

EXAMENSARBETE 15 hp

Identifiering av deponerat material i en deponi samt metodikförslag för upprättande av vattenbalans



**Examensarbete vid Mälardalens Högskola
på uppdrag av Ragn-Sells AB**

Utfört av Sari Vienola

Västerås, 2008-09-01

Abstract

Högbytorp is Ragn-Sells' largest waste facility and it is located north of Stockholm. There is an old landfill still in use, but at the end of this year it will be closed. The waste deposited on the landfill can, through decomposition, give rise to a large amount of methane gas, which is an energy rich gas that can be used for heat and electricity production. To receive a relatively large amount of gas, the decomposition requires a high moisture content in the waste. Therefore the landfill is dependent on precipitation input, although when the landfill is covered, rainfall can no longer infiltrate the landfill and hence irrigation might be necessary to sustain gas production. To know where to irrigate, knowledge about the material content in the landfill is necessary. Thus the purpose of this report is to identify and describe what kind and amount of waste that has been deposited on the landfill and also where the waste has been placed. The purpose is also to investigate the availability of methods and that are used in Sweden for establishing a water balance for a landfill. The identification work showed that the landfill consists mainly of household-, construction- and industrial waste, retted sludge from sewage treatment plants and soil, which all can produce large quantities of methane gas. The investigation about the different methods for conducting a water balance resulted in the presentation of two methods. One of the methods is called Hydrologic Evaluation of Landfill Performance (HELP) and is a computer simulation. The other method is an equation established by the Swedish Environmental Protection Agency (Naturvårdsverket). Both of the methods works well for obtaining a water balance, however modification is needed for each of them in order to be well suited for the studied landfill, so that realistic and site specific results can be obtained.

Keywords: landfill, identification of a landfill, organic material, landfill gas, water balance, landfill technology, transition phases, HELP model

Nyckelord: deponi, identifiering av en deponi, organiskt material, deponigas, vattenbalans, deponeringsteknik, omvandlingsfaser, HELP modellen

Sammanfattning

Höbytorp, i Upplands-Bro kommun, är Ragn-Sells största avfallsbehandlingsanläggning och är belägen norr om Stockholm. På anläggningen finns en gammal deponi som år 1964 togs i bruk. Innehållet i deponin består av en komplex blandning organiska och oorganiska material. De oorganiska materialen består bland annat av askor, färg- och limrester och asbest och de organiska materialen utgörs till stor del av hushållsavfall, rötat slam och hästgödsel. Med tiden bryts det organiska materialet inuti deponin ned och denna nedbrytning sker anaerobt, det vill säga vid frånvaro av syre.

Syftet med examensarbetet är att undersöka innehållet i en avfallsdeponi 20 år tillbaka i tiden. Undersökningen ska gå till väga genom att gammal dokumentation rörande deponin ska inventeras, flygfoton ska avläsas och tolkas och anställda på företaget, som länge har arbetat med driften på deponin, ska intervjuas. Syftet är även att undersöka vilka metoder för att utföra en vattenbalans för en deponi som finns tillgängliga.

En av produkterna som erhålls från nedbrytningen av organiskt material är metangas, vilken är rik på energi och kan utnyttjas för till exempel värme- och elproduktion. Den sista deponeringen kommer att ske i slutet av 2008, men gasen kommer att fortsätta att produceras och utvinnas i många år efter att deponin avslutats och sluttäckts. En god gasproduktion kräver bland annat att det gasbildande materialet inte torkar ut och är därför beroende av att vatten tillförs, exempelvis i form av nederbörd. Dock blir deponin, vid sluttäckning, helt tät och det kommer inte längre finnas någon möjlighet för regnvatten att tränga in i deponin och det kan därför bli aktuellt att en bevattning av deponin sker.

För att veta hur mycket och var i deponin bevattningen ska ske krävs kunskap om deponins materialinnehåll. Med anledning till det har ett identifieringsarbete för deponin utförts med avseende på vad för material och den mängd som har deponerats samt var på deponin dessa material har placerats. Kunskapen om var i deponin bevattningen ska ske är även beroende av att en vattenbalans utformas för deponin.

Undersökningen av innehållet i deponin resulterade i ett identifieringsarbete som påvisade att det deponerats stora mängder avfall av varierande materialtyper. De största avfallsmängderna består dock utav hushålls-, bygg- och industriavfall, rötat slam från avloppsreningsverk samt jordmassor. De nämnda avfallstyperna utgörs till stor del av organiskt material och kan följaktligen ge upphov till stora mängder metangas. Avfallen har deponerats på deponin i mån av plats och därför är de gasbildande materialen utspridda över hela deponiytan, vilket utgör en klassisk samdeponering. För en utförlig beskrivning av deponin och dess deponerade material hänvisas läsaren till bilaga 1 samt till kapitel 4.

Olika avfallstyper innehåller olika mängder vatten och därför är vattenhalten inte jämnt fördelad inuti deponin. Hur stora lakvattenmängder som uppstår vid en avslutad deponi är i huvudsak beroende på sluttäckningens effektivitet samt storleken på eventuellt inläckage av yt- och grundvatten till deponin. För att få kunskap om hur stora lakvattenvolymer blir behöver en vattenbalans utformas. I den här rapporten beskrivs två metoder för att utföra en vattenbalans. Den ena metoden datorsimulering, kallad Hydrologic Evaluation of Landfill Performance (HELP), och den andra är en ekvation upprättad av Naturvårdsverket. De båda metoderna fungerar väl för att en vattenbalans ska erhållas, dock presenterar de två metoderna resultaten på olika sätt. HELPmetoden ger en simulering för det som valts att undersökas, exempelvis linersystemet på en deponi. Ekvationen som fås utav Naturvårdsverket ger

resultatet i form av teoretiska beräkningar. Vilken metod som än ska användas behövs troligtvis modifieringar utföras så att den metod som valts ska passa för den studerade deponin, så att så verklighetstroga resultat som möjligt erhålls. Jag tycker att HELPmodellen är den mest användbara metoden och rekommenderar därför att den används vid upprättande av en vattenbalans för Ragn-Sells deponi på Högbytorp.

Förord

Det här examensarbetet har utförts på Mälardalens Högskola i Västerås vid *Akademien för hållbar samhälls- och teknikutveckling*, på uppdrag av Ragn-Sells Avfallsbehandling AB. Jag vill börja med att tacka Anders Friberg, uppdragsgivare för examensarbetet, för att jag fick möjligheten att utföra ett intressant och mycket givande arbete.

Jag vill tacka Sylvia Waara, min examinator, för stor vägledning genom hela arbetet.

Cecilia Ekvall, min handledare, vill jag ge ett stort tack till då även hon har gett mig stor vägledning under hela arbetsgången. Hon har även hjälpt mig med praktiska detaljer och gett mig råd och diskussioner då det behövts. Tack!

Jag vill även tacka driftspersonalen på anläggningen, Janne och Bosse, för deras hjälp med tolkningen av flygfotona. De har bidragit oerhört mycket till identifieringsarbetet. Tack!

Innehållsförteckning

1 Inledning.....	2
1.1 Bakgrund	2
1.2 Syfte och Mål	3
1.3 Frågeställningar	3
1.4 Avgränsning	3
2 Material och Metod	4
3 Allmänt om deponering	4
3.1 Deponeringsteknik	4
3.2 Omvandlingsfaser.....	5
3.2.1 Initial fas.....	5
3.2.2 Syre- och nitratreducerande fas.....	5
3.2.3 Sur anaerob fas	5
3.2.4 Metanproducerande anaerob fas.....	6
3.2.5 Humusbildande fas	6
3.3 Deponigas.....	6
4 Deponin på område 1 på Högbytorp	7
4.1 Beskrivning av deponin.....	7
4.2 Identifiering av material och materialplacering i deponin	8
5 Inventering av vattenbalansmetoder.....	11
5.1 Hydrologic Evaluation of Landfill Performance – HELP.....	12
5.1.1 Modellering med HELP	13
5.2 Naturvårdsverket	13
5.3 Utförda vattenbalanser hos andra avfallsupplag	14
5.4 Rekommendation av metod.....	14
6 Diskussion	15
6.1 Identifiering av deponin på område 1	15
6.2 Upprättande av en vattenbalans.....	16
7 Slutsatser	17
7.1 Förslag till fortsatt arbete	17
Referenser.....	18
Litteraturkällor	18
Elektroniska källor	19
Personliga kontakter	19

Bilaga 1. Identifiering av deponin på område 1

Bilaga 2. Sammanställning av deponerat material och deponerade mängder

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Ragn-Sells är ett av Sveriges största miljö- och återvinningsföretag. Företaget arbetar med behandling och återvinning av restprodukter och avfall samt omhändertagning av farligt avfall från kommuner, industrier och hushåll. Utförande av miljöutredningar och livscykelanalyser är andra områden som Ragn-Sells arbetar med (Ragn-Sells, 2008a). Högybytorp är Ragn-Sells största avfallsbehandlingsanläggning och är belägen norr om Stockholm i Upplands-Bro kommun. På anläggningen arbetar de anställda bland annat med bränsletillverkning, skrot- och metallåtervinning, jordrening, olje- och matkompostering, deponering, askbehandling och mycket mer (Ragn-Sells Avfallsbehandling AB, 2007).

På anläggningen finns, på område 1, en gammal deponi som togs i bruk 1964. Under de senaste 20 åren har det på denna deponin deponerats mestadels hushållsavfall och bygg- och industriavfall, men även en hel del aska och förorenade jordmassor. År 2003 togs en helt ny deponi på anläggningen i bruk som uppfyller de nya strängare EU-kraven i deponiförordningen. Ragn-Sells var de första i Sverige med att starta en så kallad EU-deponi. Samma år som EU-deponin togs i bruk, påbörjades sluttäckningen av den gamla deponin. Den sista deponeringen, på gamla deponin, kommer att ske i slutet på 2008 och därefter inväntas sättningar på deponin innan den kan sluttäckas helt (Ragn-Sells Avfallsbehandling AB, 2007).

Innehållet i deponin består av en komplex blandning organiska och oorganiska material. De oorganiska materialen består bland annat av askor, färg- och limrester och asbest och de organiska materialen utgörs till stor del av hushålls-, bygg- och industriavfall, rötat slam och hästgödsel. Med tiden bryts det organiska materialet inuti deponin ned genom naturliga processer med hjälp av mikroorganismer. Nedbrytningen sker anaerobt, det vill säga vid frånvaro av syre, där en av slutprodukterna är metangas. Metangasen är rik på energi och kan därför utnyttjas för till exempel värme- och elproduktion. Idag samlas gasen in från deponin via brunnar och gasledningar och större delen leds till fjärrvärmecentralen i Bro där den används för uppvärmning av ett stort antal bostäder och lokaler. En mindre del av den bildade gasen nyttjas av anläggningen själv för uppvärmning och till behandlingsprocesser (Ragn-Sells, 2008b). I många år efter att deponin sluttäckts kommer gasen att fortsätta produceras och utvinnas. Gasproduktionen kräver bland annat att det gasbildande materialet inte torkar ut, då det finns en risk att gasproduktionen avstannar. En god gasproduktion är därför beroende av att vatten tillförs utifrån, exempelvis i form av nederbörd. Dock blir deponin, vid sluttäckning, helt tät och det kommer inte längre finnas någon möjlighet för regnvatten att tränga in i deponin. Med hänsyn till det kan det då finnas ett behov av att bevattna deponin efter täckning för att bibehålla en god gasproduktion.

För att veta hur mycket och var i deponin bevattningen bör ske krävs kunskap om deponins materialinnehåll. Ett identifieringsarbete för deponin kommer i den här rapporten att redovisas med avseende på vad för material och den mängd som har deponerats samt var på deponin dessa material har placerats. Kunskapen om var i deponin bevattningen bör ske är även beroende av att en vattenbalans utformas för deponin. En vattenbalans kan utföras på olika sätt, dock måste en rad parametrar, unika för deponin, beaktas vid utformningen av vattenbalansen så att den blir specifik för den studerade deponin.

1.2 Syfte och Mål

Syftet med examensarbetet är att undersöka innehållet i Ragn-Sells avfallsdeponi på Högbytorp 20 år tillbaka i tiden. Undersökningen ska gå till väga genom att deponin identifieras med avseende på vad för typ av material och hur mycket av materialet som deponerats samt var på deponin detta material har placerats. Syftet är även att undersöka vilka metoder för att utföra en vattenbalans för en deponi som finns tillgängliga. Med identifieringen som grund ska slutsatser dras om vilken av de framtagna metoderna för att utföra en vattenbalans som är bäst lämpad för den undersökta deponin och denna metod rekommenderas för företaget.

Målet med examensarbetet är att få en klar och tydlig bild över materialinnehållet och dess placering i deponin. Målet är även att kunna rekommendera en metod för att utföra en vattenbalans som är bäst lämpad för den undersökta deponin.

1.3 Frågeställningar

- Vad för typ av material har deponerats de senaste 20 åren?
- Hur stora är materialmängderna som deponerats och var har de placerats?
- Vad finns det för olika metoder för att utföra vattenbalanser för en deponi?
- Vilken metod för att utföra en vattenbalans rekommenderas för den undersökta deponin?

1.4 Avgränsning

Med avseende på identifieringen, i den undersökta deponin, har avgränsning utförts genom att identifieringsarbetet endast utgått 20 år tillbaka i tiden.

Identifieringsarbetet grundar sig på det underlagsmaterial som finns tillgängligt på företaget, i form av miljörapporter flygfoton samt intervjuer med personal på anläggningen som innehar kunskap om deponins historia. Ibland har det tillgängliga bildmaterialet varit bristfälligt för att göra en detaljerad årsbeskrivning av deponerat material och detta har försvårat identifieringsarbetet. Ibland har det berott på att fotona har varit svårtolkade därför att de har tagits på en alltför hög höjd för att kunna medge en detaljerad avläsning eller därför att en del av fotona har varit svartvita. Med anledning till det har avgränsning utförts på identifieringsarbetet, för de år som de svårtolkade fotona gäller, genom att endast en översiktsskild beskrivits för deponin.

Avgränsning har också utförts gentemot tolkning av de avfall som deponerats. En fullständig tolkning och värdering av vilka avfall som har högst gaspotential har inte genomförts. Dock har en mindre diskussion behandlats rörande en del av det deponerade materialet, under rubrikerna *Deponin på område 1 på Högbytorp*, i kapitel 4, och *Diskussion*, i kapitel 6.

2 Material och Metod

Identifieringen av deponin utfördes genom att gammal dokumentation om deponin inventerades, flygfoton tolkades och anställda på företaget intervjuades. Den gamla dokumentationen, mestadels miljörapporter för varje år mellan 1988 och 2007, studerades och ur denna dokumentation erhöles information gällande vad för sorts material som deponerats samt vilka mängder av varje material som deponerats. Denna information har sammanställts i bilaga 3. Med vetskap om typ och mängd av deponerat material togs kontakt med personal på anläggningen. Utifrån kontakterna erhöles kunskap rörande var de olika materialen placerats på deponin genom åren. Genom en litteraturstudie framtoqs metoder för att utföra en vattenbalans för en deponi. Litteraturstudien är baserad på vetenskaplig litteratur och forskningsrapporter. Även kontakt med myndigheter, nationella som internationella, samt med personer kunniga inom det aktuella ämnet togs.

3 Allmänt om deponering

Utsläpp av metangas och lakvatten utgör den främsta miljöpåverkan från deponier. Sverige och många andra EU-länder har valt att reducera dessa utsläpp med hjälp av olika styrmedel. Styrmedlen innefattar direktiv och förordningar med stränga krav på bland annat deponiernas botten tätning, bortledning och uppsamling av lakvatten samt minskning av mängden organiskt material som deponeras. Även en hel del tekniska åtgärder krävs i form av uppsamling av deponigas. För att reducera utsläppen av metangas måste mängden organiskt material som deponeras minska samt uppsamling av gasen ske (Naturvårdsverket, 2002).

3.1 Deponeringsteknik

Det största problemet med deponering förr var att hänsyn ofta inte togs till deponins geohydrologiska förhållanden. Oftast utfördes heller ingen botten tätning och sluttäckningen var otillräcklig. Det var även vanligt att miljöfarliga substanser deponerades i en grop på deponins topp. Den vanligaste deponeringsmetoden var en så kallad samdeponering vilket innebar att avfall deponerades osystematiskt allteftersom transportererna kom in (Naturvårdsverket, 1996). I stort sett har samdeponering gällt för den undersökta deponin i den här studien, men det finns vissa delar som använts för ett och samma avfallsslag, exempelvis Måsvilan.

Idag blir deponering i celler allt vanligare och etablering av dessa deponier kommer att öka i och med att de nya strängare EU – kraven träder i kraft 1:a januari 2009. Celldeponering innebär att det byggs separata celler för aska, specialavfall, biologiskt avfall, grovavfall och inert material. Denna typ av deponering medför många fördelar med bland annat enklare kontroll av de olika avfallsslagen, uppsamling av lakvatten från varje cell för separat behandling och skador på botten tätning och läckage blir lättare att lokalisera. Barriärer av olika slag anläggs i deponin för att begränsa förorenings spridningen. Dessa barriärer utgörs normalt av täta material så som lera, bentonit och plastliners och inte sällan används dessa i kombination. Mot berggrunden läggs en botten tätning som har funktion att samla upp det vatten som uppstår, det vill säga lakvattnet (Naturvårdsverket, 1996).

När en deponi avslutas ska den sluttäckas. Sluttäckningen består av bland annat ett tätskikt och ett skyddsskikt. Tätskiktet fungerar som en barriär för att förhindra att nederbörd läcker in i deponin och bildar lakvatten. Skyddsskiktet är till för att skydda tätskiktet från yttre krafter, så som frost, uttorkning, rotpenetration, vind och vatten, och syftar till att begränsa perkolation av nederbörd genom att öka avrinning ovanpå deponin. Skyddsskiktet ska även ha

god vattenhållande förmåga (Serti, 2005). Ett av syftena med sluttäckningen är att minimera infiltration av nederbördsvatten i deponin, detta för att reducera mobiliteten av föroreningar (Berger, 1999). En viktig funktion, som sluttäckningen bidrar med, är att det förhindrar att atmosfäriskt syre tränger ned i avfallet.

Förbud mot deponering av utsorterat brännbart avfall trädde i kraft 2002 och 2005 trädde förbud mot deponering av organiskt avfall i kraft. Detta medförde att en stor mängd avfall blev tvunget att återvinnas. Dock har en del av dessa avfall deponerats ändå, till följd av att det saknats återvinningskapacitet (Naturvårdsverket, 2002).

3.2 Omvandlingsfaser

I en deponi med samdeponering sker ett flertal omvandlingsfaser som växlar över en lång tidsperiod. Faserna kan urskiljas som olika nedbrytningssteg som en deponi går igenom. Nedbrytningen styrs av mikroorganismer, främst bakterier och svamp, och allteftersom de bryter ned avfallet förändras miljön i deponin. Förändringarna i miljön skapar nya förhållanden som leder till nya förutsättningar för nästa omvandlingsfas att ta vid. Det finns en svårighet med att bedöma hur lång tid varje fas kommer att pågå, detta på grund av att avfallet ofta är heterogent. De olika faserna kommer därför att fortgå samtidigt i olika delar av deponin. Emellertid kan en ungefärlig tid för varje fas redovisas, som beskrivs i styckena nedan, vilket kan medföra att en något bättre uppfattning fås över de olika omvandlingsfaserna.

3.2.1 Initial fas

Den initiala fasen startar i samband med att den biologiska nedbrytningen börjar. Fasen är i regel väldigt kort och ger inte upphov till speciellt mycket metangas (Nivfors, 2005).

3.2.2 Syre- och nitratreducerande fas

Under denna fas bryts lättnedbrytbart avfall ned, exempelvis stärkelse, proteiner, fett och till viss del även cellulosa. Hur länge denna fas varar beror på den mängd fritt syre som finns inneslutet i avfallets porer och kanaler, vilket är beroende på hur pass avfallet har kompakterats. Ju mer avfallet har kompakterats desto mindre syre finns att tillgå. Då det fria syret förbrukas bildas till största del koldioxid, vatten och värme (Naturvårdsverket, 1996). Fasen varar så länge det finns syre och nitrat tillgängligt, generellt från en dag upp till en vecka (Svenska Renhållningsverksföreningen, 2000).

3.2.3 Sur anaerob fas

Vid den tidpunkt då syret i deponin tagit slut sker en växling till nästa omvandlingsfas, en sur anaerob fas. I denna fas tar de anaeroba mikroorganismerna över och olika fermentationsprocesser, jäsningsprocesser, tar vid. Det är det vattenlösliga lågmolekylära organiska materialet, sockret och aminosyrorna, i avfallet som omvandlas till flyktiga fettsyror, alkoholer, koldioxid och vätgas. De flyktiga fettsyrorerna och alkoholerna fermenteras vidare som till slut blir ättiksyra, koldioxid och vätgas. De här tre ämnena är viktiga då de fungerar som utgångsämnen för metanproduktionen. Metangasproduktionen kan under denna fas hotas av att andra mikroorganismer verkar samtidigt som de metangasproducerande mikroorganismerna. Det är de sulfatreducerande mikroorganismerna som tävlar med de metangasproducerande mikroorganismerna om samma ämnen, det vill säga ättiksyra, koldioxid och vätgas. Det medför att om sulfat finns tillgängligt i avfallet kommer de sulfatreducerande mikroorganismerna att dominera och ingen metangasproduktion kommer att ske. Under denna fas sjunker både temperaturen och pH-värdet i deponin

(Naturvårdsverket, 1996). Denna fas varar betydligt längre än föregående fas och kan pågå från månader upp till flera år (Svenska Renhållningsverksföreningen, 2000).

3.2.4 Metanproducerande anaerob fas

I den här fasen har så mycket av det organiska materialet brutits ned att stora mängder av ättiksyra, koldioxid och vätgas bildats och metangasproduktionen tagit fart på riktigt. De metangasproducerande mikroorganismerna är väldigt känsliga för förändringar i pH och i kontakt med syre. Trots att det råder stabila förhållanden i denna fas kan det metanproducerande steget lätt slås ut. Det är den största orsaken till att den mängd metangas som produceras i en deponi endast utgör ca 10 % av vad som är teoretiskt möjligt. pH-värdet har i denna fas ökat till 6-7, vilket är optimalt för metangasproduktionen (Naturvårdsverket, 1996). Fasen kan pågå mellan tiotals till hundratals år (Svenska Renhållningsverksföreningen, 2000).

3.2.5 Humusbildande fas

Allteftersom det mer lättnedbrytbara materialet i avfallet bryts ned ökar halten av svårnedbrytbart material, så som cellulosa och lignin, mot slutet av den metanproducerande anaeroba fasen. Det medför att nedbrytningen blir långsammare och produktionen av metangasen minskar. Deponin har vid det här skedet övergått i en humusbildande fas. Tillräckligt med luft har genom åren diffunderat in i deponin så att kvävgas nu har börjat uppträda inuti deponin. Fasen karakteriseras av att humusliknande föreningar bildas, dessa ämnen kan vara stora högmolekylära föreningar, svårslösliga i vatten samt innehålla molekyler med ringstruktur. Humusämnena kan komplexbinda metaller som ofta återfinns i lakvattnet (Naturvårdsverket, 1996). Den här fasen är den längsta av alla faser och varar från sekler till tusentals år (Svenska Renhållningsverksföreningen, 2000).

3.3 Deponigas

Deponigas bildas då mikroorganismer, inuti deponin, bryter ned organiskt material anaerobt, det vill säga vid frånvaro av syre. Gasen består till huvuddelen av metan, CH₄ (45 – 85 %), och koldioxid, CO₂ (15 – 45 %) (Jarvis, 2004). Metangas betraktas som en stark växthusgas, ca 20 gånger starkare är koldioxid. Emissioner av metangas från en deponi bidrar därmed till växthuseffekten när gasen når atmosfären. Den gas som sipprar upp till ytan ersätter en stor del den luft som finns i de täckande jordskikten vilket försvårar för gräs och buskar att växa (Jarvis, 2004). En förståelse för de hydrologiska aspekterna av en deponi kan vara avgörande, då nedbrytning av avfall och produktion av gas är nära relaterade till fukthalten. Vatten är inte bara essentiellt för det första steget i nedbrytningsprocessen utan en hög fukthalt är också viktig för att underlätta fördelningen av näringsämnen och mikroorganismer (Yuen et al., 2001).

Under 1980-talet startade, i Sverige, uppsamling av deponigas ur ett flertal deponier och detta expanderade snabbt under 1990-talet. Gasuttag från en deponi minskar risken för brand och om metan ackumuleras i en deponi finns även risk för explosion. Även en snabbare beväxning fås på deponin om ett gasuttag sker. Då metangas är en växthusgas leder ett gasuttag till att tillförseln av växthusgas från deponier minskar. Gasen har dessutom ett marknadsvärde som energikälla, då den kan användas för produktion av både värme och el. De faktorer som styr en optimal metangasproduktion är avfallets kemiska sammansättning, fukthalten i avfallet, bakteriefloran i deponin, homogeniteten av avfallet samt möjligheterna att utvinna gasen (Nilsson et al., 1991). Gasutvinningen kan ske genom att vertikala gasbrunnar eller perforerade rör sätts i avfallsmassorna. Gasen sugas sedan ut via brunnarna eller rören, genom undertryck, till en fläktstation varifrån gasen distribueras vidare.

4 Deponin på område 1 på Högbytorp

Under det här kapitlet ges en generell beskrivning av den studerade deponin. En sammanfattning av identifieringen av deponin redovisas i tabeller. För en fullständig redovisning av identifieringsarbetet hänvisas läsaren till bilaga 1. I bilagan beskrivs identifieringen i löpande text där en redogörelse görs om vad för typ av material, som deponerats mellan åren 1988 till 2007, de mängder som deponerats samt var på deponin de har placerats. I bilagan är redovisningen av identifieringsarbetet mer detaljerad än vad som redovisas i tabellerna i det här kapitlet. För att underlätta beskrivningen av deponin och dess materialinnehåll har deponin, i det här arbetet, delats in sju olika delytor. Läsaren hänvisas till figur 1, som visar de sju delytorna, vid de tillfällen då identifieringen beskriver deponeringsarbetet på de olika delytorna.



Figur 1. Flygfoto över deponin på område 1 med indelade delytor, fotat år 2007.

4.1 Beskrivning av deponin

Deponin är belägen på Högbytorp inom område 1, ca 40 kilometer norr om Stockholm, i Upplands-Bro kommun. Den togs i bruk 1964 och har en yta på 27 ha. Idag har ca en tredjedel av deponin sluttäckts, och som är gräsbevuxen, men vissa delar används ännu för deponering. Dock ska, vid årsskiftet, all deponering upphöra. På deponin finns även ytor som används för mellanlagring samt för krossning av olika material.

Från starten 1964 har deponin utgjorts av en stor yta som använts för samdeponering. På den tiden nyttjades hela ytan för deponering, vilket medförde att deponin växte i höjd och ökade i bredd. Dagens deponier är uppbyggda utav celler där en eller två celler i taget fylls med avfall som sedan sluttäcks innan nästa cell tas i bruk (Hellström, 2008). Vid deponeringsarbetet från

1988 fylldes en yta av deponin på med avfall som kompakterades och sedan byggdes ytan på med mer avfall. Främst har det deponerats i mån av plats och deponeringsarbetet har skett på den för stunden öppna ytan och på så vis har deponin sakta men säkert byggts upp (Leino, 2008).

Det hushålls-, bygg- och industriavfall som deponerades varvades med rötat slam. På så vis täcktes det avfall som var exponerat mot luften samtidigt som slammet förhindrade bränder från att uppstå. Slammet skapade även värme i deponin och medförde att avfallet kompakterades bättre. Det rötade slammet fungerade på så vis som en mellantäckning för nästa sats med avfall. Hushållsavfallet togs emot främst på sommarhalvåret, då värmeverken inte kunde göra sig av med det eller då värmeverken besiktigades (Leino, 2008). En relativt stor volym asbest deponerades genom åren. Asbesten grävdes ned i gropar, i askan på delyta O3, och täcktes sedan med gummidäck och varningsmärken fästes på, för eventuell framtida uppgrävning. Den deponerade asbesten inmättes både i höjd och bredd. På delyta O5 konstruerades, år 1991, två stora celler som fylldes med olika avfallsblandningar. Blandningarna bestod av exempelvis hushållsavfall och industriavfall, som blandades med slam, i olika stora proportioner. Cellerna som utformades var ett testförsök, som kallades för Stevförsöket, och syftade till att försöka uppnå optimal metangasproduktion och samtidigt se vilken av avfallsblandningarna som gav upphov till den största mängden gas. Försöket resulterade i att de båda cellerna producerade en ungefärlig lika mängd gas. År 1992 byggdes en väg runt hela deponin, vilken kallas för ringledningen. Ringledningen innefattar, förutom vägen, även vattenledningar för bevattning av deponin och brandvatten, samt gasledningar för uppsamling av producerad gas (Thorén, 2008).

Det föreligger delar i deponin som idag helt utslagna, vilket innebär att det inte bildas någon metangas som kan utvinnas. Anledningen till att de utslagna delarna uppstått beror på den överliggande tyngden av avfall som deponerats. Gassystemet har förstörts och avfallet har blivit alltför kompakterat att det inte finns någon möjlighet för metangasen att produceras (Leino, 2008).

Det gasbildande material som deponerats på deponin utgörs främst utav hushållsavfall, bygg- och rivningsavfall, industriavfall, park- och trädgårdsavfall, hästgödsel/halm, rötat slam samt latrin. Hushållsavfall och bygg- och rivningsavfall blandas vilket förväntas ge upphov till en stor mängd gas (Leino, 2008).

4.2 Identifiering av material och materialplacering i deponin

Resultatet från identifieringsarbetet sammanfattas i tabellerna 1 till 4 och påvisas om fem års intervaller för de 20 år som identifieringsarbetet utgjorts av. I tabellerna redovisas de material som deponerats i de största mängderna. Vid utläsning av tabellerna hänvisas läsaren främst till figur 1, där en indelning av de olika delytorna finns presenterade. Som tidigare nämnts hänvisas läsaren även till bilaga 1, för en fullständig redovisning av identifieringsarbetet, samt till bilaga 2, för en utförligare redovisning av samtliga materialtyper och materialmängder som deponerats.

Tabell 1. Material och dess placering i deponin för åren 1988-1992

område avfallsslag	O1:1	O1:2	O2:1	O2:2	O3	O4	O5
hushållsavfall	X	X	X	X			X
bygg- och industriavfall	X	X	X	X			X
deponerbart slam*	X	X	X	X			X
kolaska					X		
slagg, stoft och sot					X		
jordmassor							

* mestadels rötat slam från avloppsreningsverk

Tabell 2. Material och dess placering i deponin för åren 1993-1997

område avfallsslag	O1:1	O1:2	O2:1	O2:2	O3	O4	O5
hushållsavfall	X		X			X	X
bygg- och industriavfall	X		X			X	X
deponerbart slam*		X	X	X		X	X
kolaska					X		
slagg, stoft och sot					X		
jordmassor			X	X			

* mestadels rötat slam från avloppsreningsverk

Tabell 3. Material och dess placering i deponin för åren 1998-2002

område avfallsslag	O1:1	O1:2	O2:1	O2:2	O3	O4	O5
hushållsavfall		X	X	X		X	
bygg- och industriavfall		X	X	X		X	
deponerbart slam*	X	X	X	X			
kolaska					X		
slagg, stoft och sot					X		
jordmassor		X	X				X

* mestadels rötat slam från avloppsreningsverk

Tabell 4. Material och dess placering i deponin för åren 2003-2007

område avfallsslag	O1:1	O1:2	O2:1	O2:2	O3	O4	O5
hushållsavfall	X	X					
bygg- och industriavfall	X	X				X	
deponerbart slam*						X	X
kolaska							
slagg, stoft och sot							
jordmassor						X	X

* mestadels rötat slam från avloppsreningsverk

Mellan åren 1988 och 1992 deponerades mycket hushålls-, bygg- och industriavfall, främst på delytorna O1:1, O1:2, O2:1, O2:2 och O5. Avfallet täcktes sedan med rötat slam från avloppsreningsverk. Delyta O3, även kallad Måsvilan, utgjorde mellan åren 1988 och 2000 ytan för askdeponering. Här deponerades främst kolaska samt slagg, stoft och sot, men även en hel del asbest. Under den här fem års perioden deponerades stora mängder kolaska och en mindre mängd del slagg, stoft och sot. Deponiytan utvidgades som mest under de här åren och 1992 skedde den sista areala utvidgningen av deponin. Deponin blev då 27 ha stor, vilket den ännu är idag.

Under nästa fem års period, 1993 till 1997, ökade de flesta avfallsmängder som kom in. På delytorna O1:1, O2:1, O4 och O5 deponerades hushålls-, bygg- och industriavfall som täcktes med rötat slam. På delytorna O1:2 och O2:2 deponerades främst rötat slam. På delyta O3 mottog även under denna fem års period kolaska och slagg, stoft och sot. De jordmassor som kom in deponerades framförallt på delytorna O2:1 och O2:2.

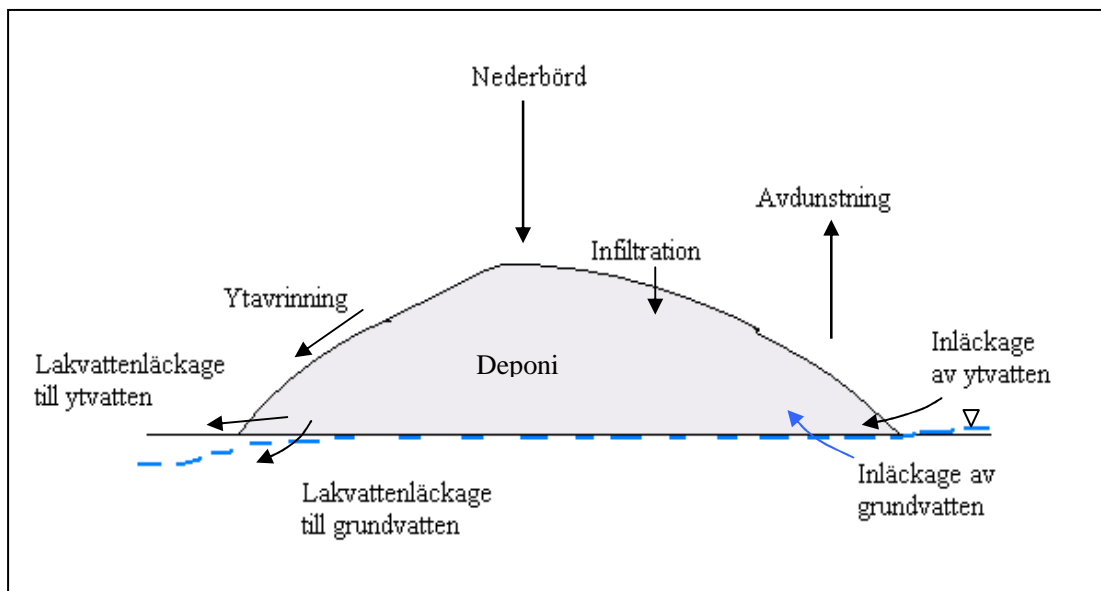
Mellan åren 1998 och 2002 deponerades hushålls-, bygg- och industriavfall på delytorna O1:2, O2:1, och O2:2. De här avfallsslagen utgjordes av stora mängder under den här perioden. Rötat slam deponerades på delytorna O1:1, O1:2, O2:1, O2:2. Kolaska deponerades på delyta O3 fram till 1999. Slagg, stoft och sot deponerades, på denna delyta, fram till 2000, men upphörde även de att deponeras helt på deponin. 1998 var det år då riktigt stora jordmassor började komma in. Ca fem gånger så mycket jord kom in 1998 i jämförelse med föregående fem års period. 1999 fortsatte mängden jord att öka och ökningen uppgick till nästan tio gånger så mycket som föregående period. De stora mängderna jordmassor fortsatte att komma in 2000 och 2001, men år 2002 trappades de ned. Jordmassorna deponerades under den här perioden främst på delytorna O1:2, O2:1 och O5.

Hushålls-, bygg- och industriavfallsmängderna började år 2003 att minska, dock var bygg- och industriavfallsmängderna det här året fortfarande stora. De mängder som kom in deponerades huvudsakligen på delytorna O1:1, O1:2 och O4. År 2006 var mängderna hushålls-, bygg- och industriavfall mycket små och 2007 upphörde hushållsavfallet att deponeras helt. På delytorna O4 och O5 deponerades rötat slam och jordmassor.

5 Inventering av vattenbalansmetoder

Olika avfallstyper innehåller olika mängder vatten och därför finns det olika mycket vatten i deponins olika delar, det vill säga vattenhalten är inte jämnt fördelad (Svenska Renhållningsverksföreningen, 2005a). Hur stora lakvattenmängder som uppstår från en avslutad deponi är i huvudsak beroende på sluttäckningens effektivitet samt storleken på eventuellt inläckage av yt- och grundvatten. Om inträngning av yt- och grundvatten sker kan det påverka mängden lakvatten som bildas genom att inläckande vatten kommer i kontakt med avfallet och därmed skapar lakvatten. En annan bidragande orsak, till att lakvattenmängden ökar, kan vara att vatten via nederbörd och omgivande mark tränger in i deponin och späder ut lakvattnet (Naturvårdsverket, 2004). Lakvattenproduktionen styrs alltså av de hydrologiska processerna i deponin och därför är kunskapen om hydrologin i deponin viktig (Poulsen et al., 2005).

En studie av vattnets kretslopp i ett visst definierat område kallas vattenbalans. Vattenbalansen beräknas som en ekvation med en sida för parametrar som tillför vatten och den andra sidan för parametrar som för bort vattnet (Svenska Renhållningsverksföreningen, 2005b). Vattenbalansen beskriver fördelningen mellan nederbörd, evapotranspiration, avrinning och vattenmagasinförändring. Beträktat över ett år kan den sistnämnda termen utelämnas. Evapotranspiration utgör andelen vatten som dels avdunstar från markytan och i marken och dels vatten som sugas upp och transpirerar från växtligheten, dock benämns termen ofta som enbart avdunstning. Avrinningen delas vidare upp i ytavrinning, det vill säga vatten som inte är i kontakt med grundvatten och grundvattenavrinning (Rahm, 2001) En generell bild av hur en vattenbalans kan se ut i en deponi presenteras i figur 2.



Figur 2. Generell illustration för hur en vattenbalans för en deponi i drift kan se ut.

Det finns två vattenbalansmetoder som generellt används i Sverige idag. Den ena är en datorsimulering, kallad Hydrologic Evaluation of Landfill Performance (HELP), och den andra är en ekvation upprättad av Naturvårdsverket. Genom att beräkna en vattenbalans med hjälp av en ekvation erhålls ett teoretiskt resultat, men ofta görs modifikationer på ekvationen för att passa för den tänkta deponin. På så vis fås ett mer verklighetstroget resultat. HELPmodellen grundar sig också på en ekvation, men genom simulering kan mer visuella resultat nås.

5.1 Hydrologic Evaluation of Landfill Performance – HELP

Sedan 1982 har Hydrologic Evaluation of Landfill Performance (fortsättningsvis HELPmetoden eller modellen) utvecklats för naturvårdsverket i USA (US Environmental Protection Agency). Modellen har framställts för att uppskatta vattenbalansen för öppna och stängda deponier och speciellt för deponier med linersystem på botten och ytan. Det finns tre versioner av modellen som utvecklats under årens lopp, varav den senaste versionen är att föredra (Berger, 1999). HELPmetoden är den mest använda metoden för att estimerar vattenbalansen i en deponi med linersystem för botten och toppen (Berger, 2008).

Modellen är en tvådimensionell datorbaserad vattenbalansmodell som simulerar hydrologiska processer för en deponi, täckningsmaterial och andra anläggningar innehållande fasta avfall. Modellen möjliggör en daglig till årlig samt en långsiktig bedömning av avrinning, evapotranspiration, magasinering, horisontell dränering, geomembran, lakvattenuppsamling, upptäckt av läckage samt läckage genom lerlager. Modellen möjliggör även en utvärdering av effektiviteten på täckningen på deponin, lakvattenuppsamlingen och linersystemen (Mesania et al., 1997). HELPmodellen delar in deponin i lager för att förutspå de lakvattenmängder som bildas. Flödeshastigheter beräknas för att förutspå den tid som fordras för lakvattnet att uppstå. Även geomembran och lerbarriärer kan simuleras och vattenläckaget genom en liner beräknas. De flesta inre och yttre processer, som har inverkan på hur stor lakvattenvolymen blir, modelleras med parametrarna; ytmagasin, snösmältning, avrinning, infiltration, evapotranspiration, vegetationstillväxt, markfuktsmagasin, lakvattenrecirkulation, grundvatteninfiltration, omättad vertikaldränering samt läckage genom mark. Modellen tar inte hänsyn till den mängd lakvatten som produceras under den initiala aeroba nedbrytningsfasen. Den här fasen är emellertid kortlivad och det lakvatten som genereras från den här processen förväntas vara försumbar (Bou-Zeid et al., 2004).

Modellsimuleringar är ofta baserade på antaganden, har begränsningar och modellerar från en bestämd synvinkel med specifika syften. Jämfört med andra markhydrologiska modeller har HELPmodellen flera styrkor och fördelar. Modellen har utvecklats specifikt för att utvärdera en deponis linersystem, den beaktar många processer som pågår i en deponi, den är enkel att använda och de nödvändiga data, som krävs för simulering, är lättillgängliga. HELP har emellertid ett flertal nackdelar då modellen förenklar modelleringen av processer, försummar åldrandet av en deponi och underskattar påverkan från indataparametrar på den egentliga evapotranspirationen (Berger, 1999). Beräkningen av mängden lakvatten som bildas tenderar att bli något överskattad än vad som är mätt i verkligheten (Dho et al., 2000).

5.1.1 Modellering med HELP

För datorsimulering med HELPmodellen krävs följande data; daglig mängd nederbörd, daglig lufttemperatur, dagliga mängder solstrålning, parametrar för beräkning av evapotranspiration, mark och designdata samt data som beskriver området. Perioden då de data, som ska användas vid en simulering med modellen, samlas in är väldigt viktig, då datavärdena är avgörande för hur trovärdiga resultaten kommer att bli. Det innebär att noggrannhet, vid insamling av data, är av stor vikt så att resultatet som erhålls överensstämmer med verkligheten i så stor utsträckning som möjligt (Yalçin et al., 2002).

För att utföra en beräkning av vattenbalansen krävs att värden på följande parametrar erhålls; infiltrering, avrinning, vegetationstillväxt, potentiell evapotranspiration, växtrpiration, markvatten evapotranspiration, ytvatten evapotranspiration, snösmältning, frusen mark, omättad vertikal dränering, mättad horisontell dränering, mättad perkolation samt läckage genom geomembran. Med hjälp av ekvation 1 beräknas den totala vattenbalansen (US Army Corps of Engineers, 2008). Resultatet som erhålls när en simulering utförts är daglig, månadsvis eller årlig utmatning av lakvatten.

$$P - E - R + S + W_0 = L + H \quad (\text{ekvation 1})$$

P = Nederbörd

E = Evapotranspiration

R = Avrinning

S = Inträngning av vatten från lerlager under marken till deponin, genom konsolidering (utpressning av vatten från leran då den kompakteras)

W = Avfallets initiala vatteninnehåll

L = Bildat lakvatten

H = Medel lakvattennivå

5.2 Naturvårdsverket

I Naturvårdsverkets handbok om deponering av avfall (2004), har en ekvation för beräkning av vattenbalans för en deponi upprättats. Med denna ekvation erhålls endast ett teoretiskt resultat, vilket innebär att det verkliga värdet kan avvika från det teoretiska. Ekvationen är generell för beräkning av en vattenbalans, därför är det nödvändigt att modifieringar utförts på ekvationen, där hänsyn tas till de faktorer som är av vikt för den deponi som studeras. Ekvationen uttrycker förhållandet mellan allt vatten som på olika sätt tillförs upplaget och allt vatten som på olika sätt lämnar upplaget (Naturvårdsverket, 2004). Ekvation 2 beräknar den totala vattenbalansen

$$P + I_S + I_G + W = E + R + L_C + L_L + M \quad (\text{ekvation 2})$$

P = Nederbörd

I_S = Ytvattentillrinning

I_G = Grundvattentillrinning

W = Vatten som tillförs med avfallet

E = Avdunstning

R = Ytavrinning

L_C = Uppsamlat lakvatten

L_L = Lakvattenläckage

M = Magasinsförändring

5.3 Utförda vattenbalanser hos andra avfallsupplag

Ett flertal avfallsupplag i Sverige har utfört vattenbalansberäkningar för sina deponier. Här redovisas tre av dem.

Nordvästra Skånes Renhållnings AB

NSR, Nordvästra Skånes Renhållnings AB, använder HELPmodellen, för olika beräkningar och Visual HELP, som är en datormodell, för simulering av sluttäckningsmaterialet de använder på deponin. De arbetar inte så mycket med teoretiska vattenbalanser för hela deponin, utan genom simulering undersöker de hur individuella skikt och delar av deponin fungerar. Detta för att det inte är praktiskt möjligt att hantera en så stor heterogen volym i en modell, utan delberäkningar är nödvändiga. Plasten i avfallet har en enastående förmåga att hålla kvar vattnet, de har provat att borra brunnar och pumpa upp vatten, men det tömmer bara lokalt och sedan sipprar vattnet till sakta (Lindsjö, 2008). De använder Visual HELP för att beräkna sluttäckningskonstruktionens förmåga att leda bort vatten från deponin i syfte att ta reda på vilka material som är möjliga att använda i sluttäckningen.

Eskilstuna Energi och Miljö AB

För deponin på avfallsanläggningen Lilla Nyby, i Eskilstuna kommun, har Eskilstuna Energi och Miljö AB utfört en vattenbalans. De har använt sig av en ekvation som påminner mycket om den som Naturvårdsverket upprättat. En del av parametrarna i ekvationen har de valt att bortse ifrån, då de anser att de inte har tillräcklig påverkan för vattenbalansen. Vid beräkning har de utfört bedömningar för ett flertal parametrar, som de inte anser ha så stor inverkan på resultaten för vattenbalansen. Dessa parametrar är bland annat vegetation på deponin och underliggande geologi. De modifieringar de utfört har lett till att den vattenbalans de fått fram är specifik för just denna deponi.

Avfallshantering Östra Skaraborg

På Risängens avfallsanläggning i Skövde sker en pågående deponiverksamhet. Deponin på anläggningen har varit i drift sedan 1940-talet och vid årsskiftet planerar de att upphöra med all deponering på upplaget. De har relativt nyligen fått ett nytt tillstånd för verksamheten på Risängen där vattenbalansen avhandlades i ansökningsprocessen. De utför inledningsvis vattenbalansen i form av en beräkning vilken i slutändan ger den volym lakvatten som bildas. Den beräknade volymen bildat vatten jämförs sedan med mängd pumpat lakvatten. I det fall pumpad mängd (faktisk mängd) stämmer överens med beräknad mängd (uppskattning) dras slutsatsen att allt lakvatten tas om hand och renas. Förhållandena vid Risängen medför dock att ett inflöde av grundvatten i deponin förekommer. Det innebär att de blir tvungna att utföra mer grundliga beräkningar på vattenbalansen. På avfallsanläggningen har de därför uppfört en våtmarksanläggning där ett av syftena är att kunna skilja ut det uppträngande grundvattnet.

5.4 Rekommendation av metod

Den metod som rekommenderas för Ragn-Sells Avfallsbehandling AB är HELPmetoden. Grunden till rekommendationen är att HELPmodellen tillhandahåller möjlighet att utföra en datorsimulering för det som väljs att undersökas, men även för att teoretiska beräkningar kan utföras. HELPmodellen tar även hänsyn till fler parametrar, än Naturvårdsverkets ekvation, som kan ha inverkar på hur stora lakvattenmängderna blir. På så vis kan mer verklighetstroga resultat erhållas.

6 Diskussion

6.1 Identifiering av deponin på område 1

En blandning utav hushålls-, bygg- och industriavfall förväntas kunna ge upphov till en god deponigasbildning (Thorén, 2008). De här avfallsslagen utgör den största mängden avfall som deponerats på deponin de senaste 20 åren. Avfallen har vid deponering sammanblandats och sedan deponerats någorlunda jämnt över hela deponiytan, dock har de deponerats mest på delytorna O1:1, O1:2, O2:1, och O4. Rötat slam är ett avfall som har god gasbildande förmåga. Hushålls-, bygg- och industriavfallet har i de allra flesta fall mellantäckts med rötat slam och på de ytorna kan den bildade gasmängden öka.

Park- och trädgårdsavfall och hästgödsel och halm samt latrin har också gasbildande förmåga. Eventuellt kan även oljeskadade massor ge upphov till deponigas. Det fettavskiljarslam som placerats bland sten- och stubbavfallet (se bilaga 2, 1998) förväntas kunna ge upphov till mycket gas (Thorén, 2008). På de delytor, där de gasbildande avfallen placerats, föreligger störst potential för metangas att bildas. Bevattning av dessa områden på deponin torde vara mest lämpligt.

Delyta O3 som utgjort ytan för askdeponering mellan åren 1988 och 2000 består huvudsakligen av oorganiskt material, så som kolaska och slagg, stoft och sot. Efter år 2000 har delytan fungerat som mellanlagring för förorenade jordar. På den här ytan genereras ingen gas och därmed finns ingen anledning att bevattna delytan.

Identifieringen av deponin redovisas mestadels i grova drag, på grund av att den information som funnits att tillgå har varit begränsad. Underlaget för de materialmängder som deponerats har erhållits från miljörapporter. De är delvis uppbyggda av tabeller där materialmängderna skrivs in. Med tiden har miljörapporterna ändrats i uppbyggnad, det vill säga de tabeller, där materialmängderna skrivs in, finns kvar, men de har delats upp olika materialkategorier. Det har lett till att vissa miljörapporter har varit svåra att tyda då materialkategorierna har förändrats över tiden.

En osäkerhet med identifieringen av deponin är den tolkning som utförts av flygfotona. Tolkningsosäkerheten gäller främst för de år då flygfoton inte finns tillgängliga. Identifieringen grundar sig i de fallen på miljörapporten för det befintliga året samt intervjun med driftspersonalen. På så vis har driftspersonalen kunna säga, med hög tillförlitlighet, vilket material som deponerats på respektive delyta. Ett flygfoto är inte nödvändigtvis representativt för hela året, då fotot endast påvisar var avfallet är utplacerat på deponin vid just det tillfället. Ibland har avfall placerats på en plats på deponin för att vid senare tillfälle flyttas och deponeras på annan plats. Trots att merparten av ett flygfoto inte är representativt för ett helt år, är det sannolikt att avfallet deponerats på den plats som flygfotot visar.

Ett flertal företag i Sverige har utfört vattenbalanser för sina deponier, utan att ha genomfört ett identifieringsarbete. Trots att det föreligger vissa osäkerheter för den här studiens identifieringsarbete, angående noggrannheten om var de olika materialen har deponerats och så vidare, är det trots det en stor fördel att en övergripande identifiering har utförts. Att ha kunskap om var på deponin de gasbildande materialen ligger kan vara av stor nytta både för optimering av gasuttag samt vid upprättande av en vattenbalans. Den utförda identifieringen kan leda till att resultaten från en framtida vattenbalans blir mer tillförlitliga och kan samtidigt utgöra en god grund för att utföra fortsatta undersökningar och studier om deponin.

6.2 Upprättande av en vattenbalans

Deponin på område 1 utgörs av en stor area, vilken inte kommer att bli helt sluttäckt de allra närmaste åren. Om en vattenbalans för deponin planeras att upprättas innan deponin är helt sluttäckt krävs troligen att flera olika vattenbalanser utförs, med huvudindelningen på öppna respektive täckta delar.

Det finns många parametrar som påverkar lakvattenbildningen i en deponi och i många fall är de kanske inte ens kända. Exempelvis kan ett inläckage av grundvatten ske och att överhuvudtaget få reda på om det sker är en komplicerad uppgift. En förutsättning för att kunna göra en bra vattenbalans är att ta reda på strukturen och hydrologin i deponin samt vad som verkligen sker inuti den. En osäkerhet angående strukturen och hydrologin i den studerade deponin är att identifieringen av deponin endast har utförts mellan åren 1988 till 2007. Om identifiering inte skett för åren 1964, då deponin startades, till 1987 kan det vara lämpligt ett antagande utförs om hur deponin ser ut i dessa delar. Utan kunskap om hur strukturen i hela deponin ser ut, kan det bli svårt att veta hur vattnet sprider sig.

Skillnaden mellan HELPmetoden och den ekvation som erhålls från Naturvårdsverkets handbok, är att med HELPmetoden utförs en datorsimulering, där värden för olika parametrar skrivs in och ur programmet fås sedan resultatet för det man valt att undersöka, exempelvis toppskiktet på en deponi. Den ekvation, som Naturvårdsverket tagit fram, medför att resultatet erhålls i form av en teoretisk beräkning, vilket kan ge ett resultat som avviker från verkligheten. Enligt Lagerkvist (2008) brukar HELPmetoden användas, om det är en schablonberäkning, det vill säga en modellberäkning, som önskas, med separata beräkningar för olika delytor. HELP är den metod som rekommenderas för Ragn-Sells Avfallsbehandling AB. Dock kan metoden behöva modifieras, bland annat med avseende på lutning på slänter, hur stor del av deponin som är respektive inte är sluttäckt och hur mycket gräset evaporerar. Modifieringen kan medföra att metoden bättre passar in för den studerade deponin och därmed öka sannolikheten för att de resultat som fås blir säkrare.

Det finns ett flertal artiklar som behandlar HELPmetoden. De nämner att det finns både för- och nackdelar med metoden och menar även att viss modifikation behöver utföras för att metoden ska passa den undersökta deponin i så stor utsträckning som möjligt. Hydrologin i en aktiv deponi, en deponi som fortfarande är i bruk, kan vara avsevärt mer komplicerad än i en deponi som har sluttäckts, vilket är fallet med denna deponi. Dock behandlar de flesta rapporter vattenbalansen för de deponier som antingen stängts eller endast för enskilda celler (Poulsen et al.). En av fördelarna med HELPmodellen är att den beaktar många processer som pågår i en deponi och den är relativt enkel att använda. Samtidigt är HELPmodellen är väldigt komplex då den skiljer mellan flera lagertyper, varje med dess egen beskrivning av hydrologiska processer (Berger, 1999). Nackdelarna med modellen, exempelvis att den försummar åldrandet av en deponi, är viktiga att ta hänsyn till och ha kunskap om vid utformandet av en vattenbalans.

7 Slutsatser

- Det deponerade materialet, i den studerade deponin, utgörs av en blandning organiskt och oorganiskt avfall. Den största mängden avfall, som deponerats de senaste 20 åren, är hushålls-, bygg- och industriavfall. På deponin finns även stora mängder rötat slam och jordmassor som deponerats. En stor del av det oorganiska materialet består av kolaska samt slagg, stoft och sot.
- Materialmängderna som deponerats är generellt väldigt stora, till stor del till följd av att deponin utgörs av en stor area på 27 ha och därmed kan ta emot stora mängder avfall. Materialmängder och materialtyper redovisas mer ingående i bilaga 2. Under kapitlet *Identifiering av deponin på område 1*, där läsaren samtidigt hänvisas till bilaga 1, beskrivs var på deponin det deponerade materialet har placerats.
- Den vanligaste metoden för att utföra en vattenbalans för en deponi, i Sverige, är HELPmetoden (Hydrologic Evaluation of Landfill Performance). Med metoden kan en datorsimulering utföras, men teoretiska beräkningar kan också utföras med hjälp av den ekvation som ingår i metoden. Även Naturvårdsverket har upprättat en ekvation för att teoretiskt kunna beräkna vattenbalanser för en deponi.
- Den metod, för att utföra en vattenbalans, som rekommenderas för den undersökta deponin och Ragn-Sells Avfallsbehandling AB är HELPmetoden. Metoden tar hänsyn till fler parametrar, än Naturvårdsverkets ekvation, som kan ha inverkar på hur stora lakvattenmängderna blir och på så vis kan mer verklighetstroga resultat erhållas. Dock behöver viss modifikation utföras så att metoden passar bättre för den studerade deponin.

7.1 Förslag till fortsatt arbete

Mer detaljerade studier för att ta reda på var i deponin de gasbildande materialen befinner sig så att en eventuell bevattning sker på rätt platser i deponin bör utföras. Det kan även vara av fördel att ta reda på vilka av de gasbildande materialen som har högst gaspotential och var dessa har placerats. På så vis kan en optimal bevattning och ett optimalt gasuttag ske.

Vidare bör ytterligare kunskap om deponins hydrologi genereras för detta kan vara en fördel vid upprättande av en vattenbalans.

Referenser

Litteraturkällor

- Berger K., 1999, *Validation of the hydrologic evaluation of landfill performance (HELP) model for simulating the water balance of cover systems*, Environmental Geology 39 (11)
- Bou-Zeid E. och El-Fadel M., 2004, *Parametric sensitivity analysis of leachate transport simulations at landfills*, Waste Management 24 (2004) 681–689
- Dho N.Y., Koo J.K. och Lee S.R., 2000, *Prediction of leachate level in Kimpo metropolitan landfill site by totalwater balance*, Environmental Monitoring and Assessment 73: 207–219
- Jarvis Å. och Jarvis N., 2004, *Biogas – Renewable energy from organic waste*, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Uppsala
- Leoni G.L.M., Almeida M.S.S. och Fernandes H.M., 2004, *Computational modelling of final covers for uranium mill tailings impoundments*, Journal of Hazardous Materials 110 (2004) 139–149
- Mesania F.A. och A.A. Jennings, 1997, *A hydraulic barrier design teaching module based on HELP 3.04 and HELP model for Windows v2.05*, Environmental Modelling & Software 13 (1998) 1
- Naturvårdsverket, 1996, *Kompendium – Deponering*, AFR-Kompendium 5
- Naturvårdsverket, 2002, *Ett ekologiskt hållbart omhändertagande av avfall*, Rapport 5177
- Naturvårdsverket, 2004, *Deponering av avfall*, Handbok 2004:2
- Nilsson P., Bramryd T., Edner S. och Thuresson S., 1991, *Biogas ur avfall – optimerad metangasutvinning genom styrd avfallsuppläggning*, Lunds tekniska högskola, ISSN: 0284-9968
- Nivfors A., 2005, *Kartläggning av föroreningars förekomst och spridning i Gräsötippen enligt MIFO*, Uppsala universitet
- Poulsen T. och Møldrup P., 2005, *Factors affecting water balance and percolate production for a landfill in operation*, Waste Management Research
- Publica, 1991, *Avfallshantering i förändring*, Upplaga 1:1, ISBN: 91-38-92058-1
- Ragn-Sells Avfallsbehandling AB, 2007, *Högbytorp*, Tryck: AB Danagårds Grafiska
- Rahm N., 2001, *Bilaga 13: Hydrogeologisk utredning projekt Högsby – Ruda*
- Serti S., 2005, *Avslutningsplan för Lövstatippen med östra tippen*, Uppdragsnummer 1157258, Stockholms renhållningsförvaltning (RHF)

Svenska Renhållningsverksföreningen, 2000, *Metoder för lakvattenbehandling*, Rapport nr 6 2000

Svenska Renhållningsverksföreningen, 2005a, *Miljökonsekvenser av ändrade deponeringsförhållanden – Framtida deponering, bakgrund och förväntade förändringar*, Rapport nr 5 2005

Svenska Renhållningsverksföreningen, 2005b, *Utlakning från sluttäckning av avfallsupplag där aska, komposterat slam och schaktmassor utnyttjats i konstruktionen*, Rapport nr 1 2005

Yalçin F. och Demirer G.N., 2002, *Performance evaluation of landfills with the HELP (hydrologic evaluation of landfill performance) model: Izmit case study*, Department of Environmental Engineering

Yuen S.T.S., Wang Q.J., Styles J.R., McMahon T.A., 2001, *Water balance comparison between a dry and a wet landfill – a full-scale experiment*, Journal of Hydrology 251 (2001) 29-48

Elektroniska källor

Ragn-Sells, 2008a, *Om Ragn-Sells*, <http://ragnsells.se/Om-Ragn-Sells/>, besökt 2008-05-18

Ragn-Sells, 2008b, *Företag – Avfallsbehandling och deponering - Gasuppsamling*, <http://ragnsells.se/Foretag/Avfallsbehandling/Gasuppsamling/>, besökt 2008-05-20

US Army Corps of Engineers, 2008, *Environmental Laboratory, Products – Landfill - Demo* <http://el.erdc.usace.army.mil/products.cfm?Topic=model&Type=landfill>, besökt 2008-05-14

Personliga kontakter

Berger Klaus Dr., 2008, *Institute of Soil Science, Hamburg*, personlig kommunikation, 2008-05-18

Hellström, Nils-Ola, 2008, *Ragn-Sells Avfallsbehandling AB – Produktionschef*, personlig kommunikation, 2008-04

Lagerkvist Anders Professor, 2008, *Luleå Tekniska Universitet – Avdelningen för Avfallsteknik*, personlig kommunikation, 2008-05-08

Leino Jan-Erik, 2008, *Ragn-Sells Avfallsbehandling AB, Arbetsledare - Driftområde mellan*, personlig kommunikation, 2008-04

Lindsjö Magnus, 2008, *Nordvästra Skånes Renhållnings AB, Utredningsingenjör*, personlig kommunikation, 2008-06

Stenberg Sara, 2008, *Vafab Miljö AB, ledamot*, Västerås, personlig kommunikation, 2008-05-14

Thorén Bo, 2008, *Ragn-Sells Avfallsbehandling AB*, personlig kommunikation, 2008-04

Bilaga 1. Identifiering av deponin på område 1

Identifieringen av deponin beskrivs mellan åren 1988 och till 2007. För att få en bättre överblick och förståelse om hur deponin ser ut har deponin, i det här arbetet, delats in sju olika delytor, vilka är utritade i figur 1. Läsaren hänvisas även till tabellerna i Bilaga 2, som utgör en sammanställning av miljörapporterna och som år för år beskriver materialinnehållet i deponin. Där hittas vad för material som deponerats samt mängderna av varje material. Flygfoton finns tillgängliga för samtliga år om inget annat anges.

1988

Det här är det inledande året för identifieringen av deponin. Ett flygfoto saknas över deponin detta år varav beskrivningen baseras på 1988 års miljörapport samt intervjuer med driftspersonal på anläggningen. På delyta O5 deponerades bygg- och rivningsavfall. Avfallet täcktes sedan med rötat slam från avloppsreningsverk (benämns fortsättningsvis som röttslam), vilket fungerade som mellantäckning innan nästa pall med avfall lades på. På delyta O1:1 och O1:2 deponerades mycket hushålls-, bygg- och industriavfall. Avfallet blandades ihop och täcktes med röttslam.

Delyta O3 är den så kallade Måsvilan och här har mycket aska placerats genom åren. Detta år deponerades kolaska och i kolaskan grävdes gropar som fylldes med asbest och bottenlagg (från avfallsförbränning). På gränsen mellan O1 och O3 i delyta O1 placerades oljeslam som blandats med hästgödsel samt latrinfat. På hela delyta O2:1 placerades mycket hushålls-, bygg- och industriavfall som täcktes med röttslam.

1989

Det här året saknas flygfoto över deponin. På delyta O5 deponerades bygg och rivningsavfall som täcktes med röttslam. På delyta O1 placerades mycket hushålls-, bygg- och industriavfall och täcktes med röttslam. Delyta O3 tog emot kolaska och även detta år grävdes gropar som fylldes med asbest och bottenlagg. Precis som föregående år lades, på gränsen mellan O1 och O3 i delyta O1, oljeslam blandat med hästgödsel samt latrinfat. På delyta O2:1 deponerades mycket hushålls-, bygg- och industriavfall som täcktes med röttslam.

1990

Det här året tillkom en ny yta; från mellanlagringen av slam, det vill säga från nedre delen av delyta O2:2 ut till stevspetsen på delyta O5. Här deponerades hushållsavfall som täcktes med röttslam. Delyta O5 tog emot ännu en omgång med bygg- och rivningsavfall som täcktes med röttslam. Återigen placerades mycket hushålls-, bygg- och industriavfall på delyta O1 som täcktes med röttslam. Delyta O3 tog emot kolaska där gropar grävdes och fylldes med asbest och slagg. Det här året var de så kallade Ragn-Sells dagarna och med anledning till det täcktes nästan hela deponin med röttslam och jämnades till på ytan, vilket också kan avläsas från flygfotot.

1991

Även detta år tillkom en ny yta; delyta O2:2 och början av delyta O4. Delyta O5 utvidgades lite på kanten och spetsen. På den tillkomna ytan på delyta O4 avverkades skog där ytan som exponerades utgjordes av berggrund. Delar av berggrunden täcktes med lera, som skulle fungera som bottenlagg, och ledningar för gasdräneringar lades ut. På delyta O1:1 skedde ingen deponering. Delyta O1:2 deponerades med ytterligare industriavfall som täcktes med röttslam. Ingen deponering skedde på slänten på delyta O2:1. På övre delen av delyta O2:1 lades mer industriavfall och täcktes delvis med röttslam. På delyta O2:2 deponerades

industriavfall på den yttre delen som täcktes med rötslam och jordmassor. På delyta O3 lades kolaska, något mer än föregående år, sten och stubb samt hästgödsel som blandades med oljeslam.

Det här året inleddes Stevförsöket på delyta O5. Stevförsöket var ett metangasförsök och det innebar att två celler byggdes upp. I de två cellerna deponerades hushålls-, bygg- och industriavfall i olika blandningar. I den ena cellen hårdpackades avfallet och i den andra cellen deponerades avfallet mer löspackat. Gasledningar lades in i cellerna som skulle suga ut den gas som bildades. Försöket innebar att en jämförelse på mängd bildad metangas för de två cellerna skulle utföras. Mer om försöket se delkapitel 4.1 *Beskrivning av deponin*. Den yttersta delen av denna delyta utgjorde detta år fortfarande utav berggrund. De jordmassor som deponerades användes till att bygga jordvallar runt omkring deponin och även som täckmaterial av avfallet.

1992

Det här året tillkom en ny yta, mestadels av delyta O4, som utgjorde den sista arela utvidgningen av deponin. En väg byggdes runt hela deponin och även en ringledning lades till. Ringledningen utgör gasledningar för uppsamling av gas samt vattenledningar för uppsamling av lakvatten och som användning av släckvatten vid eventuella bränder. Mellanlagringen för rötslammet, som befann sig på nedre delen av delyta O2:2, tömdes och blev nu en del av deponin. På delytorna O1:1 och 1:2 deponerades industriavfall som täcktes med rötslam. På delyta O3 lades kolaska och på den södra delen av delytan deponerades sten och stubb. Över nästan hela delyta O2:1 deponerades industriavfall ytan som täcktes delvis med rötslam. På delyta O5 blev stevcellerna fyllda och täckta med jord. Yttre delen, där berggrunden var exponerad året innan, var nu botten tätad med 1,5 m lera. Längst ut på toppen av delytan deponerades hushålls-, bygg- och industriavfall.

1993

På delytorna O1:1 och 1:2 samt O2:1 och 2:2 deponerades inget nytt material detta år. På delyta O3 deponerades en likartad mängd kolaska som föregående år och på delytan deponerades slagg, stoft och sot. Hela delyta O4 var nu botten täckt med lera och på den inre delen av delytan täcktes leran med rötslam. På västra delen av delyta O5 deponerades hushålls-, bygg- och industriavfall som täcktes med rötslam. Det mest väsentliga för denna delyta det här året var att Stevförsöket nu var färdigställt, cellerna var sluttäckta och gasledningarna inkopplade. En hel del rötslam lades även ut på leran på den östra delen av delytan.

1994

På delyta O1:1 deponerades inget material. Inte heller på delyta O1:2 deponerades något nytt material, däremot lades gasledningar ut. Gasledningarna placerades ut och förgrenade sig över hela delytan. Några ledningar sträckte sig även över på delyta O1:1. Det mesta av deponeringsarbetet det här året utfördes på delytan O2. På delyta O2:1 deponerades mycket hushålls-, bygg- och industriavfall och delyta O2:2 täcktes mestadels med jordmassor. Den mängd slagg, stoft och sot, som deponerades på delyta O3, ökade detta år. Den mängd kolaska som deponerades på delytan bestod av en likartad mängd som året innan.

Arbetet som utfördes på delyta O4 var att horisontella gasledningarna placerades ut. Dessa täckte dock inte hela ytan, då den yttre delen kvarstod från föregående år. En hel del hushålls-, bygg- och industriavfall deponerades på delyta O5 som sedan täcktes med rötslam. Avfallet placerades på samma områden som året innan, det vill säga på den västra och östra delen av delytan.

1995

Hushålls-, bygg- och industriavfall deponerades på den östra delen av delyta O1:1, det vill säga området nedanför O3. Inget avfall deponerades på resten av delytan. Övre delen av delyta O1:2 fylldes på med mer rötslam, men inget avfall deponerades på den nedre delen. På delyta O2:1 placerades jordmassor och rötslam. På den norra delen av delyta O2:2 förbereddes en yta som nästa år skulle fungera som en celldeponering.

Den mängd hushålls-, bygg- och industriavfall som deponerades detta år ökade med ca 40 %. Delyta O3 tog emot kolaska samt slagg, stoft och sot, där mängderna av båda avfallsslagen ökade en hel del. På större delen av delyta O4 deponerades hushålls-, bygg- och industriavfall. Nästan inget material deponerades på delyta O5 förutom en liten del rötslam.

1996

På södra delen av delyta O1:1 deponerades hushålls-, bygg- och industriavfall som placerades längs kanten. Det hushålls-, bygg- och industriavfall som föregående år placerades på den östra delen av delytan täcktes med jord. De gasledningarna som placerades på delyta O1:2 var fortfarande synliga och på denna delyta deponerades inte mycket material mer än att en mindre del rötslam lades ut. På delyta O2:1 skedde ingen större förändring, dock deponerades mer jordmassor på delyta O2:2.

Den cell som föregående år hade förberetts fylldes nu med hushålls-, bygg- och industriavfall. I denna cell byggdes ett dräneringsskikt för vatten samt ledningar för gasuppsamling. Delyta O3 fylldes på med en från föregående år jämförlig mängd kolaska och slagg, stoft och sot. På hälften av området på delyta O5, mestadels östra delen, deponerades hushålls-, bygg- och industriavfall, medan den västra delen förblev orörd.

1997

Det här året saknas flygfoto över deponin. Det som kan beskrivas för deponin detta år tämligen korrekt är att mycket av den mängd jord som kom in lades på delyta O5. Deponigasanläggningen byggdes ut med ett nytt gasuppsamlingsystem. Den mängd bygg- och industriavfall som togs emot detta år ökade med ca 25 % medan hushållsavfallet utgjorde en ungefärlig likartad mängd som emottogs året innan.

1998

Södra delen av delyta O1:1, som 1996 deponerades med hushålls-, bygg- och industriavfall, täcktes med rötslam. På området direkt nedanför Måsvilan påbörjades en sten- och stubbtipp. I sten- och stubbavfallet grävdes gropar som fylldes med löst packat avfall. I groparna trycktes rör ned och i dem hällades fettavskiljarslam. På norra delen av delyta O1:2 deponerades mycket hushålls-, bygg- och industriavfall. Mängden hushållsavfall minskade med ungefär hälften från föregående år samtidigt som mängden bygg- och industriavfall ökade med ca 14 %. Återstoden av delyta O1:2 var samma som året dessförinnan. På delyta O2:1 deponerades hushålls-, bygg- och industriavfall som täcktes med jord som blandades med rötslam. Den cell som var lokaliserad i delyta O2:2 hade nu fyllts klart med hushålls-, bygg- och industriavfall och en täckning av jord påbörjades.

Delyta O3 tog emot avsevärt större volymer av kolaska och slagg, stoft och sot i jämförelse med summan av de mängder som emottagits under de föregående tiotal åren. Strax nedanför delytan påbörjades även byggnation av en bassäng för lakvatten som skulle komma att samla upp allt lakvatten från delytan. Norra delen av delyta O4 användes för balning av avfall. De balar som tillverkades skickades sedan iväg till en förbränningsanläggning. Det här året inkom stora mängder jordmassor som till stor del deponerades på delyta O5. Detta innebar en tidsansträngning för driftspersonalen på om all inkommen jord skulle hinna deponeras. Med anledning av det byggdes en väg rakt genom delytan som tillät att lastbilar kunde köra ut på ringledningen, istället för att ta vägen tillbaka på deponin, och därmed effektiviserades deponeringsarbetet.

1999

På sten- och stubbtippen, på delyta O1:1, deponerades sten- och stubbavfall och på resten av delytan samt längs med slänten på delyta O1:2 deponerades hushålls-, bygg- och industriavfall avfall som täcktes med jord och rötslam. Stora mängder jord inkom även detta år och ökade med en tredjedel av den mängd som kom in 1998. Jordmassorna deponerades på norra delen av delyta O1:2 samt över hela delyta O5.

Den väg som tillkom året innan, för att erhålla ett effektivt deponeringsarbete, fanns kvar. Delyta O2:1 utgjordes mestadels av vägar och deponerad jord. Även delyta O2:2 utgjordes av en hel del vägar, men inom området deponerades även hushålls-, bygg- och industriavfall. En ny cell tillkom på den här delytan. Bottnen på cellen fylldes med avklippta bildäck. Syftet med de avklippta bildäcken var att skapa luftfickor så att den gas som bildas i cellen skulle hamna i dessa luftfickor för att sedan sugas ut av de rör som placerats på bottnen. Den cell som föregående år började sluttäckas, färdigtäcktes med jord och rötslam. Mängden kolaska och slagg, stoft och sot minskade med hälften och deponerades som vanligt på delyta O3. På södra och norra delen av delyta O4 deponerades stora mängder hushålls-, bygg- och industriavfall. Avfallet täcktes sedan med jord och halm som blandats med rötslam.

2000

Det här året finns flygfoto över deponin tillgängligt, dock är det låg kvalitet på fotot vilket försvårar tolkningen. På delytor O1:1 och O1:2 deponerades hushålls-, bygg- och industriavfall och de täcktes med rötslam. Även hushålls-, bygg- och industriavfall täckt med rötslam deponerades på delyta O2:1 och O2:2. Den cell som byggdes 1999 fortsatte detta år att fyllas med hushålls-, bygg- och industriavfall.

Från och med detta år deponerades ingen kolaska vilket innebar att endast slagg, stoft och sot deponerades på O3. Mängden var mindre i jämförelse med året innan. Delyta O4 är mycket svårtolkat på fotot, dock kan nämnas att hushålls-, bygg- och industriavfall deponerades i den centrala delen av delytan. Även detta år tillkom stora mängder jordmassor, vilka fördelades jämnt över hela deponin, dock det mesta på delyta O5.

2001

Det här året är det låg kvalitet på flygfotot. På västra ytan av delyta O1:2 deponerades hushålls-, bygg- och industriavfall som täcktes med rötslam. De stora mängder jord som även detta år kom in, placerades på östra delen av O1:2 samt över hela området på delyta O5. Jordmassorna som inkom sorterades, där en mindre del användes för konstruktion av vägar på deponin och den större delen blandades med rötslam och deponerades. Slänterna runt hela deponin var nu täckta med rötslam och därmed hade sluttäckningen av deponin påbörjats, däribland var hälften av delyta O2:1 sluttäckt. På västra delen av delyta O2:2 deponerades

hushålls-, bygg- och industriavfall. Den cell som byggdes 1999, som var fylld med hushålls-, bygg- och industriavfall, täcktes det här året med jord.

Varken kolaska eller slagg, stoft och sot inkom detta år vilket medförde att delyta O3 täcktes med en liner. Efter att linern kommit på plats fungerade delytan som mellanlagring för förorenade jordar. På delyta O4 komposterades tillfälligt oljeförorenade jordmassor. Det här året var det fjärde och sista året där stora jordmassor deponerades på deponin. Som tidigare år placerades mycket utav massorna på delyta O5. Det här året minskade mängderna av hushållsavfall och detta var början på en likartad trend. Mängderna bygg- och industriavfall som deponerades var fortfarande stora.

2002

Hälften av delyta O1:1 var sluttäckt, men på den östra delen av delytan som användes för deponering placerades hushålls-, bygg- och industriavfall avfall och den västra delen användes som sten- och stubbtipp. På den inre delen av delyta O1:2 deponerades bygg- och industriavfall avfall som täcktes med jordmassor som uppblandats med rötslam, slänterna på delytan var sluttäckta. På den övre delen av delyta O2:1 deponerades hushålls-, bygg- och industriavfall som täcktes med jordmassor och rötslam. Den nedre delen var sluttäckt. På delyta O2:2 byggdes ytterligare en cell som fylldes med flis och hästgödsel som blandades med oljeslam. Oljan pressades ur slammet och rann ned till botten och sögs ut via de rör som placerats där. Oljan klassades som spillolja och skickades vidare till förbränning. På resten av delytan deponerades jordmassor.

Delyta O3 fungerade även detta år som mellanlagring för förorenade jordar. Norra delen av delyta O4 användes som mellanlagring för det rötslam som kom in. Den tillfälliga komposten som tillkom året innan stod kvar och den på södra delen av delytan deponerades rötslam blandat med jordar och halm. På västra delen av delyta O5 placerades slam som delvis deponerades på delytan och delvis fungerade som mellanlagring för deponering på annan delyta på deponin. På den östra delen av delytan deponerades jordar.

2003

Det här året deponerades förhållandevis små mängder av hushålls-, bygg- och industriavfall avfall, i jämförelse med tidigare år. En del av hushålls-, bygg- och industriavfallet placerades på delyta O1:1 och resten på delyta O1:2, det vill säga på de delar av delytan som fortfarande var i bruk. På den norra delen av delyta O1:2 byggdes en cell som användes för gasuttag.

Praktiskt taget hela delyta O2:1 var nu sluttäckt och på delyta O2:2 byggdes ett flertal celler. Den cell som tillkom året innan, som var fylld med flis och hästgödsel blandat med oljeslam, täcktes detta år med en plastliner. De andra cellerna på delytan var tre provytor som utgjorde ett fiberslamförsök. Dessa innehöll fiberslam som kom från ett pappersbruk och avsåg att användas för slutåterställning av deponin.

Delyta O3 fortsatte även detta år att tjäna som mellanlagring för förorenade jordar. Oljekomposten på delyta O4 kvarstod även detta år. På södra och norra delen av delytan deponerades bygg- och industriavfall och slam. På den östra delen av norra delytan pågick ett utläggningsarbete av gasledning. Slänterna på delyta O5 var nu sluttäckta och den västra delen av delytan användes som sten- och stubbtipp och hela den östra ytan täcktes med rötslam.

2004

Det här året saknas flygfoto över deponin. Det leder till osäkerheter i tolkningen och därmed ges beskrivningen endast i grova drag. Ungefär 30 % mindre mängder hushålls-, bygg- och industriavfall deponerades, i jämförelse med 2003, varav det mesta placerades i norra delen av O4 och sedan täcktes med slam. Speciellt den högra delen av norra ytan av delyta O4, där gasledningar placerats året innan, deponerades majoriteten av det hushålls-, bygg- och industriavfall som kom in och täcktes med rötslam.

2005

Hela delyta O1:1 blev det här året sluttäckt, likaså delyta O2:1. Över hälften av delyta O1:2 sluttäcktes, därmed användes endast den norra delen för deponering. Där placerades det mesta utav hushålls-, bygg- och industriavfallet som kom in, vilket var relativt små mängder, som täcktes med stora mängder rötslam. Därefter täcktes slammet med jordmassor. De celler som byggdes 2003 på delyta O2:2 var färdiga och deponin, över cellerna, sluttäcktes. Över hälften av delytan sluttäcktes och den verksamhet som utfördes på området var arbetet med den cell, fylld med oljeblandat slam, som täcktes med jordmassor.

Delyta O3 användes för sortering och mellanlagring av jordar. Slänterna på norra delen av delyta O4, sluttäcktes, medan deponiytan på den norra delen användes för deponering av bygg- och industriavfall. På de mer centrala delarna deponerades jordar och slam. Slänterna på delyta O5 var sluttäckta och den nordöstra delen användes som sten- och stubbtipp. Den västra och de inre delarna deponerades bygg- och industriavfall som täcktes med rötslam och jord.

2006

Det här året saknas flygfoto över deponin. Jämförelsevis låga mängder hushålls-, bygg- och industriavfall deponerades detta år.

2007

De delar som ännu var i bruk var norra delen av delyta O1:2, där det detta år deponerades jordar och asbest. Hela delyta O4 användes för deponering och här var en mellanlagring för rötslam placerad i den centrala delen och bygg- och industriavfall deponerades i norra delen. Centrala delen av delyta O5 deponerades med oljor och färgrester. På västra delen och på den östra delen var en sten- och stubbtipp belägen. Idag har ca en tredjedel av deponin sluttäckts. Deponeringen kommer att fortgå fram till årsskiftet av 2008/2009.

Bilaga 2. Sammanställning av deponerat material och deponerade mängder

Deponerad mängd		1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	enhet
hushållsavfall		32 450	26 300	27 050	28 374	28 655	20 902	20 406	44 260	53 430	56 505	ton
bygg- och industriavfall		36 200	53 900	89 600	95 000	92 100	92 606	80 180	98 869	92 320	116 674	ton
park- och trädgårdsavfall												ton
deponerbart slam		15 900	18 100	17 600	13 772	18 132	18 569	19 487	20 026	18 106	18 218	ton
hästgödsel/halm								1 379	6 539	7 616	11 201	ton
rötat slam		7 500	10 000		19 682	8 612	2 843	10 387	10 521	14 967	8 587	ton
latrin												ton
slagg, stoft och sot		13 650	4 911	1 300	2 108	2 755	3 646	7 911	11 225	10 313	15 684	ton
kolaska		22 650	16 600	19 300	27 826	15 912	14 875	12 699	15 500	13 089	13 613	ton
oljeskadade massor	klass 1 (utan förbehandling)	5 200	3 000	1 800	5 032	1 832	4 452	27 088	17 173	9 007	13 953	ton
	klass 2 (med förbehandling)	1 250	1 300	1 500	2 034	1 460	1 508	8 306	4 963	3 453	3 562	ton
saneringsrester		1 325	330	4 536			923	5 192	119			ton
fyllnadsmassor					10 694	10 500	35 800	39 834	29 138	59 425	30 325	ton
riskavfall					19	96	100	300	300	315		ton
oljehalt slam och vatten												ton
elektronikskrot och lysrör										218	249	ton
stubb och ris												ton
skrymmande avfall (skumgummi)												ton

De gröna ytorna presenterar de avfallslag som kan bilda metangas.

Deponerad mängd		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	enhet
hushållsavfall		26 638	42 488	30 085	20 295	22 587	16 646	14 757	6 341	441		ton
bygg- och industriavfall		131 755	115 590	115 272	121 323	112 392	75 213	56 010	10 650	1 560	9 634	ton
park- och trädgårdsavfall									1 748	1 672		ton
deponerbart slam		17 937	18 162	12 507	20 574	17 002	18 739	13 641			1 229 7	ton
hästgödsel/halm		10 974	9 587	5 136	5 498	6 870	9 339	6 232				ton
rötat slam		26 152	15 262	5 417	21 643	23 541	15 645	15 427		34	1394	ton
latrin											0,34	ton
slagg, stoft och sot		19 993	10 924	8 467								ton
kolaska		22 344	10 370									ton
oljeskadade massor	klass 1 (utan förbehandling)				5 283	6 779	7010	6 110	64 580			ton
	klass 2 (med förbehandling)	18 244	4 287	357								ton
saneringsrester						56 919	27 701	1 670				ton
fyllnadsmassor		183 299	303 652	292 378	272 028	93 380	51 971	51 324	62 515		20952	ton
oljehaltigt slam och vatten		6 193	21 093	24 791								ton
elektronikskrot och lysrör		110	40	57	33							ton
stubb och ris					2 770	179	219	844				ton
skrymmande avfall (skumgummi)									101	7 573	214	ton

De gröna ytor presenterar de avfallslag som kan bilda metangas.

Deponerad mängd		1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	enhet
specialavfall												
	döda djur											ton
	asbest		400	530	458	482	426	476	478	633	557	ton
	förorenade bygg- o rivnavf.											ton
	färg och lim											ton
	hydroxidslam											ton
	mat för destruktion											ton
	stålkord från däck											ton
	kompostrest											ton
	sand och rens fr ARV											ton
	färgslam											ton
	flytande avfall											ton
	kasserade produkter											ton
	beh oljeföror massor											ton
	deponirest utsorterad											ton
	deponirest oren											ton
	gallerrens											ton
	jonbytarhartser											ton
	kolpasta											ton
	mat som ska täckas											ton
	armerad betong											ton
	oarmerad betong											ton
	asfalt											ton
	asfalt PAH											ton
	gips											ton
	kasserad kol											ton
	sten											ton

Deponerad mängd	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	enhet
specialavfall											
döda djur	9							9	7		ton
asbest	602	436	438	637	406	647	443	711	704	716	ton
förorenade bygg- o rivnavf.									257	2 898	ton
färg och lim								831	309	32	ton
hydroxidslam								93		13	ton
mat för destruktion									4	16	ton
stålkord från däck									1 248	1 615	ton
kompostrest									121		ton
sand och rens fr ARV								1 255	1 137		ton
färgslam								856	757		ton
flytande avfall								3 418	517		ton
kasserade produkter								435			ton
beh oljeföror massor									3 404		ton
deponirest utsorterad								16 900	21 568	31 031	ton
deponirest oren										1 880	ton
gallerrens								1 255		365	ton
jonbytarhartser									20	33	ton
kolpasta										73	ton
mat som ska täckas										2 358	ton
armerad betong										804	ton
oarmerad betong										366	ton
asfalt										8 600	ton
asfalt PAH										1 772	ton
gips										12	ton
kasserad kol										496	ton
sten										78	ton