleis slike ladningar kan ha betydning for grunnvatnets kjemiske samansetning.
- b) For høge radonkonsentrasjonar kan være eit problem knytt til grunnvatn. Kva for type brønner er mest utsett? Kva består helserisikoen i? Gje tre døme på tiltak for å fjerne radon frå drikkevandet før bruk.
- c) Eit deponi har motteke usortera avfall i 20 år. Nå har det gått 15 år sidan deponiet blei avslutta og tildekka. Området er nå tilvaks med buskar og kratt, og terrenget er utjamna, men heller svakt utover mot distalskråninga av deltaavsetninga som deponiet ligg på. Overvaking av sigevatn blei starta etter 10 års deponidrift og held fortsatt fram. I overvaksingsprogrammet inngår to brønner nedstraums (100 m og 200 m frå deponiet) og ein referansebrønn oppstraums deponiet. Det blir også teke prøver frå ein drikkevassbrønn som ligg 850 m unna (nedstraums). I tabellen under synast utvalde analyseresultat frå brønnane 10, 25 og 35 år etter deponistart. Diskuter/forklar analyseresultata. Er det fortsatt grunn til å overvake deponiet?

Parameter	År etter dep.start	Brønn referanse	Brønn 100 m	Brønn 200 m	Drikkev. 850 m	Største tillatte verdi*
Ledningsevne ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	10	30	800	440	85	2500
	25	32	500	450	130	2500
	35	31	200	300	125	2500
Total organisk karbon (TOC) (mg/l)	10	0.5	90	45	9	5
	25	1.2	50	45	7	5
	35	0.6	50	55	7	5
Oksygen (mg/l)	10	5.0	0.5	2.0	4.7	-
	25	4.9	0.8	1.3	3.8	-
	35	5.2	1.0	1.2	3.5	-
Jern ( $\text{Fe}_{(\text{II})}$ ) (mg/l)	10	0.15	25	7	0.20	0.2
	25	0.17	15	15	0.25	0.2
	35	0.17	1.7	2.4	0.25	0.2

\*Grenseverdi i henhold til Drikkevassforskrifta