

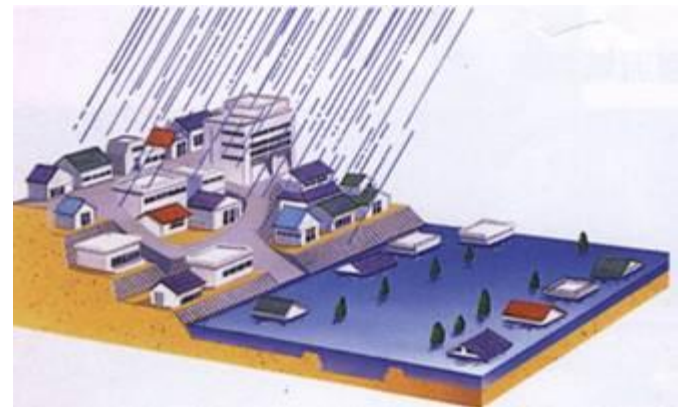
Drainase Berkelanjutan (*Sustainable Urban Drainage*)

Quiz

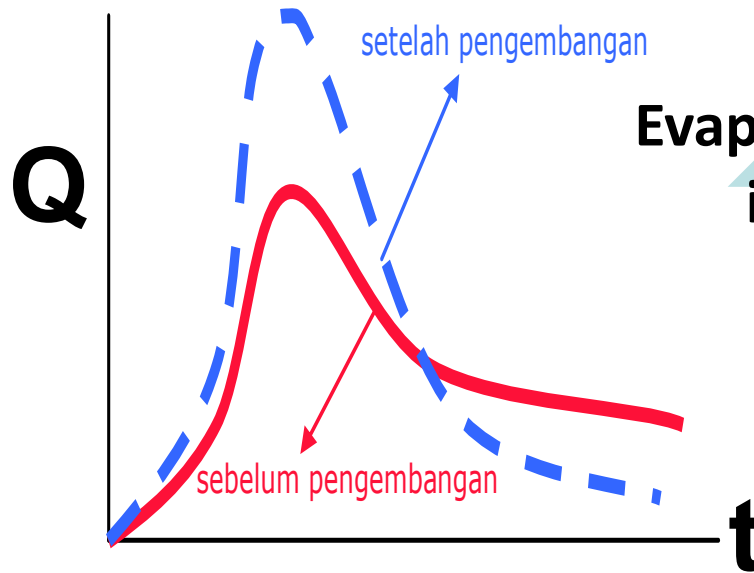
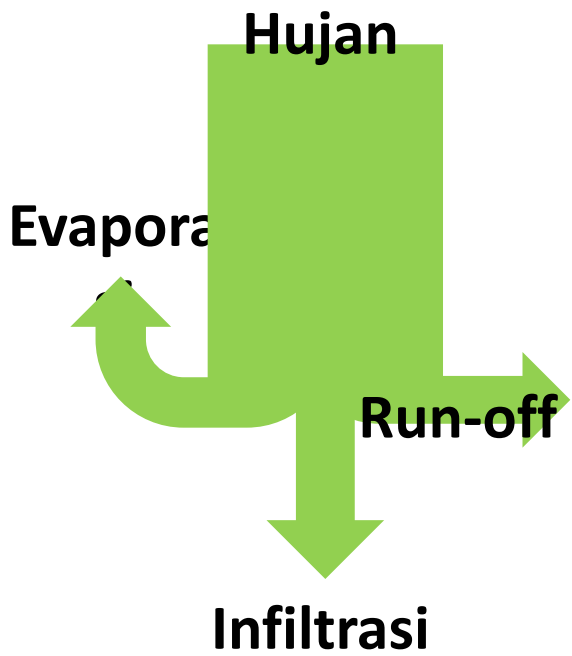
Jelaskan tahapan perencanaan sistem drainase konvensional



BEFORE DEVELOPMENT



AFTER DEVELOPMENT

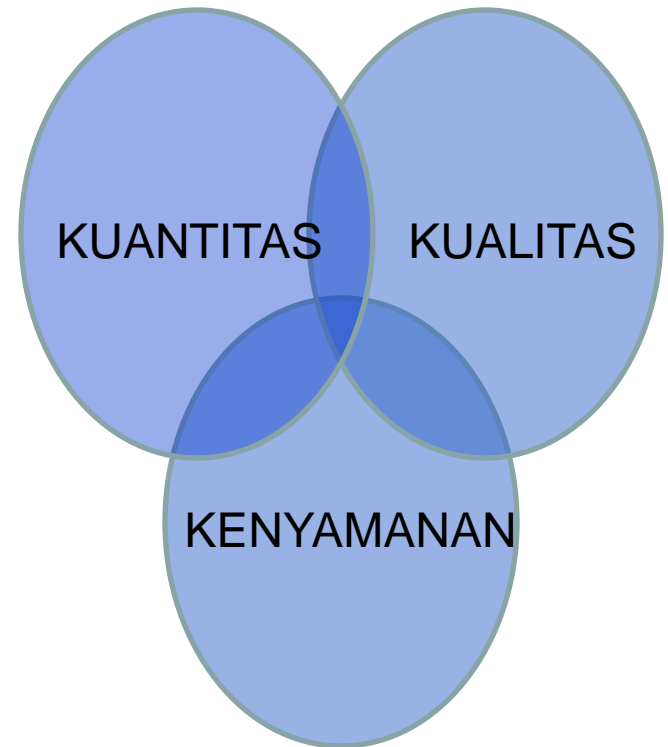
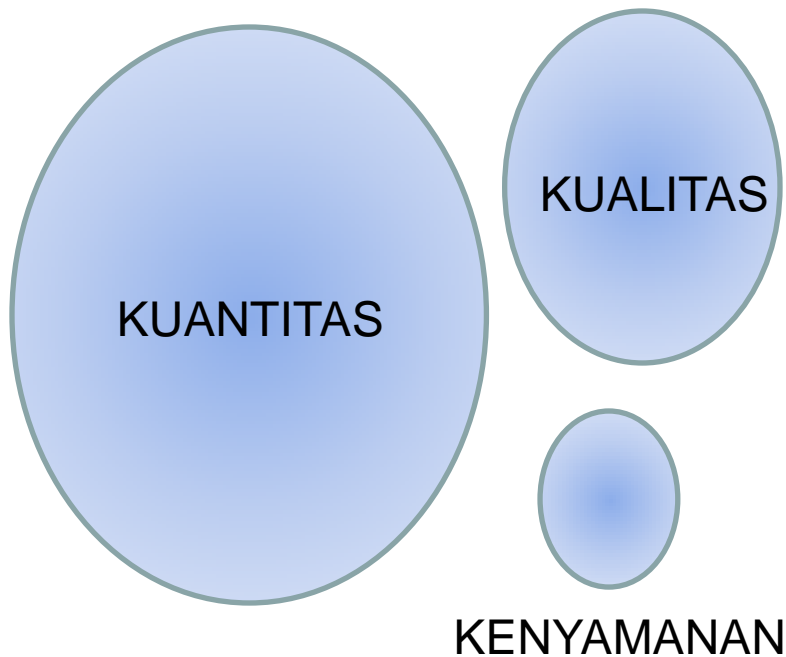


Permasalahan

- Kuantitas (Quantity)
 - Banjir-Erosi
- Kualitas (Quality)
 - Pencemaran Badan Air Penerima
 - Shockloading pada IPAL
- Kenyamanan-Eстетika (Amenity)

Pendekatan Perencanaan Sistem Drainase

KONVENSIONAL



DISAIN YANG TERINTEGRASI

Secara sederhana, pengelolaan drainase perkotaan yang berkesinambungan (***sustainable urban drainage system***) merupakan sebuah konsep yang logis dan dinamis.

Ini berarti bahwa terdapat satu seri dari **interaksi antara lingkungan lahan dan lingkungan air.**

Dalam hal ini interaksi tidak hanya melibatkan air saja tetapi juga sedimen dan polutan lainnya, dan dapat berubah menurut ruang dan waktu

Pembangunan sistem drainase perkotaan perlu memperhatikan fungsi drainase sebagai prasarana kota yang didasarkan pada konsep berwawasan lingkungan.

Konsep ini antara lain berkaitan dengan usaha **konservasi sumber daya air**, yang pada prinsipnya mengendalikan air hujan agar lebih banyak yang diresapkan ke dalam tanah sehingga mengurangi jumlah limpasan.

Kondisi Existing

- Sampai saat ini masih banyak Kota menangani drainase dengan **paradigma lama** yaitu **mengalirkan air hujan** yang berupa limpasan (*run-off*) **secepat-cepatnya** ke penerima air/badan air terdekat.
- Penanganan masih bersifat teknis belum mempertimbangkan faktor lingkungan, sosial-ekonomi dan budaya, serta kesehatan lingkungan.

Paradigma baru penanganan **Drainase**

- **Mengendalikan kelebihan air permukaan** yang dapat dimanfaatkan untuk persediaan air baku dan kehidupan aquatik dengan meresapkan air permukaan sebanyak-banyaknya ke dalam tanah (mempertimbangkan konservasi air).

Isu Strategis

- Ketegasan fungsi drainase: berfungsi mengalirkan air hujan saja atau dengan mengalirkan air limbah permukiman (*grey water*).
- Pengaturan fungsi lahan basah.
- Pengendalian debit puncak
- Penanganan drainase belum terpadu.
- Kelembagaan dan kelengkapan peraturan

Green Infrastruktur

konsep/strategi perencanaan yang tetap **mempertahankan proses alamiah ekologi** kawasan, konservasi udara, dan sumber air tanpa menimbulkan degradasi sumber-sumber alam dalam jangka panjang dan memberikan kontribusi pada kesehatan dan tingkat kesejahteraan masyarakat/pemukim.

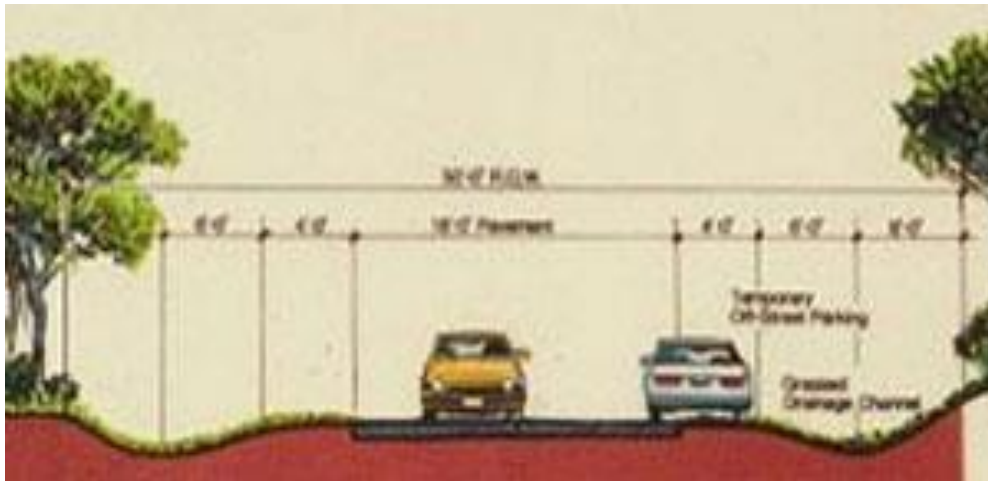
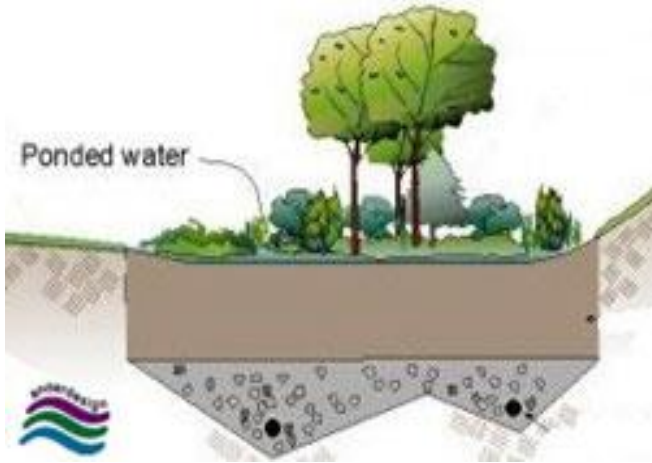
Drainase dan Pengembangan Sumber Daya Air

Tujuan :

1. Menyediakan sumber air baku
2. Melindungi dan melestarikan lingkungan
 - Konservasi tanah dan air
 - Rainwater harvesting :
 - stormwater pond,
 - artificial aquifer, and aquifer injection,
 - Bioretention & filter strip,
 - Peat Swamp Protection, etc.
 - Pembangunan berdampak rendah melalui “stormwater better site design”



Best Management Practices for StormWater Management



Best Management Practices for StormWater Management



SUDS

(Sustainable Drainage System)

- Menerapkan paradigma baru dalam pengelolaan air hujan (surface run-off)
- Pendekatannya dengan cara mereduksi kecepatan dan debit puncak runoff → memperkecil banjir dan erosi badan air
- Perencanaan → Menggunakan sarana alamiah

MANFAAT SUDS

- Mereduksi runoff
- Memperkecil saluran atau mengurangi beban saluran eksisting
- Meningkatkan kualitas air di badan air alamiah

Perencanaan SUDS

- Prevention
- Permeable surfaces
- Filter strips and swales
- Infiltration devices
- Basins and ponds

Prevention - Pencegahan

- Don't pave areas unnecessarily
- Drain to lawns
- Prevent spills
- Road sweeping

Permeable Surface

- Gravel areas
- Solid blocks
- Continuous pavement
- Porous blocks



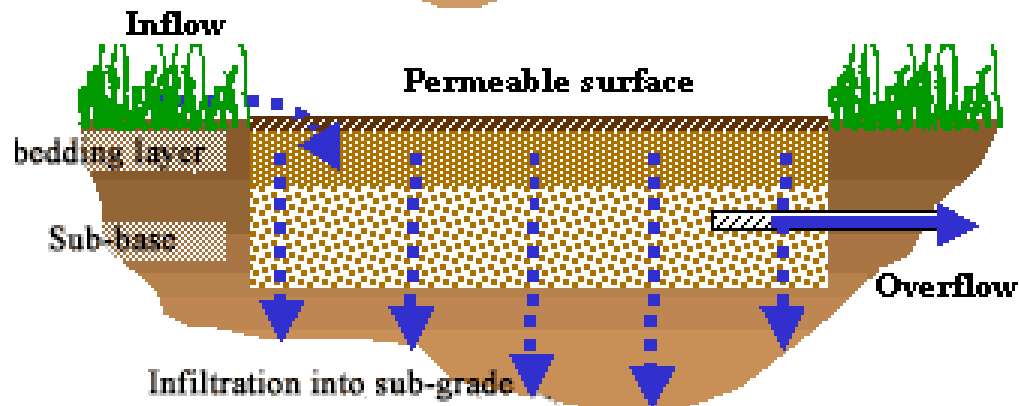
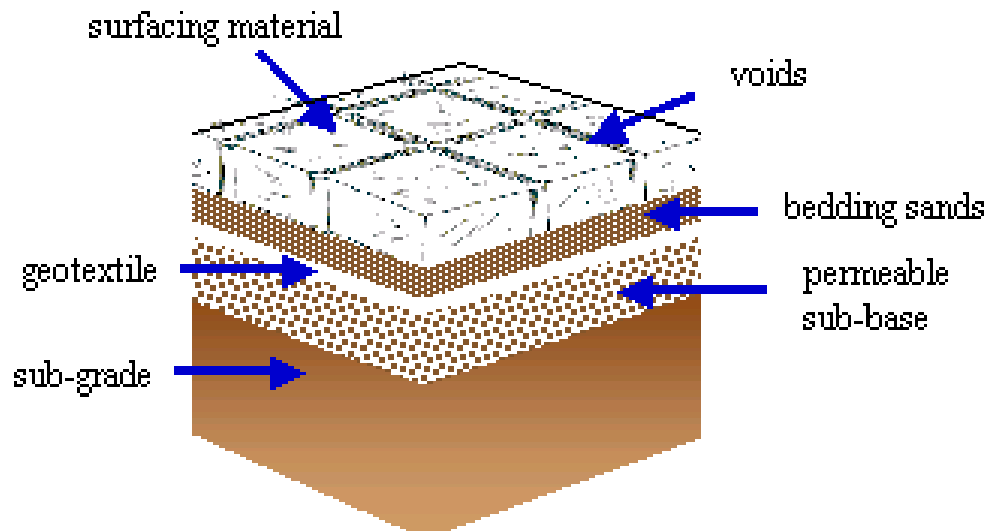


Figure 29: Permeable pavements

Filter strips and swales

Vegetated surface features mimicking natural drainage

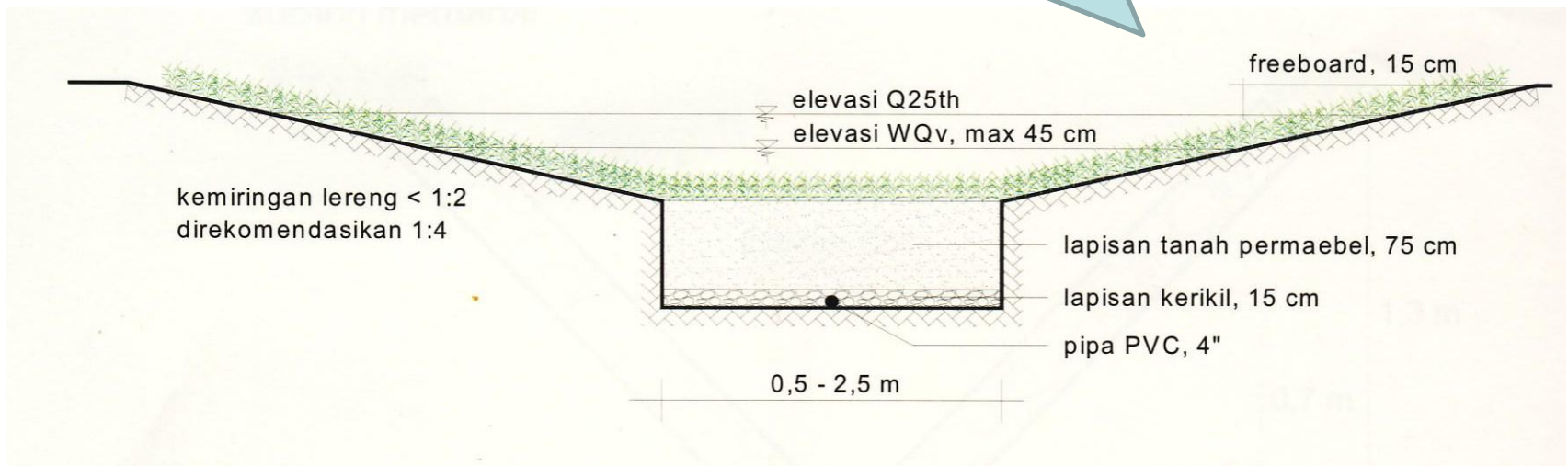
- Strips
 - treatment and amenity
- Swales
 - conveyance, infiltration, detention and treatment



Dry Swale



urau yang diberi
dasar saluran untuk
awa oleh aliran air.
pir selalu kering,
Struktur Dry Swale,
kan di daerah



Wet Swale



ran dengan vegetasi yang memiliki tinggi. Jika muka air tanah lebih tinggi, sedangkan jika lebih rendah.

Struktur Wet Swale

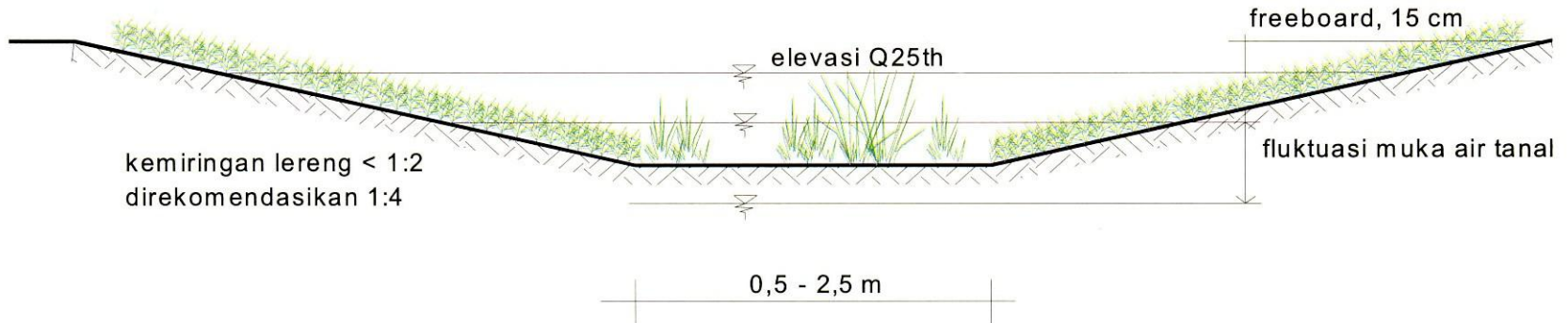
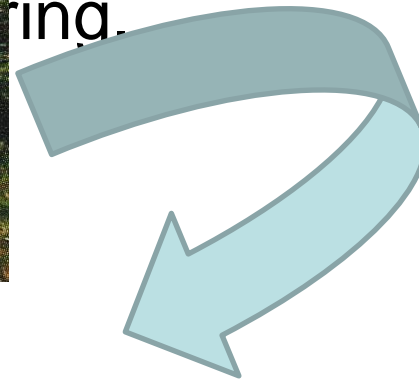




Figure 28: Filter strip and swale in an urban landscape

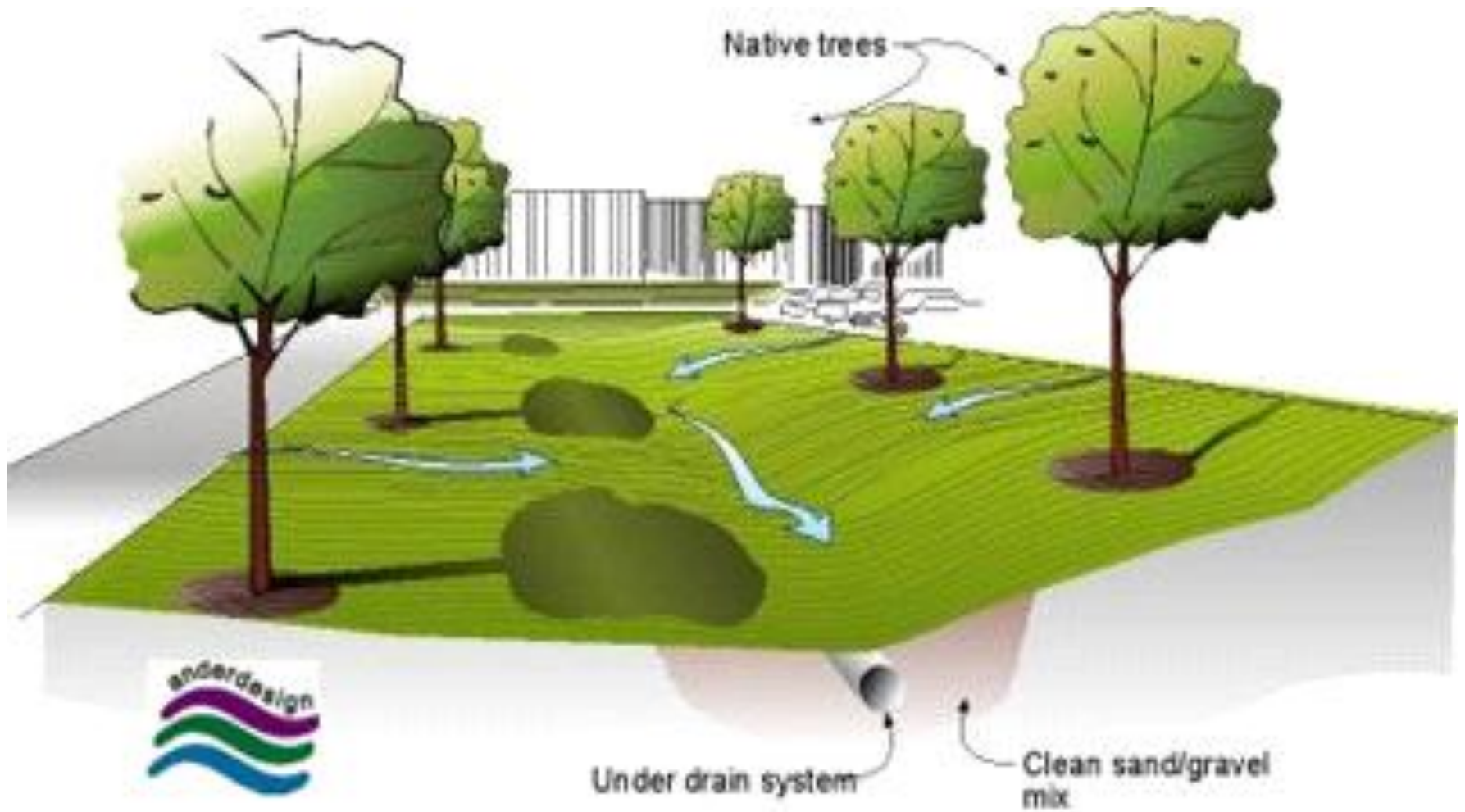


Fig. 1: Bio-swale schematic
Courtesy Pierce County, WSU Extension

Infiltration devices

Enhance the natural ground capacity to store/drain water

- Soakaways
- Infiltration trenches
- Infiltration basins

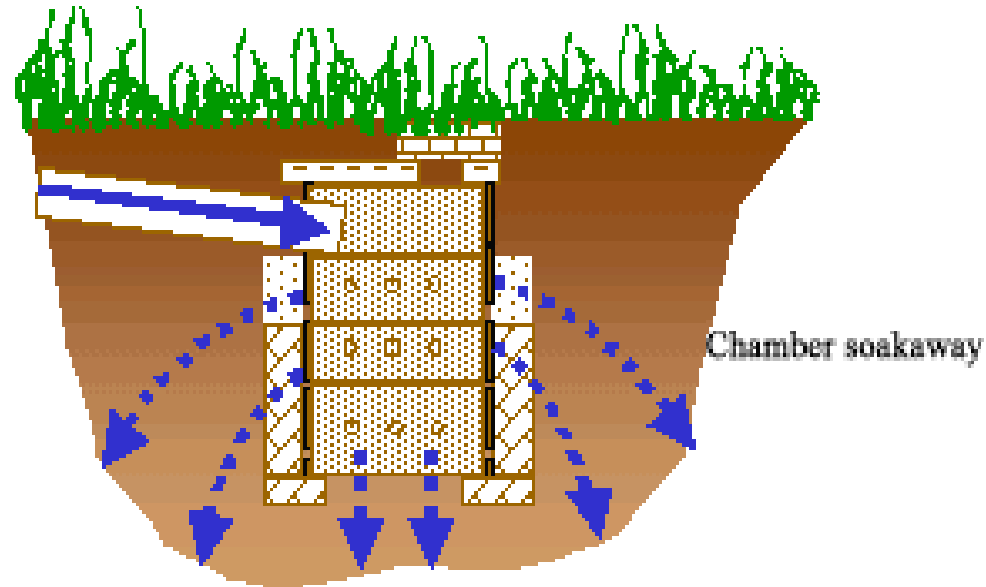


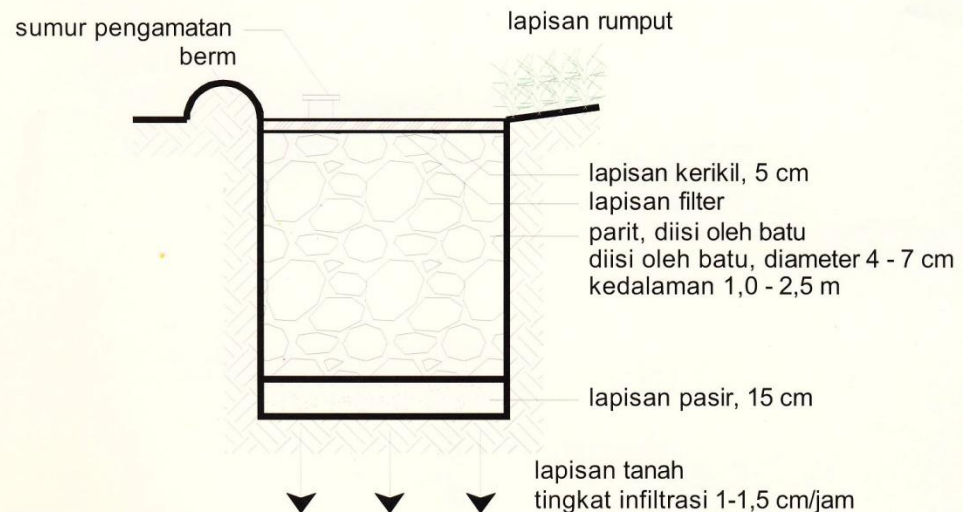
Figure 30: Cross section through a traditional soakway or a chamber soakaway (CIRIA, 1999)

Sistem Parit Infiltrasi



Parit yang diisi oleh kerikil memungkinkan penyerapan air langsung ke dinding dan dasar parit. Struktur parit ini akan menyerap air ke

Tipikal Struktur Parit Infiltrasi

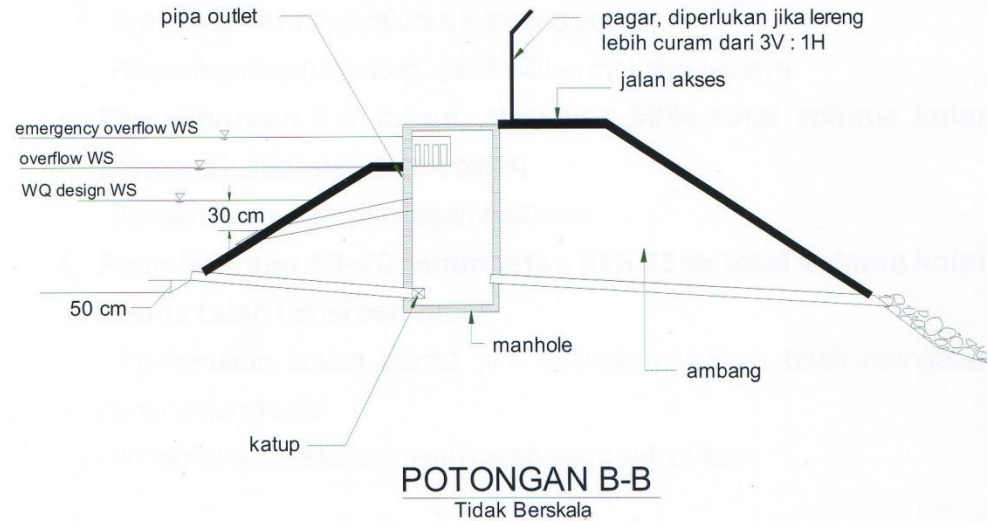
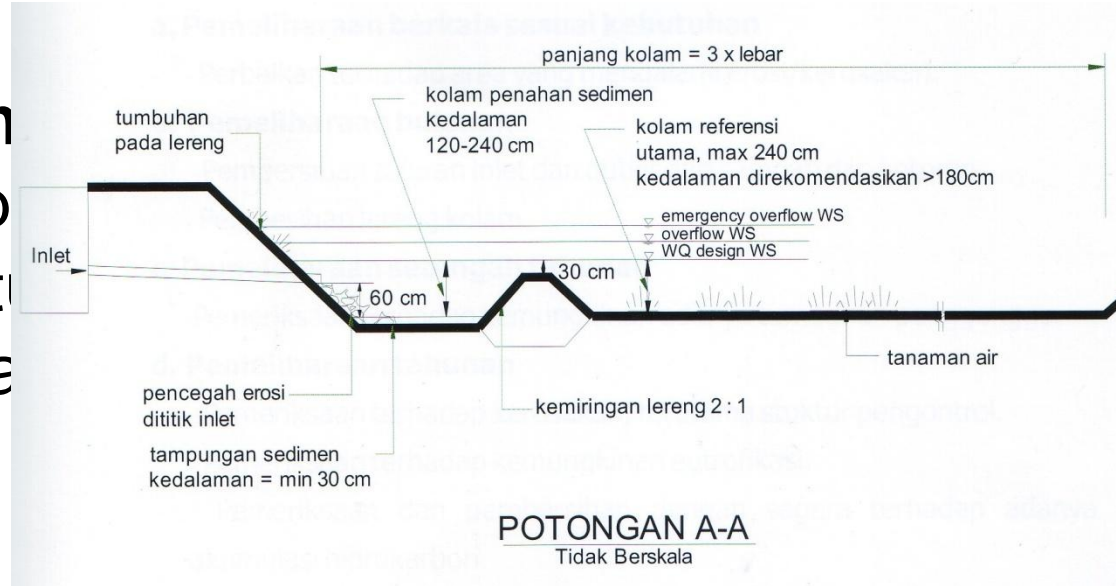


Basins and ponds

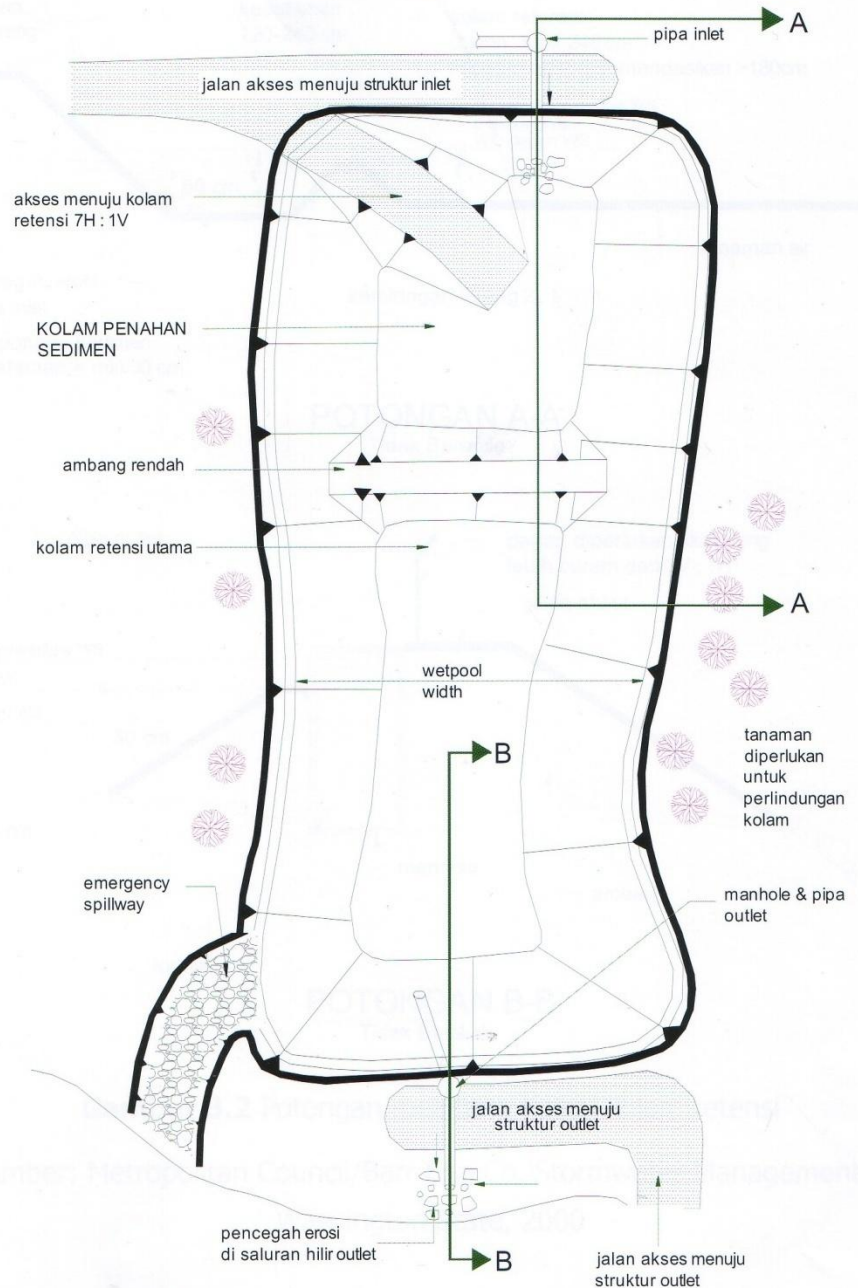
Store water at the ground surface temporarily or permanently

- Detention basins
- Wetlands
- Retention ponds

Kolam Retensi



Kolam F

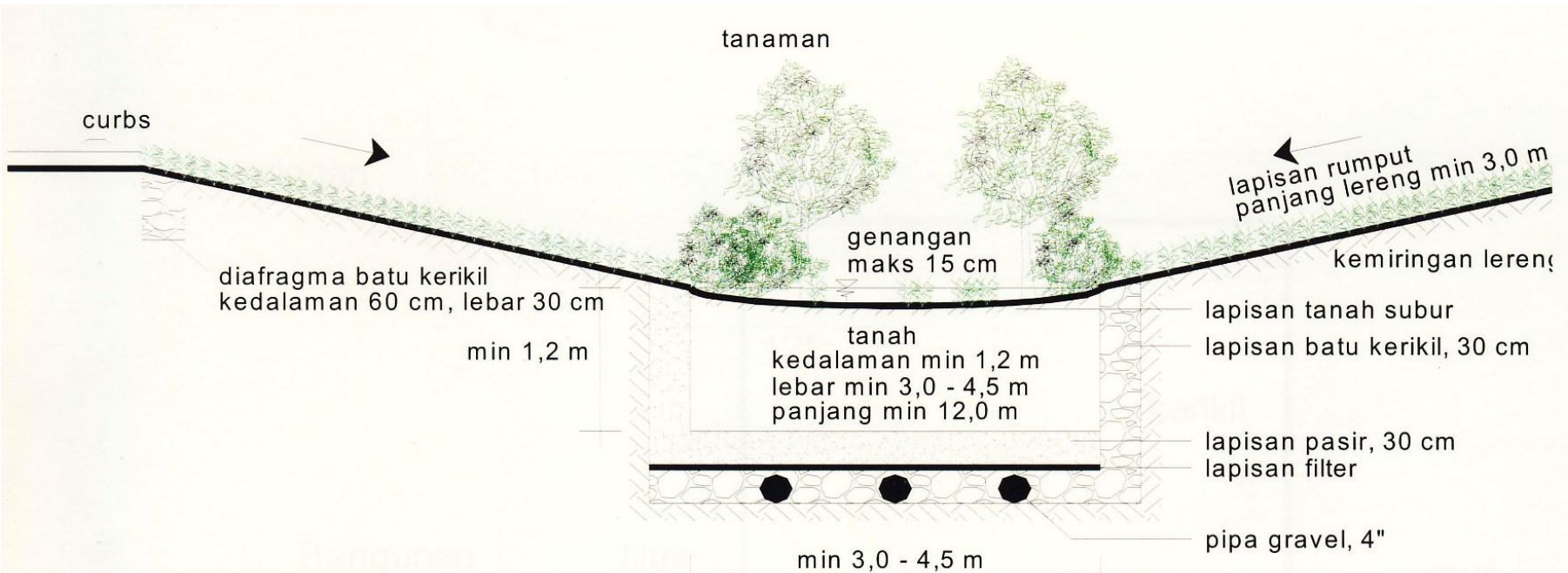


TAMPAK ATAS
Tidak Berskala

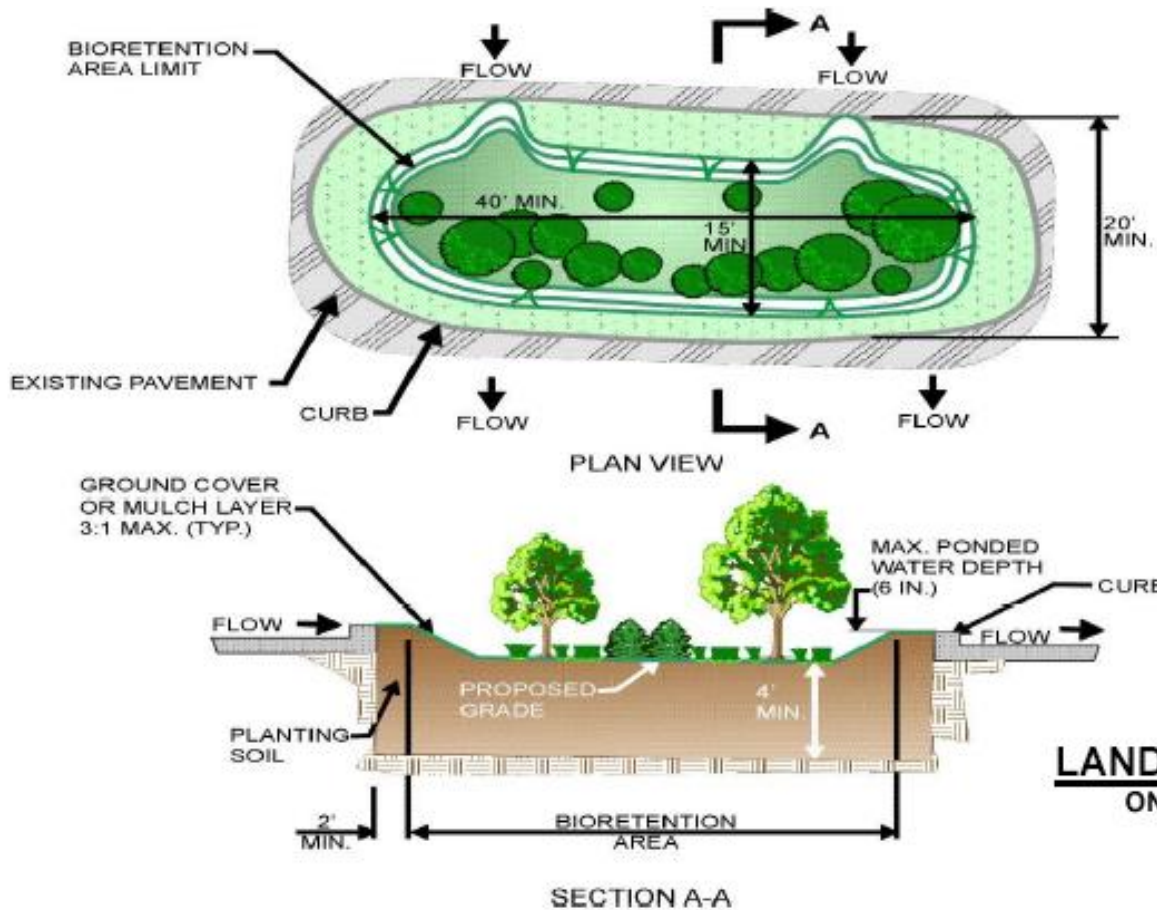
Sistem Bioretensi

Sistem Bioretensi : struktur berupa cekungan pada suatu area seperti tempat parkir, perumahan, dan lain-lain yang menerima limpasan air hujan dari

Tipikal Struktur Bioretensi



Bio Retention



LANDSCAPED ISLAND
ON-LINE APPLICATION

Figure 3.2.3-2 Bioretention Area Applications
(Source: Clayton and Schueler, 1996)

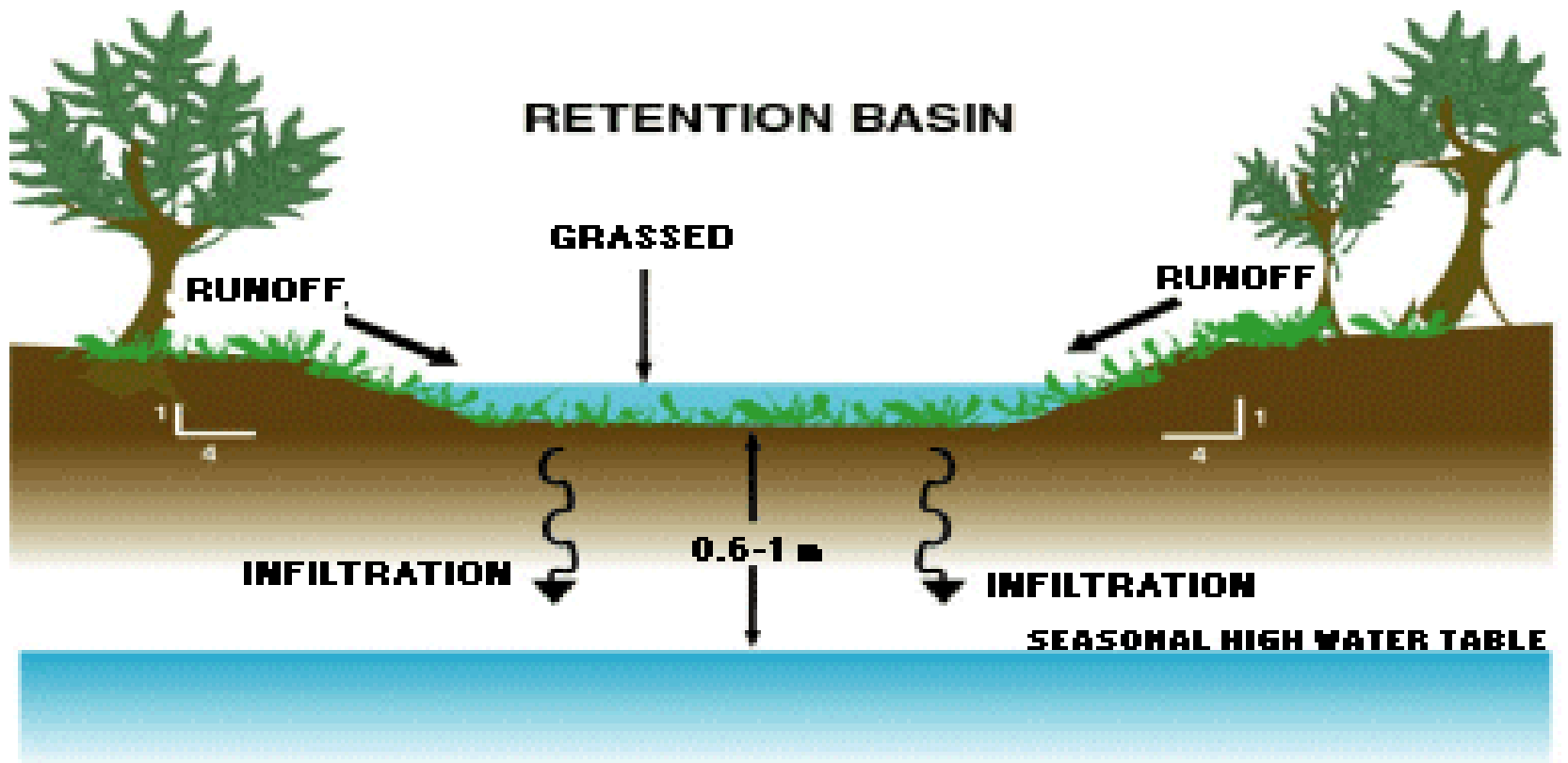


Figure 26: Stormwater treatment by settling

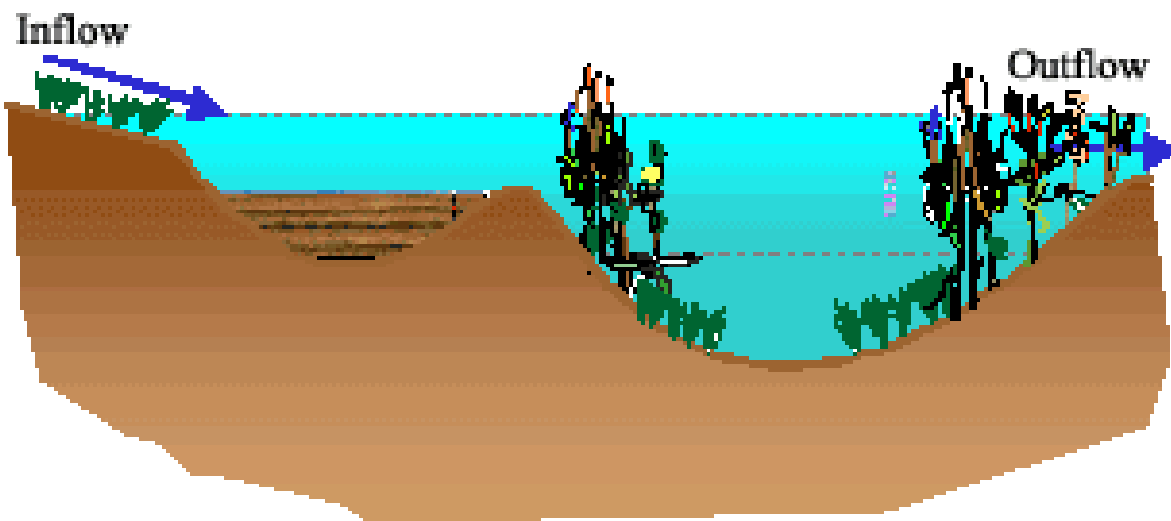
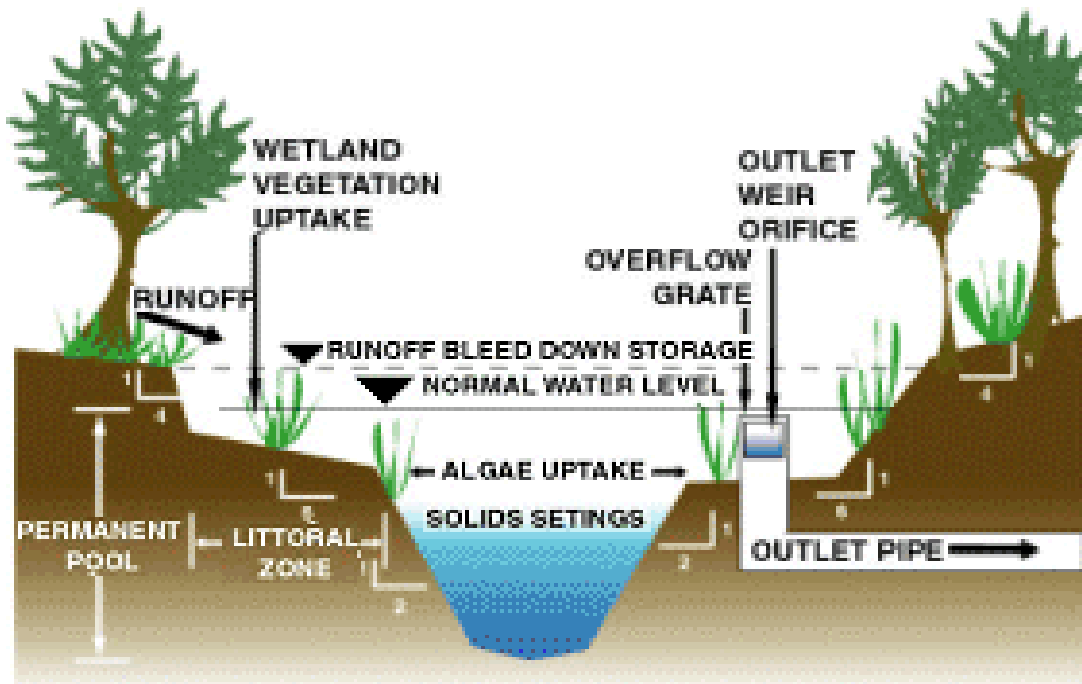


Figure 31: Pond, basin and constructed wetland for stormwater treatment

Contoh-Contoh Kolam Air Hujan

This is a water quality pond we can all live with.



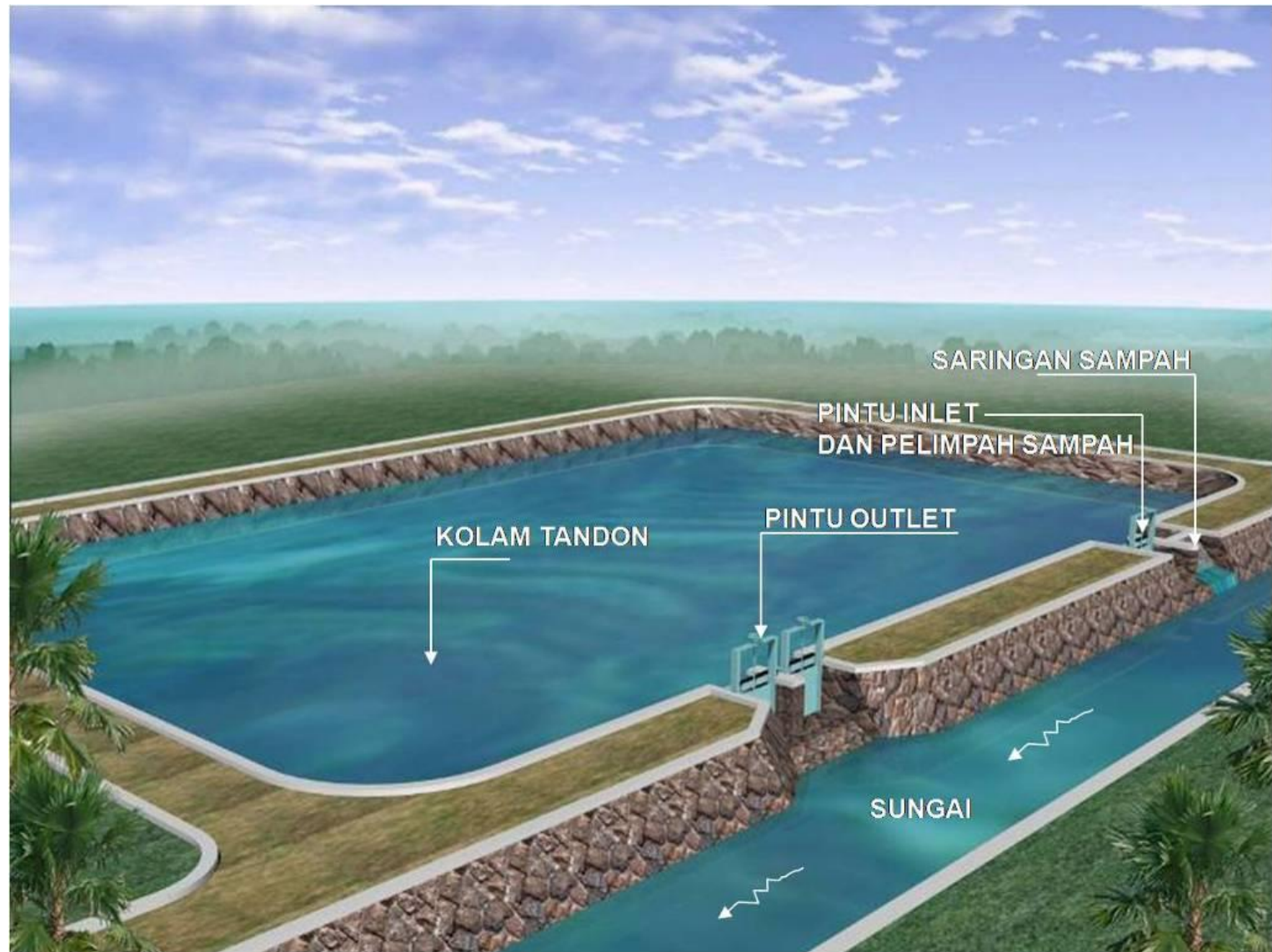
Walking trails are lit for night walking.



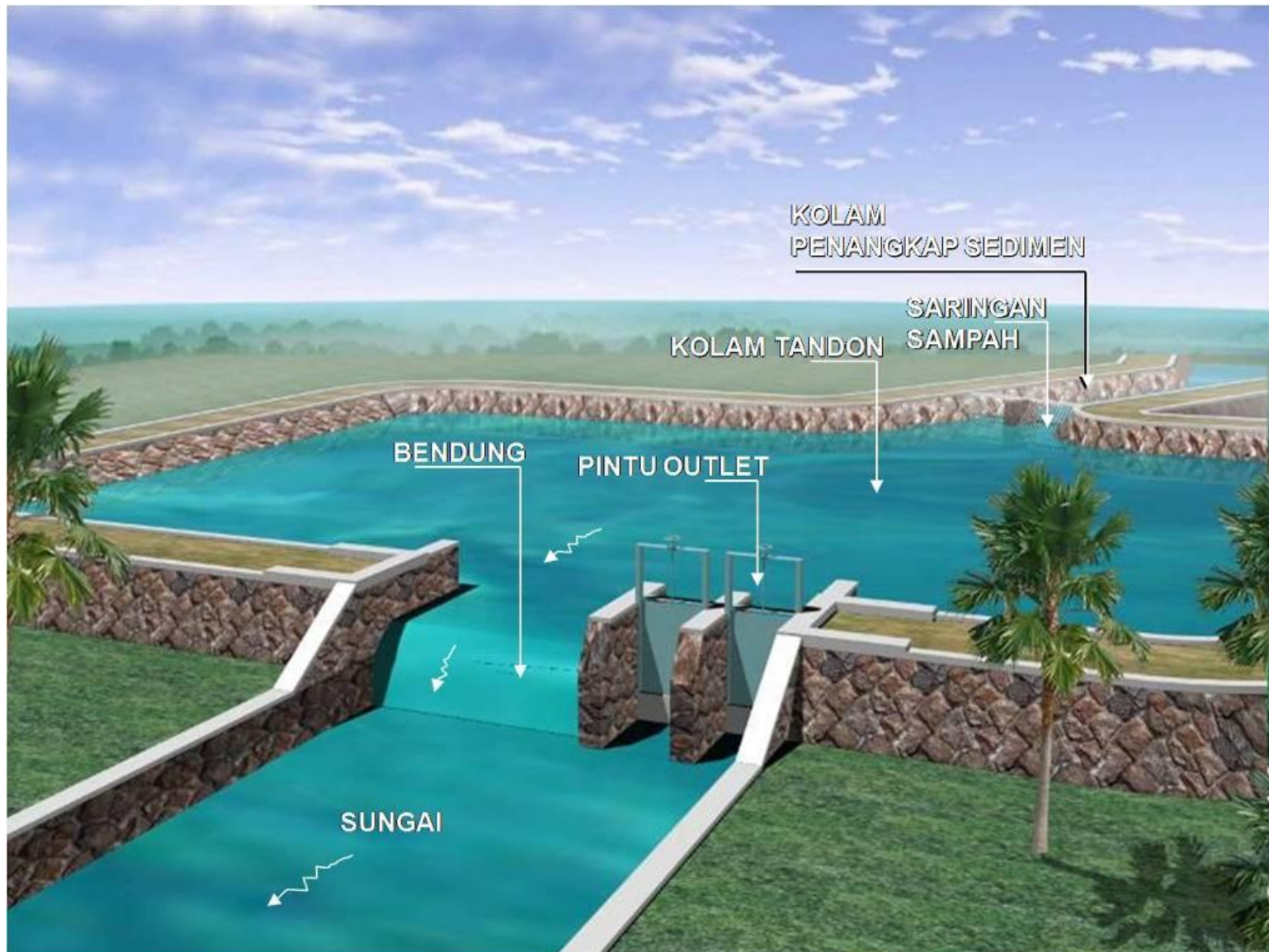
This is one in a series of linked ponds and streamlet resulting from local springs at Meadowbrook wetland.



Sistem Pengendali Banjir



Sistem Pengendali Banjir...(2)



Bio-Retension untuk menahan air hujan

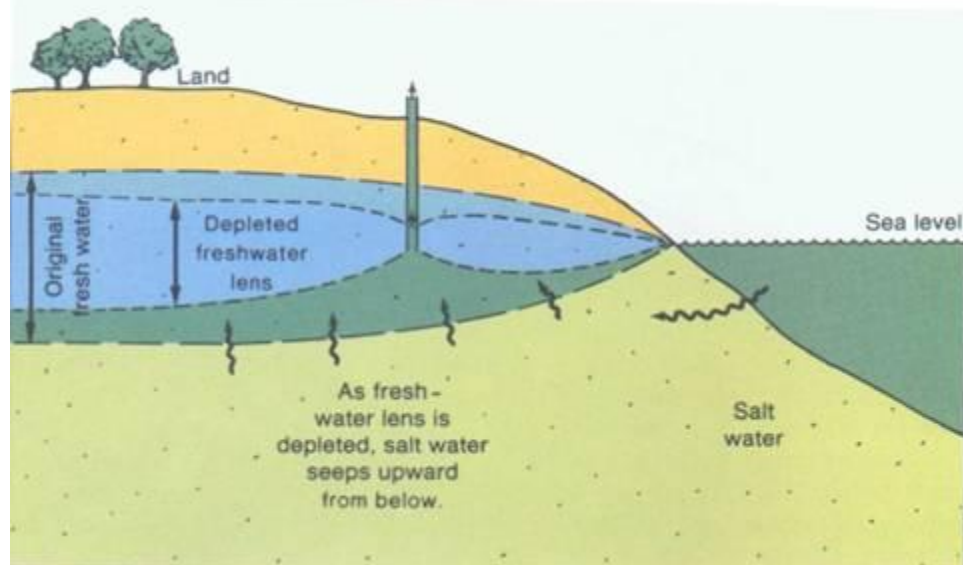
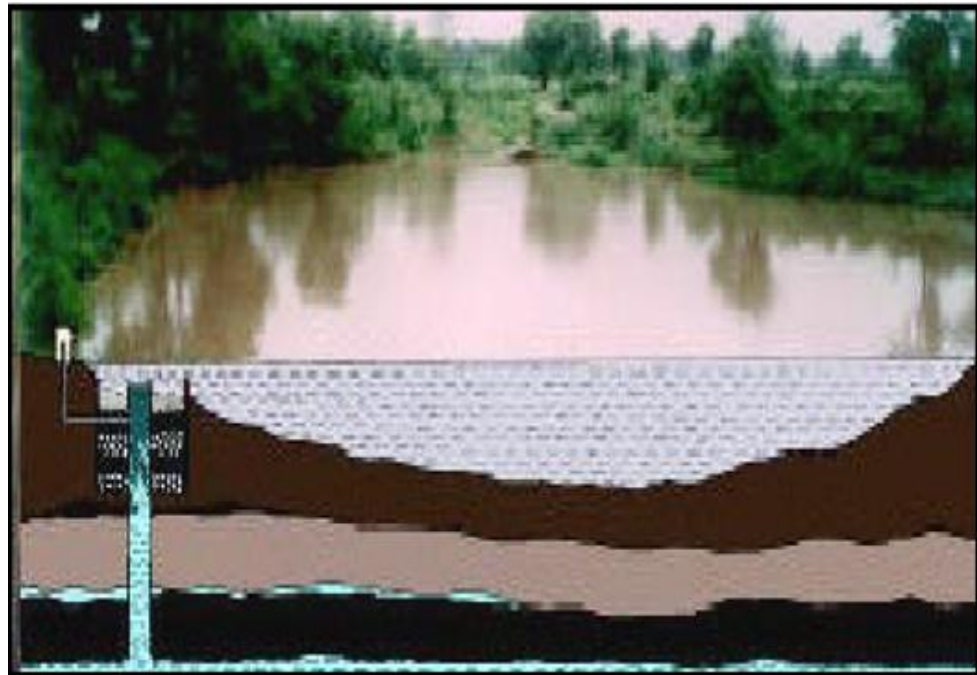
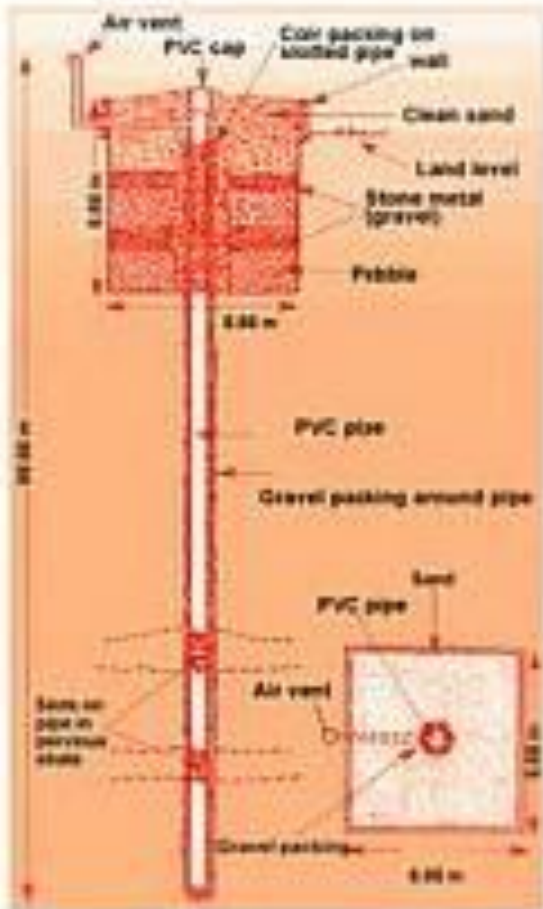


Bio-retention cells in Somerset
Community
Photo Credit: The Low Impact
Development Center



- Bio-retention cell, Courtesy Pierce County, Washington and AHBL, Inc.

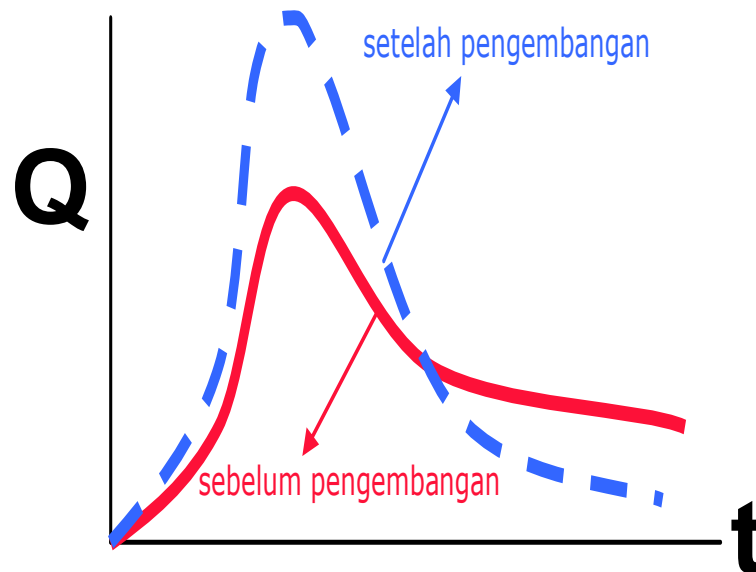
Aquifer Injection



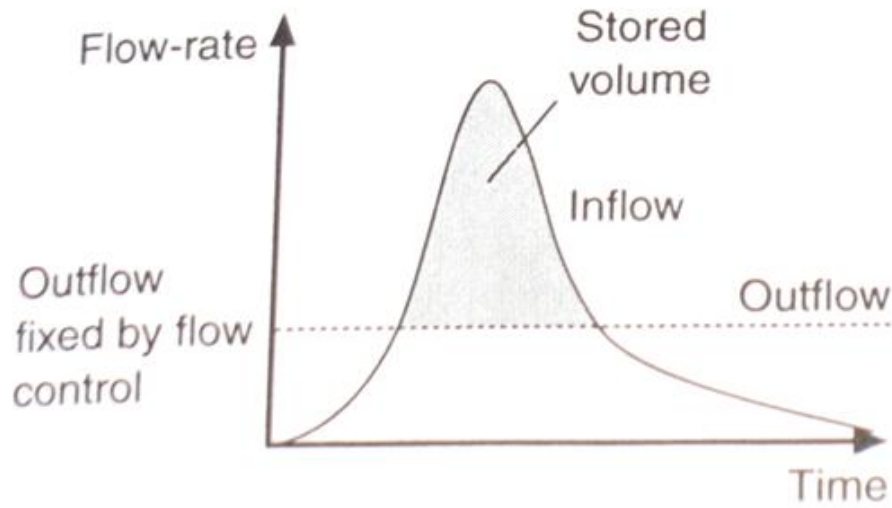
Tampungan (*Storage*)

Fungsi:

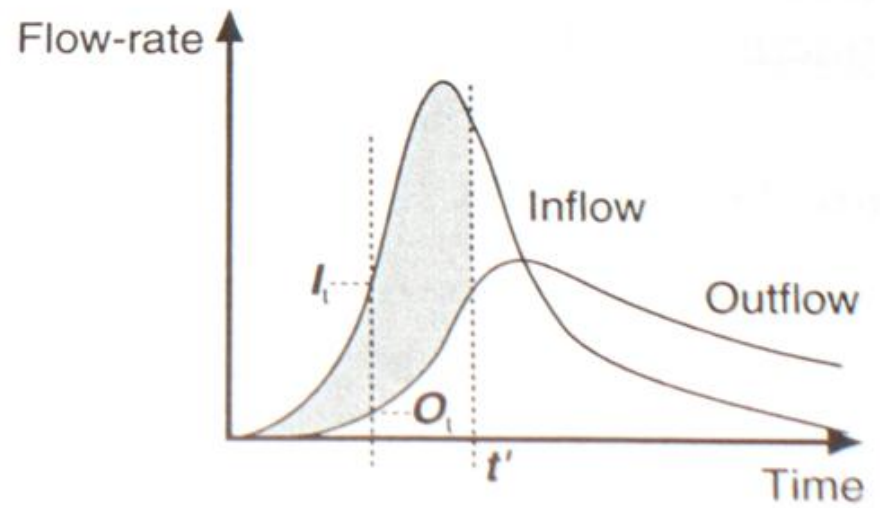
- Mencegah banjir
- Mereduksi jumlah aliran air hujan yang membawa polutan ke badan air penerima



Volume Tampungan



(a)



(b)

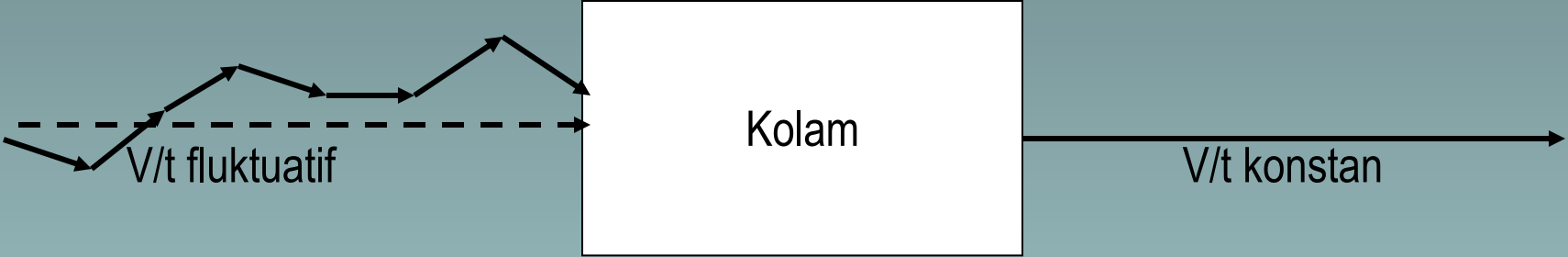
Hidrograf Inflow dan Outflow

B]. Kestimbangan materi

1. Jumlah (V) masuk

=

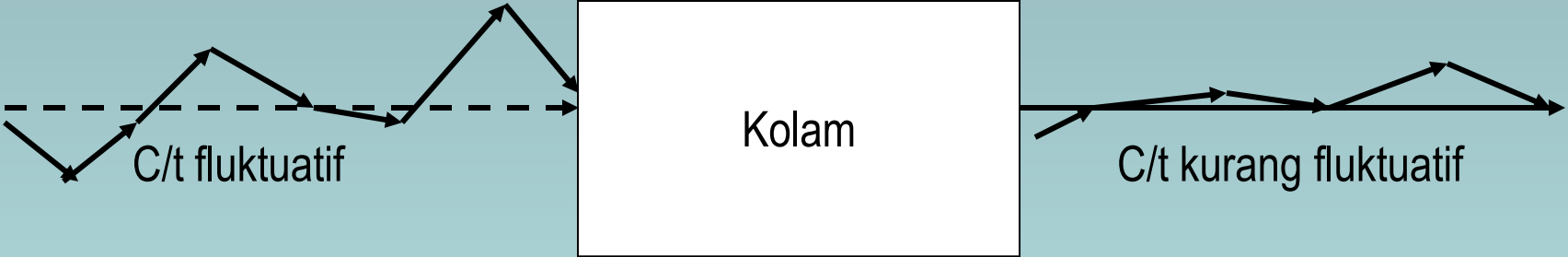
Jumlah (V) keluar



2. Kualitas (C) masuk

=

Kualitas (C) keluar



3. Beban (V.C) masuk

=

Beban (V.C) keluar

KOLAM PENAMPUNG FLUKTUASI BEBAN

Sistem Pengoperasian

- On-line
 - Tangki/Kolam detensi dibangun secara seri dengan jaringan saluran drainase dan diatur dengan “flow control” pada bagian outletnya
- Off-line
 - Tangki/Kolam detensi dibangun secara paralel dengan jaringan saluran drainase.
 - Dioperasikan untuk menerima aliran yang telah diatur debitnya

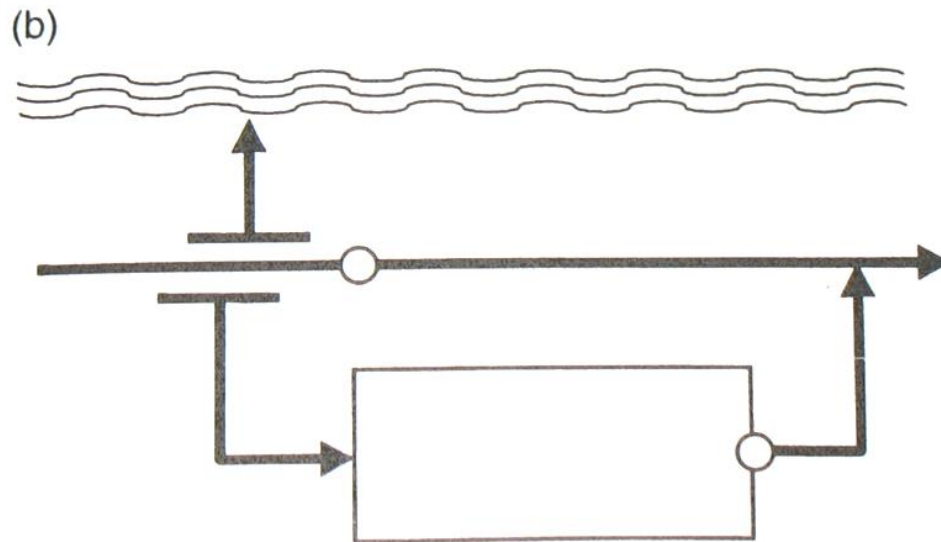
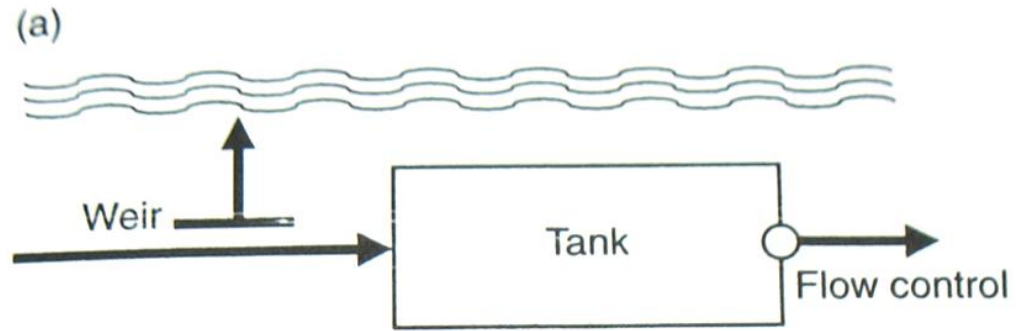


Fig. 12.8 Storage tank: (a) On-line; (b) Off-line

Pendimensian

Faktor penentu perencanaan tangki/kolam detensi → **debit outflow** untuk kejadian hujan tertentu.

Kriteria desain aliran keluar (outflow):

- Besarnya debit ditetapkan berdasarkan:
 - Tidak lebih besar dari debit runoff kawasan sebelum terbangun
 - Disesuaikan dengan area kawasan (8-12 L/s.ha)
 - Kapasitas saluran/badan air di bagian hilir
- Hujan Rencana
 - Untuk tangki kecil (PUH 1-2 s.d. 5 tahun)
 - Untuk area yang luas PUH yang besar

Penentuan Awal Volume Tampungan

$$S = V_i - V_o$$

Dimana

S=volume tampungan (m³)

V_i = total volume inflow (m³)

V_o = total volume outflow (m³)

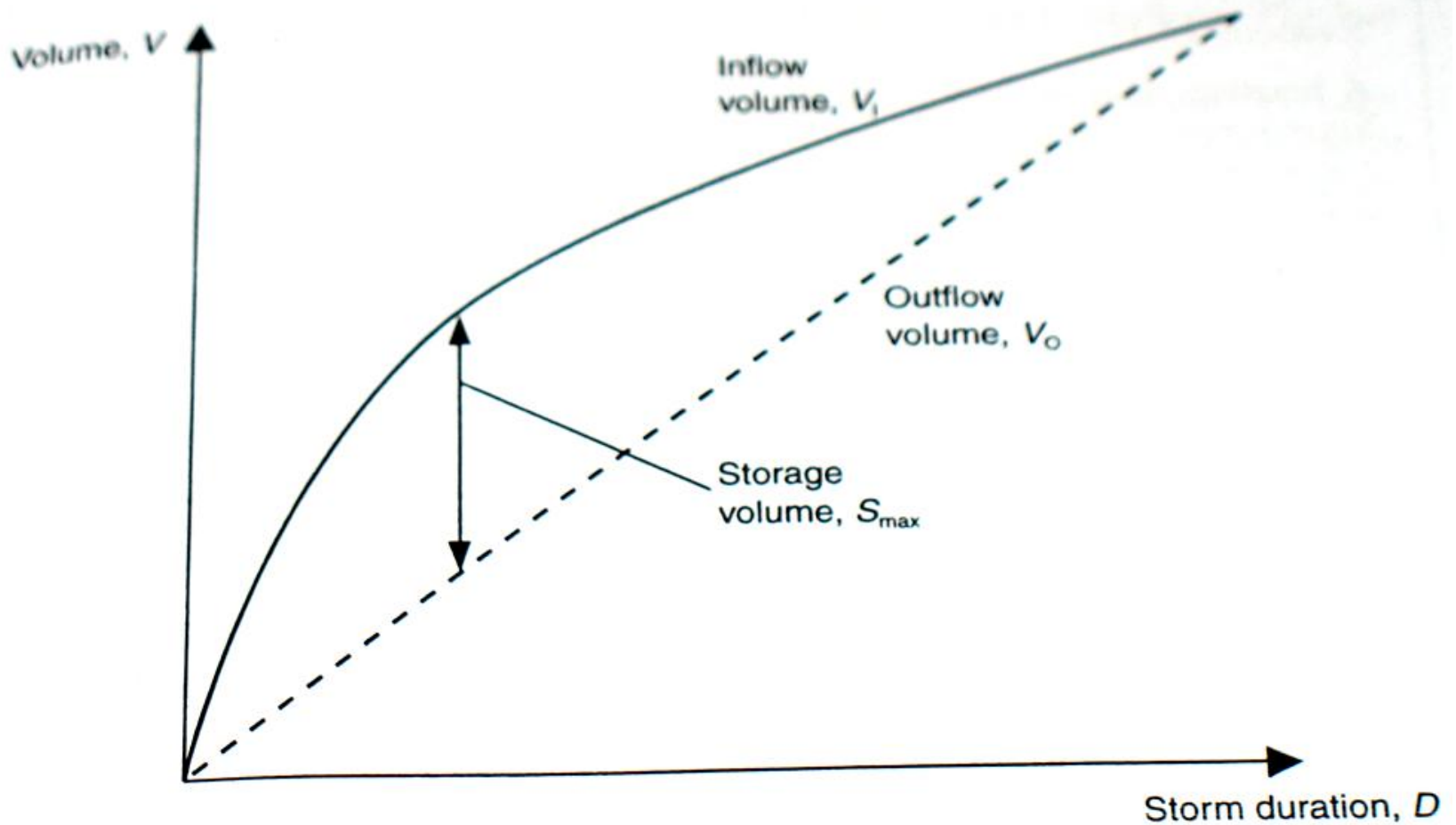


Fig. 13.4 Storage volume as a function of storm duration

Kapasitas maksimum tampungan (**S_{max}**) diperoleh dari perbedaan terbesar antara kurva inflow dengan outflow

Contoh

Minggu	Masukan (m3)	Keluaran (m3)
1	1	4
2	1	4
3	2	4
4	3	4
5	5	4
6	6	4
7	6	4
8	6	4
9	6	4
10	6	4
11	5	4
12	5	4
13	4	4

Minggu	Masukan (m3)	Keluaran (m3)
14	5	4
15	5	4
16	5	4
17	5	4
18	5	4
19	5	4
20	4	4
21	3	4
22	3	4
23	2	4
24	2	4
	100	100

Berapa volume storage yang harus disediakan?

C]. Prosedur:

1. Dapatkan data pembuangan air hujan pada saluran drainase yang ditinjau (sebagai masukan kolam). Dalam kesempatan ini didapatkan Tabel 1: →

Pada Tabel 1 juga tetapkan keluaran kolam, yang besarnya adalah rata-rata masukan (keluaran konstan).

Hitung aliran akumulasi masuk dan aliran akumulasi keluar dan hitung selisihnya.

Defisit maksimum + surplus maksimum = Volume kolam (V_k) = 17 m³.

Minggu	Masukan (m ³)	Keluaran (m ³)	Akumulasi masukan (m ³)	Akumulasi keluaran (m ³)	Selisih akumulasi masukan dan keluaran (m ³)
1	1	4	1	4	-3
2	1	4	2	8	-6
3	2	4	4	13	-9
4	3	4	7	17	-10
5	5	4	12	21	-9
6	6	4	18	25	-7
7	6	4	24	29	-5
8	6	4	30	33	-3
9	6	4	36	38	-2
10	6	4	42	42	0
11	5	4	47	46	1
12	5	4	52	50	2
13	4	4	56	54	2
14	5	4	61	58	3
15	5	4	66	63	4
16	5	4	71	67	4
17	5	4	76	71	5
18	5	4	81	75	6
19	5	4	86	79	7
20	4	4	90	83	7
21	3	4	93	88	5
22	3	4	96	92	4
23	2	4	98	96	2
24	2	4	100	100	0
	100	100			

Defisit maksimum = 10

Surplus maksimum = 7

C]. Prosedur:

2. Fungsi kolam adalah mengubah aliran fluktuasi masukan menjadi aliran konstan keluaran, jadi kolam adalah **penyetimbang aliran**

Makna penyetimbang aliran adalah harus diketahui **waktu** kejadian **akumulasi masukan** = **akumulasi keluaran**; atau **waktu volume setimbang kolam**.

Tabel 1 sebelumnya diulang kembali menjadi Tabel 2: →

Waktu volume setimbang kolam (42 m³) = jam 10.

Minggu	Masukan (m ³)	Keluaran (m ³)	Akumulasi masukan (m ³)	Akumulasi keluaran (m ³)	Selisih akumulasi masukan dan keluaran (m ³)
1	1	4	1	4	-3
2	1	4	2	8	-6
3	2	4	4	13	-9
4	3	4	7	17	-10
5	5	4	12	21	-9
6	6	4	18	25	-7
7	6	4	24	29	-5
8	6	4	30	33	-3
9	6	4	36	38	-2
10	6	4	42	42	0
11	5	4	47	46	1
12	5	4	52	50	2
13	4	4	56	54	2
14	5	4	61	58	3
15	5	4	66	63	4
16	5	4	71	67	4
17	5	4	76	71	5
18	5	4	81	75	6
19	5	4	86	79	7
20	4	4	90	83	7
21	3	4	93	88	5
22	3	4	96	92	4
23	2	4	98	96	2
24	2	4	100	100	0
	100	100			

Minggu	Masukan (m3)	Keluaran (m3)
11	5	4
12	5	4
13	4	4
14	5	4
15	5	4
16	5	4
17	5	4
18	5	4
19	5	4
20	4	4
21	3	4
22	3	4
23	2	4
24	2	4
1	1	4
2	1	4
3	2	4
4	3	4
5	5	4
6	6	4
7	6	4
8	6	4
9	6	4
10	6	4
Jumlah	100	100

C]. Prosedur:

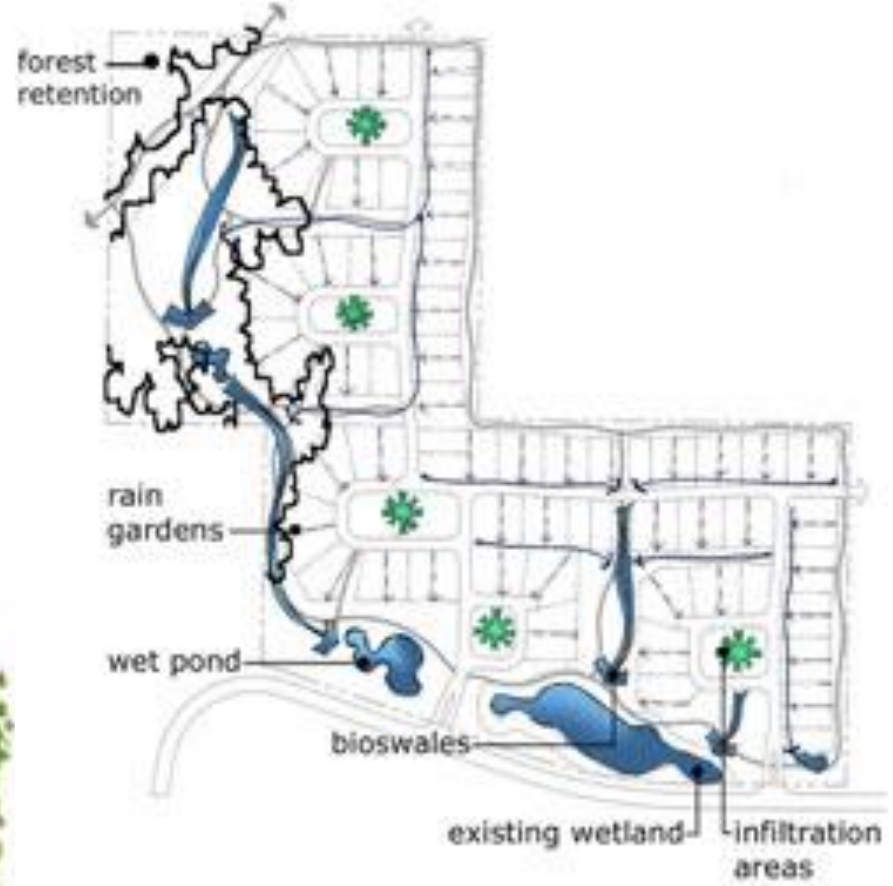
3. Kolam penyetimbang aliran mulai berfungsi sebagai kolam pemerataan beban setelah waktu volume setimbang bak. Karena itu, susun kembali Tabel 2 sebelumnya menjadi Tabel 3, yang dimulai pada jam 11. Perhatikan Tabel 3: →

CONTOH APLIKASI SUDS

Pengelolaan Limpasan Air Hujan



Site Drainage Pattern



- *Left above: Fig. 15: LID site design; Right above: Fig. 16: Site drainage pattern; and Left: Fig. 17: LID lot design*
Images courtesy Pierce County, Washington and AHBL, Inc

Low Impact Development Site Plan



Conventional Site Plan



Low impact development site plan

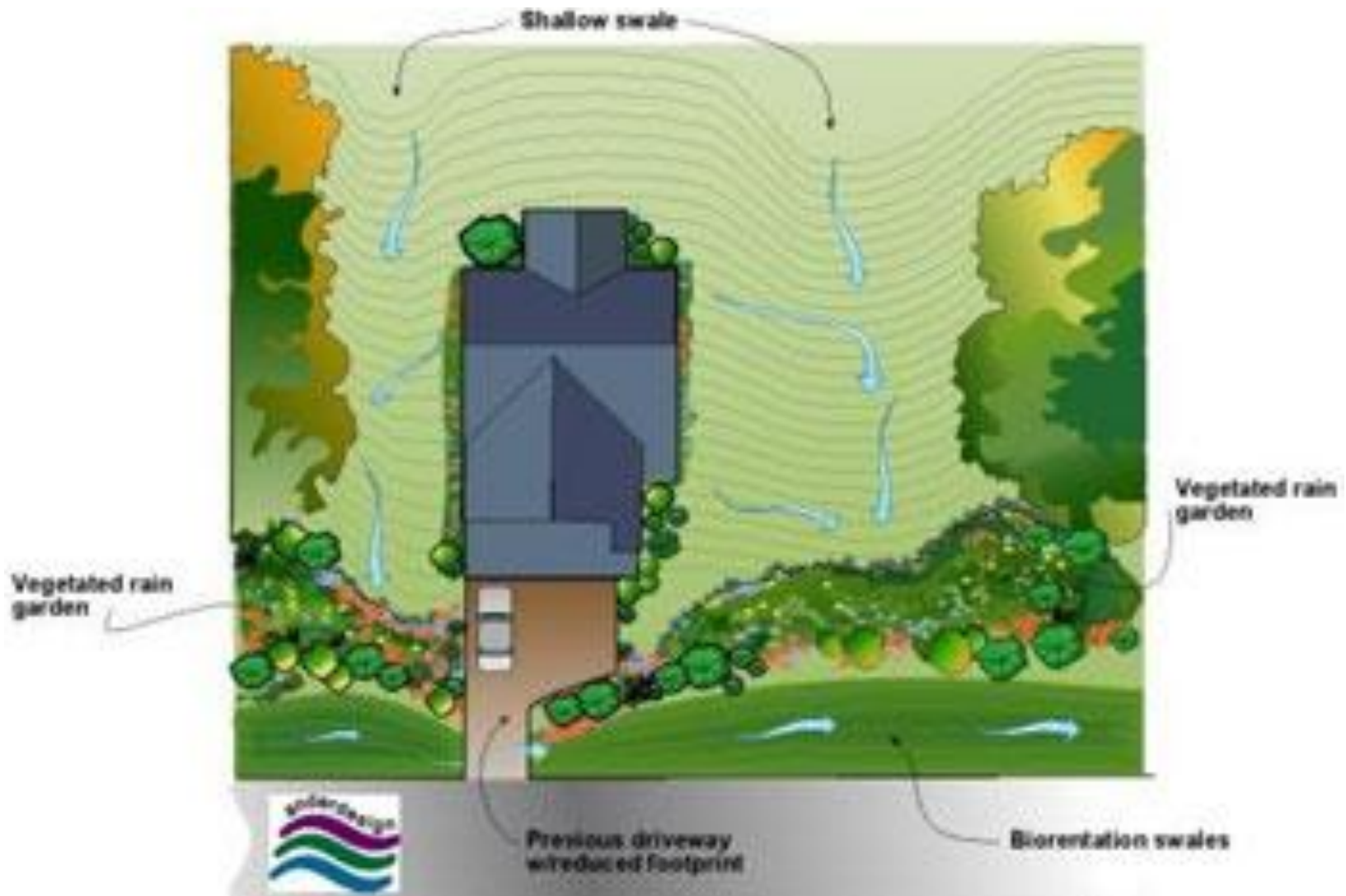
Low Impact Development Site Plan Contoh 2



Conventional Site design

Better Site design





- Images courtesy Pierce County, Washington and AHBL, Inc.

Kendala Penerapan SUDS

- Lack of design guidance
- Costs involved
- Operation and management uncertainty
- Adoption and ownership

Kendala dalam Perencanaan

- Lack of guidance
- Lack of technical information
- Not wanting to be first
- Long term implications
- Missing or competing information
- Difficult to retrofit

KONSEP PENDEKATAN PERENCANAAN SISTEM PENGENDALIAN DRAINASE di KAWASAN PEMUKIMAN

1. Pendekatan

holistic dan "green infrastructure"

agar pembangunan dapat berlanjut tanpa menimbulkan degradasi sumber-sumber alam dan lingkungan dalam jangka panjang, dengan cara:

- a. mengakomodir berbagai kepentingan pihak-pihak terkait,
- b. tetap mempertahankan proses alamiah ekologi kawasan dan sumber air, dan
- c. desain yang dihasilkan dapat memberikan kontribusi pada kesehatan dan tingkat kesejahteraan masyarakat.

Perencanaan drainase

Pendekatan yang digunakan:

Air hujan dipandang sebagai **asset** dan sumber daya **bernilai tinggi** sehingga perlu dikelola dengan baik untuk kesejahteraan masyarakat.

Pandangan tradisional:

Air hujan sebagai gangguan yang perlu segera dibuang secepatnya ke sungai melalui sistem saluran drainase.

Tujuan perencanaan

1. Memberikan keselamatan pada masyarakat
2. Meminimalkan dan mengontrol banjir
3. Mengendalikan erosi
4. Melindungi property
5. Menambah keindahan landscape
6. Mengoptimalkan lahan yang tersedia
7. Meminimalkan dampak dari aliran limpasan terhadap kualitas air sungai dan laut
8. Mempertahankan proses alamiah ekologi kawasan, dan konservasi sumber air
9. Memanfaatkan air hujan sebagai sumber air baku
10. Memberikan kontribusi pada kesehatan dan tingkat kesejahteraan masyarakat.

Strategi Perencanaan

1. **Sosialisasikan** tentang pentingnya tanggung jawab bersama dengan cara melibatkan seluruh takeholder dalam proses perencanaan.
2. **Integtrasikan** sistem drainase dan pengembangan sumberdaya air dengan tata ruang (site plan) untuk mencapai multiguna pemanfaatan lahan, al:
 - a. Integrasikan sistem utama drainase dengan desain pemukiman.
 - b. Integrasikan ruang terbuka umum dengan sistem drainase dan maksimalkan asses untuk umum, aktivitas untuk rekreasi dan pandangan.

- 3. Meminimumkan dampak** pembangunan terhadap siklus air dan perluas manfaat sistem dengan cara :
- a. Mempertahankan proses alami ekosistem yang ada, kondisi topografi dan cirri-ciri alamiah (natural featurus) lainnya,
 - b. Melindungi sumber-sumber air permukaan dan air bawah tanah,
 - c. Menyesuaikan desain bangunan dan infstratraktur lainnya agar ramah lingkungan,
 - d. Meminimalkan aliran limpasan dengan cara mengalirkan aliran limpasan dari daerah kedap air ke daerah lolos air untuk mengurangi debit limpasan dan meningkatkan kualitas air limpasan,
 - e. Mempertahankan keaneka ragaman hayati yang ada.

4. **Manfaatkan air hujan** sebagai sumber air baku ataupun air bersih, dengan menerapkan pendekatan yang berorientasi tampungan (storage-oriented approach), al:
- a. Kumpulkan air hujan yang jatuh di atap-atap rumah ke dalam tampungan dan kemudian manfaatkan untuk keperluan rumah tangga sehingga mengurangi kebutuhan air bersih.
 - b. Tampung aliran limpasan kawasan pemukiman ke dalam kolam-kolam penampungan yang selanjutnya digunakan sebagai air baku.
 - c. Terapkan teknik-teknik atau buat bangunan-bangunan yang mampu menyerap air hujan ke dalam tanah untuk mengurangi aliran yang masuk ke sungai.

Rainwater Harvesting

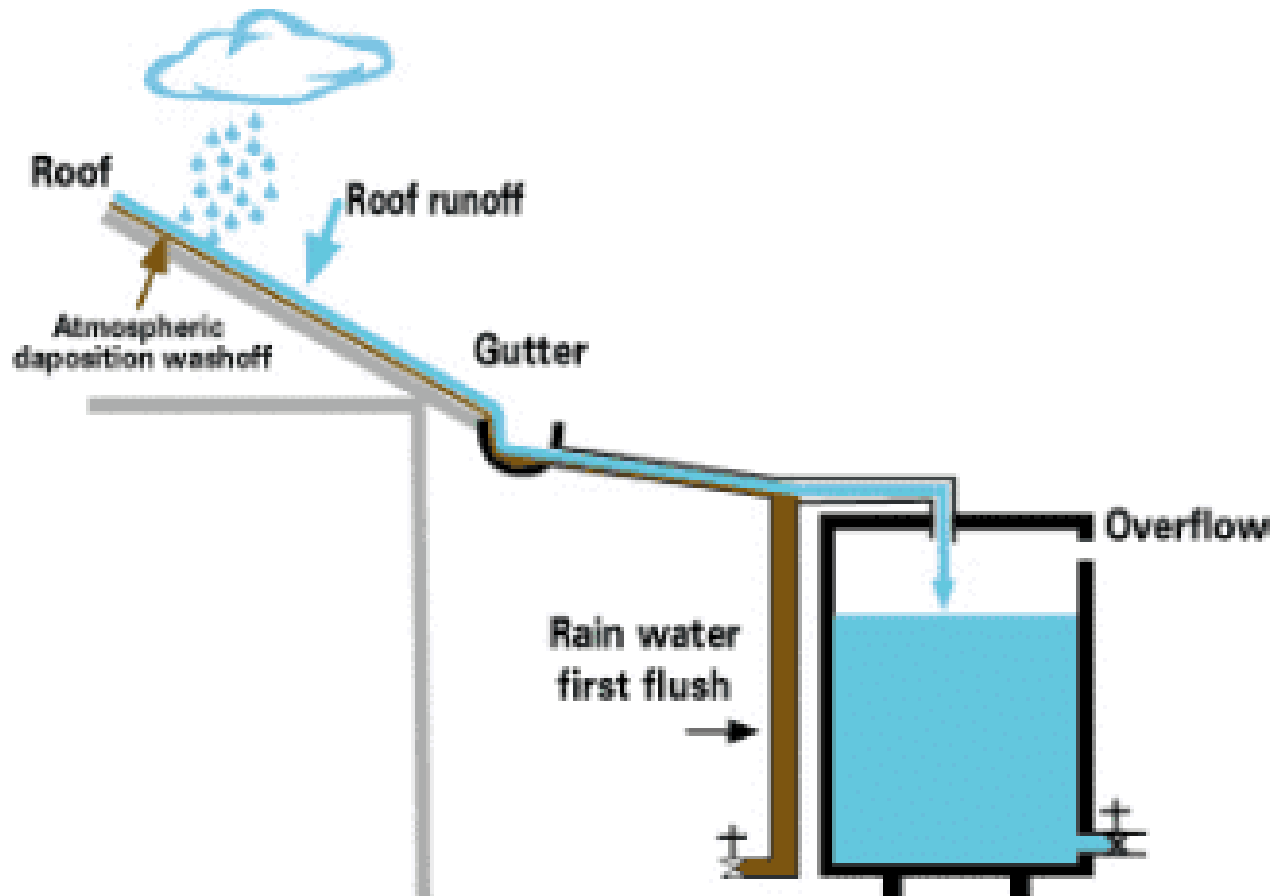
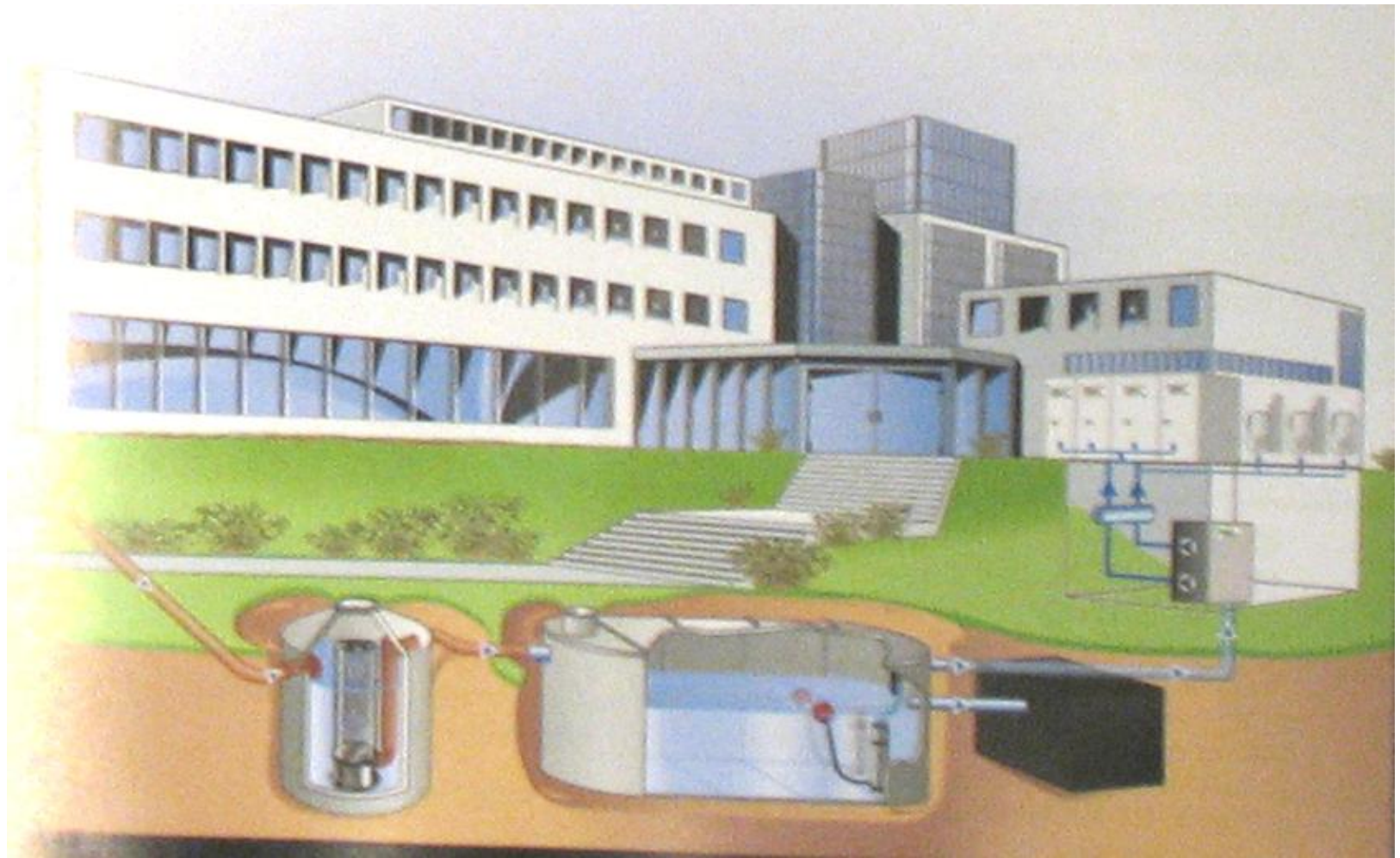
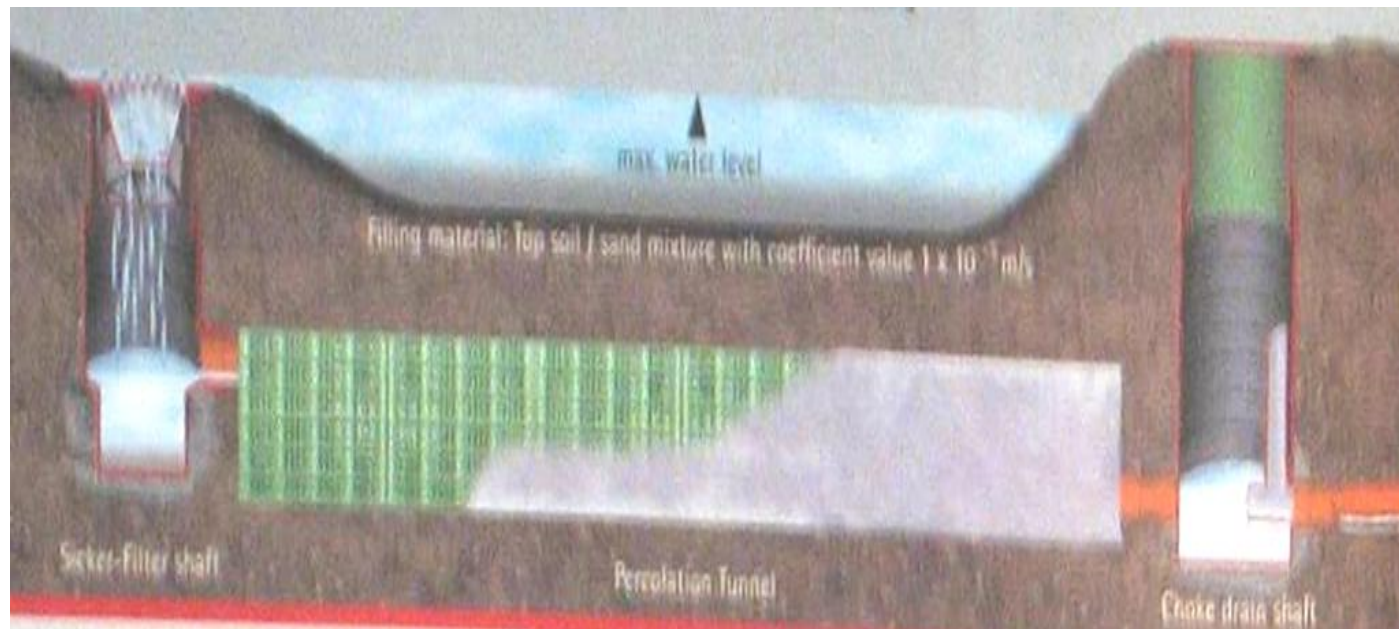


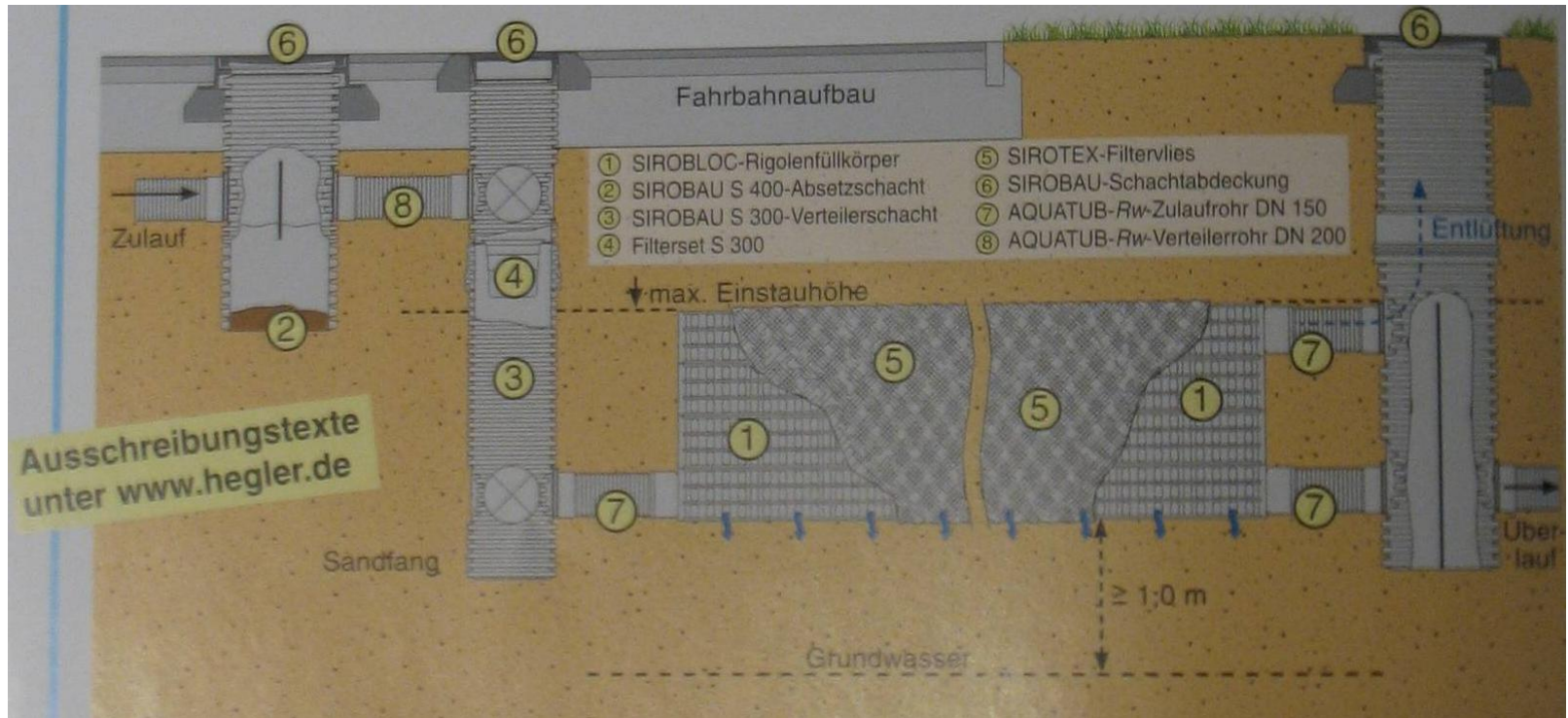
Figure 38: Diverter for the first flush from roof run-off

Pengelolaan Air Hujan (Reuse)

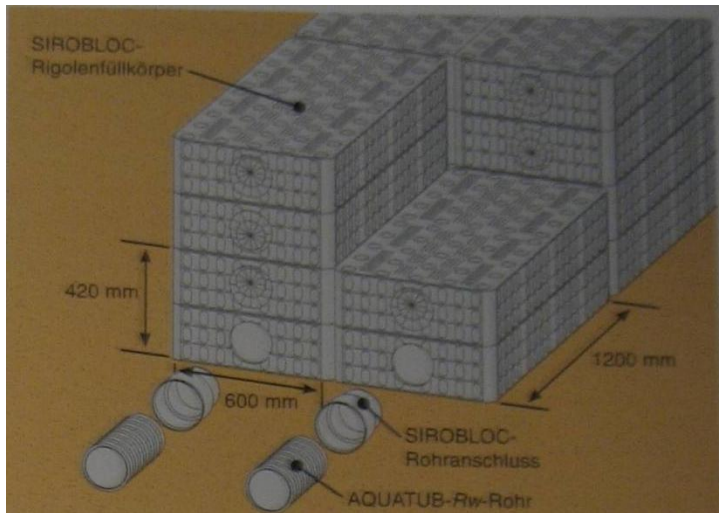


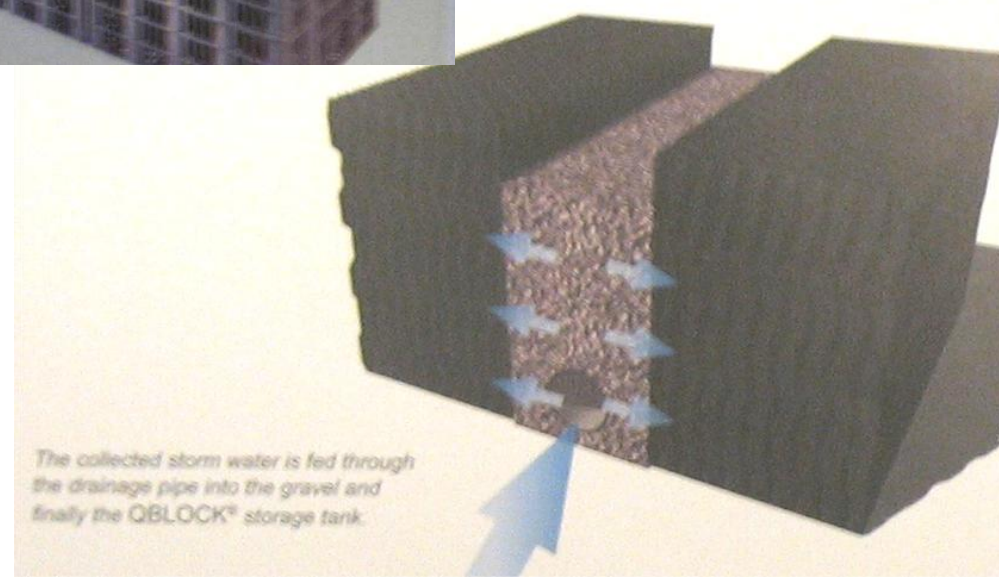
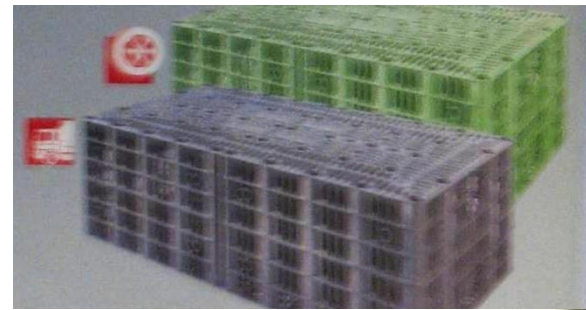
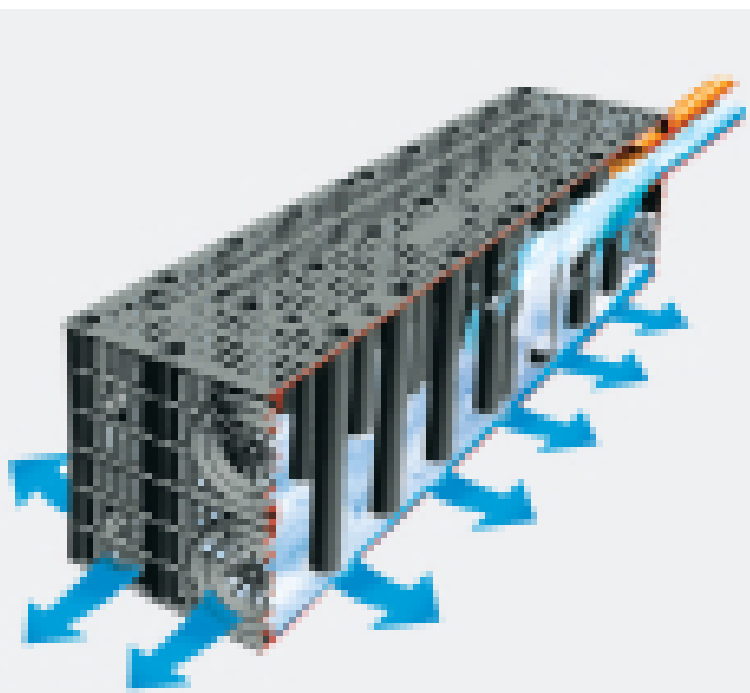
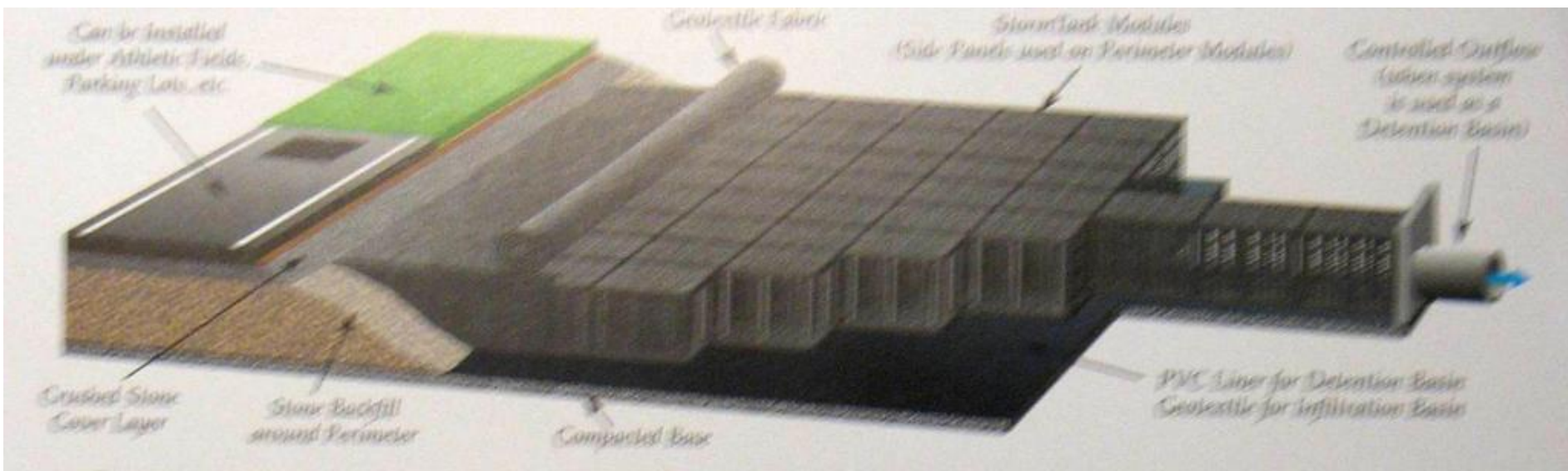






Ausschreibungstexte
unter www.hegler.de





Terowongan Resapan



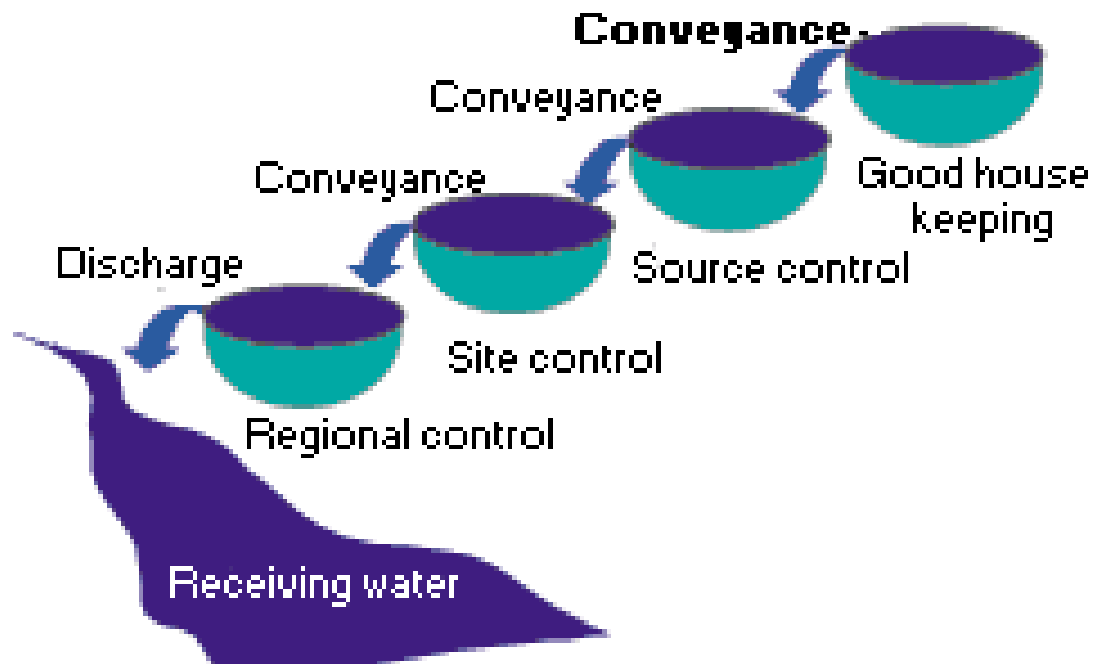


Figure 27: Management train for stormwater at the local sub-catchment and catchment levels