

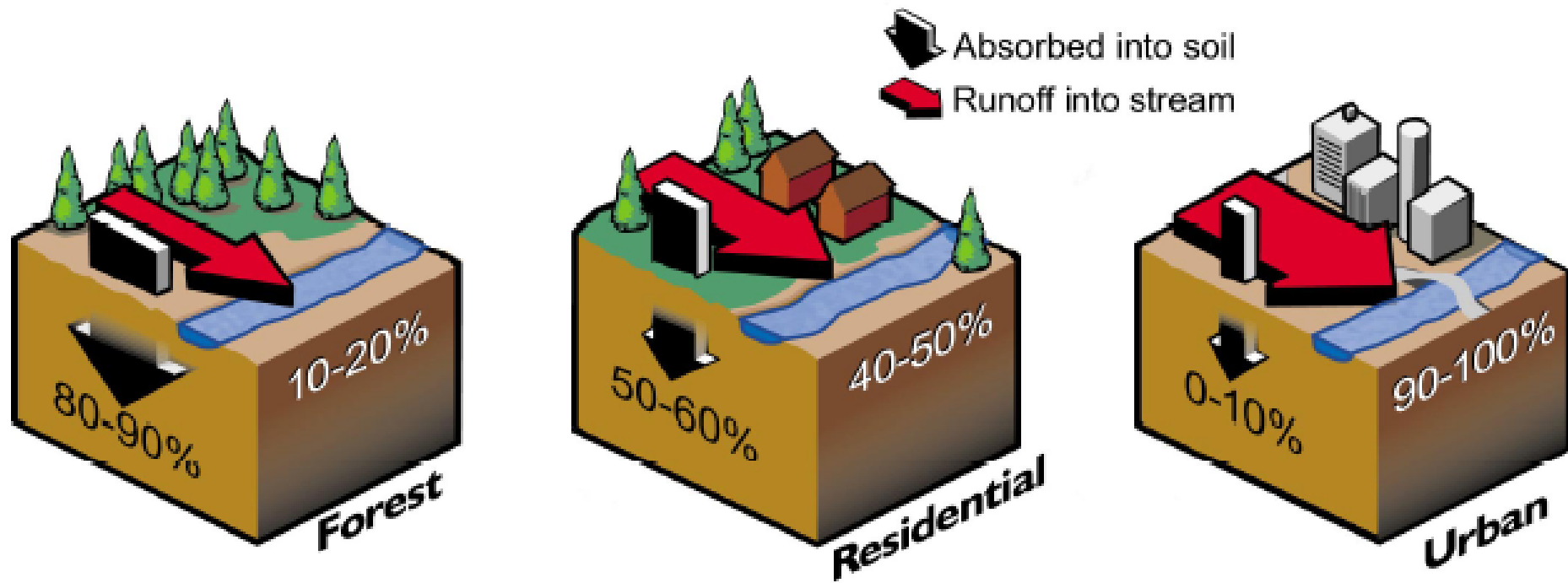
Urbanisering og klimaendringer

Avrenning fra tette flater

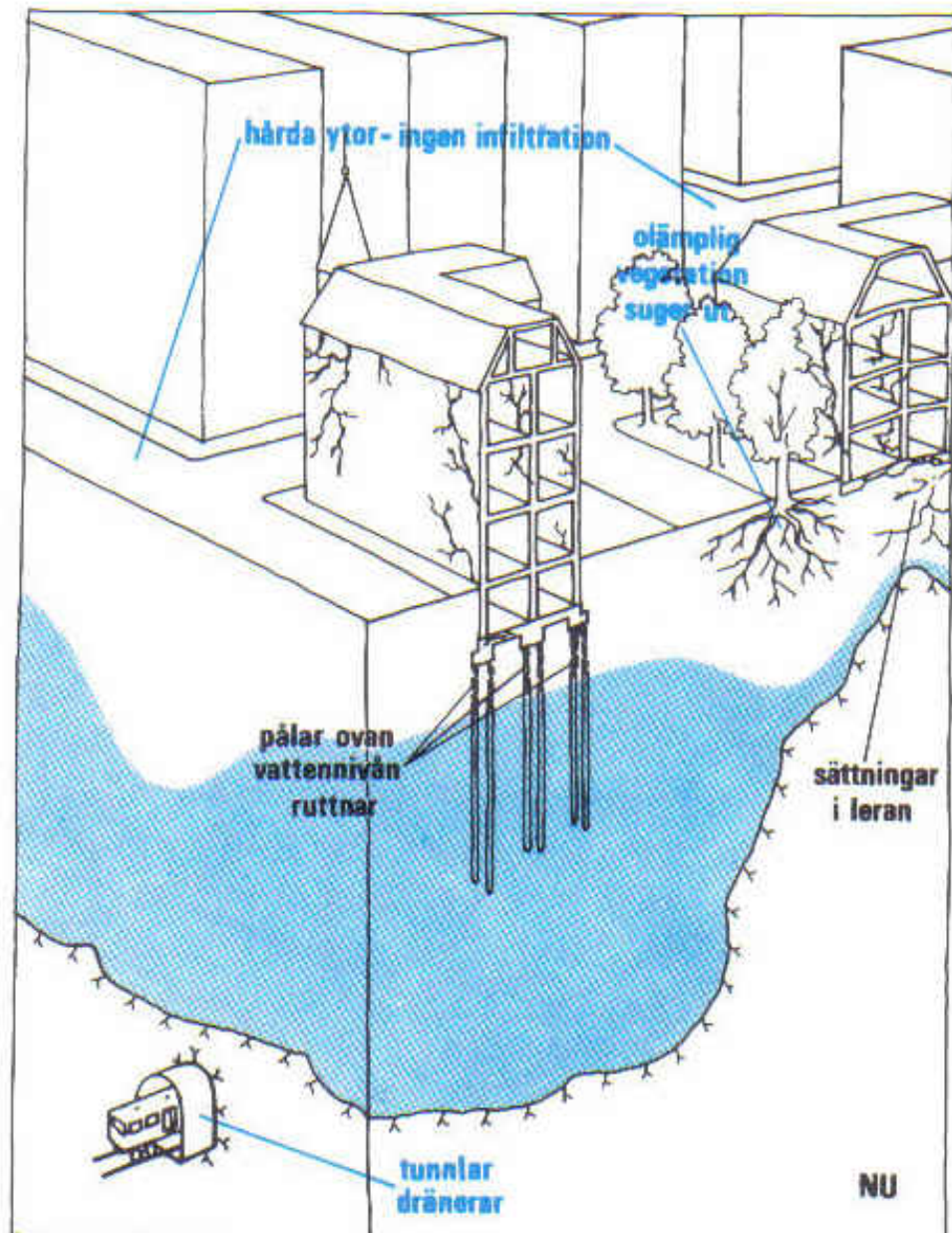
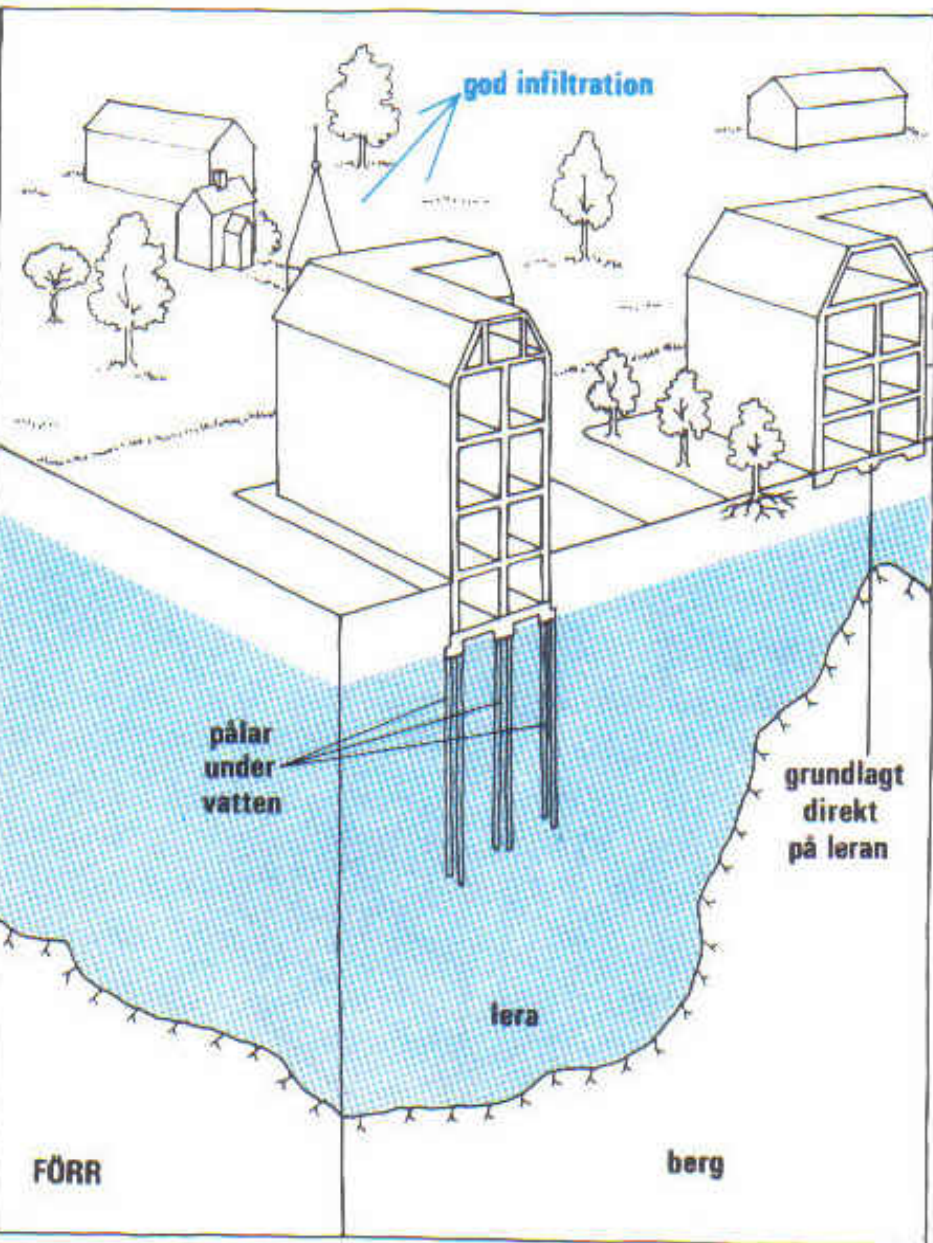


Oddvar Lindholm Inst. for matematiske realfag og teknologi UMB

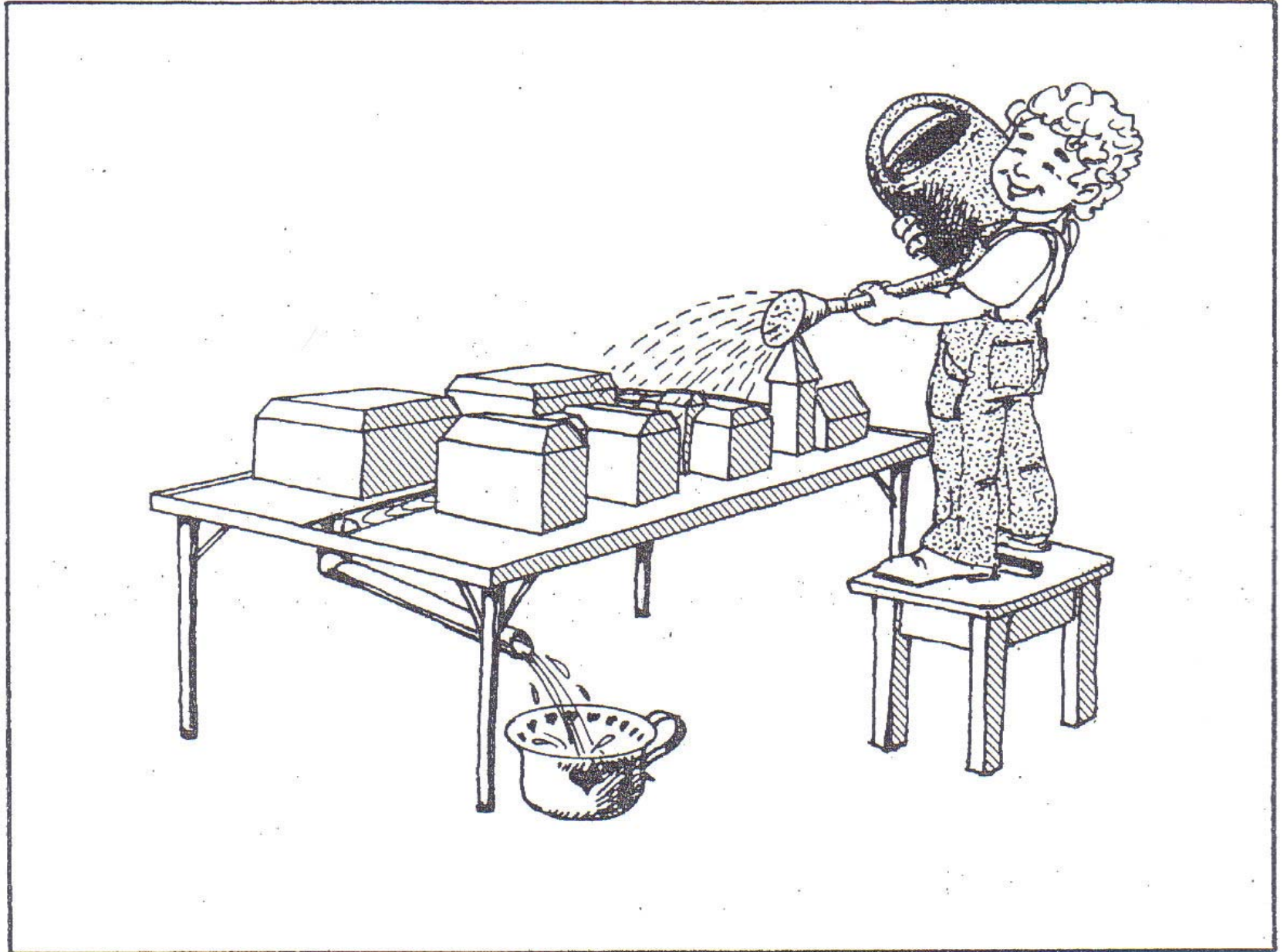
Endring i mengde overvann med urbaniseringen



Tette flater gir synkende grunnvannstand i en by



Regn i byer gir store vannmengder og forurensninger

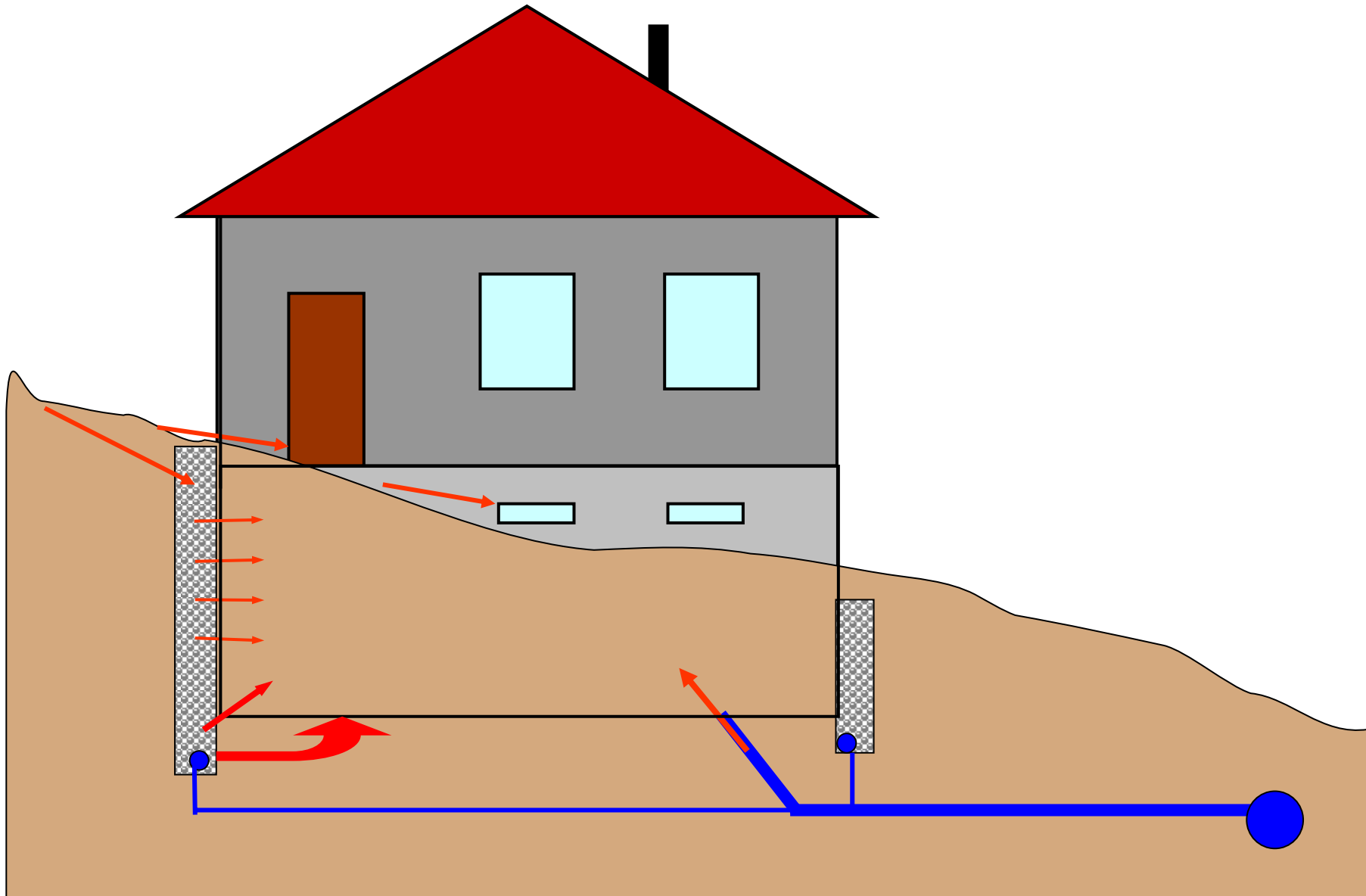


Hvorfor er overvann en utfordring?

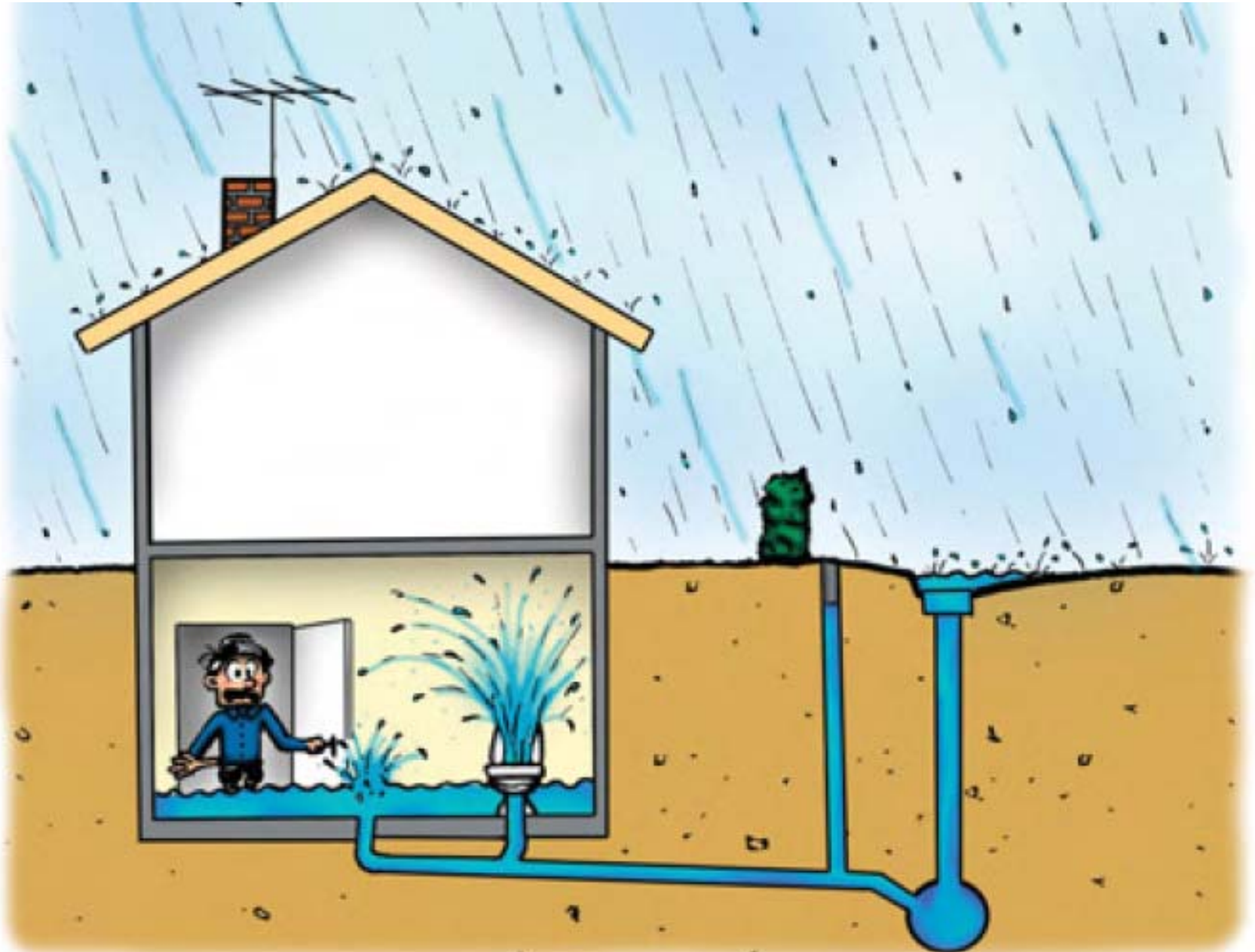
- Storflommen på Østlandet (Glomma) i 1995
Maksimal avrenning
= ca 100 l/s km²
- I urbane strøk kan avrenning fra et 10-års regn komme opp i 10 000 l/s km²



Flomveier inn i en bygning.



Ikke send overvann inn i ledningsnettet om det kan unngås!



Fortetting i byer skaper store vannmengder og flom



-”Flere steder på Sørlandet ble rammet av flom i går. Her må folk ha hjelp for å redde bilene sine utenfor restauranten Sjøhuset i Kristiansand”.



Krever kommunen for millioner etter skybruddet



Sommeren 2007

Adresseavisen

Det voldsomme regnværet mandag førte til oversvømmelser i Trondheim. Ifølge forsikringsselskapene er det **skader for fem millioner kroner.**

– Trondheim kommune har ansvaret for avløpsnettet, og det er derfor naturlig at de betaler for skadene, sier Gjensidige Forsikring.

Mer enn 100 skader er meldt inn etter det som kan ha vært det mest intense skybruddet i byen noensinne.

Tall fra Meteorologisk institutt viser at det kom nærmere ti millimeter nedbør på mellom seks og syv minutter. (200 års regn)



Juni 2007
20 mm regn på
15 minutter =
220 l/s ha
ca. 50-års regn

Juli 2007
49,3 mm/60 min
= 134 l/s ha
Ca. 100-års regn



Anne Lill Toreskår er en av mange som fikk kjelleren full av vann under gårsdagens regnvær.

Oslo druknet i regn

■ Kjellere fylt med vann

■ Kaos i trafikken

Plaskregnet hopet seg opp i store dammer i Oslo i går. I enkelte kjellere sto vannet til taket.

som geysirer av sluker og avløpskummer, cirka en time etter det kraftige regnet som høljet ned over de nordøstlige delene av byen i går ettermiddag.

– Vi har vann til taket i kjelleren. Det har aldri vært så gær'nt før, forteller Inger Tørgersen

25 hus som trengte hjelp. Brannvesenet hadde så mye å gjøre at de i går måtte tilkalle sivilforsvaret, som har ekstra kraftige pumper tilgjengelig.

Særlig i området rundt Stovner, Høybråten og Økern skapte vannet problemer. Det styrtreg-

Intenst regn. – Det har kommet formidable mengder nedbør, spesielt i nordøstlige deler av Oslo. I enkelte områder har det kommet 15 til 20 millimeter nedbør i løpet av et kvarter. Det er verdier som normalt er mye hvis det ellers kommer i løpet av

Rediger Vis Favoritter Verktøy Hjelp

Tilbake Søk Favoritter Medier

http://www.ba.no/nyheter/article3095984.ece

ATTTELISTEN 2006

Tempe: Ola Nordmann Oslo Søk

COMMUNER: [Austevoll](#) [Austrheim](#) [Bergen](#) [Fjell](#) [Lindås](#) [Meland](#) [Os \(hordaland\)](#) [Radøy](#) [Sund](#) [Vaksdal](#) [Voss](#) [garden](#)

Øvåg-ulykken: Lykkesgranskning
A-TV LOKAL
videoreportasje

NYHETER

ommema
ILDER Lommemannen slo til i delene i Bergen.
Se bildene
ullført

Foto Arne Ristesund
Oversvømmelse på Hitland Gård i Åsane ved Salhusvegen

Mest regn i Bergen

Det var meldt mest regn i midtre strøk i Hordaland, men i Bergen kom det mest med nesten 60 millimeter. **Oversvømmelser i hele Bergen**

Av Birgitte Vaksdal Publisert 31.10.2007 - 21:37 Oppdatert 31.10.2007 - 21:42

- **Været**

Det var mellom klokken 1000 og 1100 at regnet begynte for fullt. Fra klokken 1200 til klokken 1500, var regnet på det mest kraftige. Da kom det 40 millimeter nedbør i Bergen.

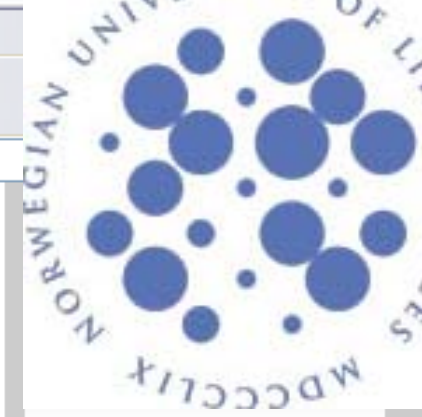
ORD: Timen da det kom mest regn var mellom klokken 13 og 14 millimeter.

, men ingen rekord, sier Åge havende meteorolog i på Vestlandet

variasjoner i antall nedbørsmillimeter i kommunen. På Flesland kom det "bare" er.

var det i midtre strøk at det var ventet mest regn, men det var i Bergen at det kom mest. 59,6 millimeter mellom klokken 0700 og 1900.

OPPHOLDSVÆR I MORGEN: - Det var litt uventet. På Kvamskogen kom det 57,4 millimeter i samme periode. Men vi kan ikke være sikker på hvor det falt mest. Det er langt mellom



31. Oktober 2007
Bergen



Oversvømmelser i hele Bergen
BILDER 31. oktober 2007.
Se bildene!

40 mm på 3 timer
er 37 l/s ha.
Ifølge IVF kurven
på Sandsli i Bergen
er det ca. 50 års
regnet

**JEG SKAL LØPE
NEW YORK
MARATON
MED ASTMA**

Får jeg et symbolisk
heiarop fra deg?

Erosjon på en vei i Oppland etter et regn (Ref. Aftenposten)

4 NYHETER

MANDAG 13. AUGUST 2007 Aftenposten



Vannmassene hadde ødelagt innkjørselen til flere boliger. Flommen gjorde imidlertid størst skade på vestsiden av Randsfjorden, der syv hus ble evakuert.

Veier stengt,



Erosjon på en gangvei i Bærum etter et regn (Ref. Frode Berteig)

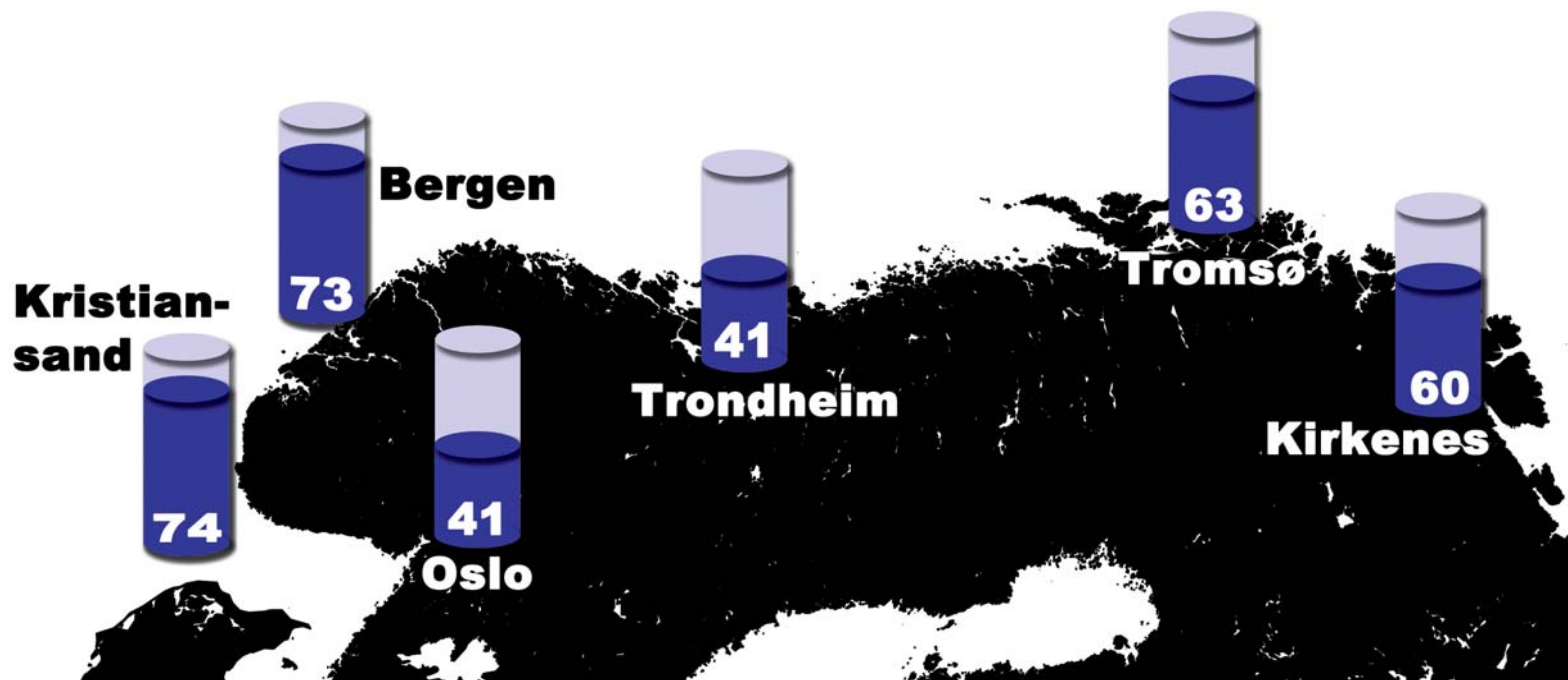


2007 England og Wales

– mest nedbør noen gang siden 1766

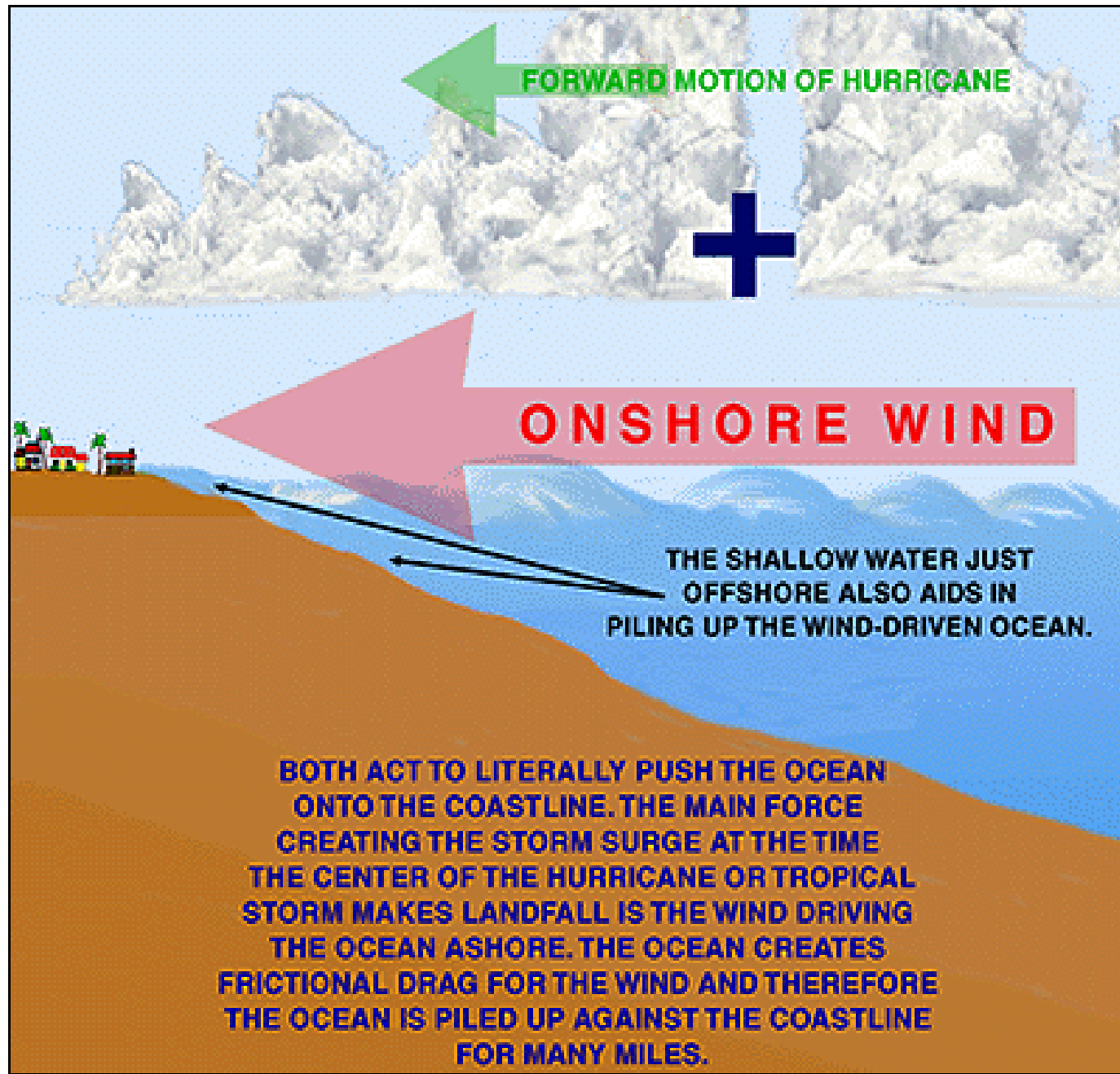
- **Figures from the Met Office show that 387.6 mm of rain have already fallen across England and Wales, making it the wettest May to July since the England and Wales Precipitation record began in 1766.**

Midlere vannstandsøkning (i cm) langs norskekysten i år 2100 relativt år 2000 for scenario A2. Som en referanse representerer de lyse sylindrene en vannstandsøkning på 1m. Inkluderer en usikkerhet i havstigning og landhevning kan vannstanden øke med vel 30 cm i tillegg til det vist her



Helge Drange, Ben Marzeion, Atle Nesje og Asgeir Sorteberg

Stormflo



“Foresight. Future Flooding 2080”.

Office of Science and Technology. London

Evans m. fl. (2004) har vist at virkningene i byer av økt regnintensitet, på grunn av klimaforandringer, blir meget større enn selve årsaken skulle tilsi. De fant at en 40 % økning i regnintensitetene vil føre til en:

- økning i flomvolumene på 100 %,**
- og en økning på 130 % i antallet eiendommer som blir flomskadet, og en økning på**
- 200 % i kostnadene for flomskadene.**



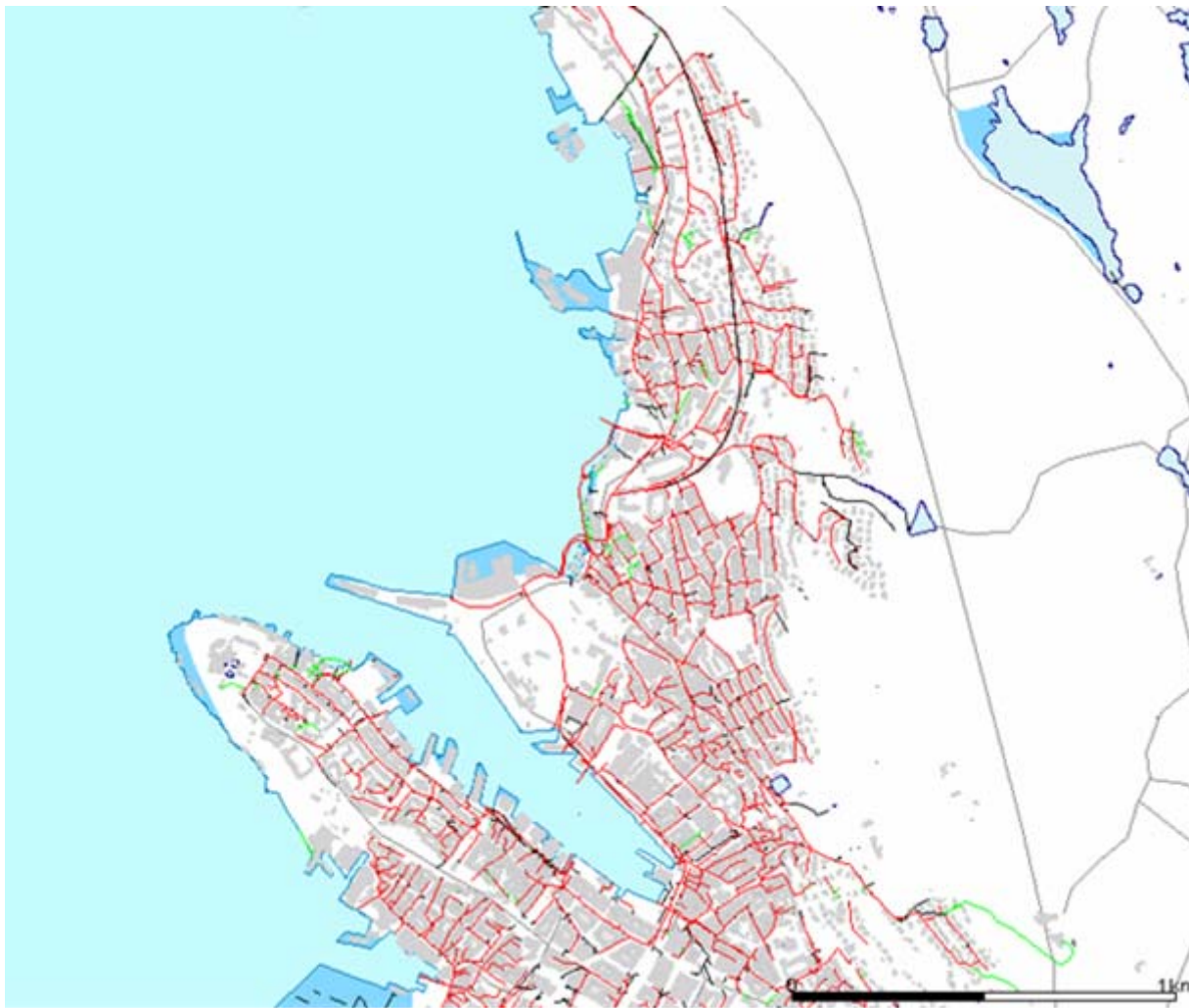
Hvor store blir klimaproblemene?

- **Økning i flomskader i byer (2071):**
Mange prosjekter i Danmark, Sverige, UK og Norge gir indikasjoner på at 50 – 100 % flere bygninger blir flomskadet.
- **Overløpsforurensninger:** Prosjekter i flere land indikerer at 50 – 100 % økning i overløpsmengder ikke vil bli uvanlig.
- **Erosjon og andre ulemper vil øke sterkt.**

**Mastergrad
ved UMB av
Annemarie
Bargård
Madsen**

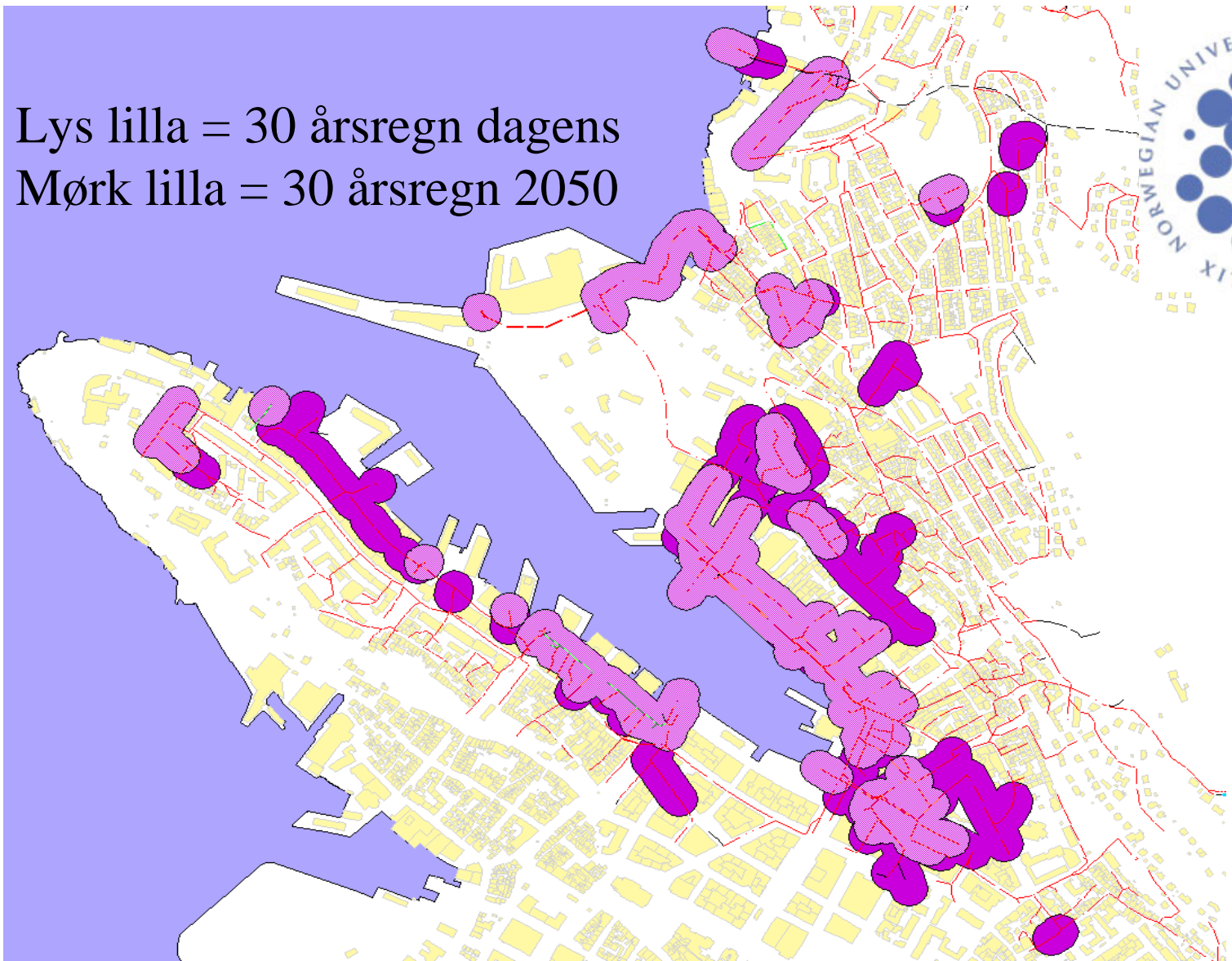
Sonen Sentrum Nord i Bergen

**30 års flommen i 2050 ble simulert ved å legge på
30 % mer intensitet. Havnivået ble økt med
50 cm i 2050.**



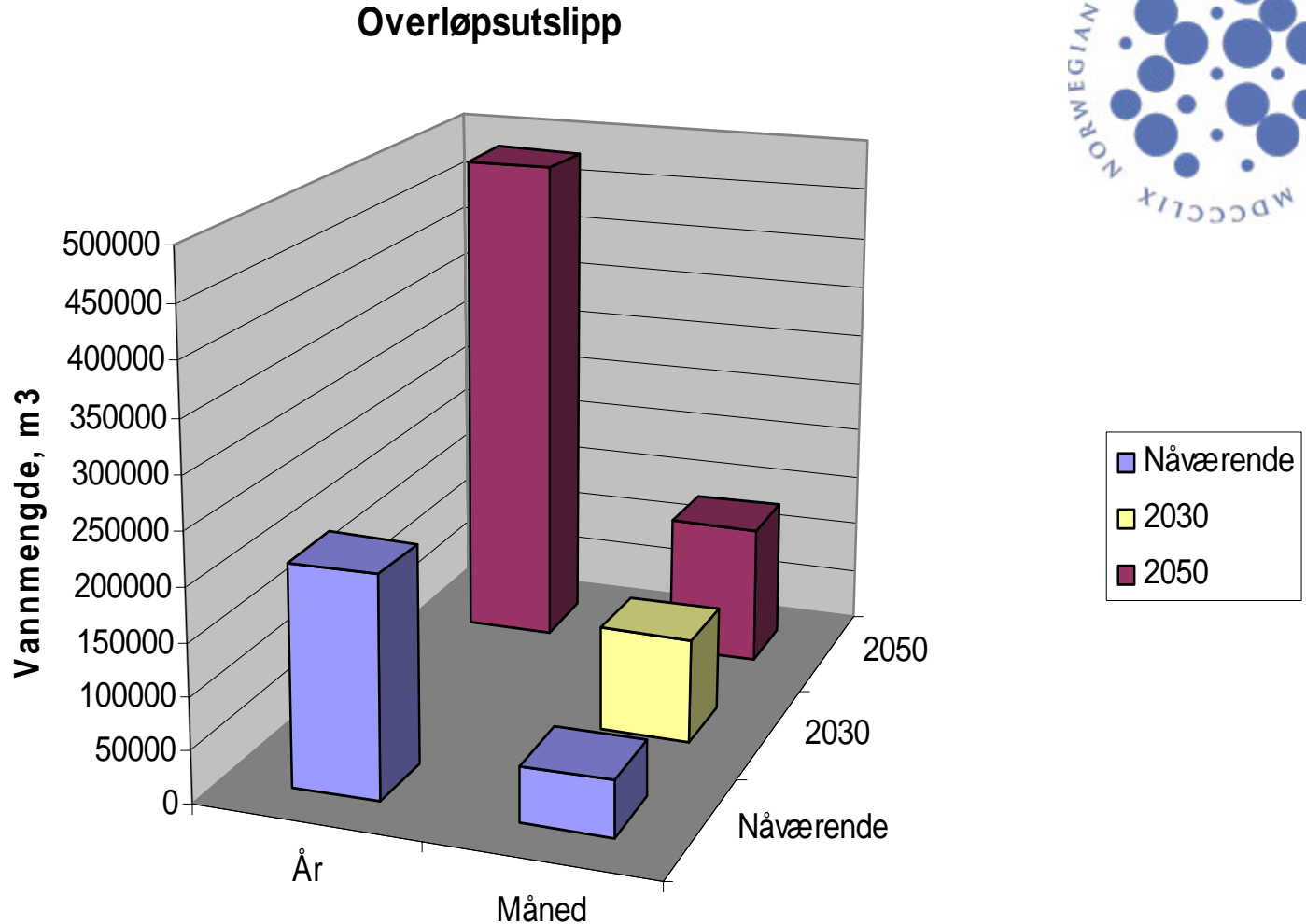
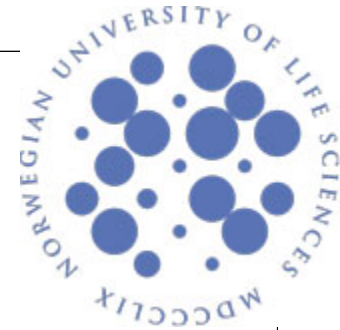
1600 ledn,
1582 kummer
og 30 overløp

Lys lilla = 30 årsregn dagens
Mørk lilla = 30 årsregn 2050



Områder som ligger nærmere enn 30 meter fra en ledning med mer enn 0,9 meter oppstuvning over rørtopt. Lys lilla er områdene ved dagens 30 årsflom og middelflo, mørk lilla er områdene som kommer i tillegg ved 30 årsflommen i 2050 (+ 30 % nedbør og + 50 cm havvannsnivå).

Overløpsutslipp før og etter klimaendringer – BERGEN Sentrum Nord



2030: 15% økn. i intensitet + 25 cm økn. i havnivå, 2050: 20% økn. i intensitet og 50 cm havøkkn
Måneds-simuleringen er kjørt fra 10.06.2002 til 15.07.2002. Års-simuleringen er 2002.

Tette flater i Kristiansand Lund 1962 (rød hhv fiolett) og 1998 (blå)



Kostnader ved oversvømmelser



- **Trafikkforstyrrelser (Forsinkelsestid i timer)**
- **Veiskader og erosjon i det bygde miljø**
- **Oversvømmelse i kjellere og på bakkenivå**
- **Personer og virksomheter rammes av elektrisitetssvikt**
- **Oversvømmelser som rammer varelagre og næringsvirksomheter**
- **Skader på VA-systemet**
- **Sykdomsomkostninger**
- **Ekstratimer som kommunalt ansatte og konsulenter bruker på flomskadene**

Hovedvisjonene kan oppsummeres i:

Forebygge skader

Overvannet skal håndteres slik at tilfredsstillende sikkerhet for liv, helse og miljø oppnås. Vannforurensning skal reduseres.

Utnytte overvann som ressurs

Overvannet skal utnyttes som positivt landskapselement i bymiljøet og for bruk til rekreasjonsformål.

Styrke biologisk mangfold – bymiljøet

Gjennom infiltrasjon, bruk av åpne vannveier og dammer skal det biologiske mangfoldet fremmes.

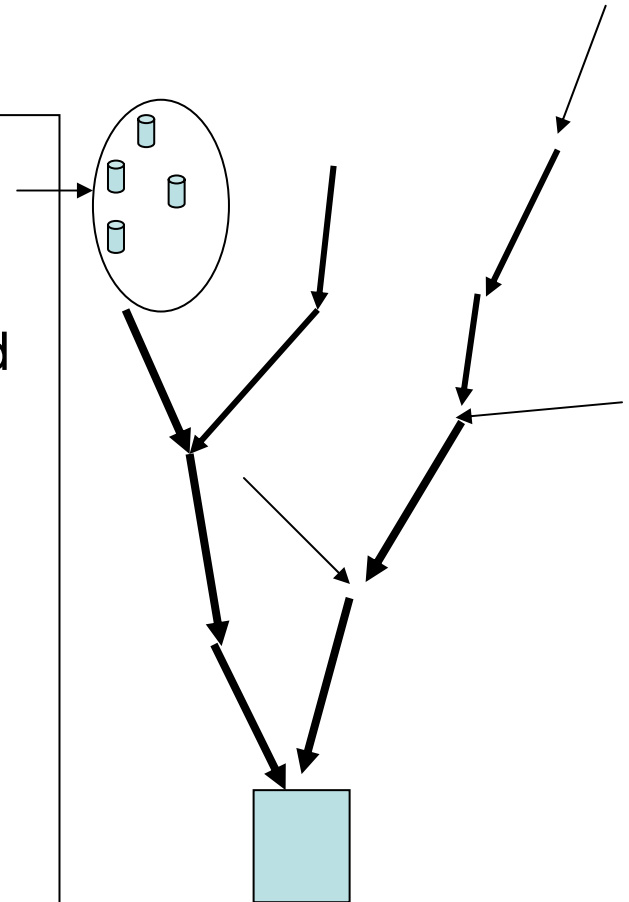
De gamle avløpssystemene er ikke planlagt for økt fortetting av byene og klimaforandringene.

Nye utbygninger bør primært bruke LOD-metoder.

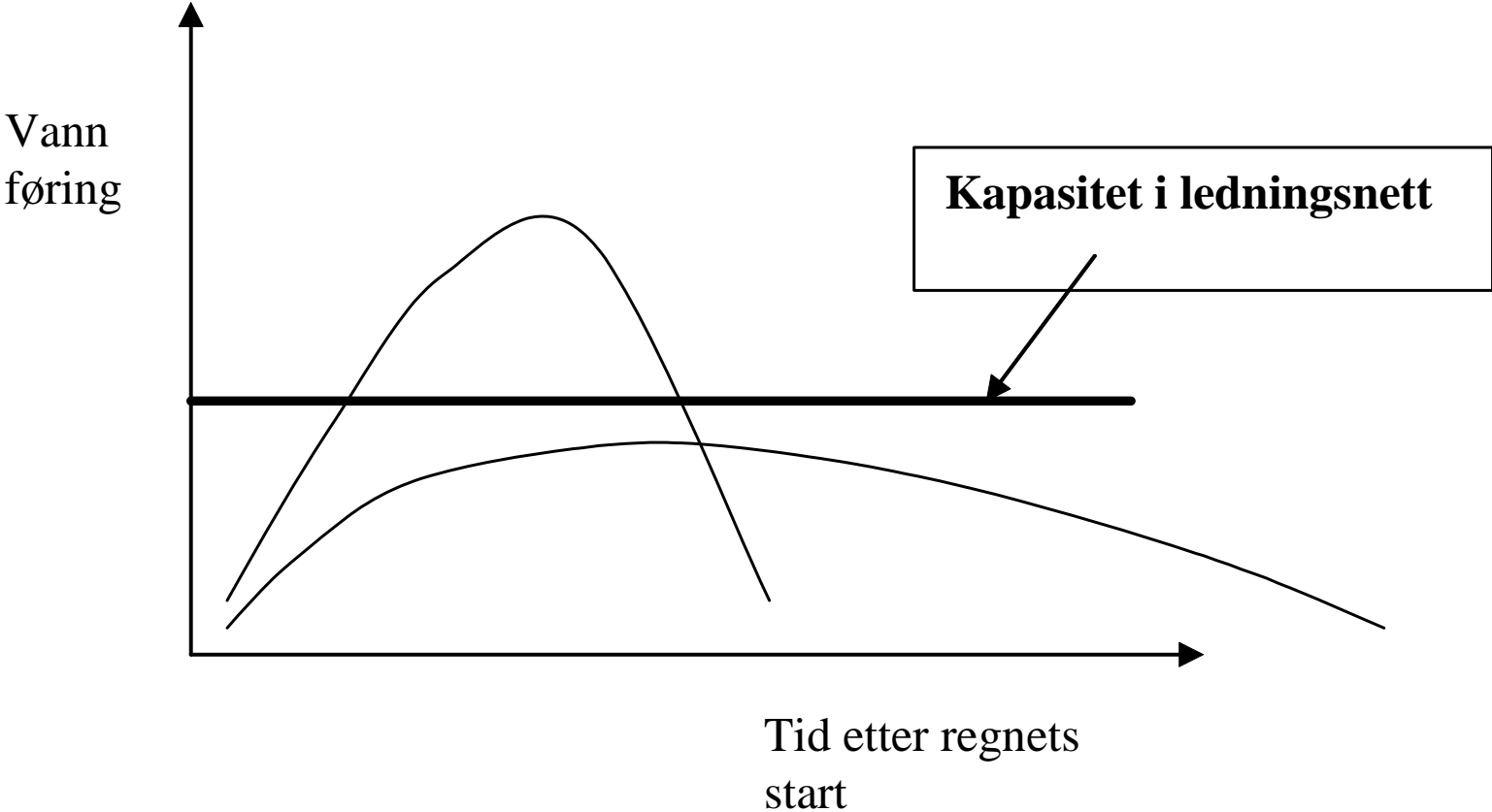
LOD = Infiltrasjon av regn, tilbakeholdelse med dammer, åpne vannveier og vegetasjon, etc.

Dette gir mindre flomskader og forurensning og et triveligere samfunn.

Overvann bør også om mulig frakobles eksisterende avløpssystemer ved bruk av LOD.

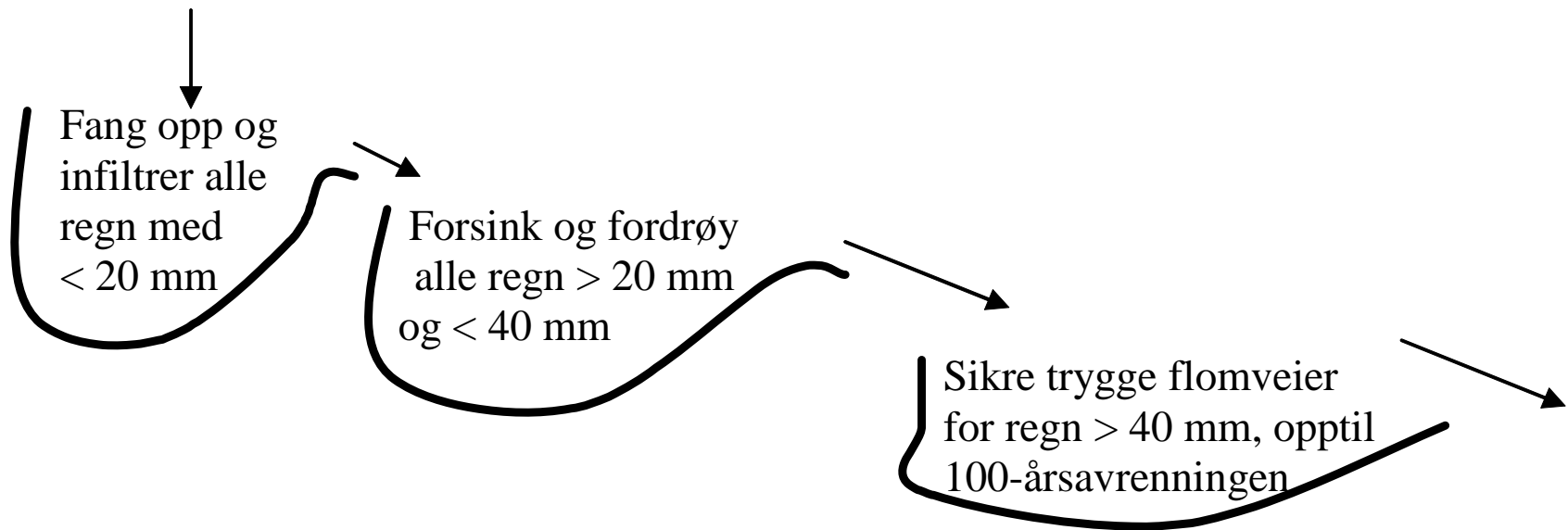


Effekten ved å forsinke og fordrøye tilløpet til ledningsnett.

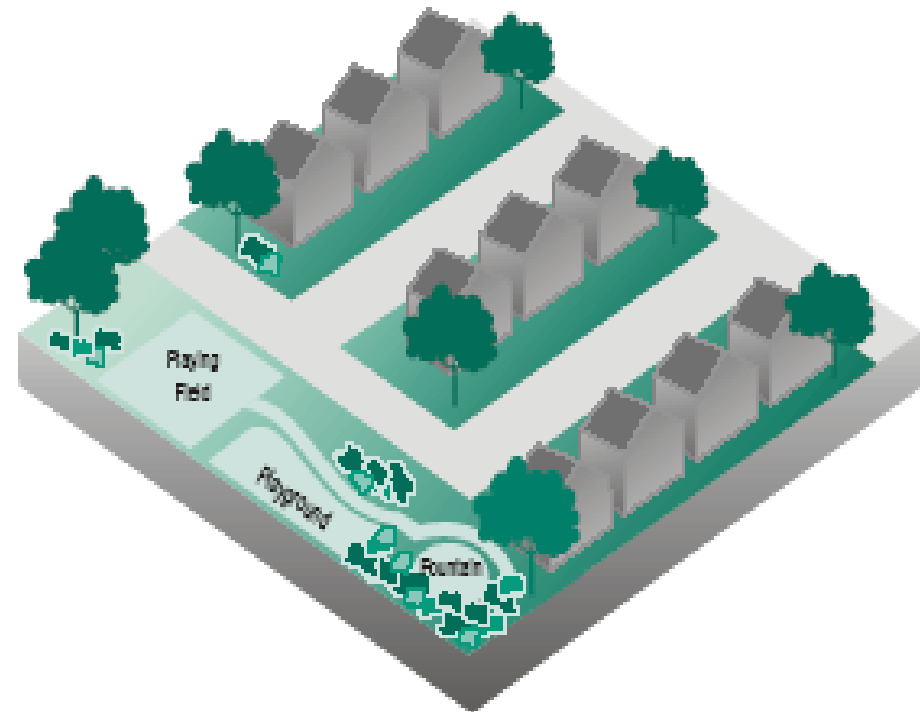
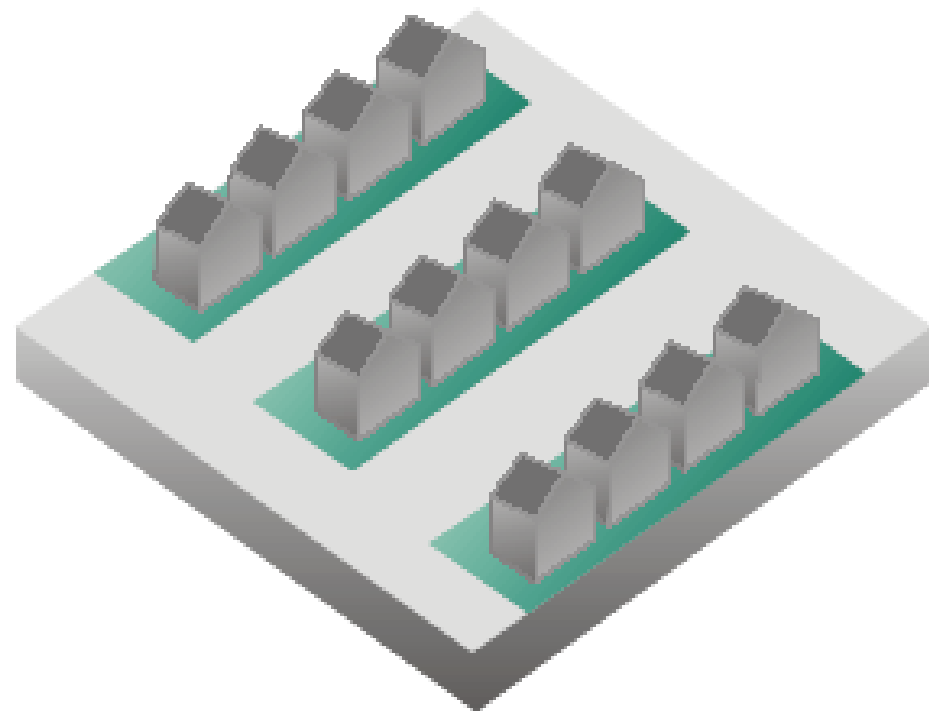


Eksempel på håndtering av nedbør.

Tallene er eksempler og må tilpasses lokalt.



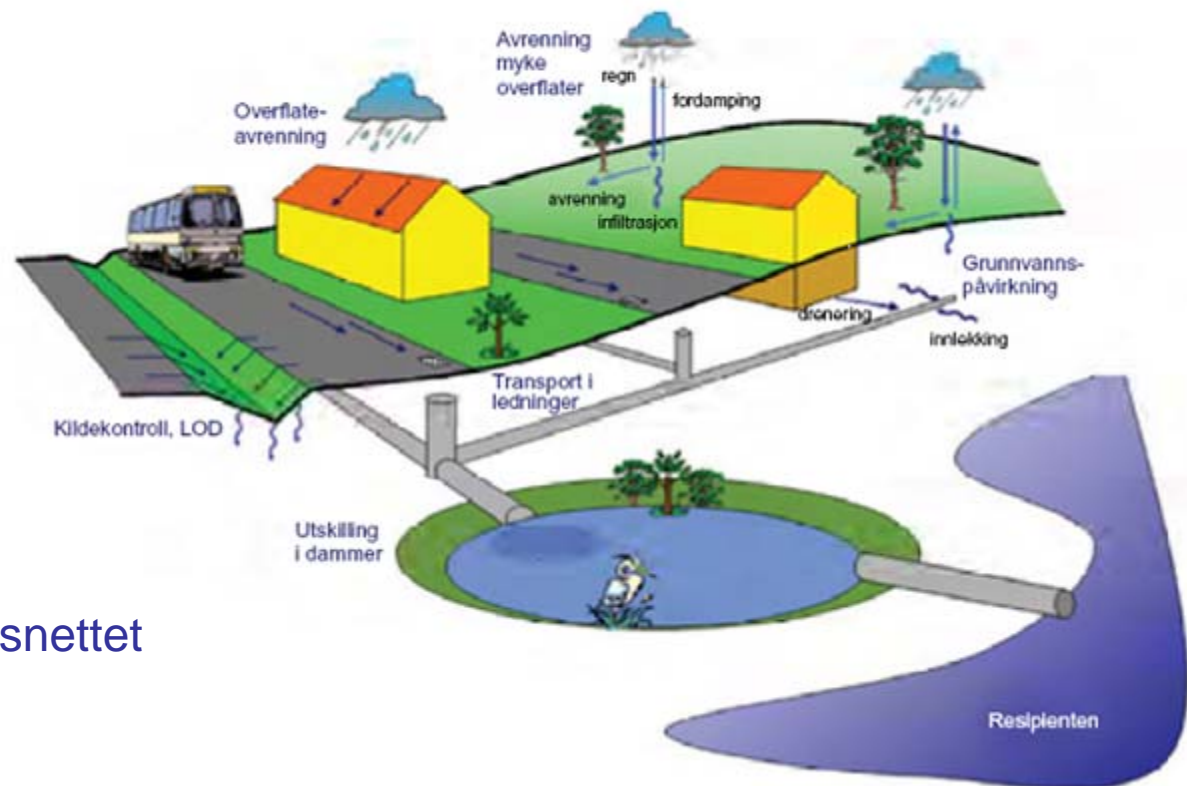
Arealplan- og landskapsplanlegging mht. overvann før tekniske tiltak prosjekteres.





Det er ikke alltid beste løsning å lede overvann direkte til gateslukene

Overvannet bør primært infiltreres til grunnen, og det som ikke kan infiltreres bør ledes i åpne vannveier og fordrøyes i dammer, før det eventuelt tilføres ledningsnettet



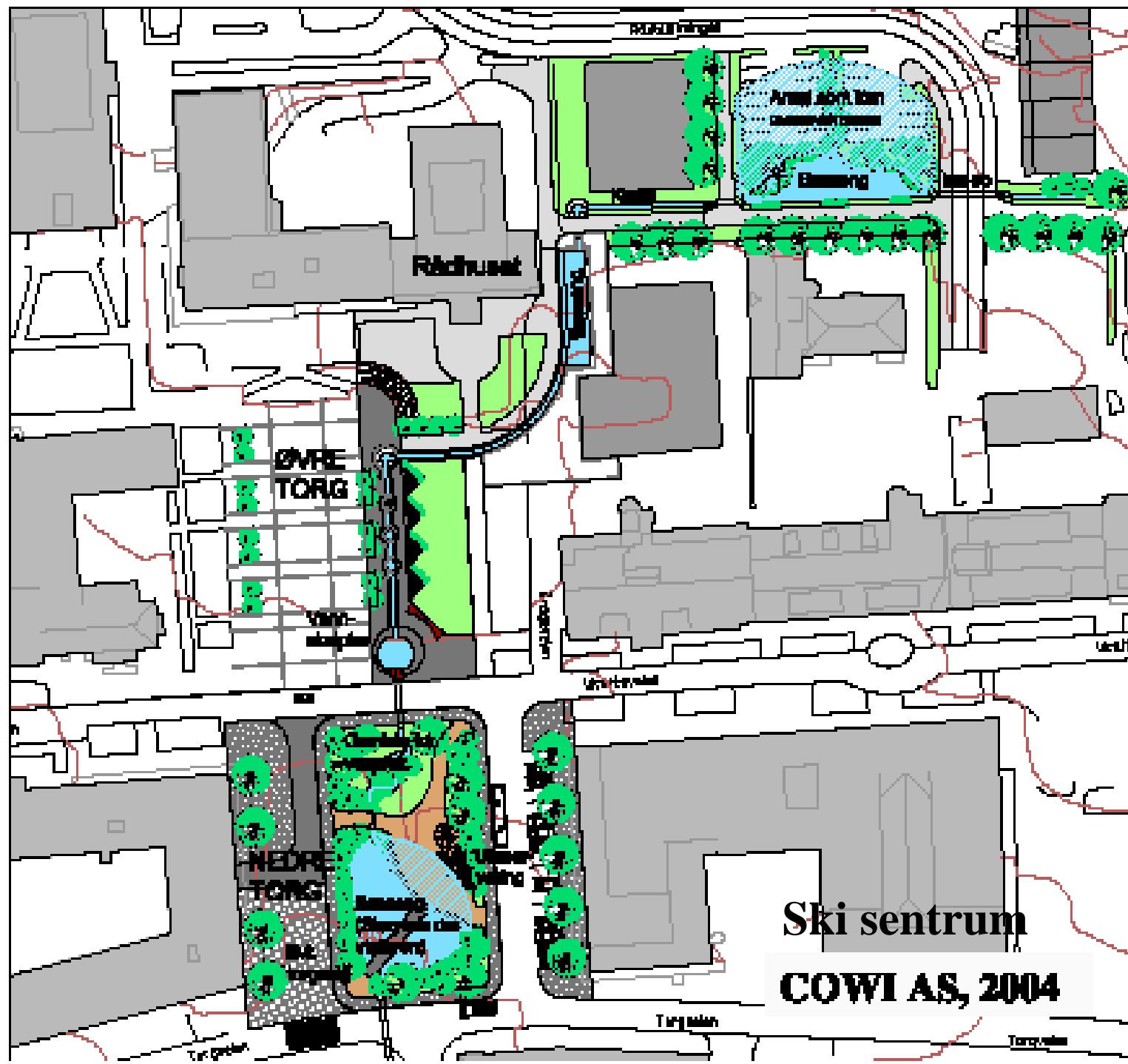
LOD er i praksis =

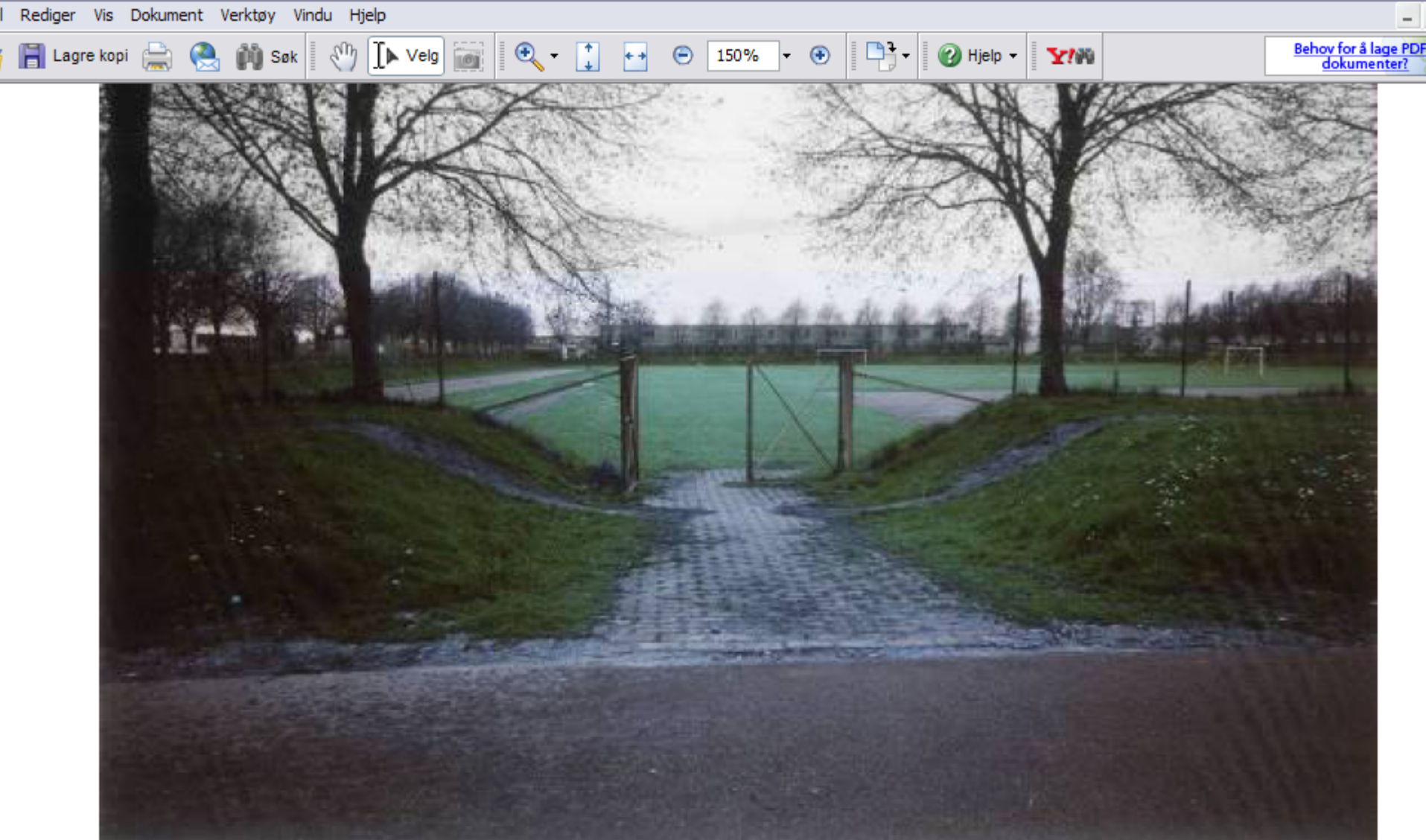
Infiltrasjon

+ åpne vannveier

+ forsinkelse og tilbakeholdelse

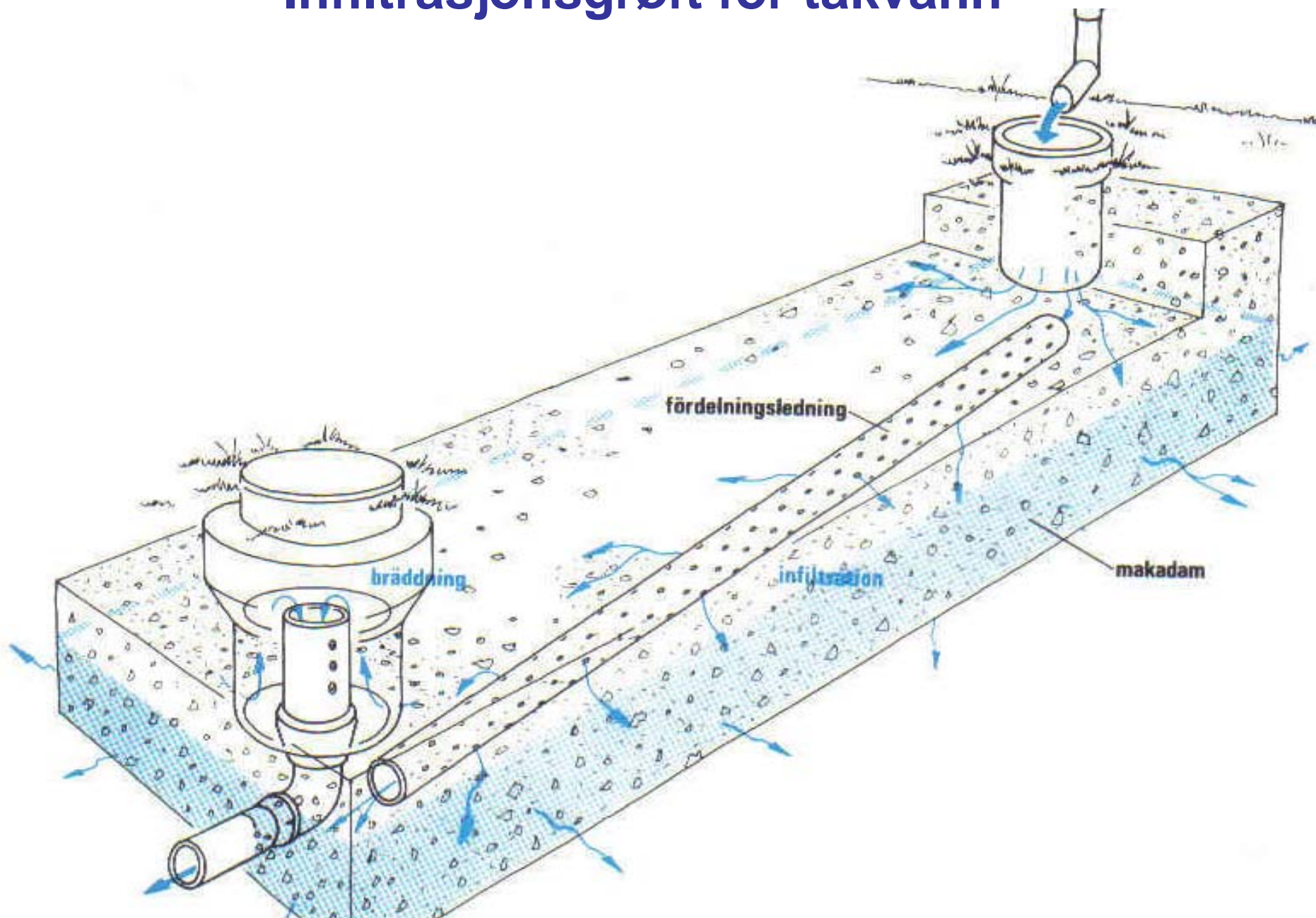
+ dammer.





Figur A9 Fodboldbanen bag Greve Gymnasium, som måske kan bruges til opmagasinering af regnvand under ekstremregn.

Infiltrasjonsgrøft for takvann



Tiltak ved kilden. Fra Stockholms Info-rapport om LOD



Grønne tak kan redusere årsavrenningen med opptil 50 %

Sedumtak

CIRKULATION på Bo01



Grønne tak (Sedum) på Bo01 i Oslo. Bildet viser hvordan sedumtak kan bidra til å redusere vannavrenningen og dermed redusere belastningen på vannledningsnettet. Sedumtak er også et godt valg for byggherrene fordi det er et billig og lett å vedlikeholde alternativ.



Et stort område med jord som er blitt eksponert på grunn av byggingen. Dette er et område som vil bli dekket av grønne tak og vegetasjon når byggingen er ferdig. Dette vil bidra til å redusere vannavrenningen og dermed redusere belastningen på vannledningsnettet.

Et eksempel på et område som vil bli dekket av grønne tak og vegetasjon når byggingen er ferdig. Dette vil bidra til å redusere vannavrenningen og dermed redusere belastningen på vannledningsnettet. Sedumtak er et godt valg for byggherrene fordi det er et billig og lett å vedlikeholde alternativ.





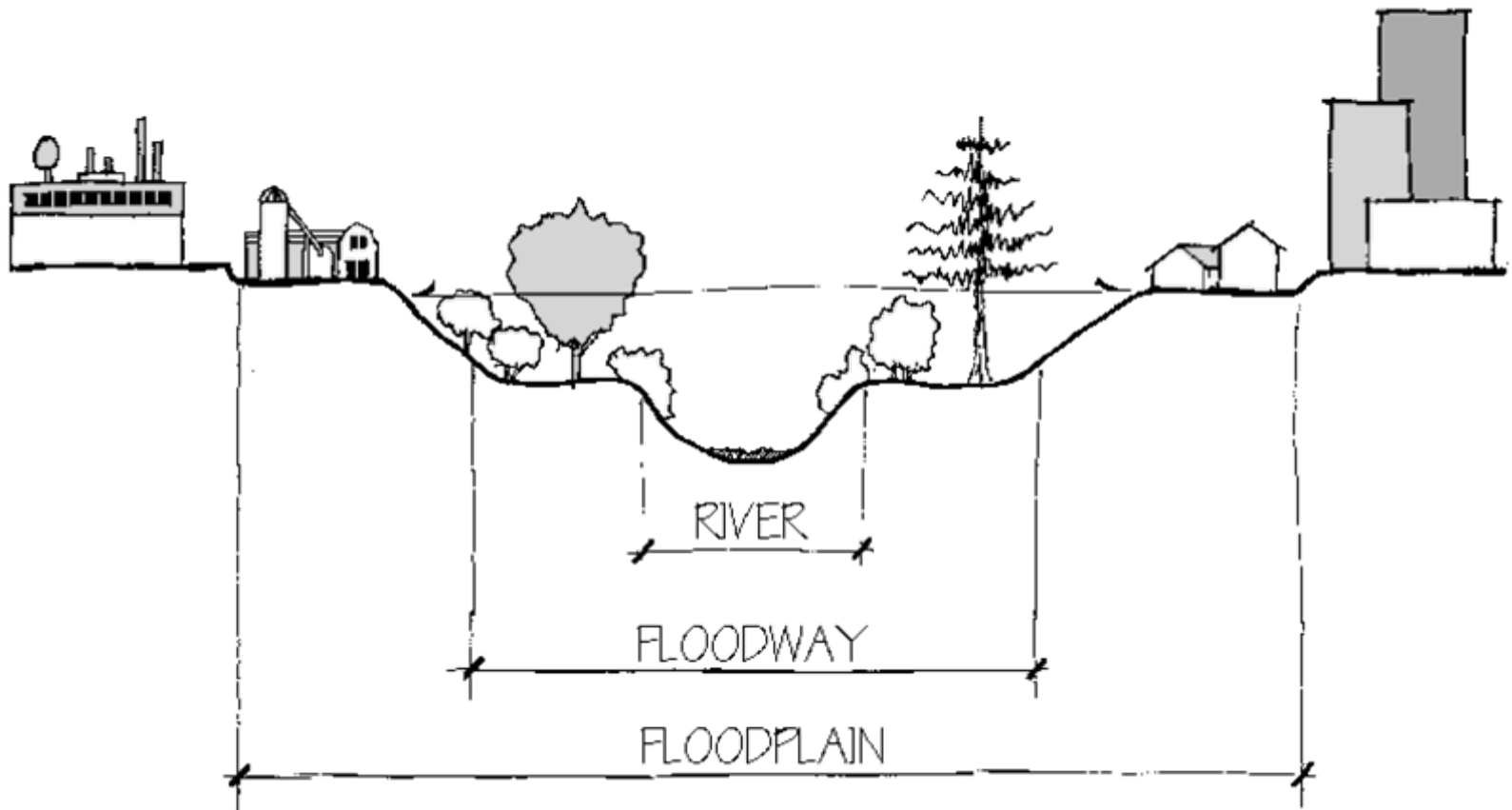
I tillegg til avløpsnettets trengs åpne sikre flomveier

Ledningssystemet blir overbelastet og det skal derfor finnes et avrenningssystem på overflaten for overvannet uten å gi uakseptable skadevirkninger.

Flomveiens kapasitet finnes ved å veie anslåtte skader og ulemper opp mot kostnadene for anlegg av flomveiene.



Gi flomvannet plass



Flomvei over bensinstasjon!
(Ref. Arnold Tengelstad)



Behandling av overvann innenfor aktuelle plannivåer i kommunene

Kobling mellom arealplaner og overvann er viktig

Planområde	Nedbørfelt	Plannivå/plantyper
Hele kommunen	Hele kommunen	Kommuneplanens arealdel (pbl. § 20-4) / hovedplan overvann / vassdragsplan
Vassdrag	Hele vassdraget	Kommunedelplan (pbl. § 20-4) / vassdragsplan / vannbruksplan
Område	Deler av et eller flere vassdrag	Kommunedelplan / rammeplan / overvannsplan / vassdragsplan
Lokal	Et mindre delområde	Reguleringsplan (pbl. § 25) / bebyggelsesplan (pbl. § 28-2)
Tomt	Vanligvis en tomt	Byggesøknad, melding (iltak nevnt i pbl. § 93)

Tiltak som kan pålegges med hjemmel i PBL §§ 67 og 68 er f.eks:

- Bevare og utvikle trevegetasjonen.
- Lage smalere veier.
- Anlegge permeable veidekker og permeable plasser. For eksempel kan det brukes åpne betongmønstre med grus i åpningene el. på parkeringsplasser.
- Anlegge mer gressflater og vegetasjon.
- Bygge infiltrasjonsmagasiner og infiltrasjonsgrøfter i grunnen.
- Angi hvor mye overvann som kan tilføres overvannsledninger eller påby at alt overvann håndteres på egen tomt/forby påkobling på overvannsledning.
- Bruke brede slake gressbevokste veigrøfter.
- Bruke ca. 20 cm lette absorberende jordmaterialer over relativt tette jordarter.
- Bygge "grønne" hustak med vegetasjon og jord.
- Sette opp cisterner/regnvannstønner under taknedløp (for senere bruk til vanning etc.)
- Anlegge våtmarker.
- Frakobling av overvann fra takflater eller tette flater. Dette infiltreres i stedet til grunnen.

Town of Hazardville Composite Loss Map



Sjablonkonsentrasjoner for forurensninger i overvann

Fra den svenske databasen StormTac Thomas Larm

Markanvändn	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	olja	PAH	BaP
Urban	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l
Vägar (30 000)	0.24	2.4	31	72	197	0.44	5.0	4.4	0.1	115	1.0	1.5	0.04
Parkeringar	0.1	1.1	30	40	140	0.45	15	4	0.1	140	0.8	1.7	0.06
Villor	0.2	1.5	10	35	100	0.5	4	6	0.1	45	0.2	0.6	0.1
Radhus	0.2	1.5	15	40	110	0.6	6	15	0.1	45	0.25	0.6	0.1
Flerfamiljshus	0.25	1.65	20	60	140	0.7	12	15	0.1	70	0.3	0.6	0.1
Fritidshus	0.6	3.3	5	20	80	0.5	2	5	0.05	50	0.1	0.3	0.05
Koloniområde	0.15	5	5	15	50	0.2	0.2	1	0.03	38	0	0	0
Centrum	0.35	2.1	40	30	140	1	5	10	0.1	200	0.8	0.6	0.1
Industrier	0.4	2	40	70	330	1	5	10	0.1	200	1.5	1	0.15
Park	0.12	5	5	15	18	0.3	0.7	2	0.02	70	0	0	0
Golfbanor	0.34	2.3	5	15	18	0.3	0.7	2	0.02	55	0	0	0

Småhusområde Lokalgater med ÅDT < 8.000 Parker, naturmark	Lavt forurensningsinnhold
Ytre byområde (tettere boligområde) Veger med ÅDT 8.000-15.000	Lavt til middels forurensningsinnhold
Bykjerne (bo-/arbeidsområde)	Middels forurensningsinnhold
Store parkerings- og terminalområder Veger med ÅDT 15.000 - 30.000	Middels til høyt forurensningsinnhold
Trafikkområder med ÅDT > 30.000	Høyt forurensningsinnhold

	Resipient				
	Mark		Vassdrag/sjø		
Forurensningsinnhold	Infiltrasjonsgrunn	Grunn ikke egnet for infiltrasjon	Svært ømfindtlig	Ømfindtlig	Mindre ømfindtlig
Lavt	Infiltrasjon og fordrøyning	Bortledning til vannveier eller ledningsnett	Ikke rensing	Ikke rensing	Ikke rensing
Middels	Infiltrasjon og fordrøyning	Bortledning til vannveier eller ledningsnett	Rensing vurderes (evt. bortledning til avløpsnett/ annen resipient)	Rensing vurderes (evt. bortledning til avløpsnett/ annen resipient)	Ikke rensing
Høyt	Rensing før infiltrasjon (evt. bortledning til avløpsnett/ annen resipient)	Bortledning til ledningsnett. Rensing	Rensing	Rensing	Rensing vurderes