



Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap  
Område Landskapsutveckling

# Dagvattenhanteringsproblematik i södra Kurdistan

– hur gör man i Sverige och internationellt

Kalida Mohammed

Alnarp

2011

SLU

*Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU*

*Grundnivå C, 15 hp*

*Landskapsingenjörsprogrammet  
Sveriges lantbruksuniversitet*

# Dagvattenhanteringsproblematik i södra Kurdistan

– hur gör man i Sverige och internationellt



Kalida Mohammed

*Handledare: Jesper Persson, SLU, Område Landskapsutveckling  
Examinator: Eva-Lou Gustafsson, SLU, Område Landskapsutveckling*

*Självständigt arbete inom landskapsingenjörsprogrammet, Alnarp 2011  
Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap  
Område Landskapsutveckling  
Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten, SLU*

*Kurskod: EX0361  
Ämne: Landskapsplanering  
Nivå: Grund C  
15hp*

*Nyckelord: Dagvattenhantering, Öppet dagvatten, Lokalt omhändertagande av dagvatten- LOD, Avrinning, Infiltration*



## Sammanfattning

I södra Kurdistan där exploatering, utbyggnad och förtätning av nya respektive befintliga bebyggelseområden sker är dagvattensituationen mycket allvarlig. Arealerna av hårdgjorda ytor ökar stadigt med exploateringen. Infiltrationen av nederbörd i tillrinningsområden minskar ständigt. Stora mängder regn avrinner från ytor som en gång var genomsläppliga till lågt belägna och känsliga områden. Flödestopparna blir stora och icke reglerade vid såväl extensiva som måttliga regn. Dåligt dimensionerade och utformade dagvattensledningssystem medför snabba belastningar på ledningarna så att läckage och bräddning av smutsvatten i bebyggelseområden blir ett faktum. Bebyggelsen vid närliggande torra vattendrag riskerar att drabbas av ständiga översvämningar. I områden där man har sprängt berg och branta slänter för att anlägga vägar och annan infrastruktur blir marken känslig för erosion. Instabil och dåligt utförd schaktning gör att många byggnadsanläggningar utsätts för skred när marken utsätts för långvarigt regn. Nederbörd i stadsbebyggelsen förknippas alltid i folkets minne som en besvärlig situation med bland annat spridning av föroreningar och dålig åtkomlighet genom stadens olika delar. Dessa problem och den allvarliga situationen och avsaknaden av ett anpassat och fungerande dagvattenledningssystem i södra Kurdistan (studieområdet) ledde till mitt val av ämne för detta examensarbete.

Arbetet är uppbyggt i två delar. Den första delen består av utförliga observationer i studieområdet. Dagvattenhanteringsproblematiken i södra Kurdistan beskrivs här både i ord och bild. Här görs också en genomgång av ett antal problem, bland annat av urbanisering samt ökad andel hårdgjorda ytor och vattenförbrukning. Andra delen av arbetet består av en litteraturstudie där dagvattenhanteringsutveckling i Sverige beskrivs med en översiktlig presentation av ett antal exempel på dagvattenhantering både i Sverige och internationellt. Målet är att konkretisera dagvattenproblematiken i södra Kurdistan och att arbeta på ett underlag som skulle kunna fungera som arbetsmodell för vad man kan göra för att lösa dagvattenproblematiken i södra Kurdistan. För att ta fram ett sådant underlag visar jag vilka byggstenar som ingår i dagvattenhanteringssystemen och dels vilka problem dessa är anpassade för. I en tabell redovisar jag ett antal exempel på tänkbara lösningar utifrån både svenskt och internationellt dagvattenhanteringsperspektiv.

Min metod har varit att göra besök på det valda studieområdet (södra Kurdistan) för att tydligt kunna redogöra för vilka dagvattenproblem som finns där. Jag kommer att utföra ett antal observationer på områdets dagvattenanläggningar för att se hur de är konstruerade och utformade, samt hur dagvattnet hanteras allmänt i södra Kurdistan. Målet är att arbeta fram ett dokument i ord och bild om dagvattenproblematiken. I min studie ingick därför två genomförda besök i studieområdet ett i januari och ett i september 2011. Resultatet av dessa besök sammanställde jag sedan i detta examensarbete. Till min litteraturstudie har jag utgått ifrån böcker och tidskrifter i ämnet dagvattenhantering. Jag har även läst tidigare publicerade examensarbeten om

dagvattenhantering för att få bredare kunskaper i ämnet. För kompletterande bildmaterial har jag i första hand använt mig av digitala källor.

En avgränsning är gjord i och med att jag i mitt arbete beskriver dagvattenhanteringsproblematiken i allmänhet med inriktning på urbana miljöer utan att begränsa mig till någon specifik stad. Jag har fokuserat på ett problem i taget, och med egna kommenterar och med hjälp av kompletterade bilder försöker jag tydliggöra dessa. Ett av de grundläggande problemen med dagvattenhantering i södra Kurdistan är att man avleder allt dag - och DBT (dusch, bad och tvätt)- vatten från bostadsområden, industriverksamheter och trafikytor i gemensamma ledningar. Det innebär att kemikalier och skadliga ämnen från de olika verksamheterna kommer in i dagvattenledningarna utan att någon åtgärd görs för att hindra dessa skadliga ämnen att komma ut i naturen. Eftersom det inte finns någon form av system eller reningsverk för rening av dag-och avloppsvatten innan och efter avledningen innebär det att det förorenade vattnet därför blir svårt att återanvända och dra nytta av. Ett annat problem är att avledningsnätet på grund av ålder och dålig dimensionering läcker ut till markytan och vidare ut i marken, vilket kan innebära stora miljöproblem i framtiden. Kunskap och vikten av lokal dagvattenhantering kan därför vara viktig att påpeka och förmedla till berörda myndigheter i södra Kurdistan, bland annat är det viktigt att hänsyn tas till de lokala förutsättningarna vid planering och projektering av nya exploateringsområden. Nya lösningar ska prioriteras före de traditionella dagvattenlösningarna. Dessutom bör miljöplaner och miljökrav på sikt fastställas och tillämpas i kommunernas stadgar och översiktliga planer. Målet är att i framtiden ska exploatering, planering och utbyggnad av nya bostads- och industriområden också utgå från dessa planer och krav. Myndigheternas strävan ska även vara att arbeta för en god och hållbar mark och vattenförvaltning i landet. Genom att dra nytta av Sveriges och andra EU-länders varierade erfarenheter vad gäller lokal dagvattenhantering kan dessa möjligtvis också tillämpas (mer eller mindre) i södra Kurdistan med utgångspunkt i de lokala förutsättningarna.

Tanken med detta arbete om dagvattenhantering i Sverige och internationellt är att det ska kunna bli en inspirationskälla för myndigheterna i södra Kurdistan. Att det i framtiden ska leda till bättre dagvattenhanteringsarbete med miljö kvalitet som utgångspunkt.

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>1. INLEDNING</b> .....	<b>6</b>
1.1. BAKGRUND .....	6
1.2. SYFTE OCH MÅLBESKRIVNING.....	7
1.3. AVGRÄNSNINGAR.....	7
1.4. MATERIAL OCH METOD.....	7
1.5. GENOMFÖRANDE .....	8
<b>2. SÖDRA KURDISTAN OCH STUDIEOMRÅDET</b> .....	<b>9</b>
2.1. NULÄGE OCH EXEMPEL PÅ STADSPLANER .....	9
2.2 TOPOGRAFI OCH KLIMAT .....	10
<b>3. DAGVATTEN</b> .....	<b>13</b>
3.1. OMHÄNDERTAGANDE AV DAGVATTEN I DE ÄLDRE KURDISKA STÄDERNA.....	13
3.2 DAGENS DAGVATTENHANTERING.....	16
3.3 DIMENSIONERING OCH UTFORMNING AV ALLMÄNNA DAG- OCH AVLOPPSLEDNINGAR	19
<b>4. PROBLEMATIKEN - VARFÖR HÄNDER DET?</b> .....	<b>22</b>
4.1 ÖKAD ANDEL HÅRDGJORDA YTOR .....	22
4.1.1 URBANISERING MED NEGATIVA FÖLJDER.....	22
4.1.2 ÖVERSVÄMNING AV BEBYGGELSE.....	28
4.1.3 ÖVERSIKTSPLANER MED NEGATIV PÅVERKAN PÅ NATURMARK OCH LANDSBYGD	29
4.2 LÄCKAGE PÅ LEDNINGSSYSTEMET.....	30
4.3 ICKE FUNKTIONELLT DAGVATTENSYSTEM OCH UTFÖRANDE.....	31
4.4 AVSAKNADEN AV RIKTLINJER, UNDERHÅLL OCH ÅTGÄRDSPLANER .....	32
4.5 ÖKAD VATTENFÖRBRUKNING OCH DESS NEGATIVA EFFEKTER .....	33
4.6 BORTLEDNING AV DAGVATTEN - SLUTEN DAGVATTENHANTERING .....	36
4.7 FÖRORENINGEN AV MARK OCH MILJÖ .....	38
4.8 EROSION AV VÄGAR OCH MARKER.....	39
4.9 SLÖSERI MED VATTENRESURSERNA .....	39
<b>5. UTVECKLING AV DAGVATTENHANTERING I SVERIGE</b> .....	<b>41</b>
5.1 DAGVATTEN- LEDNINGSSYSTEMET .....	42
5.2 ÖPPEN DAGVATTENHANTERING - LOD .....	43
5.3 OLIKA LOD ANLÄGGNINGAR, EXEMPEL BÅDE FRÅN SVERIGE OCH INTERNATIONELLT - ALLMÄN MARK.....	44
5.4 EXEMPEL PÅ LOKALT- OMHÄNDERTAGANDE OCH RENING AV DAGVATTEN - PRIVAT MARK.....	51
5.5 EXEMPEL PÅ LÖSNINGAR FÖR HANTERING AV DAGVATTEN - NATURMARK.....	53
5.6 DAGVATTENHANTERINGSPROBLEM OCH EXEMPEL PÅ LÖSNINGAR.....	54
<b>6. DISKUSSION OCH SLUTSATS</b> .....	<b>55</b>
<b>7. REFERENSER</b> .....	<b>59</b>
ELEKTRONISKA PUBLIKATIONER .....	60
MUNTliga SAMTAL.....	<b>FEL! BOKMÄRKET ÄR INTE DEFINIERAT.</b>
BILDER OCH TABELLER.....	61
TV PROGRAM .....	62

# 1. Inledning

## 1.1. Bakgrund

I det här arbetet behandlas dagvattenproblematiken i södra Kurdistan. Intresset för frågor kring dagvatten har jag fått efter kursen *Utformning av vattenmiljöer*, SLU-20058, inom vilken jag fick grundläggande kunskaper om hur vatten rör sig i landskapet, om vattenrelaterade miljöproblem i stadsmiljöer samt alternativa lösningar på dessa problem.

Ämnet dagvatten har stor betydelse då jag kommer från ett område där vatten är en bristvara och alltid står i debattens centrum. Makten över vattentillgångar är en aktuell politisk fråga i området och bidrar till de flesta allvarliga konflikterna i Mellanöstern. Att lokalt hantera dagvatten genom att exempelvis använda infiltrationsytor, utjämningsmagasin, öppna dammar eller nedgrävda magasin har särskilt stor betydelse i områden med brant, lerig eller vegetationsfattig markbeskaffenhet. Dessa förhållanden råder på flera ställen i exempelvis södra Kurdistan. Då ovan nämnda lösningar används skapas goda förutsättningar för att så gott som hela nederbörden kan infiltreras i mark och grundvatten kan lagras. Avrinning från avrinningsområden kan utjämnas i tex. nedgrävda magasin. Långsiktigt betyder det en tryggad väg till en bra och fredlig vattenpolitik i områden med vattenkonflikter. I stadsmiljöer innebär det minskning av många av de vattenrelaterade problemen, bland annat översvämningar, hantering av förorenat vatten, avvattning från städernas hårdgjorda ytor och bevattning av parker och planteringsytor.

För att kunna arbeta fram en bra grund för hur dagvatten kan hanteras i södra Kurdistan har jag bestämt mig för att fördjupa mig teoretiskt i ämnet. Jag har funnit en mängd intressant information om dagvattenhantering i Sverige och internationellt. Ur ett ekologiskt perspektiv innebär lokal dagvattenhantering mera grönytor och minskad mängd föroreningar i stadsmiljön genom att föroreningarna dels lagras i växterna och även sedimenteras på platsen, särskilt i hårt urbaniserade städer såsom i södra Kurdistan.

En lokal dagvattenhantering innebär i praktiken bättre hushållning med vattenresurserna. En lokal dagvattenhantering skulle till exempel kunna bidra till skapandet av våtmarker med hög biologisk mångfald i bebyggelseområden, och vatten som kan användas till bevattningen av parker och trädgårdar. Det sistnämnda är särskilt viktigt i varma länder, där regelbunden bevattning av planteringsytor är ett mycket bekymmersamt arbete. Öppen dagvattenhantering innebär även mindre belastning på så kallade kombinerade ledningssystem som i regel är de enda ledningssystem som förekommer i städerna i södra Kurdistan. I dagsläget är dagvatten i princip en outnyttjad resurs i södra Kurdistan. Den allra enklaste lösningen av lokal dagvattenhantering skulle ge goda möjligheter för skapande av fler gröna miljöer som i sin tur skulle bidra till vattenbalansen i tätortsbebyggelsen, öka mångfalden och skapa livsrum för djur och insekter. Detta är extra viktig särskilt i områden där klimatförändringar och urban exploatering är så pass kraftig att förekomst av skogar och naturlig grönska näst intill försvunnit. Anslutande grönytor till öppna

dagvattensystem är betydligt mindre ekonomiskt krävande i jämförelse med de befintliga konstbevattnade grönytor som finns idag i städerna i södra Kurdistan. Det är också viktigt att nämna att områden där planerad dagvattenhantering förekommer hinner det orenade vatten från ytor som är anslutna till systemet att renas i viss mån innan det transporteras vidare till recipienter.

## ***1.2. Syfte och målbeskrivning***

Syftet med detta arbete är att beskriva dagvattenproblem i södra Kurdistan både i ord och bild. Vidare kommer jag att beskriva hur man på denna plats tar hand om dagvatten, vilka ledningsnätssystem som används, med vilka dimensioner och vilka ledningsmaterial.

Målet med arbetet är att ge en allmän bild av dagvattensituationen i södra Kurdistan och att utifrån detta presentera alternativa lösningar för omhändertagande av dagvatten i Sverige och internationellt. Att skapa en arbetsmodell för vad som kan göras för hantering och återanvändning av dagvatten för olika ändamål, bland annat för att skapa gröna miljöer. Då södra Kurdistan och hela Mellanösternområdet är hårt utsatt för klimatförändringar, med bland annat urbana värmeeffekter, dricksvattenbrist, och förorening av grundvatten, anser jag att detta problem borde uppmärksammas. Att presentera ett antal exempel på välbeprövad dagvattenhantering från Sverige och utomlands kan locka tankar om bättre miljöbaserad dagvattenhantering i Kurdistan, vilket i sin tur kan ge mer tillbaka än de högteknologiska lösningar som ofta är dyra att köpa och underhålla. Jag har i åtanke att många områden i södra Kurdistan lider brist på ekonomiska resurser och har utbildad kommunal personal ansvariga för landskapsplaneringen.

## ***1.3. Avgränsningar***

Det här arbetet är avgränsat till dagvattenproblematiken i södra Kurdistan med inriktning på urbana miljöer i allmänhet utan någon specifik stad i åtanke. Arbetet tar inte upp specifika frågor rörande tekniska anordningar. Ett antal metoder kring dagvattenlösningar från både Sverige och internationellt tas upp för att skapa en arbetsmodell för att hantera dagvatten. Jag har valt att titta på endast två exempel av dagvattenlösningar nämligen Bo1 västra hamnen och Augustenborg i Malmö

## ***1.4. Material och metod***

I det här arbetet har två metoder förekommit, fältobservationer och litteraturstudier. Första delen av arbetet är tänkt som en presentation och bakgrundsbeskrivning av dagvattenproblematiken i södra Kurdistan. Genom egna fältobservationer av dagvattensystemet och bilder som är tagna från olika platser och skilda miljöer i södra Kurdistan försöker jag belysa dagvattensituationen där. För att förstärka min kännedom om områdets klimat och topografi har jag använt av mig av webbaserade digitala källor.

I den andra delen av arbetet presenterar jag ett antal tillämpade lösningar från Sverige och internationellt på dagvattenhantering. Lösningar från områden som troligen haft likartad problematik eller samma förutsättningar som mitt referensområde. För att



finna information om dagvattenhantering i Sverige och internationellt har jag lånat böcker från biblioteket i ämnet dagvatten. För att få bättre insikt i lokal dagvattenhantering har jag besökt ett par dagvattenprojekt i Skåne med omnejd.

### **1.5. Genomförande**

Beskrivning av dagvattenproblematiken i södra Kurdistan hade jag tänkt göra med hjälp av dokument, planritningar och kartor som jag skulle få på elektronisk väg till min e-postadress från de kurdiska myndigheterna. Eftersom det är svårt och tar tid att åka till Kurdistan just nu under tiden för examensarbetet på grund av osäkra flyglinjer, tänkte jag att idén var bra. Dessutom har man annorlunda kalendrar, under månaderna mars och april brukar det i allmänhet vara lov i Kurdistan och många myndigheter är stängda. Korta arbetsdagar på 4-5 timmar, byråkrati och dålig organisation av pappersarbete gör att mycket tid går förlorad. Avsaknaden av utrustning för kopiering och skanning hos dessa myndigheter gör arbetet ännu svårare, vilket innebär att man tvingas åka till marknaden och leta efter kopieringsbutiker. Ofta är det sedan elavbrott precis när man kommit till affären. Efter två veckors väntan på papper och ett samtal med dagvatten- och avloppsvattenchefen visade det sig att det var omöjligt att få tag på någon dokumentation. Förvaltningschefen hävdade att de dokument som jag behövde och ritningar över dagvattenledningar saknas eftersom dagvattensystemet byggdes för cirka 50 år sedan efter en lokalt anpassad brittisk modell. Han påstod att många av de personer som var inblandade i byggprocessen är borta, och de som är kvar i livet är analfabeter och deras erfarenhet är inte till hjälp. Efter mitt samtal med dagvatten- och avloppsvattenchefen fick jag en känsla av det är omöjligt att få information på den vanliga formella vägen. Jag försökte på informellt sätt genom mina bekanta, men det visade sig att det också var omöjligt. De sade att det krävs tillstånd från högre chefer för att kunna bläddra i myndigheternas arkiv efter information. All dokumentation och planer och ritningar klassas hos dem som känslig information och det är viktigt att säkerställa landets säkerhet.

Till slut bestämde jag mig för att istället använda bilder som jag tagit under min resa till södra Kurdistan under jultiden och under sommaren. Jag hoppas kunna ge en rimlig bild av problematiken utifrån de bilder som jag tagit från olika städer. För att nå bättre resultat har jag också använt bilder från internet för att komplettera mina egna bilder.

## 2. Södra Kurdistan och studieområdet

### 2.1. Nuläge och exempel på stadsplaner

Södra Kurdistan är det som historiskt benämns Mesopotamien. Officiellt är Irakiska Kurdistan ett område som omfattar 65000km<sup>2</sup> och har en befolkning som uppskattas till ca 6 miljon invånare. Södra Kurdistan gränsar till Turkiet i norr, Iran i öst, Irak i syd och Syrien i väst. Området består av fyra provinser Hewlêr, Suleymani och Duhok. De tre första provinserna styrs av Kurdistans regionala regering i Hewlêr, medan den fjärde provinsen Kirkûk har under arabiseringskampen avsågats geografiskt och administrativt från kurdiska området under 1950- talet och styrs sedan dess av den Irakiska regeringen i Bagdad (se figur 1).

Södra Kurdistan har i decennier drabbats av krig mellan den centrala regeringen och de kurdiska befrielse rebellerna. Krig och regeringsintressen har förhindrat utvecklingen i denna region, och det är idag märkbart inom många områden. Bland annat inom vattenförsörjning, el, vägar och avloppsvatten. Avsaknaden av permanent tillgänglighet på dricksvatten är en av de allvarligaste bristerna. Denna brist är särskilt svår i kombination med folkomflyttningar från krigsdrabbade områden till de stora städerna i södra Kurdistan. Bristfällig dagvattenhantering i södra Kurdistan innebär idag att situationen är allvarlig och risken för kollaps är överhängande enligt AKIN, The American Kurdish Information Network (Kurdistan.org).



Figur 1, karta över södra Kurdistan. Mörkfärgade områden tillhör kurdiska styret med sitt säte i huvudstaden Hewlêr. Ljust färgade områden är också kurdisk mark som styrs av Irakiska regeringen i Bagdad. Området brister i stabilitet på grund av konflikter mellan den kurdiska regeringen och centrala regeringen i Bagdad angående rätten för området att återförenas med resten av Kurdistan. Området är väldigt rikt på naturresurser bland annat olja och vatten(Foto: Institut Kurde de Paris)

## **2.2 Topografi och Klimat**

Södra Kurdistan är ett område som domineras av berg och höglandsplatåer som i genomsnitt ligger mellan 1000-3800 m över havet. Landskapet utgörs av branta slänter och djupa dalar. Under vinter och vår faller snö på bergskedjorna och höglandet, medan kraftiga regn faller på låglandet. Nederbörden inträffar ofta från november till maj, men ibland inträffar skyfall under oväntade perioder. Den genomsnittliga nederbörden beräknas ligga mellan 300 mm i sydvästra delarna och 1200 mm i nordöstra delarna. Den måttliga nederbörden är tillräcklig för att bevara de skogar och övrig ängsvegetation som täcker delar av området året runt. Vattendragen från höglandet och bergen strömmar genom landskapet och bildar mellanstora och små floder. De viktigaste floderna, Tigris och Eufrat har sina källor i norra Kurdistan. I södra Kurdistan finns floderna Fishkhaboor, Stora Zê och lilla Zê samt två insjöar, Dokan och Darbandikhan. De utgör områdets viktigaste vattentäkter (se figur 2). Dessa vattensamlingar används främst för elframställning och dricksvattenförsörjning. Vattnet efter elproduktionen tar sig genom landskapet i ganska grunda vattendrag och tas tillvara för bevattning av odlingsmarker längs floderna.

## 2.3 Konstgjorda vattentäcker



Figur 2, karta över vattenresurserna, kartan visar vattentillgångarna i södra Kurdistan. 1. Tigris och Eufrats avrinningsområde, 2. Tigris, 3. Dokandammen, 4. Derbandikhandammen, 5. Lilla zê, 6. Stora zê, 7. Vattenkraft anläggning (Foto: Institut Kurde de Paris)

Dokandammen är en multifunktionell damm, som byggdes och konstruerades av det brittiska konsultföretaget Bonnie & Partners mellan 1954 - 1959 över Lilla Zé (Little Zab). Syftet med dammbygget var att skydda närliggande samhällen mot översvämningar samt magasinera nederbörd och smältvatten för senare användning till bevattning av odlingar och lantbruksmarker. Dammen är 360 m lång och 116,5 m hög. Vid sin bas är den 32,5 m bred. Det sammanlagda högsta flödet är 4300 kubikmeter per sekund. År 1973 installerades ett vattenkraftverk vid dammen av ett ryskt bolag. Kraftverket togs i drift år 1979 och dess kapacitet för elproduktion är 400 MW. (Se figur 2).

Derbandikhandammen är en annan damm i regionen. Den är 128 m hög och ligger vid floden Sirwan nära staden Suleymani. Den, liksom Dokandammen, är en multifunktionell damm för elproduktion, bevattning, skydd mot översvämningar och rekreation. Denna damm byggdes mellan 1956 och 1961 av ett amerikanskt- europeiskt byggföretag. Dammens kraftverk har idag en kapacitet på ca 249 MW enligt AKIN (Kurdistan.org).

Vattenverk i utvecklingsländer anses vara en ekonomiskt lönsam lösning för tillverkning av egen el, men vad som ofta händer är att miljöhänsynen inte tas på allvar. Maria Bloch skriver om dagvattenhantering (Bokalders & Block 1997) och menar att de stora vattenkraftverken bidrar ofta till allvarliga miljöstörningar, bland annat skövling av skog, vattenunderläggning av produktiv jordbruksmark, byggandet av vägar i exploaterade naturmarker och risk för översvämningar av närliggande samhällen. Marie Block beskriver också hur torrläggning av flodfåran för besparing av vatten försvårar livsvillkoren för fisk och små vattendjur i dessa floder.

## 3. Dagvatten

### 3.1. Omhändertagande av dagvatten i de äldre kurdiska städerna

Så länge folk kan minnas har sluten dagvattenavledning varit den enda metod som använts för att leda bort dagvatten och hushållsvatten, så kallat BDT-vatten i kurdiska städer. Begreppet BDT är en förkortning av bad-, dusch- och tvättvatten. Principen bygger på att man har egna brunnar på sina tomter och gårdar som tar hand om hushållsvattnet och även nederbörd från hustak och gårdsmark. Brunnarna var i äldre tider grävda till 5-6 m djup, dess kanter byggdes upp av kalksten upp till marknivå. Via en smal kanal kunde regnvatten tillsammans med BDT-vatten ledas bort till ett hål vid sidan av brunnens kant.

Dessa brunnar hade i regel en genomsläpplig botten så att det lagrade vattnet kunde filtreras långsamt ner i marken. Eftersom hälften av vattnet kom från hushållet och därmed innehöll näringsrika ämnen och avfallsrester så bildades det slem och sediment på brunnens botten. Efter en tid märkte man att brunnen var igensatt vilket innebar att det var dags för rensning av brunnen. Borttagning av sedimenten brukade ske vartannat år och då fanns det folk som hade detta som arbete menar uppgiftslämnaren Mohammed Semin<sup>1</sup>.

Att tillämpa och hantera dagvatten på detta sätt i de äldre städerna i södra Kurdistan var en nödvändig lösning utifrån de funktionskrav som gällde vid denna tidpunkt. Då var ofta bebyggelseområdena belägna i lägre zoner, vilket gjorde bortledning av dag- och DBT -vatten i öppna diken med självfall och dagvattenledningar omöjligt. Markens beskaffenhet, avsaknaden av kunskap och teknik hade stor betydelse för valet av denna lösning, vilket ändå verkar ha varit en god och funktionell lösning. Man tog hand om sitt vatten själv på ett varsamt och ganska miljömässigt sätt. Man var aktsam med vattenförbrukning och man hade kontroll och ansvar för sitt DBT -vatten. Man såg till att matrester inte hamnade med köksvattnet i brunnen.

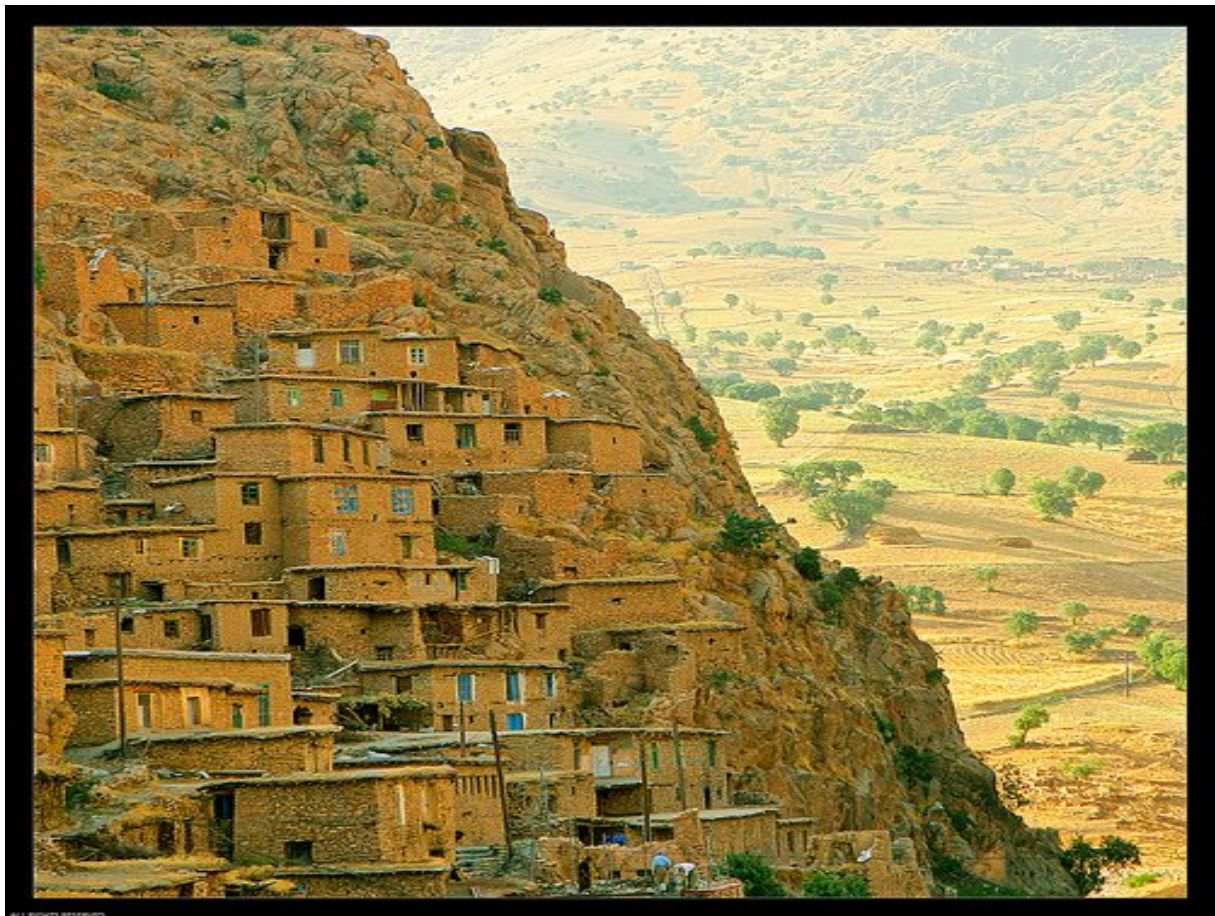
Förutsättningen för att detta system fungerade under en lång period var att förändringar då var långsamma och hårdgjorda arealer var obetydliga. Städerna omgavs av naturmarker och det fanns vattendrag och naturlig terräng så att överskott på regnvatten under regniga perioder kunde ta sig till dessa vattendrag och låga marker. (se figur 3). Den gamla arkitekturen, stadsbyggnaden och byggmaterialen var mer hållbara och miljöanpassade än vad dagens arkitektur och byggmaterial är. Man byggde sitt hus av ren lera, lertegel och kalksten och effekten av värmeöar var betydligt mindre i dåtidens stadsmiljöer. Bebyggelsearealerna var välplanerade och inga onödiga hårdgjorda ytor förekom.

Alla hus var omgärdade med höga murar så att det totala avrinningsområdet inom bebyggelseområdena det vill säga staden delades till mindre avrinningsområden. Varje hus hade en stor innregård där man hade sin trädgård, ofta bestående av ett antal fruktträd. Trädgården kunde under kraftiga regn ta emot överskottsvattnet då man

---

<sup>1</sup> Fazila Mohammed Semin medborgare från staden Kefri telefonsamtal den 17 maj 2011.  
Kalida Mohammed, 21oktober 2011

täppt till hålet till dagvattenbrunnen för att låta vattnet rinna till trädgården i stället. En annan fördel med det gamla systemet var att vattenförbrukningen och därmed hushållsvattnet under denna tid inte utgjorde mer än tiondel av dagens vattenförbrukning och att dess innehåll av fett och kemikalier miljöfarliga ämnen var ringa i jämförelse med idag. Anledningen var att man förr hade man ett enklare liv och förbrukade mindre resurser. Man tvättade sig gemensamt i hammam (badhus för kvinnor resp. badhus för män) och i de flesta hus hade man inga egna kranar eller så fanns det bara en kran som i allmänhet var placerad ute på gården i mitten av huset (se figur 5 på hus med gård i mitten). På landsbygden brukade det förekomma annorlunda former av bebyggelse i jämförelse med de gamla städerna. Där tillämpades andra lösningar för hantering och avledning av dag -och hushållsvatten (se figurerna 4 och 5).



*Figur 3, visar en by på landsbygden i Östra Kurdistan och den naturanpassade avrinningen av dagvatten(Foto: Iran Tuorism Kurdistan )*



*Figur 4, bilden visar vattens väg på landsbygden i östra Kurdistan. Genom att bygga en kanal av håliga trädstammar kunde man styra och reglera vattens väg i landskapet. (Foto: Kurdistan Photo)*



*Figur 5, Hassan pasha hem i staden i Amedi, norra Kurdistan. Bilden visar hur man i gamla tider tagit hand om dagvatten. Regn- och smältvatten från husets tak och hårdgjorda ytor kunde genom liten marklutning enkelt och smidigt rinna till brunnen som brukade anläggas i mitten av den innregården. Till brunnen leddes även disk-, bad- och tvättvatten. (Foto: Kalida Mohammed)*



## 3.2 Dagens dagvattenhantering

Hantering av dagvatten inom tätorter sker genom att man bygger diken som kanaler på vägarnas och gatornas båda kanter (se figurerna 6 och 7). Utformningen är enkel och görs genom att man lämnar ett avstånd på 300-400 mm mellan trottoarkanten och vägen. En liten nivåskillnad på 50-100 mm görs för att skapa en svacka med svag lutning så att regnvatten från vägen eller gatan kan rinna till kanalen. Till dessa öppna kanaler avrinner även BDT-vatten från fastigheterna längs gatan. Genom att utnyttja självfallsprincipen ska allt dag- och BDT vatten ledas bort till större kanaler som är anlagda utmed vägarna eller tvärsöver dessa. Kanalerna följer i allmänhet de stora vägarna och ansluter till ännu större kanaler som ofta är byggda under trottoarer och gator (se figurerna 6 och 7).

Från de mellanstora täckta dagvattenkanalerna kopplas ett antal så kallade dagvattenbrunnar och avståndet mellan dessa brukar variera mellan 50 -100 m. Dessa har inga anordningar för löv- och sandavskiljning utan de består bara av en öppning (hål) med galler och används för inspektion av dagvattenkanalerna. Man hoppas att de stora flödena vid kraftiga regn ska kunna rensa dessa kanaler från avlagrade material säger Serkot Ahmed chefen för dagvatten - och avloppsvatten i staden Hewlêr<sup>2</sup>. Ledningarna under mark är i allmänhet parallellt anlagda med huvudvägarna ända till städernas utkanter. Serkot Ahmed menar att dessa ledningar byggdes ofta i mindre dimensioner då antalet invånare år 1950 utgjorde endast en tiondel av dagens invånare. Standardbetongrör i dimensionerna Ø 300 mm, Ø 500 mm är vanligt förekommande i dagvattensammanhang i de stora städerna. Större dagvattenledningarna i dimensioner på Ø 1000 mm och Ø 1500 mm förkommer inte i färdiga produkter utan de byggs på plats (se omslagsbilden). Dessa förekommer i rektangulär och fyrkantig form och byggs av formgjuten armerad betong eller murblock i dimensioner 1000x1000 mm, 1500x1500 mm och även ibland i 1500x2000 mm. Se även figurerna 10 och 11.

Platsgjuten betong tycker man är enkel att utforma och bygga och är dessutom skötsel - och underhållsfria enligt dag - och avloppsvattenchefen i staden Hewlêr, man tycker även att de stora dimensionerna av färdigbyggda standardbetongrör är dyra och känsliga att transportera. De platsgjutna betongrören förekommer ofta i de sista sträckorna i ledningssystemet där det förorenade flödet och trycket är störst. Enligt dag- och BDT vattenchefen är de större ledningarna utformade så att inget underhåll ska behövas. Han menar att det räcker med ett kraftigt flöde för att rensa ledningarna från sediment och lagrade material. När dessa stora kanaler närmar sig städernas utkanter släpps det förorenade vatten fritt i landskapet (se figur 8).

Öppna dagvattenrännor i dagens utformning orsakar en rad problem, bland annat att vattnet strömmar över till de trafikerade gatorna och trottoarerna, vilket orsakar erosion av asfalt och missnöje hos gående. Det rinnande dagvattnet förorenas under sin väg av bland annat oljor och kemikalier från industri och verkstäder utan att någon behandling görs innan det släpps ut i naturen och vattendragen. Med dagens klimatpåverkan och risken för kraftiga regn blir dagvattenrännorna och deras funktion allt viktigare. Underhåll av dagvattenledningarna är ofta bortprioriterat. De är dåligt konstruerade och klarar inte av konsekvenserna i samband med förändringar både vad

---

<sup>2</sup> Serkot Ahmed chef för dag- och avloppsvatten i staden Hewlêr, telefonsamtal den 20 maj 2011.

gäller klimatet och ökad andel hårdgjorda ytor. Det görs heller inget för att återanvända dagvatten lokalt dels för att minska belastning på dagvattenledningar och dels minska beroendet av användning av grundvatten och ytvatten för till exempel bevattning av planteringsytor och städernas nyanlagda parker (se figur 23).



*Figur 6. Dagvattenrännor, bild från Hewlêr där dag- och BDT vatten rinner öppet dike. Rinnande vatten från fastighetens tak, garage, bad och kök samt från gatan ska ledas via de här smala kanalerna oavsett väderförhållanden. Den nyplanterade eukalyptusplantan hindras från att ta del av det rinnande vattnet, och är helt beroende av människan för kontinuerlig tillförsel av vatten (Foto: Kalida Mohammed)*



*Figur 7, öppet dag- och spillvattendike, bild från Hewlêr visar systemets svaga punkter. Ett oskyddat ledningssystem med risk för igensättning av skräp. Risk för överströmning av förorenat vatten till körbanan (Foto: Kalida Mohammed)*



*Figur 8, från staden Hewlêr visas slutpunkten i dagvattensledningssystemet. Här har man tagit vara på naturlig terräng som sänkor och raviner för att använda som mottagare av stadens smutsvatten (Foto: Google Maps (Hewlêr, Kurdistan))*

Figur 8 visar hur landskapet och dess topografi utnyttjas för att leda bort stadens smutsvatten. Med hjälp av det så kallade självfallprincipen tar dag- och BDT vatten tillsammans med annat förorenat vatten sig slingrande genom tätorten till de naturliga lågpunkterna i terrängen.

### ***3.3 Dimensionering och utformning av allmänna dag- och avloppsledningar***

I en träff med ansvarig chef för ett omfattande dag- och avloppsvattensprojekt i staden Suleymani har jag ifrågasatt anledningen och syftet med att dag- och avloppsledningar dimensioneras och utformas på det sätt som syns i figurerna 10 och 11. Jag frågade vidare om utformningen är en typisk kurdisk uppfinning eller om det är en engelsk modell som är anpassad för Kurdistan och Irak. Chefen blev förvånad över mina frågeställningar och han visste därför inte vad han skulle svara.

När städer börjar växa och dag- och avloppsvattenflödet stiger ökar behovet av större dag- och avloppsvattenledningar. De 300 mm och 500 mm diameter stora ledningar som anlades under 1960 och 1970-talen klarar inte av dagens belastning. Dimensionering och utformning av ledningssystem med fyrkantig form i genomskärning anser projektchefen och projektentreprenören vara det lämpligaste sättet för hantering och ledning av dag- och avloppsvatten. Enligt dem är det lättare att bygga och enklare att bestämma lutning för att få bättre självfall. Enligt dem är självfallsprincipen den viktigaste faktorn som man strävar efter vid dimensionering och utformning av dag- och avloppsvattenledningar i södra Kurdistan. Det för att garantera en säker bortledning av dag- och avloppsvatten. För bättre tillsyn och underhåll kopplas till ledningarna ett antal nedstigningsbrunnar så kallade inspektionsbrunnar på ett avstånd av 50 m -100 m för upptagning av sediment och lagrade avfall i ledningarna förklarar Mohammed Andazyar, VD för Elin Company<sup>3</sup>.

Som man kan se på figur 9 nedan har man inte behov av anvisningar för beräkning av dag- och avloppsledningar. Detta på grund av att hänsyn inte tas till samverkan mellan avrinningsområde och ledningssystem. Det finns inte heller databaser för beräkningsmetoderna vad gäller flödesberäkning av spillvatten, beräkning av dagvattenflöden, regnintensitet, avrinningskoefficienter samt regnhastighet vid rinntid med mera.

---

<sup>3</sup> Mohammed Andazyar, VD för Elin Company, hänvisning till samtal vid projektbesöket den 10 september 2011.



*Figur 9, ritning som visar ett nytt projekt för dag- och avloppsvatten i Staden Suleymani. Vattenledningen är planerad för bortledning av dag-och avloppsvatten från två stadsdelar. Projektområdet ska senare bli en del av ny ringväg, vid ett område intill staden Sulemani se även figurerna 10 och 11 nedan (Foto: Kalida Mohammed)*



*Figur10, visar dimensionering och utförandet av ritning, figur 9 (Foto: Kalida Mohammed)*



*Figur 11, dagvattenkanal av formgjuten armerad betong, ofta i dimensionerna 2000mm x1500 mm, förekommer i sista sträckorna i städernas dagvattenledningssystem, och kan även finnas under broar och stora vägar. Här kommer ledningen att förlängas med ca 4 km till. Marken ovan kommer att bli en del av ett nytt exploateringsområde. Se figur 9 (Foto: Kalida Mohammed).*

## 4. Problematiken - varför händer det?

### 4.1 Ökad andel hårdgjorda ytor

#### 4.1.1 Urbanisering med negativa följder

Inflyttning från landsbygden under 1980- talets krig mellan Irak och Iran har medfört att landsbygdsborna i hundratals byar intill gränsen mellan Irak och Iran tvingades att lämna sina byar och flytta till städerna i inlandet. År 1988 utförde irakiska regeringen en intensiv militär kampanj under namnet "Anfall" <sup>4</sup> mot kurdiska befolkningen och förstörde över 4500 byar i södra Kurdistan till grunden. De som överlevde processen fick flytta och bo i städerna. Från 1988 och fram till idag har ännu många av landsbygdsborna aldrig fått tillbaka sitt livs normala sysselsättning. Många av dem lever fortfarande under ogynnsamma förhållanden.

De snabba och oplanerade bebyggelserna på grund av flykten till städerna har gjort att det flesta städerna i södra Kurdistan har brister i många områden främst i grundstrukturerna. Idag finns det tusentals illegala bostäder med illegala el, vatten - och avloppskopplingar. Det ogynnsamma klimatet de senaste åren har inneburit en negativ inverkan, i form av minskad nederbörd, dålig skörd och uttorkning av vattenkällorna, vilket förvärrat situationen ännu mer så att stor andel av landsbygdsborna på grund av detta slutat med jordbruk och djurskötsel och blivit permanenta stadsbor.

Massiv exploatering på grund av befolkningstillväxten och den oreglerade inflyttningen från landsbygden till städerna under de senaste 20 åren har förvärrat tillståndet ännu mer. Tillsammans med växande konflikter mellan religiösa grupper i Irak har den snabba urbaniseringen medfört att situationen blivit allvarlig. Enlig slutrapport från RTI- International, december 2008 s. 27 har 15000 familjer flyttat från mellersta och södra Irak till Hewlér och 38000 familjer till Sulaimaniya under de tre senaste åren. Rapporten beräknar att familjerna i genomsnitt bestå av fyra personer. RTI- Internation Rapporten(2008) uppger också att befolkningstillväxten de närmaste åren kan försätta växa och uppgå till en ökning på 4,5 % i Hewlér och 9,4 % i Suleymani<sup>5</sup>.

Den ökade inflyttningen de senaste tjugo åren har inneburit ökad urbanisering i städerna i södra Kurdistan. För att möta det växande behovet har urbaniseringsprocessen snabbats upp. För byggandet av nya bostäder har nya marker och många öppna ytor inom och utanför städerna tagits i anspråk hastigt utan att man tillräckligt har undersökt förutsättningarna. Under väldigt kort period har bebyggelsearealen i städerna fördubblas flera gånger. Enligt kommunchefen för stadsdel 5 Anwar Rashid <sup>6</sup> har staden mellan år 2000- 2010 utvidgats från en radie på 4 km till 12 km, vilket innebär en utvidgning på 300 % (se figurerna 13, 14). En ny tv -rapport från Tv kanalen KNN<sup>7</sup> från staden Suleymani berättar om hur stadens industriområden som

---

<sup>4</sup> "Anfall" en militär process utfördes av Irakiska regering mot kurder år 1988.

<sup>5</sup> <http://www.mop->

[kr.org/resources/MoP%20Files/PDF%20Files/DCC/Studies/EDA%20Report\\_English.pdf](http://www.mop-kr.org/resources/MoP%20Files/PDF%20Files/DCC/Studies/EDA%20Report_English.pdf)

<sup>6</sup> Anwar Rashid, kommunchef för stadsdel 4 i staden Hewlér, muntliga samtal den 12 september 2011

<sup>7</sup> KNN, TV kanal utsänder sina program från staden Suleymani.

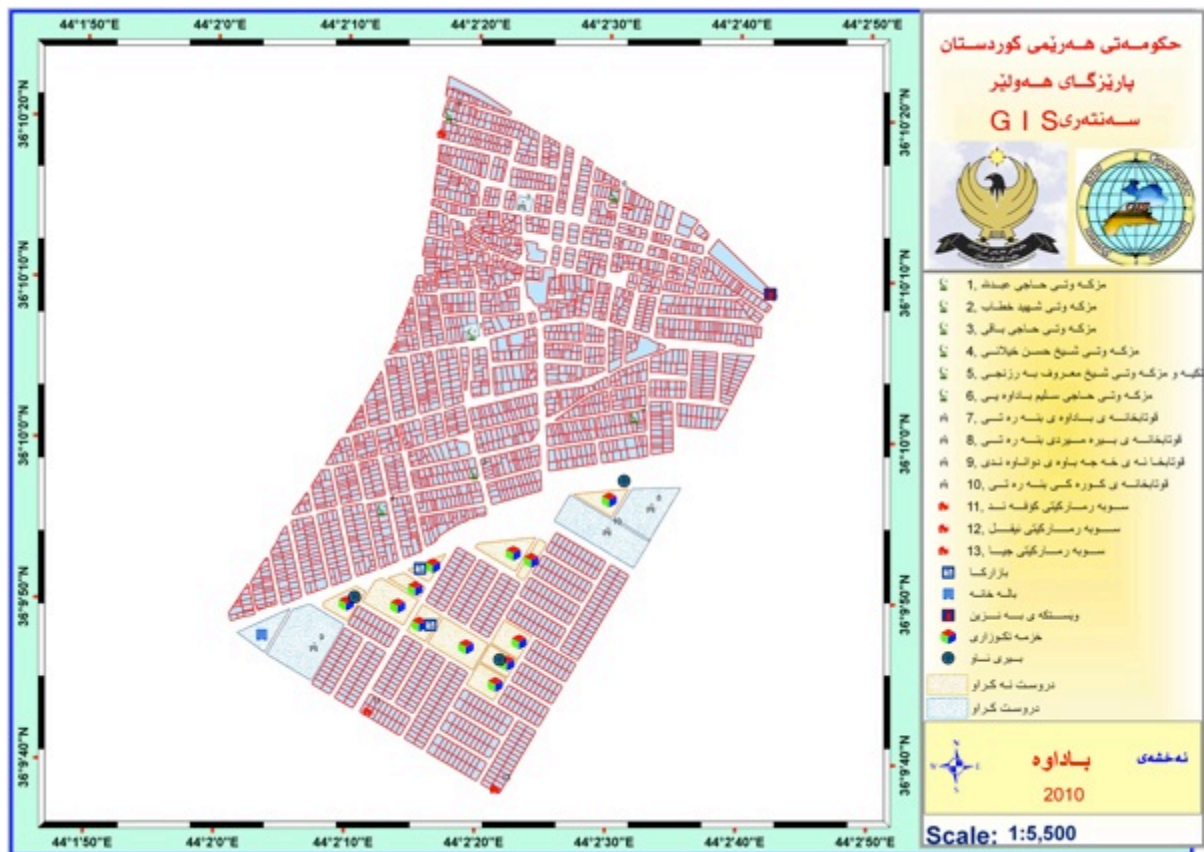
enligt kommunplanen brukade ligga vid stadens yttre kant har förflyttas fyra gånger till ytterområden bara för att hålla dem utanför bostadsområdena. I staden Raniya har det från år 2003 till år 2010 byggts mer än 25000 hus och varje hus beräknas vara minst 100m<sup>2</sup> förklarar TV rapporten.

Centralisering av stora industrier och regionala verksamheter i storstäderna under den före detta regimen har gjort att arbetskraften och verksamheterna koncentrerats till de stora städerna på bekostnad av landsbygden och de andra små och medelstora städerna. Som ett exempel har det under en period på tio år byggts två stora cementfabriker i staden Suleymani. Hundratals murbrukfabriker har anlagts nära städerna och i närhet av vattendrag, det för att täcka marknadens behov av byggmaterial. Den okontrollerade exploateringen tillsammans med fortsatt inflyttning och illegala bosättningar, har lett till att den redan svagt utvecklade infrastrukturen av ledningsnät för bland annat dricks- dag- och avloppsvatten blir hårt belastad och känslig för kollaps enligt (RTI- International final rapport, 2008)

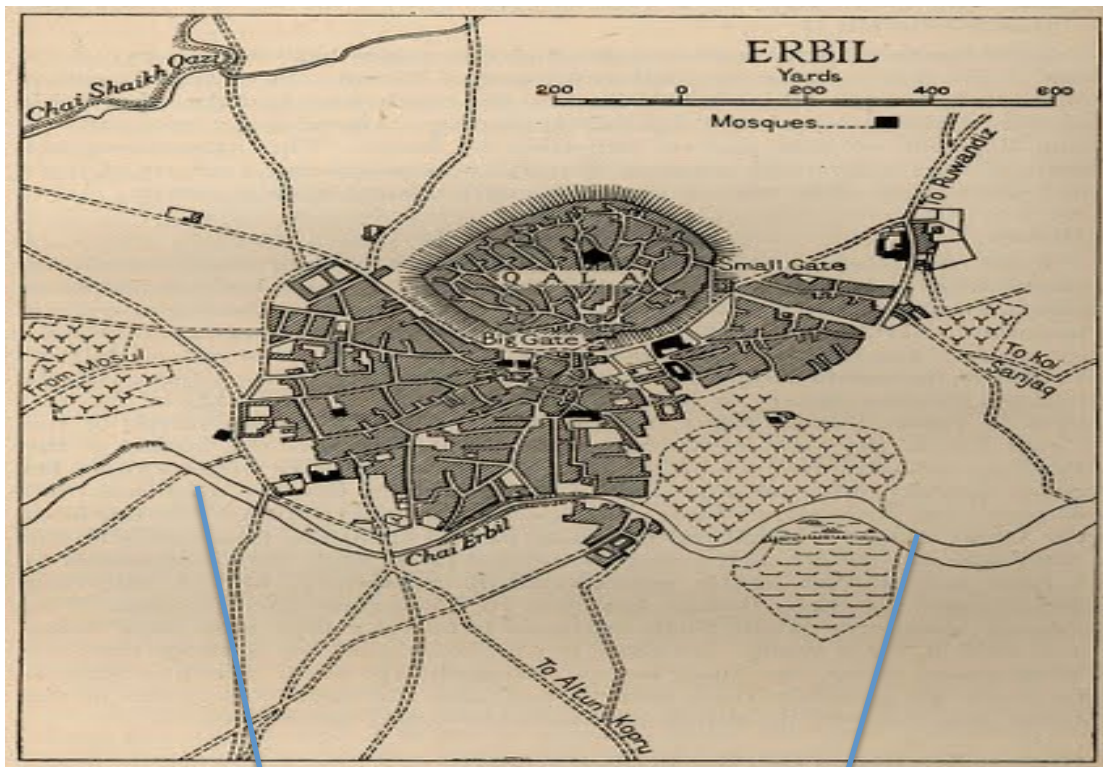
De senaste tio årens höga exploateringsstal och förtätningen av städerna i södra Kurdistan har även lett till städer med trånga centrumområden och många besvärliga planeringsproblem med bland annat trafikstörningar, risk för översvämningar av dag- och avloppsvatten. Många nya exploateringsprojekt har lett till avgränsningar i den naturliga övergången mellan bebyggelse och naturmark där överskottsvatten som kunnat infiltreras har försvunnit (se figur 12). I figur 14 ser vi hur ringvägarna runt staden Hewlér på 30 m, 60 m, 100 m och 120 m breda vägar fungerar som ett hinder mellan områden innanför och utanför ringarna. Det påverkar framförallt tillgänglighet och nåbarheten till närliggande naturmark och landskap. För att kunna hantera dessa problem bättre i planeringen är det bra att ha olika bebyggelseformer eller stadstyper i planeringen. Birgitta Johansson (1997) skriver i sin bok, stadens tekniska system, naturresurser i kretslopp att det finns många tänkbara sätt att göra städerna både täta och glesa. Hon menar att det är viktigt att det finns modeller för den fysiska planeringen. Olika planeringsmodeller erbjuder olika förutsättningar för till exempel småskalig odling, lokal kompostering och infiltration av dagvatten (Johansson, 1997).

Enligt (Andersson & m.fl. 2006) bör en god bebyggelsemiljö skapas genom att tillväxten av städer och tätorter med tätortsnära natur effektivt utnyttjar befintliga infrastrukturer och naturliga förutsättningar i landskapet, insprängt i stadsbilden. Detta skapar en flerfunktionell stad. Om tillväxten försätter i dagens takt kommer enligt beräkningar de sista markreserverna i anslutning till nuvarande bebyggelse inom ett fåtal år vara tagna i fullt anspråk.

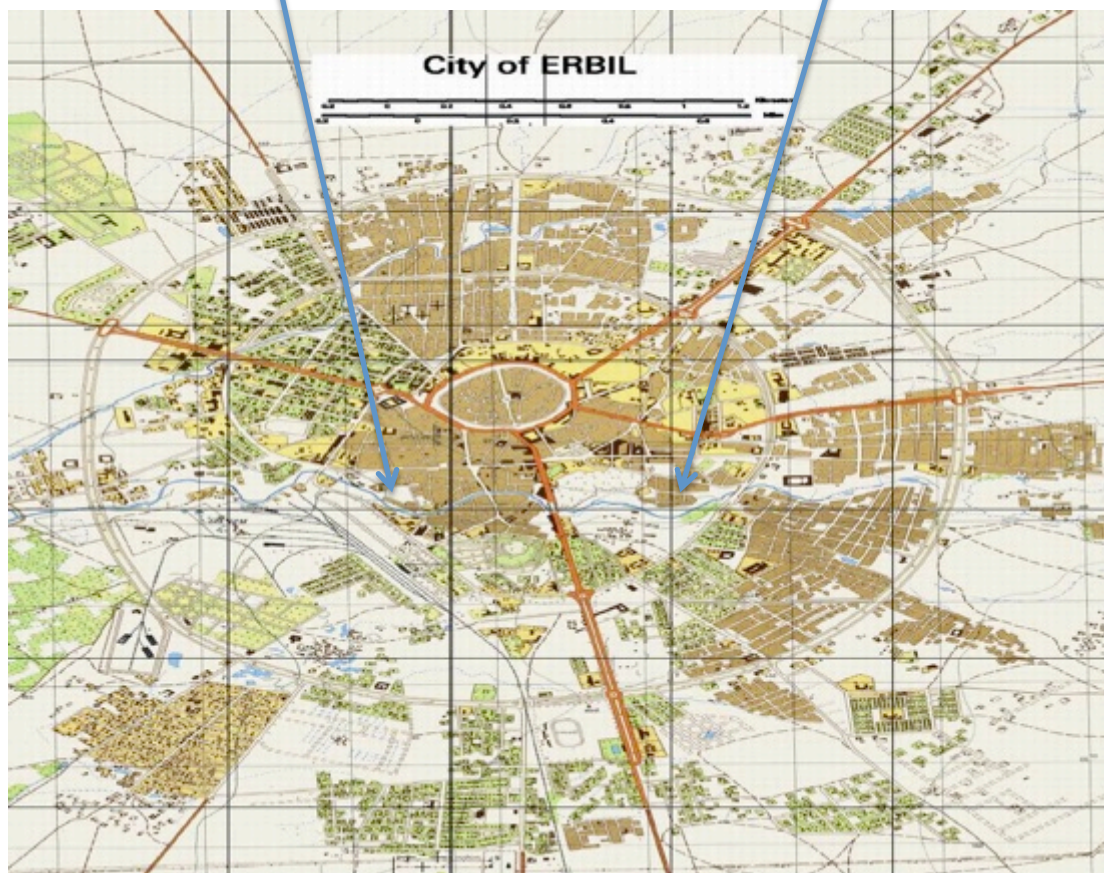




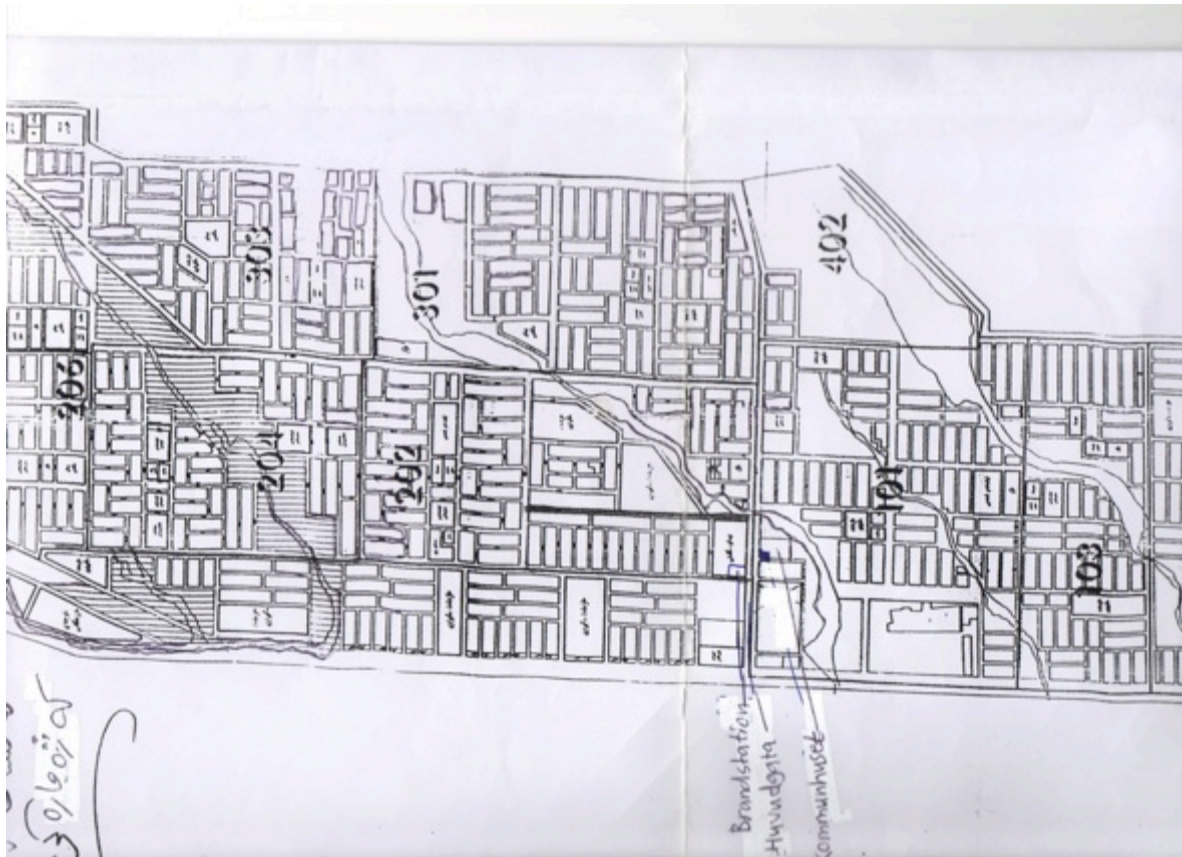
Figur 12, ett utdrag ur detaljplanen över stadsdelen Badawe i huvudstaden Hewlêr. Bilden visar exploatering och hur marken används (Utdrag ur GIS center arkivet i staden Hewlêr)



Figur 13, visar bebyggelseområden i staden Hewlêr (Hewlêr är det ursprungliga namnet som ändras till Erbil efter arabisering) (Foto: Zagros Photo)



Figur 14, visar byggnationsgrad i staden Hewlêr år 2000. Både figurerna 13 och 14 visar exploateringsgraden från år 1944 till 2000 (Foto: Keywordpictures) .



Figur 15, visar förorten Rizgari som ett exempel på exploatering då odlingsmark har förvandlats till nytt förortsområde. Det finns ingen skyddszon mellan bebyggelse och de torra vattendragen (översiktsplan: ur kommun Rizgariarkiv)

Förorten Rizgari är en tvångsbosättning som planerades år 1989 för de överlevande ifrån "Anfall" i regionen Germiyan. Marken hade tidigare använts för bete och odling av spannmål. På kartan syns tre torra vattendrag som korsar förorten. Dessa vattendrag var förr fyllda av vatten och de visar idag på de klimatförändringar som skett i södra Kurdistan de senaste 50 åren. Det streckade området är nyschaktat och utfyllt (se figur 15). Enligt kommunens detaljplan ska dessa ytor delas upp till mindre tomter som ska säljas till allmänheten för husbyggnad. Kommunledningen anser att man på så sätt löser bostadsbristen i förorten samt att outnyttjad mark kommer till användning. En förändring som denna medför ändrade höjdförhållanden, förändring av markens ytskikt samt jordartsförhållanden, vilket i sin tur kan få allvarliga konsekvenser så som översvämningar och jordskred. Kommunen borde åtminstone tänka på att de kraftiga regn som skapat denna terräng förmodligen återkommer. Lars- Erik Widarsson skriver i sin rapport (Nr 2007-04) om hur brister i stadsplanering kan leda till allvarliga och omfattande problem med bland annat översvämningar och erosion som inte skulle behövt uppkomma om vattendragsplanering och dagvattenhantering varit med som en grundläggande frågeställning i arbetet med översiktsplaner och detaljplaner.

När man tittar närmare på den fysiska strukturen i områden där man har gett bygglov ser man att möjligheten att tillfredsställa en hållbar stadsutveckling där vatten, landskap och grönstruktur kan mötas är helt motverkad. Ytorna utmed vattendraget kommer förmodligen som tidigare att fungera som översvämningssytor, så att nederbörden i

enorma mängder från slänterna och närliggande bergskedjor med stor hastighet kommer att utbreda sig här. Vårflod och smältvattendrag har utbrett sig över och igenom landskapet och lämnat efter sig spår. Det är inget överraskande om de åter kommer att fyllas med vatten eftersom klimatet dessutom troligen är i förändring.

När städerna utvidgas förändras landskapet. Byggnader, vägar och annan infrastruktur ersätter det öppna landskapet och vegetationen. Genomsläppliga ytor som en gång fanns försvinner och ersätts av hårdgjorda ytor av bland annat betong och asfalt. När det inte finns dagvattenledningar som tar emot flödena och det blir omöjligt att dränera bort ytvatten genom infiltration händer det att regnvatten strömmar över de hårdgjorda ytorna, vilket kan innebära risk för översvämningar, skador på byggnader, spridning av föroreningar och hinder för allmänheten att ta sig från en plats till en annan på grund av det stående smutsvattnet. När det saknas en dagvattenhantering blir det aktuellt att skapa infiltrationsytor eller genomsläppliga jordar där överskottsvattnet kan infiltreras i marken

Vid planering av fysisk struktur och miljö hittar man ofta alternativa vägar för att nå en fysisk struktur som främjar en hållbar utveckling. I planeringsarbete på lokal och regional nivå måste riktlinjer för bebyggelsegränser struktureras så att det finns tillväxtgränser som ser till att olika bebyggelseområden inte växer ihop och att landskapet hålls öppet mellan olika utbyggnadsorter (Boverket, 2004). Olika element i landskapet t.ex. skogar, åsar och vattendrag kan bevaras och användas som grund för gränsdragningar. Landskapet ska nyttjas på sådant sätt att det hindrar exploatering. Vegetation, terräng och andra naturliga gränser bör uppmärksammas i de fall de är gynnsamma för till exempel vattenbalans och vattenförhållandet i området. Om ett vattendrag rinner i landskapet är det nödvändigt att lägga ut en zon mellan bebyggelsen och vattendraget för att skydda miljövärden som vattendraget med sin omgivning utgör (Svenska sällskapet för antropologi och geografi, 1974). Genom att bebyggelseutväxten är styrd och sker i de riktningar som överensstämmer med lokala och regionala förutsättningar garanterar man möjligheterna till en hållbar utveckling, god utformning och övergång mellan bebyggelse och landskapet. Enligt Boverket(2000) måste en kommun eller en förort också relateras till omvärlden för att övergripande strukturella sammanhang ska bli synliga.

#### 4.1.2 Översvämning av bebyggelse

Vatten är liv brukar kurderna säga och det förklara varför städerna i Kurdistan alltid är belägna nära floder och vattenkällor. När städerna växer tar man tillvara nya marker som ofta är orörda i närheten bestående av raviner och torra vattendrag, vilket gör att bebyggelseområden hamnar i det så kallade översvänningsområdet (se figurerna 16, 17). Vid intensiva regn på hårdgjorda ytor med bristande dagvattenavledningar som ofta inte är integrerade med till exempel parker eller med avrinningsstråk med fördröjd effekt så är översvämningar garanterade att inträffa varje år under vårmånaderna oftast april och maj. Det som märks är att kommunerna i södra Kurdistan lider av stora brister och begår stora misstag när de inte tydliggör och öppet redovisar sin dagvattensproblematik. De söker inte efter effektivare metoder för dagvattenhantering och de inser inte heller allvaret i den ledningskapacitet i förhållanden till flödena som de tar emot från stadens olika delar. Det är tydligt att inga vetenskapliga utredningar och analyser görs om yt- och grundvattnets vägar inom planområden. Bygglov ges utan tillräcklig undersökning av jordarter och deras infiltrationskapacitet. Lerjordar är den mest förekommande jordarten i södra Kurdistan. I hårt belastade områden blir de icke infiltrationsbara och fördröjer avrinningen mindre eller inte alls (se figurerna 16 och 17).



*Figur 16, 17 visar översvämningen den 23 april 2011 från staden Hewlêr. I samband med översvämningar som inträffat i stora delar av södra Kurdistan har man rapporterat om över 20 döda och över 500 husras (Foto ur Kalar kommun arkiv)*

Inom planområdet ska krav på höjduppgifter och markering av lägsta punkter inom planområdet fastställas samt krav på grönytor vid nybyggnation ställas så att förutsättningar för växtlighet och lokal dagvattenhantering ska kunna tillämpas. (Boverket, 2000)

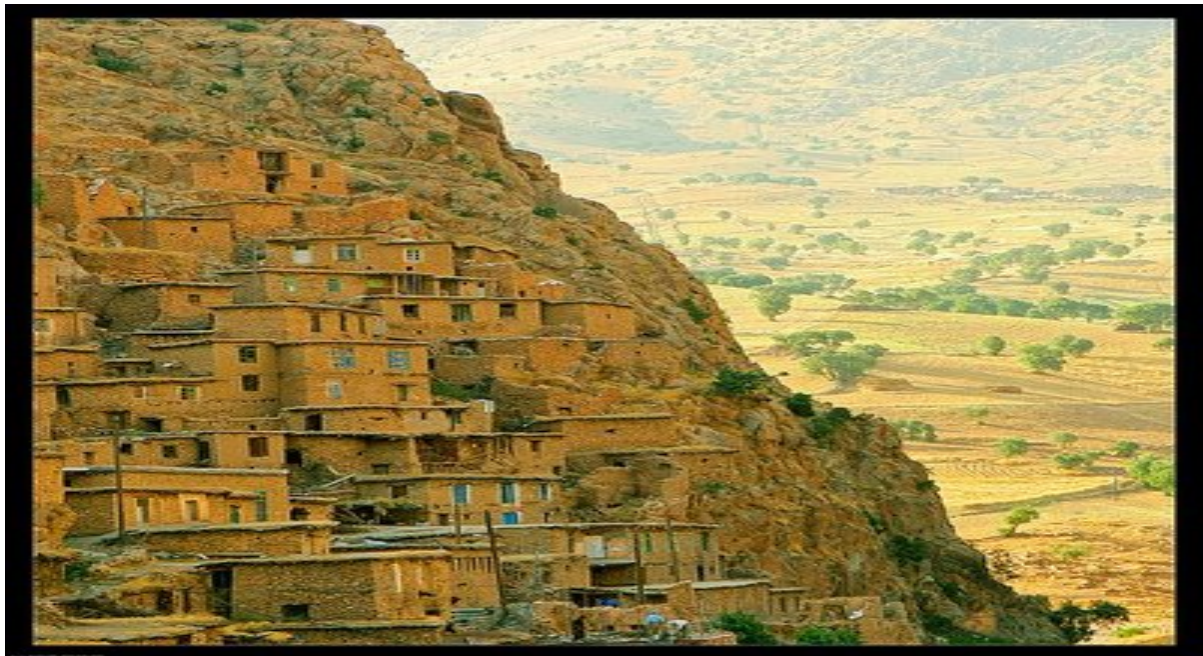
I Sverige har kommunerna och politikerna enligt Boverket, 2010 störst ansvar för att se till att bebyggelse inte tillåts i områden som kan komma att översvämmas. Vid planeringsprocessen ska följande intressenter finnas: gatukontor, parkkontor, fastighetskontor, miljö och, VA- verk/ bolag, räddningstjänst, näringslivskontor, privata

exploatörer, enskilda markägare och politiker för att diskutera hur marken ska ändvändas och redovisas i kommunens översiktsplan.

#### **4.1.3 Översiktsplaner med negativ påverkan på naturmark och landsbygd**

När städerna utvidgas och marken utnyttjas för bebyggelse förändrar det landskapet och därmed vattenbalansen. Byggnader, vägar och annan infrastruktur ersätter öppna marker och vegetation. Ytorna blir täta för vatten så att infiltration av nederbörd upphör och avrinningen av regnvatten kommer i stället ske i form av ytvatten. Detta anses utgöra ett allvarligt problem som medför negativa konsekvenser för vattenbalansen i bebyggda områden, bland annat därför att grundvatten och grundvattentrycket kommer att sänkas, vilket också har skett i södra Kurdistan. Enligt myndigheter<sup>8</sup> har grundvattennivån i borrade brunnar under de senaste 10 åren sänkts från nivå 15 m till 300 m djup, vilket skapat ett behov av ökat antal borrade brunnar de senaste åren för att få vattnet att räcka till för vattenförsörjning och bevattning.

I ett samtal med Masud Kake Resh chef för dricks - och grundvattentäkter i staden Hewlér bekräftade han att de under en månads tid har förlängt intagsröret i ett antal brunnar med 9 m på grund av sänkning av grundvattennivån. Dessa brunnar är ofta borrade inom bebyggelseområden och i närheten av landsbygden vilket orsakat att många av deras vattenkällor som har varit rinnande i hundra tals år står torra idag, vilket är en viktig orsak till de senaste årens inflyttning till städerna.



*Figur 18, visar en kurdisk by. Man ser här hur husen är byggda av lera och gips som anses ha fördröjande effekt vad gäller avrinningen av takvatten (Foto: Iran Tuorism Kurdistan)*

---

<sup>8</sup> Masud Kake Resh chef för Dricksvatten och grundvatten i staden Hewlér, muntliga samtal den 12 September 2011.

Lera och gips är byggmaterial som ur miljösynpunkt tycks vara miljövänliga och anpassningsbara till lokala klimatet. Lera är ett vattenabsorberande och vattenfördröjande byggmaterial. Dessutom lagras mindre värme och det är effektivt för att skapa bättre stadsklimat och är fuktgivande eftersom det lagras en del regnvatten som avdunstar när det varmt och man får en känsla av mild luft (se figur 18).

#### ***4.2 Läckage på ledningssystemet***

Läckage på ledningssystemet i fastigheterna och på de kommunala ledningarna är väldigt stort. Enligt ett faktablad från Sida som publicerades i oktober 2010 går mer än 50 % av dricksvatten till spillo och lika mycket orenat vatten från dagvattenledningssystem läcker ofta ut vid lämpliga platser (se figur 19). Det medför massa problem utöver de problem som dagvattensystemet lider av t.ex. spridning av föroreningar, dålig lukt, erosion av markbeläggningar samt missnöje hos människor och detta blir således några av följderna av dålig dagvattenhantering. När det används osäkra kopplingsmaterial för dagvattenledningsnät samt när inga utredningar och mätningar görs för att utreda vad kommunen respektive fastighetsägaren behöver veta för att åtgärda läckageproblemen där de inträffar. Detta är en av orsakerna till att läckageproblem på ledningssystemet ofta pågår väldigt länge innan den upptäcks och åtgärdas. Läckage beror ibland på att ledningarna inte ligger på säkert djup, särskilt under trafikerade vägar.



*Figur 19, visar läckage från dagvattenledning på gångbanan utmed motorvägen i Hewlêr (Foto: Kalida Mohammed)*

### **4.3 Icke funktionellt dagvattensystem och utförande**

När dag - och spillvattensystem byggs ut vill man att de i första hand omhändertar dagvatten och förorenat vatten från stadens hårdgjorda ytor samt att vattnet transporteras till reningsverk eller till bräddningsområden. Dagvatten ska antingen avledas i öppna diken eller i ett ledningssystem. För att ett funktionellt avledningssystem ska kunna erhållas bör mindre samhällen delas till ett eller flera naturliga avrinningsområden, medan större städer bör omfatta många avrinningsområden med självständiga dagvattenanläggningar och recipienter. Dessa anläggningar bör utformas så att vattnet avleds med självfall eller så kallade LAT - system (lätt tryckavlopp) från fastigheter och verksamheter inom områden där självfallssystem valts. Alternativet till detta är vakuumsystem där pumpstationer anläggs i riskzoner och riskbenägna områden där dag - och avloppsvatten inte kan avledas med självfall till exempelvis lågt belägna viadukter och tunnlar (Svenskt Vatten p90).

Dagvattensystem i södra Kurdistan är av typen kombinerade system där dagvatten och BDT vatten leds tillsammans i ett ledningssystem. Nackdelarna med detta är främst de stora flödesvariationerna vid häftiga regn (se figurerna 20 och 21), överbelastning och läckage av ledningarna samt översvämningar av orenat vatten i lågt belägna bostadsområden. Dessa inträffar ofta under regnperioden april - maj.



*Figur 20, visar en körbana och följderna efter en regnig dag (Foto ur trafikverkets arkiv, Sulemani)*





*Figur 21, staden Kalar. Fotot är taget efter ett kortvarigt regn under april månad 2011. Det generella syftet med dagvattensystem är att det ska kunna avleda stora som små flöden till ledningarna. Eftersom det saknas dagvattenbrunnar och gatan är av betong kommer det orenade vattnet att stå kvar tills det har avdunstat (Foto ur Kalar kommunarkiv)*

#### **4.4 Avsaknaden av riktlinjer, underhåll och åtgärdsplaner**

Eftersom dagvatten systemet i södra Kurdistan är ett öppet kombinerat system innebär det i praktiken att allt dagvatten leds tillsammans med BDT-vatten. Det innebär ur skötselsynpunkt en stor belastning. BDT- vatten brukar innehålla matrester och fett som tillsammans med skräp från gatorna kan orsaka snabb igensättning av de öppna kanalerna. Eftersom ledningsmetodikerna tillåter tillförsel av suspenderat material i systemet ökar också risken för sedimentering och igensättning av de nedgrävda ledningarna, vilka i dagsläget är i behov av underhåll och förebyggande åtgärder (se figur 22). För att undvika detta behövs det lagstiftningar, riktlinjer och anvisningar som bör tillämpas för ett effektivt omhändertagande av dagvatten så att ekologiska, ekonomiska och sociala vinster kan uppnås (Malbert, 1992).



*Figur 22, dagvattenkanal i Hewlêr. Löv och skräp orsakar igensättning av kanalen. Flödet som syns på bilden är från en restaurangverksamhet. Här tillåts fett och oljor från verksamheten komma in i dagvattenledningen (Foto: Kalida Mohammed)*

#### **4.5 Ökad vattenförbrukning och dess negativa effekter**

Befolkningstillväxten har stigit dramatiskt de senaste åren och därmed den genomsnittliga hushållsförbrukningen av vatten. Enligt en rapport från projektet - Erbil City Water Network Management Project, förbrukar stadsborna i huvudstaden Hewlêr stora mängder vatten. I genomsnitt ligger det mellan 400-750 liter vatten per person och dygn jämfört med andra länder, till exempel Sverige med 220 liter vatten per person (se tabell 2). Det är inte någon miljömässig och inte heller någon hållbar resurshantering med tanke på att Kurdistan är ett område som har begränsad tillgång till vattenresurser.

Från år 2003 till idag har det anlagts ett par tusen parker och trädgårdar i städerna i södra Kurdistan. När dessa parker dimensioneras tänker man inte på att redovisa uppgifter om vattentillgång i området där parken anläggs och om det finns andra alternativa vattenkällor. Enligt dricks-och grundvattenchefen Masud Kake Resh i staden Hewlêr är det ofta så att parker projekteras i områden som redan lider av vattenbrist (se figur 23). Det är inte ovanligt att man ser parker som håller på att torka ut på grund av avsaknad av vattenhantering och kunskap om alternativa lösningar till exempel LOD-metoden för bevattningsändamål.



*Figur23, visar ett bevattningssystem och bevattningsmaterial i ett grönt stråk mellan två motorvägar ca 10 km långt (Foto: Kalida Mohammed)*

Figuren ovan (23) visar hur man satsat rejält på både konstruktionsarbetena och bevattningsmaterialen. Det har utan tvekan kostat kommunen stora summor att anlägga och kommer troligtvis att kosta lika mycket för drift och skötsel. Hade man använt det lokala dagvattnet från närliggande bostadsområden och tillåtit det rinna i en öppen kanal genom stråken hade det varit en bättre lösning ur miljö och ekonomiskt perspektiv.

Den icke-systematiska exploateringen och oreglerade inflyttningen leder till ökad vattenförbrukning samt bildning av spill- och DBT vatten. Denna situation har på flera områden lett till försämrad vattenkvalitet samt sänkning av vattentrycket i dricksvattenledningarna. Belastning på dricksvattenledningarna ökar ständigt eftersom abonnenterna olagligt ansluter vattentryckspumpar på sina dricksvattenledningar. Att få ökat vattentryck och vattenhastighet är viktig för att vattnet ska kunna orka ta sig upp till vattenbehållarna som av teknisk anledning måste placeras på säker höjd på byggnaderna. Men med ett höjt vattentryck och vattenhastighet i gamla och osäkra ledningssystem är risken stor att de går sönder och även att intrång och läckage från spillvattenledningarna letar sig fram till dricksvattenledningarna och till grundvattnet.

Minskande och obalanserat vattentryck i ledningarna ökar dess svaghet så att läckage från avloppsledningar tränger ner till de osäkra vattenledningarna. Enligt tidskriften Vatten (2004-4) s. 271 är de befintliga kombinerade dagvattensystemen gamla och klarar inte av att ta hand om de ökade avloppsvattenmängderna. I tidning vatten(2004-4) står det också att över 50 % av dricks- och avloppsvatten läcker ut på marken från ledningarna (se figur 19 som visar läckage av dag- och BDT-vatten).

För att lösa vattenbristen har det borrats väldigt många grundvattenbrunnar särskilt i Hewlêr. Metoden anses på flera håll inte vara den bästa lösningen. Många av dessa brunnar borrar utan tillstånd och tillräcklig information om platsens geologiska och hydrogeologiska värde. Enligt grundvattenchefen i stadens Hewlêr, händer det ofta att nyborrade brunnar täpps igen direkt efter borrningen på grund av att dess vatten anses vara otjänligt på grund av dess innehåll av nitrat som går upp till 75 mg/ml vilket enligt Kurdistans riktvärde inte bör överstiga 35 mg/ml.

Grundvattentillgången är inte en oändlig resurs utan är begränsad och beroende av geologiska faktorer som bland annat nederbörds- och infiltrationsförhållanden. När städerna omvandlas till nästan heltäckande hårdgjorda ytor och när inga vattenreservoarer finns och heller inte infiltrationsanläggningar anläggs så är chansen för grundvattenbildning ringa. Grundvatten spelar en viktig roll för samhällets och industrins vattenförsörjning. Därför krävs goda kunskaper om grundvattentillgångarna för såväl rationell samhällsplanering och också för att kunna ge vattenresurserna dess rätta utnyttjande och skydd (Svenska sällskapet för antropologi och geografi 1978) (Se tabell 1 och 2).

Tabell 1, visar befolkningstillväxt i staden Hewlêr mellan 1947 och 1990 (www.academic.edu).

År	Befolkningstillväxt i staden Hewlêr (Erbil)
1947	27,036
1957	39,913
1965	90,956
1970	101,779
1977	193,588
1980	209,000
1990-talet	800,000

Tabell 2, visar en specifik schablon över dricksvattenförbrukning i Sverige år 1997(Svenska vatten P90)

Typ boende	Genomsnitt specifik vattenförbrukning
Småhus	160 l/person, dygn
Flerfamiljhus	220 l/person, dygn

## ***4.6 Bortledning av dagvatten - Sluten dagvattenhantering***

För ett effektivt och väl fungerade avledningssystem bör dagvattensystemets utformning och dimensioner anpassas till de geohydrologiska förhållanden som råder inom avrinningsområdena. Det kan åstadkommas genom lokalt omhändertagande av dagvattenhantering LOD. Med det menar man att man tar hand om hela eller delar av nederbörden lokalt på ytan som nederbörden fallit på. För att det ska bli möjligt behövs det tillämpning av LOD anläggningar som ofta består av en eller flera konstruktioner, bland annat infiltrationsyta, perkolationsanläggning, dimensionerande dagvatten- och fördröjningsmagasin. Syftet med dessa anläggningar är att de så bra som möjligt ska behålla dagvatten inom avrinningsområdet.

I södra Kurdistan har man de senaste åren på flera ställen i landet byggt kanaler för att kunna transportera bort dagvatten från ett avrinningsområde till ett annat. Se Figur 24 som visar en 40 km lång dagvattenkanal mellan staden Hewlêr och Pirdê. Diken är projekterade för avledning av regnvatten från motorvägen. En sådan hantering av dagvatten innebär ur miljö och vattenförvaltning en felaktig åtgärd som kan leda till negativa konsekvenser bland annat försämring av villkor för biotoper som kan finnas i dessa områden samt det motarbetar de geohydrologiska villkoren (se även figur 25). Detta innebär bland annat mindre mängd vatten som sjunker genom marken till grundvattnet, samt innebär det också svårigheter för närliggande vegetation och deras rötter att komma åt markvatten genom kapillär uppsugning.

På lång sikt innebär bortledning av dagvatten ett hot mot och eventuell förlust av naturliga biotoper. I länder med hög exploatering som Holland, England och vissa delar av USA har man sett att behovet av att kunna återskapa biotoper är viktigt för att öka människors livskvalitet, men också för att förbättra områdets utseende och funktion i dessa ovan nämnda högt exploaterade områden. (Nordmalm, Sandberg, Berggren & Emanuelsson, 1999). Ur nationella perspektiv är bortledning av dagvatten en motsats till det arbete som görs för en säker vattenstrategi och en hållbar dagvattenhantering.



Figur 24, visar en nybyggd transportkanal av dagvatten mellan staden Hewlêr och Pirdê där regnvatten från hårdgjorda ytor och körbanor transporteras ca 40 km mot staden Pirdê. Diket slutar vid en lågt belägen odlingsmark där man i tusentals år använt marken för odling av säd. Transport av dagvatten i långa sträckor orsaker obalanserat vattenförhållande i avrinningsområdet, vilket senare medför bland annat sänkning av grundvatten i marken, snabb torkning av vattenkällor. Dessutom blir markvatten svårtillgängligt för växterna (Foto: Kalida Mohammed)



Figur25, visar principer för strömlinjer för grundvatten. Här märks vikten av infiltration för att erhålla och utjämna flödet mot vattenkällor och bäckar (Skiss: Kalida Mohammed)

## 4.7 Föroreningen av mark och miljö

Enligt Boverket är dagvatten ett förorenat vatten om det passerar över påverkad mark, eller genom skräp och kemiska ämnen på gator, eller har tagit med sig näringsämnen från gräs – och vegetationsytor.

Dagvattensystem i södra Kurdistan har en dålig dagvattenhantering. Det varken hanteras eller sorteras så att allt orent vatten från industrier, trafik och bostadsområden leds bort tillsammans utan något mekanisk, kemisk eller biologisk reningsåtgärd. Situationen är mycket besvärlig eftersom ledningssystemet är ofullständigt och icke sammanhängande och det finns ingen myndighet som ser till att allt vatten omhändertas och att inga farliga ämnen kommer in i dagvattenledningar. Det som händer i praktiken är att all dag- och spillvatten blandas och avleds till konstruerade diken i bebyggelseområdet eller direkt på marken utanför bebyggelsen, vilket gör att mycket av det orenade vattnet hamnar i vattendrag och bäckar (se figur 26).



*Figur26, visar en båtverkstad samt exempel på föroreningar som kan hamna i grundvattnet genom marken (Foto: Kalida Mohammed)*

## **4.8 Erosion av vägar och marker**

I dagvattenssammanhang nämns ofta erosion av vägar och marker. Faktorer som har stor betydelse i detta sammanhang är nederbördens mängd, ytavrinnings hastighet, släntens lutning, jordartens sammansättning och dess mullhalt och växttäckning mm. Södra Kurdistan som nämns tidigare är ett bergigt land vilket betyder att många av de stora vägarna är byggda intill bergets kanter på branta slänter, vilket gör dem för svaga att stå emot det avrinnande flödet. Det som förvärrar problemet är att vägens underlag, utformning och dimensionering är byggda utan att hänsyn tas till terrassernas material som är ofta består av lera och grusigmorän. Det tas inte heller någon hänsyn till vattenhastigheten till det vatten som rör sig i närheten av dessa vägar. Vägarna i södra Kurdistan är kända för att vara riskabla att färdas på och mycket känsliga för erosion och skred.

## **4.9 Slöseri med vattenresurserna**

Vattentillgångarna i södra Kurdistan har minskat betydligt de senaste åren. De globala klimatförändringarna och minskningen av nederbörd har medfört allvarliga naturkatastrofer i området bl.a. uttorkning av vattendrag och skövling av många biotoper. Detta innebär i sin tur hot för områdets flora och fauna. Sänkning av grundvattennivån från 15 meters djup till 300 meters djup på de flesta områden förklarar hur allvarlig situationen är.

Levnadsstil och val av byggmaterial för byggande av vägar, hus och andra anläggningar uppvisar ansvarslöst beteende hos befolkningen genom bland annat tvättning av gator och vägar inför firande av högtider, som innebär ökat slöseri med vatten samt belastning på dagvattenledningarna. Kommunernas strävan att vara miljövänliga genom att plantera träd och buskar vid vägar på marker med dåliga vattenförhållanden är ingen lyckad satsning eftersom dessa planteringar utsätts för sol och blåst och det i sig är ett problem för att göra en grönplan i södra Kurdistan. För att hålla dessa träd och buskar vid liv behövs det 70 vattentankbilar per dag under månaderna juni- oktober för bevattning av kommunens planteringsytor. Varje tankbil brukar ha en kapacitet på ca 42000 liter vatten. Detta skriver parkchefen i staden Kalar i ett pressmeddelande<sup>9</sup> (se figur 27).

---

<sup>9</sup> Esta News, ett lokalt nätbaserade nyhets hemsida i Södra Kurdistan.





*Figur 27, visar slöseri med dricksvatten som kan lösas med återanvändning av dagvatten. På bilden syns Kommunchefen för staden Kalar som vattnar ett nyplanterat träd ut med motorvägen (Foto ur Kalars kommunarkiv)*

## 5. Utveckling av dagvattenhanterings i Sverige

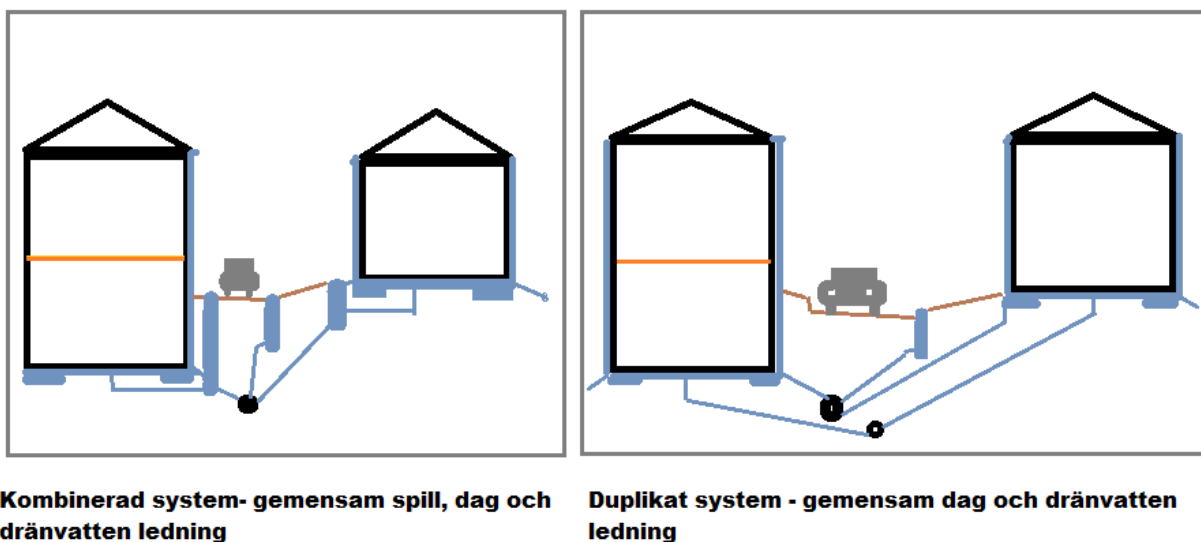
I Sverige började man bygga avloppsledningar på 1860-talet. Då var de bara avsedda för spillvatten. Dagvattnet avleddes i diken och rännalar på gatorna. Så småningom började man istället anlägga så kallade *kombinerade* ledningar det vill säga avledning av spill- och dagvatten i samma ledning. De kombinerade ledningarna byggdes i stora dimensioner för att klara av att ta emot stora mängder dagvatten särskilt vid häftig och långvarig nederbörd (VAV Svenska vatten- och Avloppsverksförening, 1997).

På 1910- talet byggdes de första reningsverken i Sverige. Efter införandet av kombinerade ledningar upptäckte man att reningsverken inte hinner rena stadens avlopp och att de kombinerade ledningarna inte klarade av avledning av både spill och dagvatten. Man var tvungen att ibland bredda det orenade vattnet till närmaste recipient för att undvika källaröversvämningar. På 1950- talet kom duplikatsystemet till användning, vilket innebär två ledningsnät, ett för spillvatten och ett för dagvatten. Spillvattnet fördes till reningsverket och dagvattnet leddes till recipient utan föregående bearbetning (VAV Svenska vatten- och Avloppsverksförening, 1997).

Under 1970- talet har man i Sverige och andra länder utvecklat idéer kring framtidens dagvattenhantering. Man började inse att den traditionella dagvattenavledningen inte alltid uppfyller kraven för ett effektivt och välfungerade avledningssystem, dessutom är det oftast inte anpassat till de naturliga förhållanden som råder inom avrinningsområdet. Efter mycket forskning och många försök kom man fram till ett nytt synsätt kring dagvattenhantering, nämligen att i största möjliga utsträckning ska lokalt omhändertagande av dagvatten, LOD tillämpas (VAV Svenska vatten- och Avloppsverksförening, 1997). Att behålla och utveckla de kombinerade nätsystemen (se figur 34) med utjämningsmagasin. Att riktlinjer för dagvatten ska anpassas till de nationella och regionala miljömålen, framförallt levande sjöar och vattendrag. Ett miljömål innebär bland annat att god kvalitet av grundvatten ska erhållas och att dagvatten ska användas som en tillgång i stadsmiljön och det ska dessutom renas i öppna dagvattensystem (se figurerna 28 och 29). Effekten av forskningen har lett till att många kommuner och bostadsföreningar började ta fram policies för dagvatten. Nya lösningar började prövas för dagvattenhantering och många anläggningar anlades inom nya områden såväl inom äldre bostadsområden t.ex. dagvattenanläggning i Augustenborg och västra hamnen i Malmö.

## 5.1 Dagvatten- ledningssystemet

Dagvattensystem har förändrats med åren. Från fri avledning i diken och bäckar till dagens dagvattenledningssystem. Dagvatten har sedan 1960- talet till stor del avletts i slutna ledningar i så kallade kombinerade system tillsammans med spill- och dränvatten. I början av 1970- talet började en återgång till mer naturanpassat dagvatten först genom att utnyttja duplikata system och sedan LOD- lokalt omhändertagande av dagvatten (se figurerna 27 och 28). Grundläggande inriktningen för det nya hanteringssättet är att dagvatten bör avvattnas från bebyggelse utan påverkan på områdets vattenbalans (VAV Svenska vatten-och Avloppsverksförening, 1997).

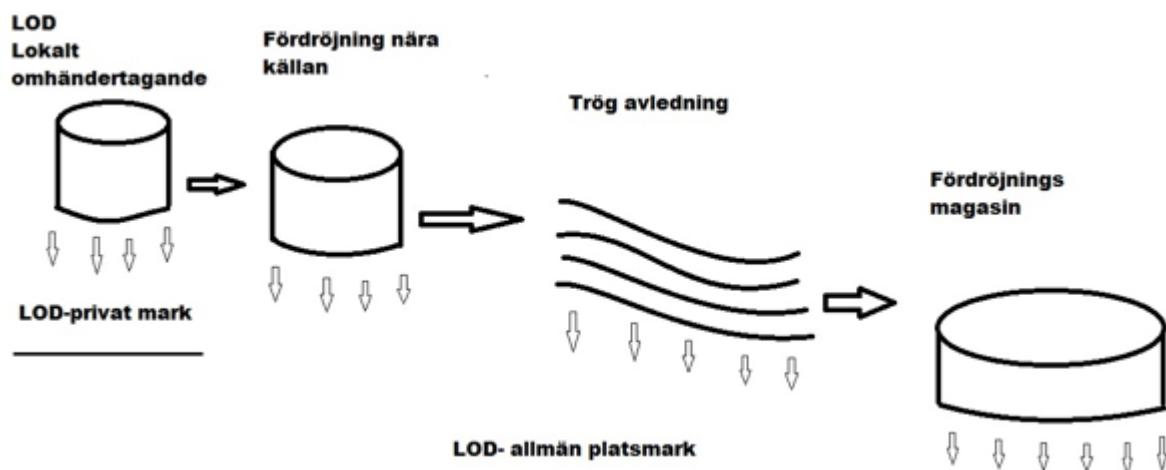


Figur 28, 29 visar två ledningssystem. Figur 28 till vänster visar Kombinerade med gemensam avledning av spill, dag - och dränvatten medan figur 29 till höger visar duplikat systemavledning av dag - och dränvatten (Skiss: Kalida Mohammed)

## 5.2 Öppen dagvattenhantering - LOD

Det lokala omhändertagande LOD innebär att vattnet fördröjs i öppna system, till exempel dammar, kanaler, bäckar och rännor (Lönngren 2001).

Öppet dagvattensystem innebär att vattnet leds i öppna kanaler och dammar. Systemet i Sverige går ut på att leda bort dagvatten från hustak och hårdgjorda ytor i bostadsområden i ledningar till anlagda dammar, öppna kanaler och ibland till fördröjningsytor ofta i form av gräsytor. Ett exempel på dagvattenanläggning i form av dammar och kanaler är bostadsområdet Augustenborg i Malmö. Utöver renings-, fördröjnings- och sedimenteringsfunktioner kan ett sådant öppet dagvattensystem med kombination av växter och annat naturligt material till exempel stenar skapa trevliga och intressanta miljöer ur ekologisk, pedagogisk och estetisk perspektiv (se figur 35).



Figur 30, visar en systematisk illustration av olika anläggningar av öppna dagvattenlösningar (Skiss: Kalida Mohammed)

### **5.3 Olika LOD anläggningar, exempel både från Sverige och internationellt - Allmän mark**

#### ***Infiltrationsytor***

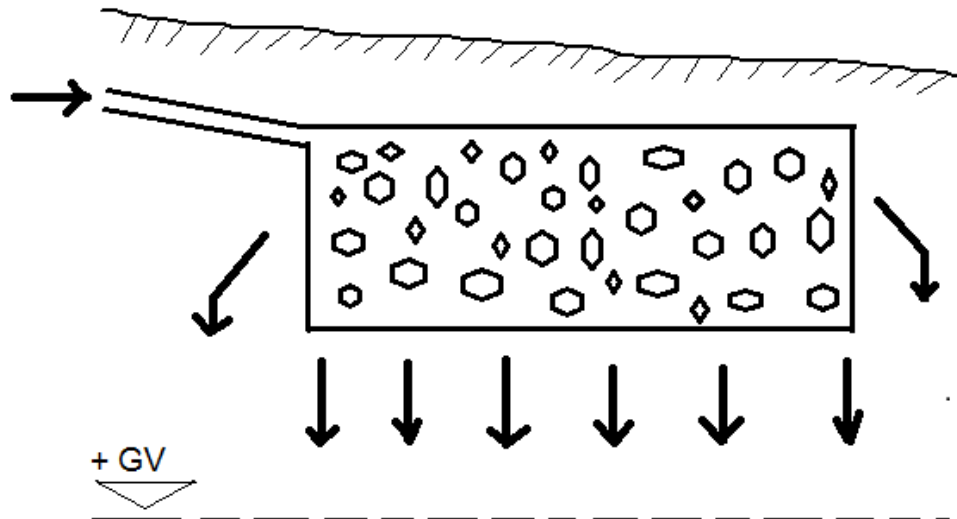
Infiltrationsytor, med infiltrationsytor, även kallade grönytor och översilningsytor är ytor som avses där dagvatten leds ut för att vidare infiltrera i mark (Larm m.fl. 1999). Här utnyttjas markens naturliga förmåga, oftast sandjordar och porösa markmaterial har en bättre förmåga att ta emot rinnande vatten från avrinningsområde och att infiltrera nederbörden i marken än lerjordar(se figur 31).



*Figur 31, visar ett exempel på Infiltrationsytor, här har gräs och natursten använts för att skapa infiltrationseffekt så att det rinnande vattnet på gångarna lätt kan infiltrera i marken, Danmark (Foto: Kalida Mohammed)*

## **Perkolationsmagasin**

Perkolationsmagasin, eller stenkistor består av vanligtvis en utgrävd grop eller kanal fylld med ett poröst material som exempelvis grus (Stahre, 2006). Här leds vatten direkt i marken för att sedan nå grundvatten. Det fungerar utan någon betydande reningsinsats och denna kan endast hantera små avrinningsområden (se figur 32).



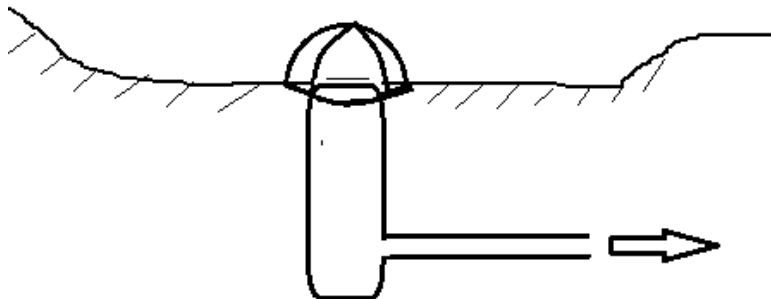
Figur 32, visar principen över en perkolationsmagasin (Skiss: Kalida Mohammed).

### ***Klent dimensionerade dagvattenledning***

Denna anordning tillämpas för avledning av överskottsvatten som inte på naturlig väg kan infiltrera eller perkolera i marken på grund av markens beskaffenhet eller att det saknas utrymme för infiltration av överskottsvatten med hänsyn till markanvändningen. Klent dimensionerade dagvattenledningar anpassas ofta som en del av ett LOD system där kombination av olika metoder kan förekomma. Genom anläggning av klent dimensionerade brunnar kan överskottsvatten ledas till perkolationsmagasin eller till dagvatten – och dräneringsledning (se figur 33 och 34).



*Figur 33, klent dimensionerad dagvattenledning, Malmö (Foto: Kalida Mohammed)*



*Figur 34, visar principen över en klent dimensionerad dagvattenledning (Skiss: Kalida Mohammed)*

## **Fördröjningsmagasin**

Fördröjningsmagasin är ett begrepp inom lokal dagvattenhantering och innefattar bland annat öppna dammar, våtmarker och rotzonsanläggningar. Fördröjningsmagasin används för fördröjning och utjämning av rinnande dagvatten. Utformning av dessa kan variera från nedgrävda fördröjningsmagasin till öppna dammar med permanent vattenspel. Fördröjningsmagasin kan med fördel utnyttjas för att fånga upp oönskade föroreningar i vattnet och kan med fördel bidra även till skapandet av trivsamma tätortsnära naturmiljöer med hög biologisk mångfald skriver Stahre (2004) ( se figur 35).



*Figur 35, visar fördröjningsmagasin och vattencirkulation, Helsingborg (Foto: Kalida Mohammed)*

## **Dammar**

Dammar är öppna bassänger med permanent vattenspegel som används för utjämning infiltration av dagvatten (Bonn, 2005). Att använda sig av dammar är en av de mest effektiva LOD metoderna i Sverige för hantering av dag- och avloppsvatten. I Sverige används dammar för rening och fördröjning av dagvatten samt som gestaltningselement inom landskapsplanering, exempelvis på bostadsgårdar. Reningen sker framförallt genom sedimentering, beronde på dammens design och förekomst av växter så kan filtrering och näringstupptagning av föroreningar ske (se figurer 36).





*Figur 36, visar öppen damm för rening av dagvatten och rekreation, Augustinborg Malmö (Foto: Kalida Mohammed)*

### **Våtmarker**

Våtmarker är marker där vatten under en stor del av året (eller hela året) finns nära, under, i eller strax över markens yta samt i vegetationstäckta vattenområden samt vatten med vegetationsfria ytor ner till två meters djup (Persson, 2000). Våtmarker konstrueras inom så kallade ED- Ekologiska dagvattenprojekt som en förbättringsметод av vattenkvalitén. Inflödet till och utflödet från dammen sker via öppet dike eller dagvattenledning. Det har en utjämnade och renande effekt (se figur 37).



*Figur 37, visar våtmarksanläggning, Malmö (Foto: Kalida Mohammed)*

## **Öppna kanaler**

Öppna kanaler är enkla konstruktioner för avledning av dagvatten i stadsbebyggelse och kan anläggas i speciella situationer till exempel som estetiskt tilltalande och gestaltningselement. De ger ett spännande tillskott till den urbana miljön. Anläggning av ett öppet kanalsystem är ganska dyr i jämförelse med ett traditionellt ledningssystem. Dock tillämpas det i vissa speciella förhållanden t.ex. ur topografin och arkitekturs perspektiv skriver Stahre (2004) (se figur38).



*Figur38, visar öppen kanal i stadsmiljö, Bo01 Malmö (Foto: Kalida Mohammed)*

## **Biobäddar**

Tekniken med biobäddar används mest för biologisk rening av avloppsvatten men den kan användas även för rening av dagvatten. Systemet kan utgöras av en behållare fylld av specialutformade material med stora kontaktytor mot luften. Dagvattnet tillåts strömma genom bädden. Med hjälp av aktiva mikroorganismer sker upptagning av näring och föroreningar i det förorenade vattnet. Biobäddar kan kombineras med filtrering och sedimentering. Innan användning bör man studera flödevariation samt hur effektivt metaller kan avskiljas så att mikroorganismerna inte tar skada av metallhalter och flödesvariationerna hämtad från ([www.alnarpcleanwater.se](http://www.alnarpcleanwater.se))

## **Gröna tak**

Gröna tak fördröjer och tar upp dagvatten. Överskottsvattnet leds vidare via stuprör till gräsmatta, stenkistor eller öppna kanaler som för vattnet vidare till dammar och utjämningsmagasin (se figur 39).



*Figur 39, visar en grön takanläggning i bostadsområdet Rosengård, Malmö (Foto: Kalida Mohammed)*

## **5. 4 Exempel på lokalt- omhändertagande och rening av dagvatten - privat mark**

### **5.4.1 Enskilda LOD- anläggningar**

#### **Infiltrationsytor**

Infiltrationsytor används i form av växtbäddar, gräsmattor, grusytor och annat genomsläppligt material tex. betonghålsten eller fogsand. Det för att minska mängden dagvatten och bibehålla grundvattenbalansen (se figur 40).

#### **Ränndalar**

Ränndalar är ett ledningssystem med självfall byggt av sten, sättsand och fogsand för ledning och infiltration av takvatten.

#### **Stenkistor**

Stenkistor ofta rektangulära hålrum under marken som fylls med stenar för att möjliggöra infiltration av dagvatten i marken.



*Figur 40, visar ett exempel på privat omhändertagande av dagvatten ( Infiltrationsyta), Växjö (Foto: Kalida Mohammed)*

### **5.4.2 Enskilda dagvattenrening**

Rening av dagvatten sker ofta vid reningsverk som kan se ut på många olika sätt. Traditionellt reningsverk kan utgöras av mekanisk, biologisk och kemisk rening. Småskaliga reningsverk har ofta färre reningssteg än det traditionella stora reningsverket. Dessa är mest lämpliga för hantering av dagvatten vid duplikatsystem (Stockholm Vatten).

#### ***Mekanisk rening***

Mekanisk rening består ofta av flera steg. Vid metoden används rens-galler, sandfång och koaguleringsmedel.

#### ***Biologisk rening,***

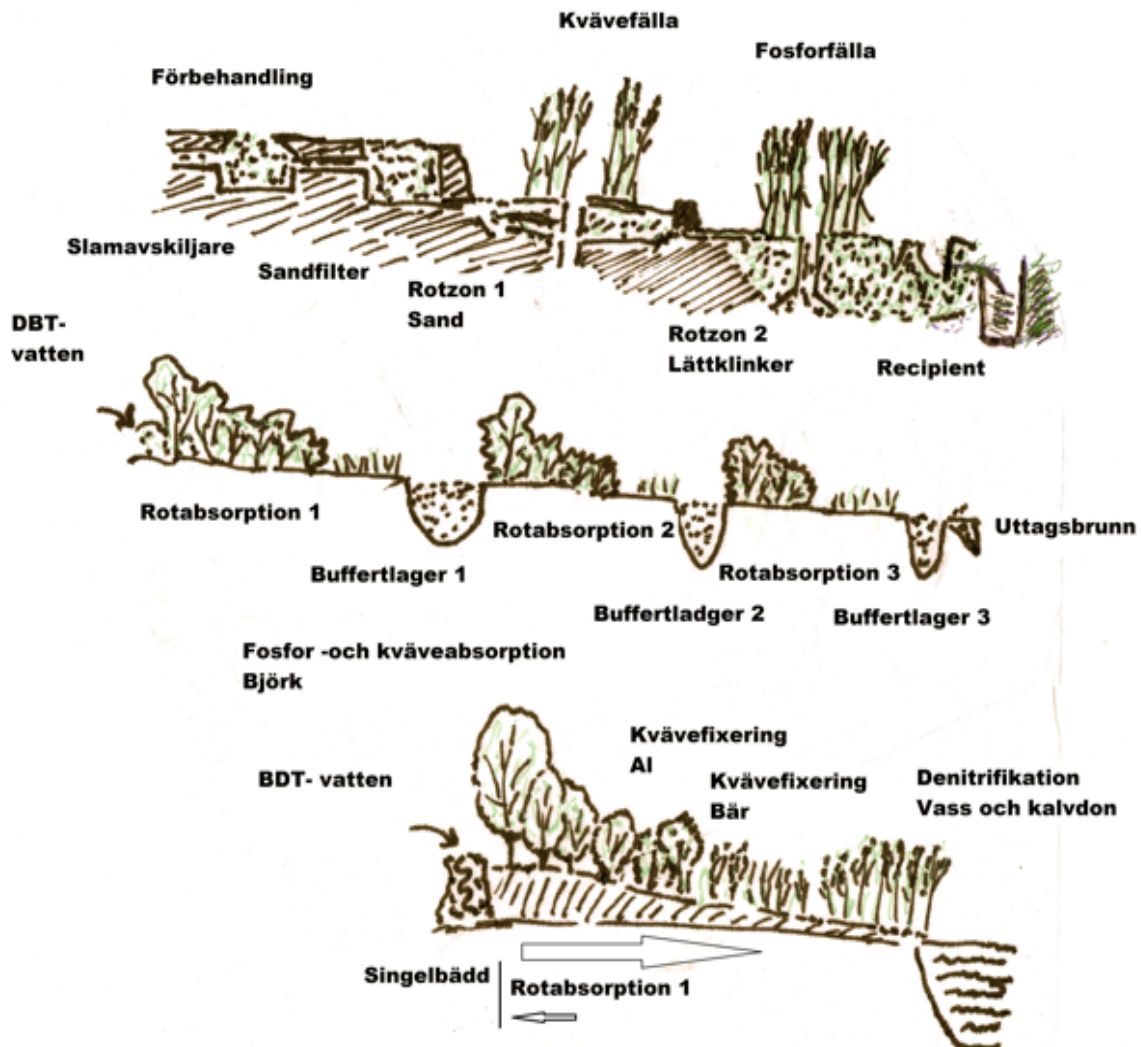
Biologisk rening är mest avsett för vatten från så kallade BDT – vatten. Med hjälp av aktiva mikroorganismer sker nedbrytning av organiska material som förs med förorenat vatten till systemet.

#### ***Kemisk rening***

Kemisk rening är det mest användbara reningsmetoden inom LOD för hantering av kemiska ämnen. Genom fällning, flockning och luftning kan mesta av oönskade kemiska ämnen i dagvatten fällas ut och sedimenteras så nära källan som möjligt.

## 5.5 Exempel på lösningar för hantering av dagvatten - naturmark

I anslutning till bebyggelse förekommer olika lösningar som ofta kallas för rotzonsanläggningar för hantering av dag-BDT och avloppsvatten, vilka brukar bestå av en eller flera zoner i form av våtmarker, dammar, sandfilter och växtbäddar. Tanken med att olika kombinationer tillämpas är för att åstadkomma olika biokemiprocesser i syfte att nå så bra reningseffektivitet som möjligt (se figur 41). Modellerna tillämpas efter klimat, det omhändertagande vattnets kvalité och dess innehåll av föroreningar (Bokalders & Block 1997).



Figur 41, visar i detalj olika arbetsmetoder för hantering av dagvatten, BDT och avloppsvatten på naturmarker och i bebyggda områden. Här visas två modeller (överst och i mitten) från två bostadsområden i Norge och Sverige medan den tredje modellen visar den principiella uppbyggnaden av närsaltsfällor enligt Folke Günther (Skiss: Kalida Mohammed).

## ***5.6 Dagvattenhanteringsproblem och exempel på lösningar***

Efter genomgång av södra Kurdistans dagvattenproblematik, dess orsaker och konsekvenser i kapitel 4, samt efter att ha presenterat olika metoder för dagvattenhantering ur ett svenskt och internationellt perspektiv i kapitel 5, känns det viktigt att ta fram lämpliga och välbeprövade lösningar för hantering av de ovan nämnda dagvattenproblemen. Detta för att, för det första minimera problemen, för det andra uppnå en hållbar vattenstrategi och grundvattenbalansen, samt för det tredje att sprida kunskapen om effektivt omhändertagande av dagvatten på lokal nivå samt att gynna miljötänkande vid framtida stadsplanering (se tabell 3).

Tabell 3. Visar dagvattenhanteringsproblematiken i södra Kurdistan och exempel på lösningar ur ett svenskt och internationalt perspektiv.

Exempel på dagvattenlösningar	Dagvattenproblematiken i södra Kurdistan									
	Urbanisering/ökad andel hårdgjord ytor	Översvämning av bebyggelsen	Läckage på ledningsnätet	Icke funktionella ledningssystem	Avsaknad av normer och underhåll	Ökad vattenförbrukning	Bortledning av dagvatten	Förorening av mark och bebyggelse	Erosion av vägar och mark	Erosion av vägar och mark
LOD- system	X	X					X	X		X
Infiltrationsytor		X					X		X	
Perkolationsmagasin		X					X		X	
Miljöpolicy	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Vatten- och miljömål	X	X	X	X	X	X		X		X
Duplikatsystem-mekanisk- och biologiskrening	X	X	X		X			X		
Klent dimensionerande dagvattenledning	X	X							X	
Dammar	X	X					X	X		
Våtmarker	X	X						X		
Reningsverk	X				X	X				
Öppna kanaler med vegetation	X	X	X				X			



## 6. Diskussion och Slutsats

Södra Kurdistan står i dag inför stora utmaningar vad gäller miljö, infrastruktur och samhällsbyggnad. En ogynnsam lokal klimatförändring minskar förutsättningarna för ett bra liv i regionen. Torrare somrar ger vattenbrist och när det väl regnar kommer det ibland i stor mängd vilket orsakar skador på byggnader, ökad erosion och skördeförlust. De snabba växlingarna mellan kallt och varmt väder samt torkan och blåsten är påfrestande för människor, djur och natur. Befolkningen expanderar i regionen och därmed också städerna. Naturresurser som man en gång var rädd om värnas inte som förr. För omkring 30-40 år sedan hade man allt man behövde i sin by eller i närliggande byar. Vad man inte kunde hitta där i form av mat, byggnadsmaterial, kläder med mera, fanns annars längre bort i en närliggande stad. Idag finns ett ökat konsumtionsbehov och allt kommer i paket eller påsar från internationell export eftersom man producerar mindre varor i landet. För att få tillgång till dricksvatten måste man borra i marken till 250-300 meters djup för att komma åt grundvattnet en slutsats av detta är då att situationen blir allvarlig eftersom klimatet troligen står i förändring, vilket bland annat innebär att man tvingas uthärda 3- 4 månader varje år under het sol med en temperatur på 40-55 grader.

Strävan efter modernisering och betydelsen av att kunna hålla jämna steg med resten av världen visar sig här i genomföranden av storskaliga exploateringsprojekt i städerna och i naturmarkerna. Dessa projekt har skapat en rad allvarliga problem med bland annat en ökning av andelen hårdgjorda arealer i städerna vilket i sin tur leder till att mindre mängd nederbörd infiltreras i marken. Samtidigt som detta sker ökar andelen stående vatten, vilket kan leda till översvämningar. I kombination med allt detta sjunker stadigt grundvattnets nivå vilket bland annat är en effekt av varmare och torrare somrar.

Avsaknaden av långsiktiga dagvatten- och detaljplaner, samt avsaknad av tydliga krav på bland annat ansvarsdelning hos såväl fastighetsägarna som exploatören, kommunerna och myndigheterna orsakar problem i både utförande och uppföljning. Resultatet av detta leder till ansvarslöshet eftersom det inte finns något krav på vad som ska fastställas bland annat beträffande hur dagvattensystem i de exploaterade områdena ska skötas och kontrolleras under driftskedet när sedan ny exploatering av mark sker blir det ett stort problem. Avsaknaden av miljökrav och miljöpolicy på alla nivåer och ledningssystem gör att inga kontroller görs för att hindra/minska föroreningar eller gifter att hamna i marken samt i vattnet. Stora mängder av föroreningar i form av bland annat olja, bly, kvicksilver, zink, arsenik, kadmium hamnar dagligen i avledningsledningarna dels från hushållsvatten och dels från regnvatten som samlats på gator och torg rinner sedan rakt ut på marken och i vattendragen utan att några åtgärder vidtas.

Följdproblematiken grundar sig på att de beslutsfattande myndigheterna inte förstår situationen och inte heller kan koppla sambanden mellan de växande hårdgjorda arealerna och de ökande miljöproblemen i södra Kurdistan. Den minskande grundvattennivån avhjälpas ofta kortsiktigt genom att man med dyra metoder borrar djupare och djupare i grundvattenbrunnarna. Översvämningarna anses vara naturliga och därmed läggs inga större resurser på att förebygga dem. För att motverka den förhöjda sommartemperaturen i städerna anläggs flera parker och planteringsytor, vilka i sin tur kräver bevattning. Förutsättningen för att parkerna förblir gröna är att det sker

konstbevattnings under större delen av året och vattnet till detta hämtas ur brunnar, vilka borrar i de berörda parkerna eller transporteras dit med tankbilar från områden med en större mängd tillgängligt vatten. Underdimensionerade dagvatten samt BDT (bad, dusch, tvätt) gör att vatten av detta slag rinner fritt genom städernas gator ut i landskapet och för med sig en mängd miljöfarliga ämnen.

Problematiken med hanteringen av dagvatten i södra Kurdistan är därmed omfattande och djupgående. Problemen har funnits i många år och har fått spridning till andra områden vilket gör problemen ännu svårare. Lösningen sker inte genom ett byte av rör här och där, inte heller genom en större övergång från kombinerade system till duplikat avledningssystem. Problemen är mer allvarliga än så. Motståndet till förändrat synsätt och nya metoder är många och handlar om ekonomi, topografi och politiska åsikter men kan även vara kunskapsmässiga. Alternativa och nya lösningar är därför önskvärda, dessa ska vara både enkla och lätta att anpassa till de lokala förutsättningarna.

Södra Kurdistan lider av dagvattenproblem. Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) är ett okänt begrepp i regionen samt ser det väldigt annorlunda ut i jämförelse med den traditionella hanteringen och därför har detta arbete tillkommit för att belysa dessa frågor. Här belyses dagvattenhanteringsproblematiken i södra Kurdistan och vidare utifrån detta presenteras ett antal andra exempel på lösningar av dagvattenhantering ur både svenskt och internationellt perspektiv. Eftersom dagvattenhantering i södra Kurdistan inte är hållbart varken ur miljö och/ eller ekonomiska aspekter i jämförelse med hur man lokalt hanterar dagvatten eller leder orenat vatten till reningsverk. De presenterade lösningarna på dagvattenhantering är därför tänkta att kunna användas som arbetsmodeller och underlag riktade till främst myndigheter i frågor gällande bland annat dagvattenhantering, exploatering av nya marker och vid anläggning av nya parker i södra Kurdistan.

Under arbetets gång har jag gjort egna observationer. Jag har även haft samtal med ansvariga chefer och andra personer som arbetar med dagvattensproblematik i Kurdistan vilket har varit mycket givande för min förståelse för att kunna utveckla min kunskap vidare i ämnet. Jag har även lärt mig oerhört mycket om lokalt omhändertagande av dagvatten genom litteraturstudier, digital informationssökning samt genom mina studiebesök i Skåne och omnejd.

Jag är övertygad om att man genom kunskap och ansträngning kan möjliggöra att dagvattensituationen i södra Kurdistan i framtiden kan komma att hanteras på ett bättre sätt. Genom att anlägga småskaliga öppna dagvattensystem på allmän mark samt anläggning av lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) på privat mark kan positiva effekter uppnås i form av mer funktionella dagvattenhantering och mera grönytor i stadsmiljöer. Öppna dagvattenanläggningar t.ex. infiltrationsytor och perkolationsmagasin bör anläggas och placeras så nära källan som möjligt, det vill säga i dessa fall i områden där avrinningen är särskilt stor vid branta slänter. Perkolationsmagasin eller stenfyllningar lämpar sig särskilt bra vid bergfästen eller i dalgångar på landsbygden där beroendet av grundvatten är stort, perkolation bidrar till att vattnet direkt leds ut i marken vilket ur vattenbalanssynpunkt är av stor betydelse. För en effektiv vattendragsplanering bör man se till att torra vattendragområden inte planeras för exploatering och bebyggelse med tanken att dessa kan fyllas av vatten igen.

Lyckligtvis finns länder som Sverige som förebild vad gäller dagvattenhantering. Här finns dokumentation och material om dagvattenhantering och dess fysiska utformning samt anläggningarnas tekniska och ekologiska mål står nerskrivna. Att de flesta av dessa anläggningar är tillgängliga för besök är även bra då detta kan bidra till bättre förståelse för de metoder och effekter som dessa anläggningar medför.

Vikten av lokal dagvattenhantering blir extra viktig då växande vattenunderskott och minskad nederbörd drabbar regionen samtidigt som södra Kurdistans grannländer bygger nya dammar vid floder som för vattenförsörjningen i Kurdistan utgör de viktigaste källorna. Det är därför dagvattenhantering samt planer för vattenresursförbrukning och tillvägagångssätt för lagring av nederbörden, hantering av avrinning, ytvatten och grundvatten är viktigt för en tillräcklig vattentillgång. Dagvatten kan även till stor del genom återanvändning bidra till skapande av gröna ytor, bevarande av biotoper, och minskning av beroende av rent vatten för bland annat bevattning.

Att ge en komplett lösning av de svenska och internationella insatserna inom dagvattenhantering som skulle kunna vara lämpliga även i södra Kurdistan är ett svårt och omfattande arbete. Det är också svårt att avgöra vilka metoder som skulle vara de bästa. I södra Kurdistan är det största hotet det varma och torra klimatet. Men om man tar med sig kända tillämpningar och tekniker från länder som exempelvis Sverige och försöker anpassa dessa till de lokala förutsättningarna i södra Kurdistan kommer man förhoppningsvis att lyckas lösa hanteringen av dagvattnet med tiden. Hur bra man lyckas får framtiden utvisa men jag hoppas att detta arbete kan bidra till att initiera förbättringar för södra Kurdistan och dess dagvattenproblematik.

På sikt är mitt syfte att leverera information om LOD metoder till myndigheterna i södra Kurdistan så att hållbar och långsiktig dagvattenhantering ska gynnas. Målet är att detta arbete ska fungera som en arbetsmodell och ett verktyg för en miljöhänsynstagande dagvattenplanering.

## 7. Referenser

*Andersson, L & mfl. (2006). På tal om vatten, om vägen mot en hållbar vattenförvaltning: alfa print.*

*Bonn, C. (2003). Ekologisk dagvattenhanterin I våra nordiska granländer: Österbotten förbund.*

*Bokalders, V. & Block, M. (1997). Att sluta kretslopp, Bygg ekologi 3. AB svensk Byggtjänst.*

*Boverket & Naturvårdsverket (2000). Miljöinriktad fysisk planering: Lenanders Tryckeri AB*

*Boverket (2005). Miljökvalitetsnormer i fysisk planering, en orientering för handläggare: Karlskrona: Boverket kopiering.*

*Boverket (2003). Fysisk planering och hushållning med mark och vatten samt byggnader. Ödeshög: Danagård grafisk.*

*Boverket (2004). Hållbar utveckling av städer och tätorter i Sverige- förslag till strategi: Internt Boverket.*

*Boverket (2010). Mångfunktionella ytor- klimatanpassning av befintlig bebyggd miljö i städer och tätorter genom grönstruktur: Internt Boverket.*

*Johansson, B. (1997). Stadens tekniska system, Naturresurser i kretslopp. Katerina tryck AB*

*Johansson, B. & Orddskog, L. (2002). Att bygga ett hållbart samhälle. Uppsala: Natur och Kultur.*

*Lönngren, G. (2001). Vatten i dagen: exempel på ekologisk dagvattenhantering. Svensk byggtjänst.*

*Malbert, B. (1992). Ekologiska utgångspunkter för planering och byggande. Byggforskningsrådet*

*Nordmalm, P mfl. (1999). Grönare städer: mångfald och grön struktur. Naturskyddsföreningen.*

*Persson, J. (2000). Dammars form, Hydraulisk aspekter på anläggning av dammar. Dahlins tryckeri AB.*

*Stahre, P. (2006). En långsiktigt hållbar dagvattenhantering- planering och exempel: svenskt vatten*

*Svenska sällskapet för antropologi och geografi (1978). Vatten och bebyggelsen: Norstedts Tryckeri 777127.*

*Svensk Vatten P90 (2004). Dimensionering av allmänna avloppsledningar: svenskt vatten AB.*

*VAV. Svenska vatten-och Avloppsverksförening (1997). vatten och näringsämnen i kretslopp: Nordisk Bokindustri AB.*

*Vägverket (1990:11). Hydraulisk dimensionering, Diken, trummor, ledningar, magasin: sektionen för projekteringsmetodik.*

### **Elektroniska publikationer**

Widarsson, Lars- Erik (2007). *Drivkrafter för hållbar dagvattenhantering*. [Elektronisk] Svenskt vatten. Tillgänglig:  
< [http://vav.griffel.net/filer/Raport\\_2007-04.pdf](http://vav.griffel.net/filer/Raport_2007-04.pdf) > [2011-04-11].

RTI- International Final Report (2008). *Kurdistan Region Economic Development Assesment*. [Elektronisk] RTI International. Tillgänglig :  
< <http://www.kurd.org/doc/EDA%20Report:English.pdf> > [2011-04-12].

Stockholm Vatten (2011). *Reningsprocessen*. [Elektronisk] Stockholm Vatten AB. Tillgänglig:  
< <http://www.stockholmvatten.se/sv/Vattnetsvag/Dricksvatten/Vattenverk/Reningsprocessen/> > [2011-04-14].

Alnarp Cleanwater Technology (2011). *ACT Natural*. [Elektronisk] The phytotechnology Company. Tillgänglig:  
< [http://www.alnarpcleanwater.se/?page\\_id=43](http://www.alnarpcleanwater.se/?page_id=43) > [2011-04-12].

Tidskriften VATTEN (2004). *VA- situationen i Irak – problem och möjligheter till motåtgärder*. [Elektronisk] Institutionen för teknik och design/Byggteknik, Växjö universitet och Mark- och vattenteknik, KTH. Tillgänglig:  
< [http://www.tidskriftenvatten.se/mag/tidskriftenvatten.se/dircode/docs/48\\_article\\_2687.pdf](http://www.tidskriftenvatten.se/mag/tidskriftenvatten.se/dircode/docs/48_article_2687.pdf) > [2011-04-01].

Sida (2010). *Vatten är liv - eller varför använder Erbilborna så mycket vatten?* [Elektronisk] Erbil City Water Network Management Project. Tillgänglig:  
< <http://www.sida.se/Svenska/Lander--regioner/Asien/Irak/Program-och-projekt/Vattenreportage/> > [2011-04-02].

## ***Muntliga samtal***

Mahammed Samin, F. Medborgare- Kefir kommun. Telefonsamtal

Serkowt, A. dag - och avloppsvatten chef- Hewlêr/ Erbil. Telefonsamtal

Khasraw M. Chef för Dricksvatten myndighet- Hewlêr, Muntlig samtal

Elin Company. Dag- och avlopps projekt, Suleymani, Muntlig samtal

## ***Bilder och tabeller***

(Figur 1)

[http://www.institutkurde.org/images/cartes\\_and\\_maps/iraqiKurdistan.gif](http://www.institutkurde.org/images/cartes_and_maps/iraqiKurdistan.gif)

(Figur 2)

[http://www.institutkurde.org/images/cartes\\_and\\_maps/map\\_of\\_south\\_kurdistan.jpg](http://www.institutkurde.org/images/cartes_and_maps/map_of_south_kurdistan.jpg)

(Figur 3, 18)

[http://photos-images.blogspot.com/2008/11/iran-tourism-kurdistan\\_24.html](http://photos-images.blogspot.com/2008/11/iran-tourism-kurdistan_24.html)

(Figur 4)

<http://www.flickr.com/photos/kurdistan4all/5291131691/sizes/m/in/photostream>

(Figur 8)

<http://translate.google.se/translate?hl=sv&langpair=en%7Csv&u=http://maps.google.com/maps/ms%3Fie%3DUTF8%26t%3Dh%26oe%3DUTF8%26msa%3D0%26msid%3D101640126860435170753.00048e850e000496e2f84>

(Figur 13)

[http://www.google.se/imgres?q=kurdistan+erbil+map&um=1&hl=sv&sa=N&biw=1233&bih=669&tbm=isch&tbnid=q0ZmLBRXeCSgGM:&imgrefurl=http://zagrosphoto.com/index.php%3Flevel%3Dpicture%26id%3D579&docid=0BCFFcsZV1zIQM&imgurl=http://zagrosphoto.com/plog-content/images/kurdistan/maps/erbil\\_1944.jpg&w=874&h=1029&ei=5vbITv-JKOHk4QTrpvUn&zoom=1&iact=hc&vpx=633&vpy=134&dur=87&hovh=244&hovw=207&tx=106&ty=94&sig=103686937488210833846&page=1&tbnh=154&tbnw=131&start=0&ndsp=18&ved=1t:429,r:3,s:0](http://www.google.se/imgres?q=kurdistan+erbil+map&um=1&hl=sv&sa=N&biw=1233&bih=669&tbm=isch&tbnid=q0ZmLBRXeCSgGM:&imgrefurl=http://zagrosphoto.com/index.php%3Flevel%3Dpicture%26id%3D579&docid=0BCFFcsZV1zIQM&imgurl=http://zagrosphoto.com/plog-content/images/kurdistan/maps/erbil_1944.jpg&w=874&h=1029&ei=5vbITv-JKOHk4QTrpvUn&zoom=1&iact=hc&vpx=633&vpy=134&dur=87&hovh=244&hovw=207&tx=106&ty=94&sig=103686937488210833846&page=1&tbnh=154&tbnw=131&start=0&ndsp=18&ved=1t:429,r:3,s:0)

(Figur 14)

<http://www.google.se/imgres?q=kurdistan+erbil+map&um=1&hl=sv&sa=N&biw=1233&bih=669&tbm=isch&tbnid=b5IME8Yto3EHtM:&imgrefurl=http://www.keywordpicture.com/keyword/erbil%2520map/&docid=Bc5Yi90Ez49OzM&imgurl=http://www.erbilcitadel.org/fileup/1029-erbil-map.jpg&w=350&h=315&ei=5vbITv-JKOHk4QTrpvUn&zoom=1&iact=hc&vpx=834&vpy=359&dur=4112&hovh=213&hovw=>

237&tx=119&ty=104&sig=103686937488210833846&page=5&tbnh=135&tbnw=150&start=72&ndsp=18&ved=1t:429,r:10,s:72

(Tabell1)

[http://usm.academia.edu/SalahaddinYasinBaper/Papers/1551186/Salahaddin\\_Yasin](http://usm.academia.edu/SalahaddinYasinBaper/Papers/1551186/Salahaddin_Yasin)

(Tabell 2)

*Svensk Vatten P90(2004). Dimensionering av allmänna avloppsledningar: svenskt vatten AB.*

### ***TV program***

Folk och regering(2011). (Tv program). KNN satellit Tv kanal 2 september.