

Til: Rokke ved Jan-Erik Hansen
Kopi til: Lars Roar Hovde
Fra: Multiconsult v/Ingrid Andreassen
Dato: 28. november 2017
Prosjekt: 20170058 – Bistand Rokke avfallsanlegg
Emne: Vannbalanse

1 Generelt

Multiconsult har utarbeidet en vannbalanse for Rokke avfallsanlegg som vurderer teoretisk produsert sigevann mot rapporterte sigevannsmengder og reelle målinger av sigevann. Som bakgrunnsinformasjon er det brukt digitale kartdata, flyfoto, tidligere vannmålinger, nye vannmålinger fra en kontinuerlig mengdemåler som er installert på avfallsanlegget på nåværende tidspunkt og nedbørdata. Det er for øyeblikket satt inn en kontinuerlig mengdemåler som måler vann ut av utløpskummen fra renseanlegget for sigevann. Det er tidligere gjort målinger med «bøttemetoden». Disse mengdene vil benyttes til å si noe om mengden sigevann som kommer inn i renseanlegget. Den nærmeste nedbørmåleren fra Rokke avfallsanlegg er i Halden. Avstanden fra måleren til Rokke er ca. 6,8 km i luftlinje. Nedbørsdata fra denne er brukt i beregningene. Det er mange usikkerheter ved beregning av teoretiske sigevannsmengder. Mange av parameterne som brukes er ukjente for Rokke avfallsanlegg, så for å få gjennomført beregningene er det tatt flere antagelser.

2 Beregninger

Vannbalansen er et verktøy for å studere hvordan ulike faktorer påvirker transporten av vann i et avgrenset område.

Beregningen av teoretisk mengde sigevann er gjort ved å bruke formelen:

$$L = P + Q_{OV-inn} + Q_{GR-inn} - Q_{OV-ut} - E + \Delta M$$

L = sigevann

P = nedbør og sigevannsresirkulering

Q_{OV-inn} = overflateavrenning inn deponi

Q_{GR-inn} = netto grunnvann inn i deponi

Q_{OV-ut} = overflate avrenning ut av deponi, uten sigevann

E = evapotranspirasjon(fordampning)

ΔM = endring i vanninnhold i avfallet i løpet av tiden t

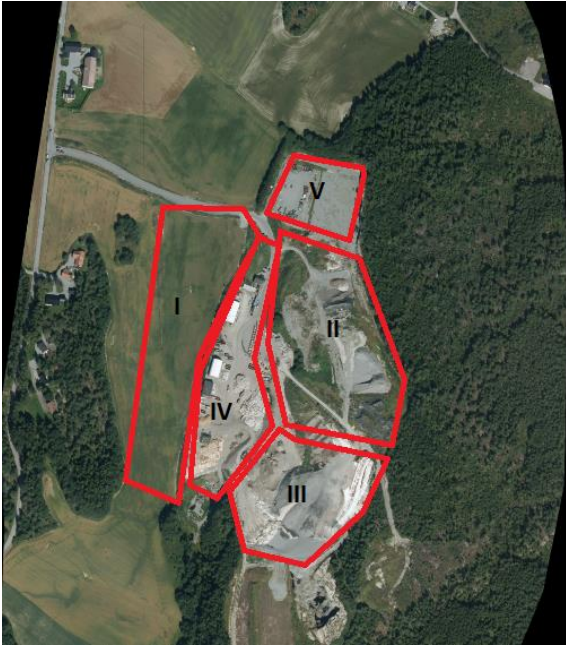
Det er brukt nedbørsdata for 2016 for å beregne teoretiske sigevannsmengder. I 2016 ble det registrert 617,9 mm nedbør på Halden nedbørsmålter. Rokke rapporterte for den samme perioden en sigevannsproduksjon på 35 215 m³. Sigevannsmengdene på Rokke er målt ved å holde en bøtte ved utløpet av sigevannsanlegget og ta tiden på hvor fort den fylles, så det er stor usikkerhet tilknyttet rapportert mengde sigevann.

Arealer er innhentet fra digitale kart og flyfoto fra kommunen. Skille mellom de ulike er usikre. Det er for hvert av arealene gjennomført en vurdering på hvor stor andel av nedbøren som faller på dette arealet vil trenge inn i deponiet og danne sigevann ved å bruke formelen for vannbalanse. Det er gjort ved å vurdere hvor mye vann som går til avrenning til andre arealer (Q_{OV-ut}) og hvor mye vann som fordampes (E). Vurderingen er gjort ved å sette en faktor for avrenning og fordampning. Faktoren er bestemt med utgangspunkt i kjent informasjon om områdene. En sammenstilling av arealer, avrenningsfaktor og beskrivelse av de ulike delområdene på Rokke er vist i tabell 1, og en oversikt over de ulike områdene er vist i figur 1.

Tabell 1: Beskrivelse av de ulike arealene på deponiet. Avrenningsfaktoren sier noe om hvor mye av vannet som faller på arealet ved nedbør som renner bort eller fordampes. Avrenningsfaktoren er usikker, men det er verdier ut i fra det man på nåværende tror er mest korrekt mtp. bakenforliggende kunnskap.

Område	Beskrivelse	Areal (m ²)	Avrenningsfaktor	Kommentar
I	Gammelt deponi	41165	0,7	<p>Terrang: Tilbakeført til jordbruk, relativt flatt</p> <p>Avfall deponert: Hovedsakelig husholdningsavfall</p> <p>Håndtering av nedbør: Tildekket med stedlige masser, det er ukjent hvor tette disse er. Sigevannet samles opp i pukkgrøfter, men det uvisst hvor godt det fungerer. Vannet føres trolig til nyere sigevannsgrofter.</p> <p>Arealbruk: Tilbakeført til jordbruk.</p> <p>Usikkerhet i avrenning: Avrenningsfaktoren kan være mellom 0,4-0,8.</p>
II	Delvis tildekket deponi	38475	0,7	<p>Terrang: Fylling, ukjent skråningshelling.</p> <p>Avfall deponert: Husholdningsavfall og næringsavfall</p> <p>Håndtering av nedbør: Noe avrenning på overflaten, sigevannsoppsamling i pukkgrøfter. Bunnen er i naturlig leire med ukjent tetthet.</p> <p>Arealbruk: Tildekket med leire, men ikke avsluttet.</p> <p>Avrenning fra fronten går til oppsamlingsgrøft, og videre til et sluk som er koblet på bekkelukkingen.</p> <p>Usikkerhet i avrenning: Avrenningsfaktoren kan være mellom 0,5 -0,9.</p>
III	Aktivt deponi	29690	0,3	<p>Terrang: Fylling, ukjent skråningshelling.</p> <p>Avfall deponert: Hovedsakelig aske og forurensede masser. Mindre delområder med annet uorganisk avfall, egne celler for asbestavfall.</p> <p>Håndtering av nedbør: Sigevannsoppsamlingsystem som går til rensing, dobbel bunnsetting, delvis tildekket med forurensede masser og bunnaske.</p> <p>Arealbruk: Aktivt deponi</p> <p>Usikkerhet i avrenning: Avrenningsfaktoren kan være mellom 0,1-0,5.</p>

IV	Asfaltplass	21100	0,5	<p>Terreng: Heller svakt mot renseanlegget og bekk.</p> <p>Avfall deponert: Det er avfall under noe av asfaltplassen, men det er ukjent nøyaktig hvor det er avfall og i hvor stort omfang.</p> <p>Håndtering av nedbør: Avrenning til nærliggende grøft, og fra grøft til sluk som fører vannet til sandfilter i renseanlegget. Oppsamlingssystemet har behov for rehabilitering. Det er ingen sluk på plassen. De gamle deponiene er bunntettet med lokal leire. Tettheten på denne er ukjent.</p> <p>Arealbruk: Omlasting av blandet restavfall, midlertidig lagring av avfall, kverning av trevirke og kverning av restavfall. Nedbøren som faller på plassen og kommer i kontakt med avfall vil bli forurenset.</p> <p>Usikkerhet i avrenning: Avrenningsfaktoren kan være mellom 0,2-0,8, avhengig av hvor mye vann som fanges opp i oppsamlingssystemet.</p>
V	Grusplass	14355	0,8	<p>Terreng: Relativt flatt</p> <p>Avfall deponert: Gammelt avfallsdeponi under nesten hele plassen. Nærmest fjellet er det ikke avfall.</p> <p>Håndtering av nedbør: Det er ingen sluk e.l., men det er tettet med leire over avfallet. Tettheten på leira er ukjent. Det vil i fremtiden bygges gjenvinningsstasjon med overvannsopsamlingssystem.</p> <p>Arealbruk: Foreløpig ikke i særlig bruk. Arealet er planert og er planlagt utbygget til gjenvinningsstasjon i 2018/19.</p> <p>Usikkerhet i avrenning: Avrenningsfaktoren kan være mellom 0,5 -0,8.</p>



Figur 1: Oversiktsbilde over Rokke med områdeavgrensinger anvist.

I tillegg til å vurdere sigevannsmengder i forhold til nedbør er det vurdert andre vannkilder som bidrar til det totale regnskapet vist i formelen for vannbalanse.

Fordrøyningskapasitet

Det er ikke gjort beregninger på teoretisk fordrøyningskapasitet i deponiet. For å kunne si noe om dette må det innhentes data om avfallets mektighet (antall meter med avfall), avfallets sammensetning og helninger på deponiet. Det er i dag høy vannstand i deponiet. Det er observert druknede gassbrønner på deponiet og det er en høy vannstand i renseanlegget. Den høye vannstanden vil redusere deponiets fordrøyningskapasitet drastisk, så for disse beregningene er ΔM satt til 0.

Bekkelukkning

Det går en bekkelukking under deponiet. Selve røret er i støpejern og har blitt filmet av Halden kommune på et tidligere tidspunkt. I følge kommunen virker rørene å være i god stand. Bekkelukkingsrørene har vært skiftet ut grunnet problemer med gass og eksplosjonsfare. Kummenes tilstand er mer ukjent. Bekkelukkingen går igjennom en kum ved siden av renseanlegget, og i denne kummen er det utette skjøter. Det er observert inntrengning av sigevann i kummen. Enkelte av de andre bekkelukkingkummene er også undersøkt ved visuell inspeksjon, uten at man har klart å se noen lekkasjer eller utette skjøter. Kummene er veldig dype, trolig rundt 14 m, så for å fastslå om det forekommer innlekking i rørgjennomføringene i bunn av disse kummene bør det gjennomføres en mer grundig inspeksjon.

Det forutsettes for beregningene at det ikke går signifikante mengder bekkevann til deponiet fra bekken. Vannstanden i deponiet er så høy at det er mer sannsynlig at det lekker sigevann inn i bekkelukkingkummene enn bekkevann ut av dem. Vi vet at bekken er forurenset med sigevann fra tidligere målinger, men det er uvisst hvor store mengder det snakk om og om sigevannet kommer inn i bekkelukkingen, fra terrenget eller fra grunnen. Med bakgrunn i dette er det antatt i beregningene at det ikke kommer overvann inn i deponiet ut over nedbør.

Overvann fra tilstøtende områder

Det er etablert avskjærende overvannsgrøfter rundt hele deponiet. Det er uvisst hvor tette grøftene er og om alt vannet faktisk fra grøftene går til overvannsnett. I beregningene er det forutsatt at vann fra omkringliggende områder ikke trenger inn i deponiet og at grøftene fungerer som tiltenkt. Dette kombinert med at vi antar at det ikke kommer signifikante mengder overvann inn fra bekkelukkingene gjør at Q_{OV-inn} settes til null for alle delområder i beregningene.

Grunnvann

Rokke avfallsdeponi ligger på et relativt flatt område og den naturlige grunnen består i stor grad av leire. De naturlige grunnvannsstrømningene er antagelig begrenset, og de største strømningene påvirkes i hovedsak av terrenginnrep og grøfter gjennom deponiet der det er mer permeable masser. Det kan være områder med tettere masser som også endrer grunnvannsstrømmene. Det er mulig at grunnvannsbrønnene er satt i områder med naturlig leire og lite strømning, og det kan derfor være vanskelig å benytte analysene av grunnvannet i brønnene til en kvalifisert vurdering av grunnvannstilstanden og hvordan den påvirkes av deponiet. For beregningene sin skyld er det antatt at det ikke trenger signifikante mengder grunnvann inn i deponiet da det trolig er lite strømninger i leiren og Q_{GR-inn} settes til null i beregningene.

Beregnete sigevannsmengder

Informasjonen som fremkommer i tabell 1 samt forutsetningene ovenfor er brukt videre for å beregne teoretiske sigevannsmengder for 2016. Resultatene er vist i tabell 2.

Tabell 2: Beregnede sigevannsmengder for Rokke for 2016. Den totale nedbørmengden målt over året i Halden i 2016 var 617,9 mm.

Område	Areal (m ²)	Nedbør (m ³)	Q_{ov-inn}	Q_{GR-inn}	Q_{ov-ut}	E	ΔM	Sigevann
Gammelt deponi	41 165	25 436	0	0	15 262	2 544	0	7 631
Delvis tildekt deponi	38 475	23 774	0	0	14 264	2 377	0	7 132
Åpent deponi	29 690	18 345	0	0	3 669	1 835	0	12 842
Asfaltplass	21 100	13 038	0	0	5 215	1 304	0	6 519
Grusplass	14 355	8 870	0	0	6 209	887	0	1 774
Totalt								35 898

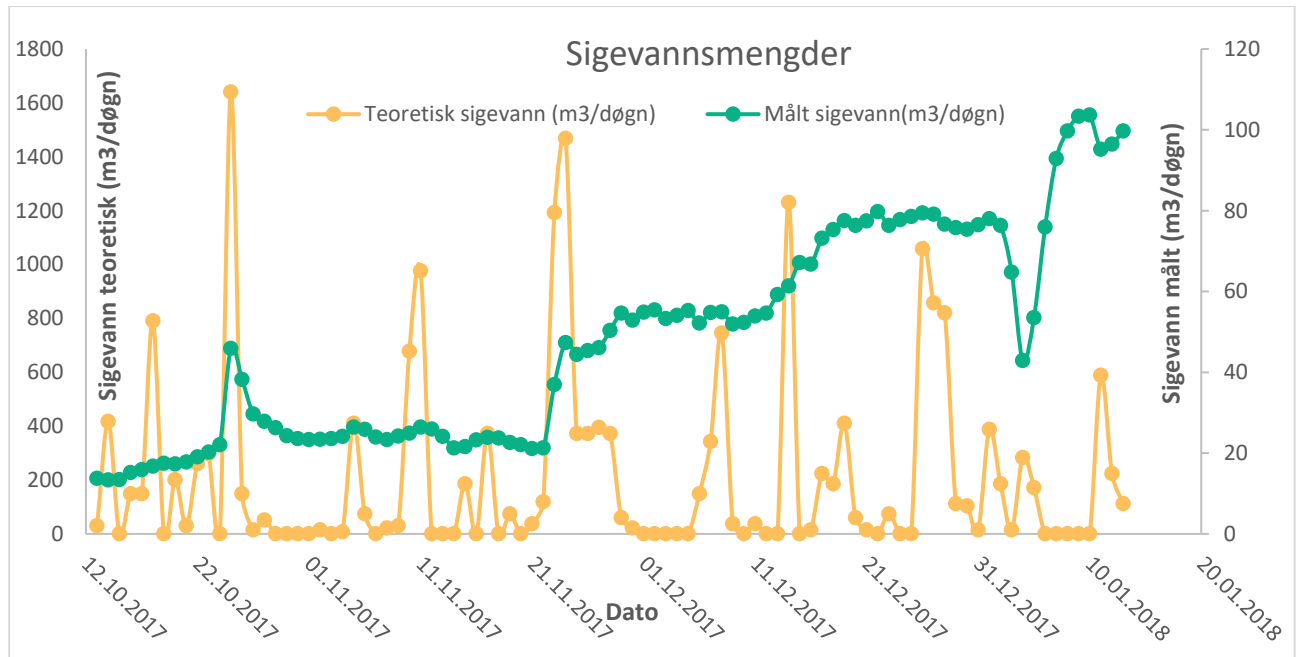
Totalt teoretisk produsert sigevann sammenlignet med rapporterte sigevannsmengder for 2016 gir følgende resultater for diffus utlekking av sigevann:

$$\text{Diffus utlekking} = \text{Total teoretisk sigevannsmengde} - \text{rapportert rensset sigevannsmengde}$$

$$\text{Diffus utlekking} = 35\,898 - 35\,215 = 683\,m^3$$

Den diffuse utlekkingen for 2016 tilsvarer 2% av den totale teoretiske sigevannmengden.

Da den rapporterte sigevannsmengden er veldig usikker, har vi også sammenlignet målte sigevannsmengder for oktober til januar med nedbørsdata for samme periode. Det er brukt data fra den kontinuerlige mengdemåleren som har vært plassert ut i utløpskummen på renseanlegget. Det er brukt samme arealer og samme faktorer for å beregne teoretiske sigevannsmengder for måleperioden som for vannbalanseberegningene for 2016. I figur 2 er en sammenstilling av resultatene vist med teoretiske sigevannsmengder på aksene til venstre og målte sigevannsmengder på aksene til høyre.



Figur 2: Teoretisk sigevannmengde og målt sigevannsmengde i tidsrommet 13. oktober til 13. januar.

Hvis man summerer total mengde teoretisk sigevann og målt sigevann for perioden 13. oktober til 13. januar er den beregnede diffuse utlekkingen av sigevann på ca. 75%.

Sigevannsmengden er nedbørsavhengig når man ser på begynnelsen av grafen i figur 2, men dette er å forvente da store deler av deponiet fortsatt er åpent og deler av avrenningen fra asfaltplata renner av til sigevannsanlegget. Avrenning fra asfaltplata ved nedbør kommer veldig raskt, og kan være et bidrag til det store nedbørsavhengigheten. I desember og januar har det vært større snøfall som gjør at sigevannsmengden ikke følger nedbørsmengden, da sigevannsmengden også er avhengig av snøsmeltingen.

Det at målingene er gjort i periode der det har vært frost og snø gjør usikkerheten større, da målenøyaktigheten på nedbørsstasjonen blir dårligere. Det er generelt stor usikkerhet knyttet til tallene, men det er tydelig at større deler av sigevannsmengdene forsvinner på vei til renseanlegget.

3 Kommentarer

Diffus utlekking

Det er stor usikkerhet i beregningene, så tallene som fremkommer i vannbalansen må brukes som et anslag. Det er usikkerhet rundt den nøyaktige arealavgrensingen, avrenningsfaktorene, fordrøyningskapasiteten i deponiet og vannstrømmer inn og ut av deponiet utenom nedbøren. Det er også usikkerhet rundt de tidligere rapporterte sigevannsmengdene. På grunn av usikkerhetene er det vanskelig å vite hvor stor den reelle diffuse utlekkingen er, men det er rimelig å anta at store deler av sigevannsmengdene samt det forurensede overflatevannet går utenom renseanlegget.

Ved å gjennomføre befaringer og ved å innhente bakgrunnsinformasjon fra personale som jobber på avfallsdeponiet er det kommet frem til tre punkter som mest sannsynlig er de største bidragsyterne til diffus utlekking:

1. Sigevann går til bekken via utette skjøter og rørgjennomføringer i bekkelukkingskummer.
2. Oppsamling av forurenset overflatevann fra asfaltplata fungerer dårlig, og mye av vannet havner på avveie.
3. Sigevannsnivået i deponiet er veldig høyt, og sigevann lekker ut gjennom sidene i deponiet.

Det er som tidligere nevnt observert innlekking av sigevann i en bekkelukkingskum ved renseanlegget. Grunnet alderen på deponiet vil de fleste rørgjennomføringene i bekkelukkingskummene være gjort med slegge. Det gjør at sigevann kan trenge inn på siden av rørene i kummene.

Oppsamling fra asfaltplata gjøres i en grunn grøft som ikke er tettet, og vannet herfra føres til et sluk med kuppelrist som går til renseanlegget. Ansatte på avfallsdeponiet har redegjort for at oppsamlingen fungerer dårlig, og sluket har for dårlig kapasitet.

Det har tidligere vært pumper i renseanlegget for sigevannet, men grunnet driftsproblemer har disse blitt fjernet. Sigevannet fjernes nå fra deponiet ved naturlig gravitasjon ned til renseanlegget. Mangel på pumping er trolig en av de viktigste årsakene til den høye vannstanden.

Tiltak

Renseanlegget på Rokke skal oppgraderes. I den forbindelse vil det gjennomføres flere tiltak som vil føre til bedre oppsamling av sigevann.

Det skal settes inn nye mer driftssikre pumper som trolig vil senke vannstanden i deponiet. Det bør vurderes å sette inn målebrønner for å følge med på utviklingen av vannstanden i deponiet for å se om tiltakene har noen effekt. Bekkelukkingskummen ved renseanlegget skal også rehabiliteres, da dette er en kjent kilde til diffus utlekking. Som en del av arbeidene med nytt renseanlegg skal også inntaket for oppsamlet overflatevann fra asfaltplata utbedres. Det skal også ses på utbedring av oppsamlingsgrøftene og en evt. tetting av disse.

Sigevannet skal etter oppgraderingen av renseanlegget føres til kommunalt renseanlegg istedenfor til nærmeste bekk. Ved overføring til kommunen skal det settes ned en kontinuerlig

mengdemåler. Dette vil gi en bedre kontroll på de reelle sigevannsmengde, og man kan på en enklere måte følge med på endringer i vannmengder og effekten av tiltak man gjennomfører.

I ettertid av oppgraderingen av renseanlegget bør det gjennomføres en vurdering på effekten av tiltaket, og om eventuelle andre tiltak bør vurderes for å minske mengden sigevann og forurenset overflatevann som går til diffus utlekking.

Andre tiltak som kan føre til en reduksjon i diffus utlekking eller total sigevannsmengde er grundigere inspeksjon av bekkelukningskummer og evt. rehabilitering av disse hvis nødvendig, avslutning av deponiarealer som er ferdig oppfylt og utplassering av målebrønner for å overvåke vannstanden i deponiet. Det bør uansett utfall jobbes systematisk med reduksjon i sigevannsmengder og oppsamling fra eksisterende og nye områder.