

Vannbalanse for Perpetuum sine deponi på Stormoen, 2020

Perpetuum Circuli AS skal for hvert kalenderår gjøre en beregning av vannbalansen for sine deponier. Rapporten tar utgangspunkt i 52 uker, som vil si frem til og med søndag 27. desember. Det vil si at årets 4 siste dager blir inkludert i uke 1 i 2021.

1

I 2014 ble det installert egen værstasjon som måler temperatur, vind, og nedbør. Data er rapportert inn, med 24-timers intervall. Temperatur er rapportert med minimum, maksimum og gjennomsnitt verdi og måles i celsius grader. Vind er rapportert med retning og sterkne og måles i m/s, både for gjennomsnitt og kraftigstes vind. Nedbør måles i mm. Månedsnedbør ble først registrert de siste 3 månedene i 2014. Til og med 2014 er derfor nedbørsdata for Bardufoss benyttet i vannbalanseregnskapet. Fra og med 2015 oppnås derfor større nøyaktighet ved at lokale nedbørsdata legges til grunn.

I 2014 (uke 38) ble det også installert elektromagnetisk mengdemåling av sigevann, mens det tidligere ble gjort kalkulasjoner basert på gangtid på pumper. Det er antatt at man hadde betydelige feilkilder i tilknytning til tidligere estimerer på sigevannsmengder, slik at også på dette punktet må vannbalansen antas å få betydelig økt nøyaktighet fra og med 2015.

I 2020 (uke 36) ble værstasjon flyttet fra en vind utsatt område på deponiet som var ved siden av referanse brønn 18, til en mer representativ lokasjon nærmere til de deponicellene og rett ved deponigass anlegg.



Figur 1: Kart over Stormoen som viser aktivitetsområder og aktive grunnvannsbrønner. Værstasjon bli flyttet i uke 36, 2020 fra brønn18 til ved siden av gassanlegget.

Vannbalansen for et deponi beskrives av følgende formel:

$$Q_{inn} = Q_{out}$$

Q_{inn} = Nedbør som treffer deponioverflaten + Vanninnhold i avfall + innsig av grunnvann, uavskjærte bekker og annet overflatevann +/- vannomsetning i deponiet

Q_{ut} = Fordampning + kontrollerte utslipp av sigevann fra deponiet +/- vannomsetning i deponiet + diffuse utslipp

2

Alle delmengdene som inngår ovenfor kan måles, beregnes eller estimeres. Diffuse utslipp ($\Delta S_{diffust}$) fremkommer da som den størrelsen som må til for å balansere ligningen, og bør ikke utgjøre mer enn 5%.

Q_{inn} : Vann som tilføres deponiet

Vann som tilføres deponiet og dermed bidrar til å frembringe sigevann, kan ha prinsipielt ha ulikt opphav:

1. Nedbør som faller på det bunntettede overflatearealet
2. Overflatevann som renner inn i det bunntettede deponiområdet
3. Snødrift (kan virke begge veier avhengig av topografi og vindforhold)
4. Lekkasje av grunnvann inn gjennom en utett bunntetting
5. Vann som følger med deponert avfall

Nedbør

Mengde vann tilført deponiet i form av nedbør, er en funksjon av mengde nedbør over året og nedslagsfeltets areal (deponiareal).

For å beholde en referanse bakover til tidligere år, har vi beholdt data tilbake til 2015 i tabellen nedenfor. I 2015 og 2016 er både data fra Bardufoss og Stormoen notert, som sammenligning. Fra og med 2015 er det i prinsippet bare målinger fra egen vannmåler på Stormoen som benyttes til beregning av vannbalanse det enkelte år. Det var imidlertid noen tekniske problemer med nedbørsmåleren i 2018 fra januar til april. Tall fra Bardufoss ble benyttet i denne perioden, med antagelse at Stormoen får 60% av nedbøren på Bardufoss på grunn av vinteren. I 2019 var det var noen tekniske problemer med nedbørsmåleren fra mars til mai. Det er her antatt 100% av nedbør på Bardufoss. Dette på bakgrunn av at vi har registrert i våre historiske data, at forskjellen i nedbør mellom Bardufoss og Stormoen er minimal i denne perioden av året.

	Nedbør Bardufoss	Nedbør Stormoen	Forholdet Stormoen/Bardufoss
2015	691,1 mm	427,3 mm	61,8%
2016	655,0 mm	368,5 mm	56,3%
2017		478,6 mm	
2018	651,2 mm	400,6 mm	For noen målepunkt i 2018 der vi hadde

			teknisk problem med nedbørsmåleren på Stormoen om vinteren, er det antatt 60% av nedbør på Bardufoss
2019	738,4 mm	526,6 mm	For noen målepunkt i 2019 (mars -mai) der vi hadde teknisk problem med nedbørsmåleren på Stormoen, er det antatt 100% av nedbør på Bardufoss (ref. forklaring ovenfor)
2020	815,3 mm	548,3mm	Værstasjon flyttet til mer representativ lokasjon i september. Se nedenfor for månedlig forklaring av estimering prosess

Stormoen			
Notater	2020	Tot. nedbør	Gjenn. Temp
		mm	°C
*	januar	34,7	-1,0
**	februar	16,7	-2,1
***	mars	37,8	-0,7
***	april	22,3	-1,4
****	mai	33,4	3,3
****	juni	17,3	11,8
*****	juli	84,3	14,1
	august	90	13
*****	september	109,1	8,8
	oktober	22,2	4,1
	november	62,3	2,7
*****	desember	18,26	-6,5
	Total	548,3	

Forklaring av estimering prosess	
*	Dominant registrert vindretning på Stormoen i januar-mai 2020 var WSW. I januar 2019 januar, var det også WSW så samme forhold mellom Stormoen og Bardufoss er brukt. For total nedbør har Stormoen 65% mindre enn Bardufoss. For gjennomsnittlig temperatur er 3.6 grader varmere
**	22/29 dager er registrert på Stormoen og igjen er dominert vind retning WSW for Stormoen og Bardufoss. Når du sammenligne nedbør og temperatur av de 22 dagene har Stormoen 48.7 mm mindre nedbør enn Bardufoss og 33.2 grader varmere. Nedbør tilsvarer en faktor av 5.3. Den samme faktoren er brukt for total nedbør i februar.
***	I mars 2020, værstasjon fungert på Stormoen kun de første 13 dagene. Dominert vindretning er WSW i 2020 som er likt til Bardufoss. Samme forhold brukt i januar er brukt i mars og april for Stormoen. Det er ingen registrert data for April i Stormoen.
****	De siste 5 dagene i mai er registrert for Stormoen i 2020 som er 3.8 mm av nedbør og mer enn Bardufoss på samme perioden (0.9mm). Det var 16 registrert dager på Stormoen i juni: Dominant vindretning N, 7.4mm regn, 9.1 gjen temp. Likt nedbør og samme 2019 temp forhold er brukt for mai og juni

	2020.
***** juli	Basert på 25 registret dager i juli har Stormoen 9% mer nedbør enn Bardufoss og er =.8 grader varmere
***** september	Værstasjon flyttet i nærheten av deponigass og var mer stabilt
***** desember	Fra deponisjef (Robin), "etter at vi fikk flyttet den har den fungert stabilt, men det mangler noe fra slutten av desember. Har snakket med leverandør. Vi klarer ikke helt å finne ut hva som har skjedd. Trolig har den vært satt opp slik at den oppdaterer data for ofte og minnet har blitt fullt. Jeg fikk ny PC i midten av desember og har derfor ikke brukt den gamle som programmet ligger på nå." Brukt Bardufoss data for desember

Bunntettet deponiareal for Celle 1 er beregnet til 13.310 m². For Celle 2 ble det i august 2013 føyd på en liten bit membran lengst bak i deponiet, i retning administrasjonsbygget. Etter denne utvidelsen var nedbørsarealet i Celle 2 på 33.970 m², og totalt brutto areal for celle 1+2 på 47.280 m².

Fra ca 1. desember 2018 ble nytt trinn 3 i celle 2 koblet inn på sigevannssystemet. Dette arealet er tatt inn med i kalkulasjonen for vannbalanse for 2019. Trinn 3 består av 3 deltrinn med følgende nedbørsareal:

Celle PF (3A):	7.497 m ²
Deltrinn 3B:	6.444 m ²
<u>Celle MF (3C):</u>	<u>9.105 m²</u>
Sum trinn 3:	23.046 m ²

Det nye trinn 3 overlapper imidlertid trinn 2 med 5.185 m² (den ene sidekanten i trinn 3 går inn over trinn 2), slik at totalarealet for hele celle 2 øker bare med 17.861 m².

Deltrinn 3B er imidlertid ikke tatt i bruk og sigevannet fra dette deltrinnet blir foreløpig ikke tatt inn i sigevannsbehandlings-systemet. Dermed må man frem til dette deltrinnet tas i bruk, trekke fra 6.444 m² når man ser på faktisk nedbørsfelt. Fra 2019 vil dermed totalt brutto areal for celle 1 + 2 bli 58.697 m².

Et forhold som må tas hensyn til er eventuelle tette deponioverflater som leder nedbøren ut av bunntettet deponiareal, og dermed ikke bidrar til å generere sigevann.

I både Celle 1 og Celle 2 er det utført en del tetting av fyllingsfrontene, ved at det her er lagt rimelig tette masser i en toppettingskonstruksjon. Vi har ikke nøyaktige arealmål på disse arealene, og det er heller ikke slik at disse fyllingsfrontene nødvendigvis er 100% tett. Tetting av fronten i celle 2 går i stor grad heller ikke helt ut til kanten av bunntettingen, slik at vannet likevel kommer inn i sigevannet. Det vil da renne av på toppen ned fyllingsfronten, men penetrere deponiet og komme inn i sigevannet helt ute ved kanten av bunntettingen. Effekten med at vann ledes ut av deponiet er derfor foreløpig mest aktuell for fyllingsfronten på celle 1. Den effekten skal bli overvåket med drone bilde i 2021.

Vi beholder samme areal tette flater som i fjor, da vi ikke økt arealet med tette fyllingsfronter. Det trekkes derfor i fra et areal på 2.250 m² fra brutto til netto areal.

Tabellen nedenfor angir da antatt brutto og netto deponiareal som mottar nedbør i de aktuelle årene. Også her beholdes tallene tilbake til 2014, som referanse, mens det er tallet for årets tall som benyttes for årets kalkulasjon.

	Brutto areal (Celle 1 + Celle 2)	Netto areal (Celle 1 + Celle 2)
2015	47.280 m ²	45.030 m ²
2016	47.280 m ²	45.030 m ²
2017	47.280 m ²	45.030 m ²
2018	47.280 m ²	45.030 m ²
2019	58.698 m ²	56 447 m ²
2020	58.698 m²	56 447 m²

Når det gjelder det nye trinn 3 i deponicelle 2, som ble koblet til sigevannsystemet ca 1. desember 2018, så har vi valgt å ikke ta med dette i kalkulasjonene av vannbalansen for 2018. Det er først tatt inn i 2019.

Ut fra overnevnte får vi følgende vannmengder tilført deponiet direkte via nedbør:

	Tilført vann	Nedbørsdata
2015	19.241 m ³	Stormoen
2016	16.594 m ³	Stormoen
2017	21.551 m ³	Stormoen
2018	18.039 m ³	Stormoen
2019	29.725 m ³	Stormoen
2020	30.950 m³	Stormoen

Overflatevann

Vi mener at vi på Stormoen har god kontroll på overflatevann i området, slik at vann som renner fra arealer utenfor deponiet og inn på deponiområdet, utgjør et svært lite problem. Dette bidraget mener vi derfor kan antas tilnærmet lik null.

Snødrift

Snø kan blåse både inn på et areal og ut av et areal. Dette vil primært være avhengig av topografiske forhold og vindforhold. På Stormoen er det grunn til å anta at noe mer snø vil blåse inn på deponiet enn ut fra dette.

En annen ting som kan spille inn, er at kjøring med maskiner inne på deponiet stabiliserer snøen som ligger her. Snø som kommer inn hit på deponiet vil kanskje derfor i enda større grad ikke blåse bort igjen. Varmen som utvikles i deponiet kan også føre til at noe mer snø smelter her enn på arealer utenfor. Dette kan også bidra til at snø som først er kommet inn på

deponiet ikke blåser bort igjen.

I sum mener vi derfor at det er sannsynlig at nettoeffekten av snødrift øker tilfanget av nedbør inne på deponiet i forhold til utenfor deponiet. Hvor stort et slikt bidrag kan være over året er vanskelig å anslå. Et estimat kan være en vannmengde tilsvarende 15% av nedbøren som faller på deponiarealet i perioden november-april.

	Nedbør Nov-April	Vann tilført med snødrift
2015	204,8 mm	1.383 m ³
2016	143,8 mm	971 m ³
2017	235,2 mm	1.589 m ³
2018	132 mm	892 m ³
2019	279,1 mm	2.363 m ³
2020	192,1 mm	1.627 m³

Lekkasje gjennom bunntettingen

Begge våre deponier (Celle 1 og Celle 2) ligger over grunnvannsspeilet i umettet sone. Eventuelle hull i bunntettingene vil derfor med langt større sannsynlighet føre til at sigevann lekker ut av deponiet, og ikke til at grunnvann trenger inn i deponiet.

Det er ingen ting som tyder på at vi har lekkasje hverken inne eller ut av bunntettingen på våre to deponier.

I Celle 2 har vi også dobbel bunntetting med lekkasjedeteksjon mellom de to bunntettingene, slik at her kan vi med stor sikkerhet fastslå at man ikke har noen lekkasje.

Økt vannmengde på grunn av avfallet

Avfall som deponeres på et deponi kan i prinsippet inneholde så mye vann at dette kan bidra til sigevannsproduksjon. I dype deponier kan man også få en effekt av at setninger/trykket som avfallets utsettes for presser vann ut av avfallet. (Vann som følger med avfallet, men som ikke frigis i deponiet, regnes da ikke som "vann tilført")

Da det ikke er lov å deponere vått avfall eller organisk avfall, er imidlertid det motsatt mer sannsynlig, nemlig at avfall som deponeres har en kapasitet til å binde opp vann og dermed redusere sigevannsproduksjonen.

Man kan også ved eventuelle aerobe biologiske prosesser i deponiet få frigivelse av vann. Da mengden organisk avfall i deponiene er redusert, samt da man i et deponi primært vil ha anaerobe prosesser, vil et slikt bidrag være neglisjerbart.

Det antas derfor null når det gjelder positivt bidrag av vann fra avfallet.

Oppsummering for Q_{inn}

Oppsummert for Q_{inn} har vi da:

	Vann direkte fra nedbør	Vann tilført m/ overflatevann eller lekkasje i bunntetting	Vann tilført med snødrift	Vann tilført med avfallet eller grunnet prosesser i avf.	Sum vann tilført deponiet Q_{inn}
2015	19.241 m ³	0 m ³	1.383 m ³	0 m ³	20.625 m ³
2016	16.594 m ³	0 m ³	971 m ³	0 m ³	17.565 m ³
2017	21.551 m ³	0 m ³	1.589 m ³	0 m ³	23.140 m ³
2018	18.039 m ³	0 m ³	892 m ³	0 m ³	18.931 m ³
2019	29.725 m ³	0 m ³	2.363 m ³	0 m ³	32.088 m ³
2020	30.950 m³	0 m³	1.627 m³	0 m³	32.526 m³

7

Q_{ut} : Vann som tas ut av deponiet eller bindes i deponiet

Vann som tas ut av deponiet må balansere med vann som tilføres deponiet. Tilført vann som eventuelt bindes i deponiet og ikke lengre kan bidra til sigevannsproduksjon, regnes da som «tatt ut». Vannet har da følgende veier «ut av deponiet»:

1. Fordampning fra deponioverflaten
2. Kontrollert uttak av sigevann
3. Vann som bindes i deponert avfall
4. Ukontrollerte diffuse utslipp

Fordampning

Ved beregning av vannbalanse må det tas hensyn til fordampning fra deponioverflaten. Ulik litteratur beskriver mange ulike mekanismer som påvirker fordampningen, herunder: temperatur, luftfuktighet, solinnstråling, vind og tilgjengelig fukt i jordoverflaten.

Det finnes en rekke ulike modeller der mange kun har temperatur som variabel, i tillegg til en del konstanter som er fremkommet empirisk. Slike modeller fungerer ofte bra for det området der det empiriske grunnlaget for konstantene er laget, mens man kan få store feil når modellen brukes et annet sted.

Blant disse har vi modellene Thornthwaite og Tamms formel, som de to som er nevnt i rettleddninger fra Miljødirektoratet.

Felles for alle disse modellene er at de er utviklet for terreng med vegetasjon, mens deponier i drift jo ikke har vegetasjon. Videre har man for deponier biologiske prosesser gående nede i

deponiet som blant annet utvikler varme. Dette vil helt klart påvirke fordampningen i betydelig grad. Mange deponier, inkludert Stormoen, har også uttak av metangass, der det også tas ut betydelige mengder vanddamp.

Veileder fra Miljødirektoratet fra 2005 anbefaler at man for deponioverflater benytter 50-70% av verdien som fremkommer ved beregning etter Thornthwait eller Tamms formel. Hva slags beregninger/vurderinger/målinger som ligger til grunn for denne anbefalingen fremkommer ikke, men det må antas at dette er ment å ta hånd om en del av de spesielle forhold på et deponi, herunder mangel på vegetasjon. Siden 2005 har tilførselen av organisk stoff til deponiene blitt redusert, noe som må antas å dempe varmeutviklingen og fordampning på grunn av denne.

8

Andre kilder (Wigdel, 1982) anbefaler å bruke 200-400 mm/år for norske deponier, noe som har ført til at mange deponier benytter 300 mm som en fast størrelse for sine vannbalanse beregninger.

Etter at man på Stormoen installerte elektromagnetisk mengdemåling av sigevann og lokal nedbørmåler, er det anslaget på fordampning som står igjen som den største usikkerheten i beregningen. Dette har vi hatt en dialog med Fylkesmannen om. Frem til vi eventuelt får signaler fra Fylkesmannen/myndighetene om fortrukket metode, velger vi for Stormoen å benytte oss av en kalkulasjon etter Thornthwaits formel.

Som første steg i Thornthwaits formel, benyttes lokale temperaturdata som snitt-temperaturer pr måned. Når snitt-temperaturen en måned er på minussiden, må det settes 0 grader, da modellen ikke takler negative verdier.

Dernest benyttes data for antall timer solen er opp for den enkelte måned, på den aktuelle lokaliteten.

Når det gjelder reduksjonsfaktor i hht Miljødirektoratets veileder TA 2075/2005, benyttes 50%, som gir den største reduksjonen i det anbefalte intervallet. Denne må antas å ta opp i seg alle usikkerhetene rundt beregningen, herunder:

- Manglende vegetasjon på deponiet
- Varmeutvikling i deponiet (det regnes 0 fordampning med minusgrader, noe som helt sikkert er feil for deponier med egen varmeutvikling)
- Uttrekking av vann via metangassanlegg
- Tilgang på fuktighet i jorda (tørr jord kan ikke gi fordampning)
- Vind
- Luftfuktighet

I 2014, da man blant annet ikke hadde lokale temperaturdata, ble det antatt en fast verdi på 250 mm fordampning. Fra og med 2015 er overnevnte metode benyttet, slik at man i alle fall får med seg om det skjer relative endringer knyttet til variasjon i temperaturforhold.

	Netto deponi-areal	Antatt årlig Fordampning	Mengde vann Fordampet
2015	45.030 m ²	315,9 mm	14 227 m ³
2016	45.030 m ²	320,4 mm	14 428 m ³
2017	45.030 m ²	305,9 mm	13 774 m ³

2018	45.030 m ²	311,1 mm	14 008 m ³
2019	56.447 m ²	292,5 mm	16 511 m ³
2020	56.447 m²	282,2 mm	15 931 m³

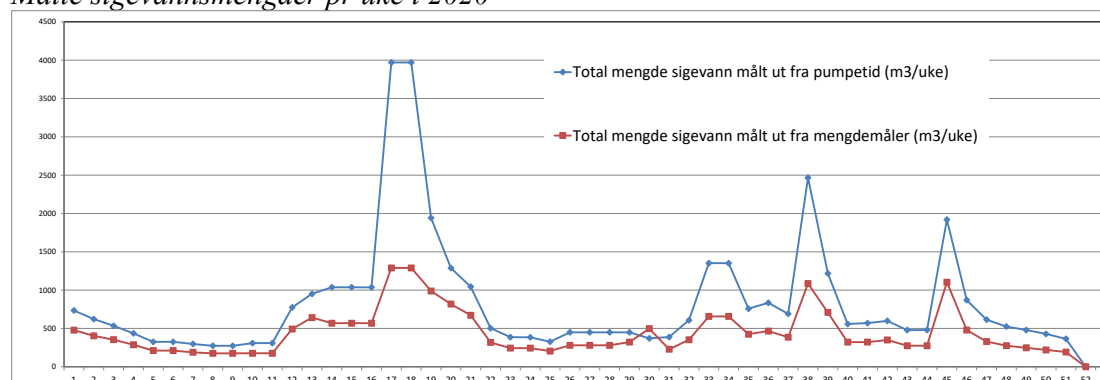
Kontrollert uttak av sigevann

Elektromagnetisk måling av sigevann har vært i drift siden et stykke ut i 2014. Tidligere ble mengder basert på pumpetid, og der man også hadde en feilkilde knyttet til lekkasje i tilbakeslagsventil, slik at vann kunne bli pumpet flere ganger. Den elektromagnetiske måleren er programmert slik at vann som renner "feil vei" gjennom måleren trekkes i fra.

I perioden med elektromagnetiske målinger i 2014 viste disse i snitt 87% av estimatet som fremkom fra pumpetid. Fra 2015 har vi elektromagnetiske målinger gjennom hele året, og man ser at reell verdi fra måler ligger hele tiden lavere enn kalkulert verdi ut fra pumpetid. Vi ser imidlertid hvert år at de to grafene følger hverandre godt, noe som er en fin kontroll på at det ikke er noen alvorlige feilkilder ute og går. Avstanden mellom de to grafene varierer imidlertid noe fra år til år, noe som antas å skyldes at man har noe ulik andel lekkasje i pumpenes tilbakeslagsventil, slik at det varierer fra år til år hvor mye vann som må pumpes to ganger. Grafen nedenfor viser registrerte mengder gjennom hele 2020, med begge måleprinsipper, mens tabellen også viser historiske tall. Det er målingene med den elektromagnetiske måleren som brukes i vannbalanseregnskapet (rød linje i grafen).

	Mengde beregnet etter pumpetid	Mengde målt elektromagnetisk
2015	13.389 m ³	10.734 m ³ (80% av pumpetidskalk.)
2016	11.967 m ³	7.970 m ³ (67% av pumpetidskalk.)
2017	21.110 m ³	10.758 m ³ (51% av pumpetidskalk.)
2018	14.200 m ³	7.664 m ³ (55% av pumpetidskalk.)
2019	30.555 m ³	18.217 m ³ (60% av pumpetidskalk.)
2020	42 815 m³	23.293 m³ (54% av pumpetidskalk.)

Målte sigevannsmengder pr uke i 2020



Vann som bindes i deponert avfall

Avfall som deponeres på et deponi kan i prinsippet både tilføre vann og binde vann. I kapittelet for Q_{inn} , har vi konkludert med at vi ikke antar noe positivt vannbidrag fra deponert

avfall. Vi mener derimot at deponering av en del avfallsfraksjoner vil bidra til å binde opp vann, og dermed redusere sigevannsproduksjonen.

Anaerobe prosesser i deponiet vil også kunne binde vann, men bidraget fra dette antas å være så beskjedent at det ikke tas med her.

Ved deponering av tørt avfall vil avfallet ha en kapasitet til å ta til seg og holde på vann. For celle 1, der det ikke har vært deponert avfall siden 2001, må det antas at en likevekt er oppnådd mhp avfallets kapasitet til å holde på vann. En viss buffereffekt som flater ut regnværstopper vil man ha, men over året kan det antas at netto nedbør som trenger inn i deponiet tilsvarer produsert mengde sigevann.

For celle 2, der det fortsatt deponeres nytt avfall hvert år, antar vi at avfallet som deponeres har en restkapasitet til å holde på vann. Avfallets kapasitet til å binde opp vann vil variere mye. Vår største fraksjon som er forurensede masser, er normalt masser som har ligget eksponert for vann over lang tid. I utgangspunktet er det da neppe så mye restkapasitet igjen, men ofte vil massene ha ligget lagret i hauger hos avfallsbesitter, og dermed tørket noe før deponering. Man vil da kunne ha en restkapasitet for å holde på vann, når massene er deponert. Andre mindre fraksjoner som f.eks bunnaske og gips er normalt tørre når de kommer til deponiet, og kan binde opp en god del vann.

Tett avfall kan også lage små lokale "basseng" inne i deponivolumet, som holder tilbake noe vann. Denne effekten er vanskeligere å estimere.

Vi har valgt ikke å begi oss ut på konkrete kalkulasjoner, da dette blir spekulativt, men med de mengder og avfallstyper vi i dag tar imot skal man ikke se bort i fra at i størrelsesorden 1-4.000 m³ vann holdes tilbake i avfallet/massene som legges på deponiet årlig. Vi beholder samme estimat som ble benyttet i fjor, og benytter en verdi på 1.500 m³, som antas å ligge på den konservative siden.

Oppsummering for Q_{ut}

Hvis det antas at man ikke har ukontrollerte diffuse utslipp ($\Delta S_{\text{diffust}} = 0$), kan Q_{ut} med overnevnte antagelser oppsummeres slik:

	Fordampning fra deponi-overflaten	Kontrollert uttak av sigevann	Vann bundet I deponert avfall	$\Delta S_{\text{diffust}}$ Foreløpig Antatt = 0	Sum «tatt ut av» deponiet Q _{ut}
2015	14.227 m ³	10.734 m ³	1.000 m ³	0 m ³	25.961 m ³
2016	14.428 m ³	7.970 m ³	1.500 m ³	0 m ³	23.898 m ³
2017	13.774 m ³	10.758 m ³	1.500 m ³	0 m ³	26.031 m ³
2018	14.008 m ³	7.664 m ³	1.500 m ³	0 m ³	23.172 m ³
2019	16.511 m ³	18.217 m ³	1.500 m ³	0 m ³	36.228 m ³
2020	15.931 m³	23.293 m³	1.500 m³	0 m³	40.724 m³

Vannbalanse for deponicelle 1 og 2 på Stormoen

Beregningene fra og med 2015 antas å ha langt større nøyaktighet enn estimatene før det. Dette da det nå benyttes lokale nedbørsdata, samt at sigevann antas målt med stor nøyaktighet. Estimatet for fordampning antas også å ha blitt noe bedre, da lokale temperaturdata nå benyttes.

Den gjenstående store usikkerheten er imidlertid fortsatt fordampning, da det er mange faktorer som kun er tatt høyde for gjennom en antatt reduksjonsfaktor, som vi ikke vet om er riktig. Også andre tall kan selvfølgelig være beheftet med feil, men disse antas å ha mer begrenset betydning for resultatet.

11

Den differanse man får mellom Q_{inn} og Q_{ut} , vil bestå av feil i beregningene samt et mulig diffust utslipp $\Delta S_{diffust}$. $\Delta S_{diffust}$ bør være lavere enn 5%. Som det framgår av tabellen, viser beregningene for 2020 en negativ differanse på -25%. Q_{inn} er likt til 2019 med ca 32.000 m³ men en stor forskjell mellom 2019 og 2020 er mest av 2020 nedbør kom i formen av snø i motsetning av 2019 som var regn. Snø kan sublimeres; de ville si at snøen går rett fra fast form til gassform. Is og snø er vann i fast form, regn er vann i flytende form, vanddamp er vann i gassform.. Vann forekommer i atmosfæren i alle disse tre fasene. Vår vannbalanse beregningene tar høyde for fordampning av vann, sies flytende fase til gass fase. Det tar ikke høyde for sublimering av snø og is, sies fast fase til gass fase. Dette kunne vært en forklaring til et større avvik av $\Delta S_{diffust}$ fra 2019 til 2020. For 2019 var det en negativ differanse på -13% av Q_{inn} så 12% mindre enn 2020.

Avviket ligger likt til 2018, som også hadde mer nedbør kommer i fast form enn flytende form. 2017 er samme nivå som i 2019 som hadde mye regn i høsten. Alle seks år etter at måling av sigevannsmengde og nedbør ble mer nøyaktig enn, har man hatt en negativ differanse som betyr at beregnet mengde vann ut av deponiet er større enn beregnet mengde inn.

	Q_{inn}	Q_{ut}	Differanse	Differanse i % av Q_{inn}
2015	20.625 m ³	25.961 m ³	-5.336 m ³	- 26%
2016	17.565 m ³	23.898 m ³	-6.333 m ³	- 36%
2017	23.140 m ³	26.031 m ³	-2.891 m ³	- 12%
2018	18.931 m ³	23.172 m ³	-4.242 m ³	- 22%
2019	32.088 m ³	36.228 m ³	-4.140 m ³	- 13%
2020	32.576 m³	40.724 m³	-8.147 m³	- 25%

De øvrige estimerte bidragsyttere til vannbalansen kan selvfølgelig også være unøyaktige, men fordampning anses for å ha størst usikkerhet. Man kan i alle fall konkludere med at det er ingen ting som tyder på at man har noen lekkasje fra deponiene, slik at $\Delta S_{diffust}$ anses å være tilnærmet lik null.

Den mest sannsynlige kilden til feil er estimatet på fordampning, og at dette estimatet kan være for høyt. Tabellen nedenfor viser hva fordampningen måtte ha vært, hvis Q_{inn} skal bli lik Q_{ut} .

Hva måtte fordampningen vært hvis $Q_{inn} = Q_{ut}$
--

2015	197 mm
2016	180 mm
2017	242 mm
2018	217 mm
2019	219 mm
2020	138 mm

Med vennlig hilsen

Robin GGout
Daglig leder

Merrick Mordal
Prosjektleder