

Hoge zinkgehalten in het ondiepe grondwater van een natuurgebied in de Peel

1. Grondwater in zandige natuurgebieden

In natuurgebieden met een zandige bodem heeft het grondwater vaak een bijzondere samenstelling. Doordat de begroeiing schaars is en de bodem schraal, kan regenwater percoleren zonder dat de samenstelling veel verandert. De invloed van verwerking van de bodem of van verontreiniging is tot voor kort gering geweest. Het is echter bekend dat de kwaliteit van het regenwater de laatste tientallen jaren slechter wordt [Van Duijvenbouden, 1980]. In het grondwater onder zandige natuurgebieden is een dalende pH



L. J. M. BOUMANS
Rijksinstituut voor Volks-
gezondheid en Milieuhygiëne

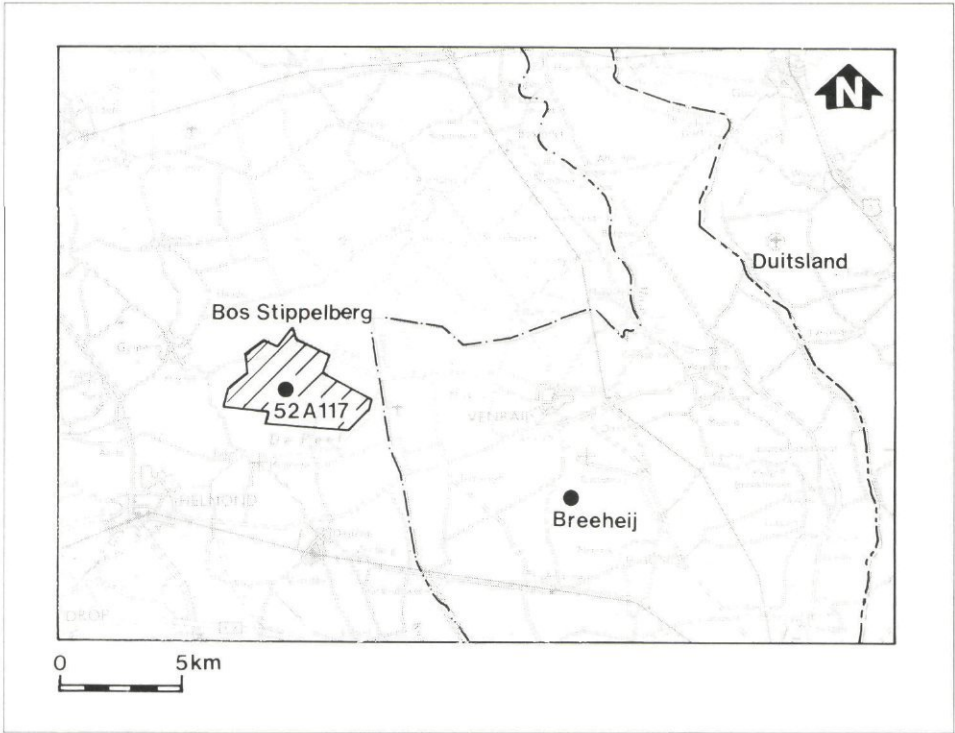


C. R. MEINARDI
Rijksinstituut voor Volks-
gezondheid en Milieuhygiëne

gevonden [Appelo, 1983]. Maar ook veranderde de begroeiing van deze natuurgebieden. Veel woeste gronden die met heide waren begroeid, zijn sinds ongeveer 1900 beplant met bomen. Met name de grove den werd veel aangeplant. Het effect van deze veranderde begroeiing is tweeledig. In de eerste plaats neemt de verdamping toe, wat betekent dat de gehalten van alle uit atmosferische depositie afkomstige verbindingen toenemen als gevolg van een grotere indamping. Verder is recent gebleken dat bomen relatief grote hoeveelheden verbindingen invangen die een verzurend effect hebben [Van Breemen e.a., 1982]. Beide aspecten kwamen aan het licht bij een onderzoek in het bos Stippelberg te Rips (afb. 1) in de Peel. Een boring in dat bos leverde grondwater op met een lage pH en zinkgehalten van ongeveer 1 mg/l. Dit is meer dan de hoogste toetsingswaarde, de C-waarde, die aangegeven is in de Leidraad bodemsanering van DGMH. Deze bedraagt voor zink 0,8 mg Zn/l.

TABEL I – Neerslag – gewogen gemiddelden bepaald voor Breehei, 1978-1982.

Geleidingsvermogen :	4,5 mS/m
pH :	4,72
Chloride :	2 mg Cl ⁻ /l
Nitraat :	0,8 mg N/l
Ammonium :	2,8 mg N/l
Sulfaat :	9 mg SO ₄ ²⁻ /l
Calcium :	1,0 mg Ca ²⁺ /l
Magnesium :	0,20 mg Mg ²⁺ /l
Kalium :	0,57 mg K ⁺ /l
Natrium :	1,1 mg Na ⁺ /l
Zink :	0,148 mg Zn/l



Afb. 1 - Situatie van put 52 A 117 in het bos Stippelberg.

Dit grondwater is vergeleken met het regenwater van het nabijgelegen natuurgebied Breehei dat onderzocht is in het RID-VEWIN Meetnet regenwater [Van de Meent, 1984].

2. Het regenwater van Breehei

Van de Meent [1984] geeft de waarden van tabel I voor een aantal eigenschappen gemeten over de periode 1978-1982 in het natuurgebied Breehei. Van de Meent merkt op dat de waarden van tabel I vooral de depositie via de neerslag betreffen. Daarnaast vindt ook nog droge depositie plaats, die niet is gemeten. Het gemiddelde zinkgehalte dat in de 27 meetstations is bepaald, bedraagt 0,101 mg Zn/l.

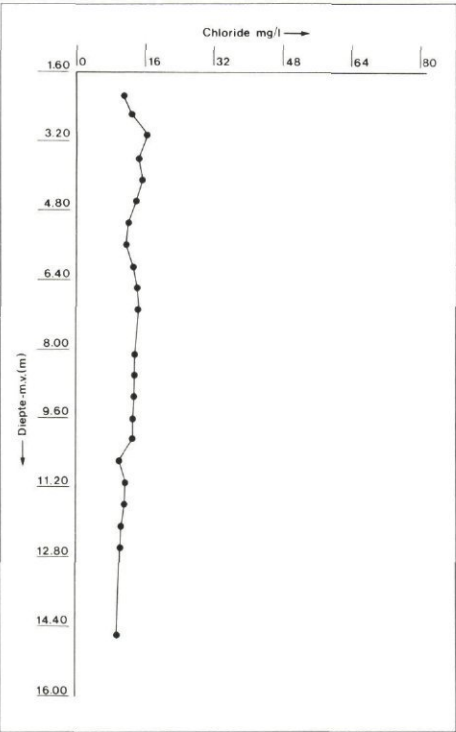
3. Het grondwater in het bos Stippelberg

In het bos Stippelberg is in 1980 aan de rand van een open plek een boring (852A 117) gezet met een diepte van 15 meter. De open plek ligt ten minste 1 km verwijderd van het dichtstbijzijnde landbouwgebied. De boring is om de halve meter voorzien van minifilters. Deze zijn in totaal zes keer bemonsterd, namelijk in april, juni, september en december 1981, in maart 1982 en in december 1984. De monsters water zijn niet in het veld gefiltreerd, maar aangenomen mag worden dat dit weinig invloed zou hebben gehad. Het opgepompte water was glashelder. In april 1981 en december 1984 zijn aparte bemonsteringen uitgevoerd ten behoeve van de bepaling van het tritium (³H) gehalte.

De ³H-gehalten van april 1981 zijn bepaald door het Natuurkundig Laboratorium van de RU Groningen [prof. Mook, 1979], die van december 1984 door het RIVM. Het gemiddelde over de diepte en in de tijd van een aantal parameters, gemeten in 1981 en 1982 staat vermeld in tabel II. Voor de pH, het chloride- en het zinkgehalte zijn de in de tijd en naar de diepte gemeten gehalten uitgezet in de afb. 2, 3 en 4. Hieruit blijkt dat het chloridegehalte niet duidelijk toe- of afneemt met de diepte, maar wel fluctueert. Het zinkgehalte neemt geleidelijk af met de diepte, tot een niveau van mv – 10 m, waar het ineens daalt tot ca. 0,1 mg Zn/l. De pH is relatief constant tot 10 m diepte en neemt dan plotseling toe met ongeveer 0,7 pH eenheid. Het landelijk meetnet grondwaterkwaliteit geeft een gemiddelde waarde van 0,05 mg Zn/l voor het zoete grondwater op 10 meter onder het maaiveld. Voor een nadere verklaring van de waargenomen gehalten is het nodig de

TABEL II – Rekenkundig gemiddelde van eigenschappen gemeten in 1982/1982 in boring 52 A 117 in het bos Stippelberg.

Geleidingsvermogen :	23 mS/m
Chloride :	13 mg Cl ⁻ /l
Nitraat :	8,5 mg N/l
Ammonium :	0,04 mg N/l
Sulfaat :	68 mg SO ₄ ²⁻ /l
Calcium :	5,5 mg Ca ²⁺ /l
Magnesium :	2,0 mg Mg ²⁺ /l
Kalium :	2,0 mg K ⁺ /l
Natrium :	6,1 mg Na ⁺ /l
Zink :	0,76 mg Zn/l



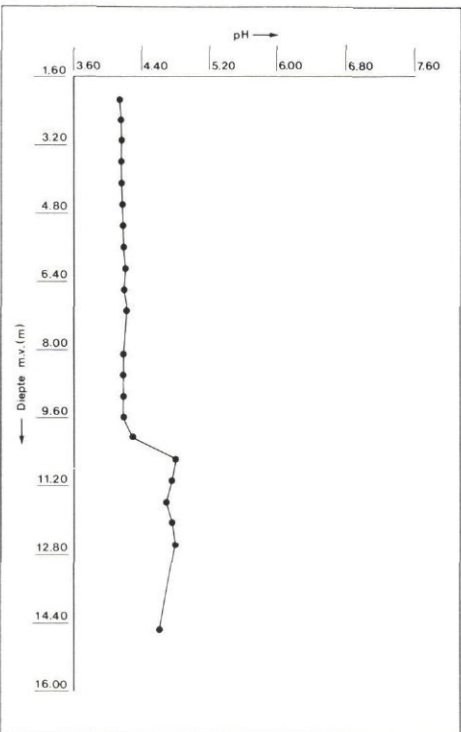
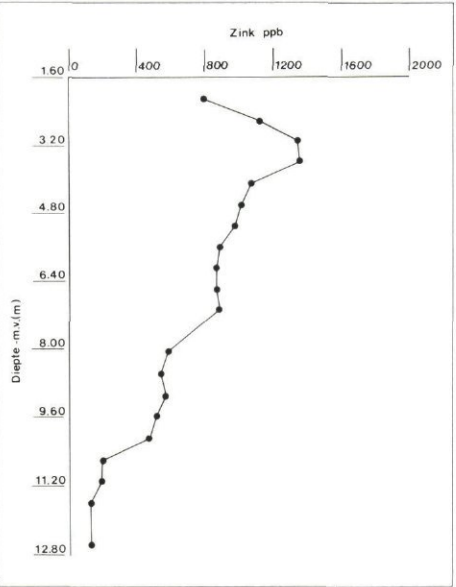
Afb. 2 - Gemiddelde waarden van het chloridegehalte gemeten in de minifilters van 52 A 117.

opbouw van de bodem en de hydrologische situatie toe te lichten aan de hand van het in de omgeving uitgevoerde aanvullende onderzoek.

4. De opbouw van de ondergrond

Het bos Stippelberg ligt op de Peelhorst, maar aan de westrand, waar de lagen al weer enigszins dieper liggen [Van den Toorn, 1967]. De bovenste 2 meter van de bodem bestaan uit fijn dekzand en/of jonger stuifzand. Daaronder ligt tot ca. 15 m diepte de grofzandige en grindhoudende Formatie

Afb. 4 - Gemiddelde waarden van het zinkgehalte in de minifilters van 52 A 117.



Afb. 3 - De waarde van pH in de minifilters van 52 A 117.

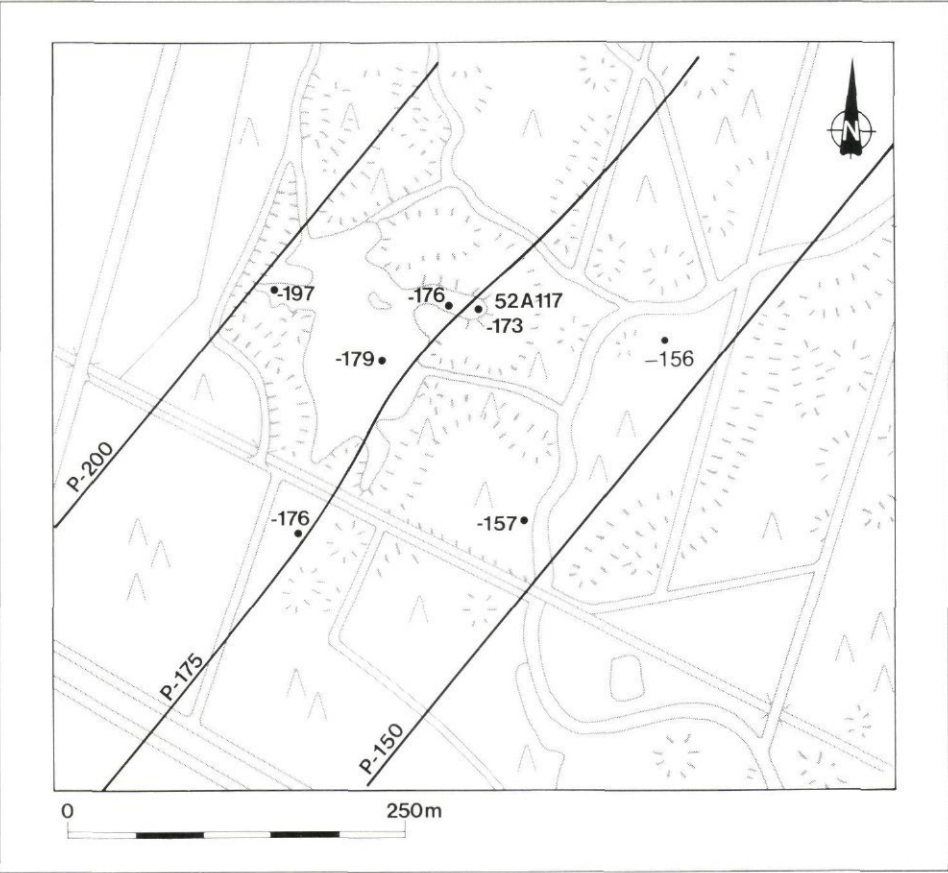
van Veghel A. Op een diepte tussen 10,40 m en 11,80 m ligt een laag grindzand die meer dan 50% grind bevat maar ook slibhoudend is. Van ongeveer 15 m tot 80 m zijn de

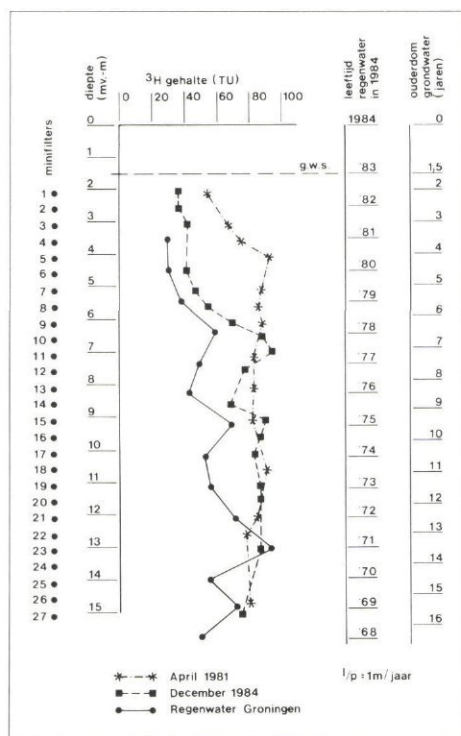
Formatie van Tegelen en de Kieseloöliet Formatie aanwezig die beide overwegend grofzandig zijn ontwikkeld. Beneden 80 m diepte liggen mariene, fijnzandige en kleiige sedimenten afgezet in het Tertiair. Deze vormen de basis van het freatische watervoerende pakket erboven.

5. De hydrologische situatie

In de omgeving van de open plek is nauwelijks open water aanwezig. Wel stroomt op korte afstand (zie afb. 5) de Snelle Loop, een gegraven watergang. De Snelle Loop zal het grondwater op de onderzoekslocatie slechts in beperkte mate draineren. Op 4-12-1984 lag het peil boven de grondwaterstand. Vermoedelijk ligt het voedingsgebied vooral bovenstrooms waar de bodem slechter doorlatend is. De aanvulling van het grondwater rond de waarnemingsput zal dus vrijwel gelijk zijn aan het neerslagoverschot. Het neerslagoverschot verschilt echter voor open plek en bos. De grondwateraanvulling onder het bos is geschat met behulp van 4 geo-elektrische metingen die nabij de boring zijn uitgevoerd. Uit deze metingen bleek op ca. 28 meter-mv een overgang aanwezig te zijn, waar het geleidingsvermogen van het grondwater snel veel lager werd. Ook analyses van grondwater uit boringen in de omgeving tonen die overgang. Indien wordt aangehouden dat het water op de scheidingsvlak

Afb. 5 - Isohypsens (in cm beneden peil P) van het ondiepe grondwater op 4-12-1984.





Afb. 6 - Tritium profielen in put 52 A 117 in vergelijking met regenwater in de tijd.

een ouderdom van 85 jaar heeft, dan volgt uit een beschouwing van Ernst [1973] dat de snelheid van aanvulling $I/p = 0,4$ m/jaar ($I =$ aanvulling in m/jaar, $p =$ porositeit). Een ouderdom van 85 jaar is in overeenstemming met een verandering in vegetatie die omstreeks 1900 plaatsvond toen de zandverstuiving bij Stippelberg met grove dennen werd beplant. Ook verder levert het geofysisch onderzoek aanwijzingen op voor de genoemde snelheid van aanvulling onder het bos [Meinardi, 1985]. De snelheid van aanvulling ter plaatse van boring 52A117 volgt uit de twee ³H profielen die zijn gemeten (zie afb. 6). Onderlinge vergelijking en vergelijking met de ³H gehalten in de neerslag (gemeten door prof. Mook te Groningen) levert op dat de snelheid van aanvulling $I/p \approx 1$ m/jaar. In afb. 6 is de tijdschaal niet lineair met de diepte. In de tijdschaal zijn namelijk de theoretische beschouwingen van Ernst [1973] en Bruggeman [1973] verwerkt. Een snelheid van aanvulling $I/p \approx 1$ m/jaar geldt voor de rand van de open plek. Meer naar het midden is I/p nog groter, vermoedelijk ongeveer 1,6 m/jaar.

Uit stijghoogten gemeten op 4-12-1984 in een aantal tijdelijke peilfilters in de omgeving (zie afb. 5) volgt een regelmatig isohypsenpatroon. De stroming van het grondwater is naar het noordwesten gericht. Hieruit volgt dat de boring benedenstrooms van het bos ligt.

De conclusie is dat het grondwater uit boring 52A117 wel de kenmerken zal hebben van water dat in een bosgebied is geïnfiltréerd,

maar dat de snelheid van inzijging groter is dan midden in een bosgebied. De ouderdom van het grondwater op diverse diepten volgt direct uit de tijdschaal van afb. 6.

6. Vergelijking van de samenstellingen van regenwater en grondwater

Uit een gemiddelde neerslag van 700 mm/jaar in het bos Stippelberg en een grondwateraanvulling van $I = 0,35 \times 400 = 140$ mm/jaar (bij porositeit $p = 0,35$) volgt een indampfactor die gelijk is aan 5.

Vergelijking van de tabellen 1 en 2 levert op dat de gemiddelde gehalten in het grondwater inderdaad ongeveer 5 keer zo groot zijn als die in het regenwater. Hier bedriegt echter gedeeltelijk de schijn. Aan het profiel van de zinkgehalten is een afname naar de diepte te zien en dat geldt ook voor sommige van de andere parameters. Het chloridegehalte is wel relatief constant naar de diepte; de reden daarvoor is dat het gehalte in de neerslag steeds relatief constant is geweest. Afwijkingen hangen samen met variaties in de aanvulling van het grondwater, doordat neerslag en verdamping variëren.

Bovenin het profiel is vermoedelijk zelfs nog het effect van een extra invang door de bosrand van met de westenwind meegevoerde verontreinigingen merkbaar. De afname naar de diepte van het zinkgehalte hangt waarschijnlijk deels samen met een verslechtering van de neerslag in de tijd; de veel lagere zinkgehalten beneden 10 m kunnen ook verband houden met de stijging van de pH beneden dat niveau. Deze pH-stijging hangt vermoedelijk samen met de daar aanwezige bodemlagen. De mobiliteit van zware metalen die als kation voorkomen, neemt af met toenemende pH [Stumm and Morgan, 1970].

De conclusie moet echter wel zijn dat in het grondwater zinkgehalten voorkomen die de B-waarde (0,2 mg Zn/l) en zelfs de C-waarde (0,8 mg Zn/l), zoals aangegeven in de DGMH Leidraad, overschrijden en die verklaard kunnen worden door louter en alleen de atmosferische depositie.

Literatuur

- Appelo, C. A. J. (1982). *Verzuring van het grondwater op de Veluwe*. H₂O (15), 1982, nr. 18, blz. 464-468.
 Bruggeman, G. A. (1973). *Mathematical analysis of steady and non-steady two and three dimensional flow in an isotropic aquifer*. RID mededeling 1973-1.
 Breemen, N. van, Burrough, P. A., Velthorst, E. H. J., Dobben, H. F. van, Wit, T. de, Ridder, T. B. and Reijnders, H. F. R. (1982). *Soil acidification from atmospheric ammoniumsulphate in forest canopy throughfall*. Nature, vol. 299, October 1982.
 DGHM (1983). *Leidraad bodemsanering*. Uitgegeven door het Directoraat Generaal Milieuhygiëne van het Ministerie van VROM.
 Duijvenbouden, W. van (1980). *De samenstelling van het in de Achterhoek gewonnen grondwater*. Basisrapport ten behoeve van de Commissie Bestudering Waterhuishouding Gelderland.
 Duijvenbouden, W. van, Taat, J. en Gast, L. F. L. (1985).

Eindrapport landelijk meetnet grondwaterkwaliteit.

RIVM-rapport no. 840382001.

Ernst, L. F. (1973). *De bepaling van de transporttijd van grondwater bij stroming in de verzadigde zone*. ICW nota 755.

Meent, D. van de, Oosterwijk, J. van en Aldenberg, T. (1984). *RID-VEWIN Meetnet Regenwater 1978-1982*. RIVM rapport Ecowad 84-01.

Meinardi, C. R. (1985). *Resultaten van het geofysisch onderzoek in het bos Stippelberg te Rips*. Interne RIVM nota.

Mook, W. G. (1979). *Isotopenhydrologie*. College-dictaat Vrije Universiteit.

Stumm, W. and Morgan, J. J. (1979). *Aquatic Chemistry*. J. Wiley & Sons, Inc.

Toorn, J. C. van den (1967). *Toelichtingen bij de Geologische Kaart van Nederland, blad Venlo West (52W)*.

• • •

• End of page 259

phosphate load is in this respect seen as an important source. In 1984 a project is started, directed to the development of an effective phosphorus management strategy.

H₂O (19) 1985, nr. 12; 276

U.D.C. 628.112.3 : 551.311.31 : 556.12

H. W. J. VAN DIJK:

Artificial recharge of surface water and precipitation water layers in Dutch coastal dunes

For a Dutch coastal dune area a large precipitation water layer – with a thickness exceeding 4 m – was demonstrated in the vicinity of infiltration ponds [Stuyfzand & Stuurman, 1985]. The existence of layers like this seems to be contrary to the penetration of infiltration water into shallow seepage pools at distances upto 400 m from infiltration ponds which was mentioned by Van Dijk & Bakker [1984]. A plausible explanation for this contradiction may be found in differences in hydrodynamic dispersion between the studied areas. In this connection the only relevant difference seems to be the presence and absence of seepage pools. The research of Stuyfzand & Stuurman was carried out in a dry dune area whereas Van Dijk & Bakker studied seepage areas. Seepage pools appear to function as hydrological short-circuits causing a strong hydrodynamic macrodispersion.

The exceptional dune pools which are not chemically affected by artificial surface water recharge as a consequence of precipitation water layers do not have the potential of natural dune slacks with their rich and various vegetation. The reason is that the precipitation water layer prevents the seepage of calcareous groundwater which might counterbalance the negative impact of acidified and eutrophicated rain water. Besides the groundwater level fluctuation is not natural and technical problems with the artificial water recharge may destroy the precipitation water layers.