
Rapport_

Trondheim kommune, kommunalteknikk

OPPDRAG

Forprosjekt Fredlybekken

EMNE

Vannkvalitet

DOKUMENTKODE

415223-TVF-RAP-002



415223-TVF-RAP-002 Vannkvalitet

Oppdrag:	Forprosjekt Fredlybekken					
Emne:	Vannkvalitet					
Rapport:	Vannkvalitet i Fredlybekken					
Oppdragsgiver:	Trondheim kommune					
Dato:	14.3.2013					
Oppdrag	415223					
Tilgjengelighet	Begrenset					
Utarbeidet av:	Lisa Emilie Hoven/Silje Fremo			Fag/Fagområde:	VA	
	Tone Muthanna / Karl Jan Aanes (NIVA)					
Kontrollert av:	Tone Muthanna / Silje Wendelborg Fremo			Ansvarlig enhet:	Plan, Trondheim	
Godkjent av:	Silje Wendelborg Fremo			Emneord:	Vannkvalitet, bekk, overvann	
Sammendrag:						
<p>Fredlybekken er en 2 kilometer lang bekk fra Nardo til Nidelva som ble lagt i rør på 50 – 60- tallet. Det planlegges nå å åpne bekken der dette er mulig, til sammen ca 1100 meter. Mål knyttet til vannkvalitet i Fredlybekken vil være å ha et hygienisk tilfredsstillende vann, vann som ser rent og klart ut, vann som ikke lukter, og vann der eutrofiering og saprobiering (alge- og soppoppblomstring) ikke blir et problem.</p> <p>Vannet i Fredlybekken vil i hovedsak være overvann fra ulike urbaniserte flater. Det er også noe skogs- og jordbruksavrenning i øvre deler av feltet. Ved regn og snøsmelting vil overvannet inneholde en del ulike forurensninger. Det er en forutsetning at alt spillvann (kloakk) føres i egne ledninger som ikke har utløp i bekken. Alt overvann i området, med unntak av overvann fra omkjøringsvegen, skal føres til bekken. Dette er viktig for å sikre mest mulig vann til bekken i tørre perioder.</p> <p>Det vil være store variasjoner i vannføringen i bekken. Ved normalvannføring varierer vannmengden fra ca 20 l/s i øvre del av bekken og ca 50 l/s i nedre del. Ved 100-års flom er det beregnet at det kan være over 3000 l/s i øvre del og opp mot 7-9000 l/s i nedre del.</p> <p>Naturlige prosesser i en åpen bekk vil bidra til å rense vannet. Partikler i vannet påvirker både den kjemiske vannkvaliteten og den visuelle kvaliteten.</p> <p>Bunndyr er svært viktige for vannkvaliteten og for mye av det dyrelivet vi finner både i og ved vassdraget.</p> <p>Vannets oppholdstid i bekken vil også spille inn på prosessene som skjer i og med vannet. Stor variasjon i utforming av vannstrengen er viktig.</p> <p>Det er vanskelig å anslå akkurat hvor mye hver meter åpen bekk kan bidra da vi vet for lite om vannkvaliteten i bekken. Ved å optimalisere utformingen av vannstrengen kan en legge til rette for en høy resipientkapasitet, det vil si kapasitet til å takle en viss forurensning</p> <p>Det finnes en rekke naturlige tiltak og måter å utforme bekken på for å sikre god vannkvalitet eller bedre en dårlig vannkvalitet. Dette er tiltak som ikke medfører større kjemiske eller mekaniske anlegg.</p> <p>For å kunne opprettholde en god selvrensing i vassdraget vil de viktigste tiltakene være å hindre tilførsel av partikler fra tilførselsledninger fra nærområdene, unngå erosjon i og langs vannstrengen og fjerne suspendert stoff (uorganiske partikler) fra vannet. Det bør anlegges partikkeljerningstiltak ved alle større tilførsler til bekken, mulige tiltak er supersandfang, våtmarksfilter og regnbed. Partikkeljerning bør også gjøres på de mindre tilførsleene der dette er mulig, dette kan for eksempel skje ved at vannet føres til bekken via en pukkstreng kombinert med regnbed, eller lignende.</p>						
2	14.3.2013	Endelig rapport	18	LEH/SWF	SWF/LPR	SWF
1	4.7.2012	Sendes Trondheim kommune/kommunalteknikk	16	LEH/SWF	TMM/NIVA	SWF
Utg	Dato	Tekst	Ant.side	Utarb.a	Kontr.a	Godkj.av

Innholdsfortegnelse

1.	Mål knyttet til vannkvalitet	3
1.1	Vandirektivet	3
1.2	Mål for kvalitet i Fredlybekken	3
2.	Åpning av Fredlybekken	3
2.1	Vannkvalitet i dagens system	3
2.2	Bekketraseen	3
3.	Begrep og forkortelser	4
4.	Vannmengder	5
5.	Forventet vannkvalitet	6
5.1	Forurensningskilder i Fredlybekken	6
5.2	Vannkvalitetsdata for Fredlybekken	6
5.3	Vegvann	8
6.	Prosesser i Fredlybekken	9
7.	Mulige tiltak og utforming for god vannkvalitet	10
7.1	Partikkelfjerning	10
7.1.1	Erosjon	10
7.1.2	Regnbed – naturlig filter	10
7.1.3	Våtmarksfilter – naturlig filter	12
7.1.4	Supersandfang	13
7.1.5	Andre løsninger	14
7.2	Vannspeil og terskler	15
7.3	Dammer	15
7.4	Kantvegetasjon	15
7.5	Valg av planter	16
7.6	Variasjon i utforming	16
8.	Tiltak i forskjellige deler av bekken	17
8.1	Del 7, Utleirvegen til Ullins veg	17
8.2	Del 5 Nidarvoll skole	17
8.3	Del 4 Nidarvoll skole til Bratsbergvegen	17
8.4	Del 3 Bratsbergvegen til E6/Omkjøringsvegen	17
8.5	Påslipp til bekken	18

1. Mål knyttet til vannkvalitet

1.1 Vanndirektivet

Vanndirektivet er et EU-direktiv for forvaltningen av ferskvann. Direktivet er en del av EØS-avtalen og er dermed forpliktende også for Norge. Det er innlemmet i norsk vannforvaltning via Vannforskriften. Formålet er å beskytte og om nødvendig forbedre miljøstatusen i vannforekomster. Vanndirektivet krever at vannforekomster i størst mulig grad skal bringes tilbake til naturtilstand med godt økologisk potensiale. For Fredlybekken vil dette bety at bekken må åpnes i lengst mulig strekk og at det må settes inn tiltak i nedbørsfeltet for å oppnå en god vannkvalitet.

1.2 Mål for kvalitet i Fredlybekken

Vannet i Fredlybekken vil i hovedsak være overvann fra urbaniserte flater, målene for vannkvalitet blir satt ut i fra dette utgangspunktet. Mål knyttet til vannkvalitet i Fredlybekken vil være å ha et hygienisk tilfredsstillende vann, vann som ser rent og klart ut, vann som ikke lukter, og vann der eutrofiering og saprobiering (alge- og soppoppblomstring) ikke blir et problem. Vanndirektivet stiller krav til vannkvalitet i vassdrag. Fredlybekken er et konstruert bekkeløp som vurderes å komme i kategorien ”Sterkt Modifisert Vannforekomst”. Målet for vannkvalitet vil da settes til godt økologisk potensial iht Vanndirektivet.

Det settes krav til egenskaper ved vannkvaliteten som innhold av fekale bakterier (bakterier fra avføring), partikkelinnhold og konsentrasjon av næringsstoffer, og da først og fremst innhold av biotilgjengelig fosfor. Målene satt til vannkvalitet er at de fysiske-kjemiske forholdene i vassdraget skal gi grunnlag for et variert bunndyrssamfunn, og at tilførselene/belastningen skal være slik at vassdragets resipientkapasitet ikke overskrides. Resipientkapasiteten er vassdragets evne til å ta i mot belastninger uten at miljøet endres. Når resipientkapasiteten ikke overskrides vil grunnlaget for en god tilstand for bunndyrssamfunnene være tilstede. Videre er målet å ha en bakteriekonsentrasjon mht TKB på mindre enn 1000 /100 ml og en konsentrasjon av totalfosfor på mindre enn 50 µg P/l. Dette er lokale miljømål som gjelder for alle bekker i Trondheim kommune. Erfaring tilsier at bakterienivåer opp mot 200/100 ml kan regnes som bakgrunnsverdier i naturfelt. På grunn av det bratte partiet nederst i bekken vil det ikke være aktuelt med fiskeoppgang fra Nidelva, man kan heller ikke forvente etablering av annen fisk på grunn av lange lukkede strekninger i bekken.

2. Åpning av Fredlybekken

Fredlybekken er en 2 kilometer lang bekk fra Nardo til Nidelva som ble lagt i rør på 50 – 60- tallet. Det planlegges nå å åpne bekken der dette er mulig, det er konkludert med at bekken kan åpnes i til sammen om lag 1200 meter.

2.1 Vannkvalitet i dagens system

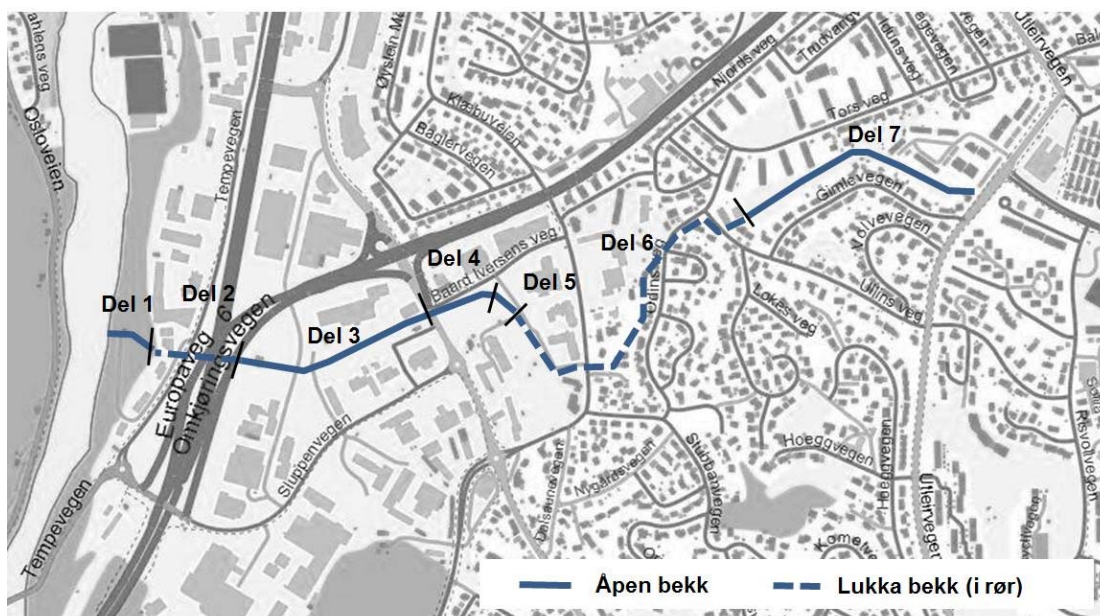
Vannet i Fredlybekken vil i hovedsak være overvann fra ulike urbaniserte flater. Det er også noe skogs- og jordbruksavrenning i øvre deler av feltet. Ved regn og snøsmelting vil overvannet inneholde en del ulike forurensninger. Det er en forutsetning at alt spillvann (kloakk) føres i egne ledninger som ikke har utløp i bekken. Det er foretatt en gjennomgang av tilgjengelige vannkvalitetsdata. Det må utføres flere målinger for å kunne gi sikrere indikasjoner på vannkvalitet.

2.2 Bekketraseen

Den foreslåtte bekketraseen for Fredlybekken er delt i 7 delstrekninger.

- Del 7, Utleirvegen til Ullins veg, åpen bekk: Bekken starter nedenfor Utleirvegen og er ca 520 meter. Første del, ca 400 meter er et bekkeparti med godt fall og tilgjengelig areal til eventuelle dammer, terskler, kantvegetasjon og lignende.

- Del 6, Ullins veg til Klæbuvegen, kulvert: 760 meter lang kulvert/rør.
- Del 5, Nidarvoll skole, åpen bekk/kanal: Kulverten i del 2 kommer ut og åpnes i en støpt kanal. Bekken vurderes å bygges som en kanal i ca 40 meter på grunn av arealknapphet ved Nidarvoll skole. Det er svært lite fall på denne strekningen.
- Del 4, Nidarvoll skole til Bratsbergvegen, åpen bekk: Etter kanalen er det igjen mer areal tilgjengelig og bekken vil få et bredere profil med mulighet for dammer og vegetasjon som del 1. Her blir det 120 meter med åpen bekk med svært lite fall. Under Bratsbergvegen vil bekken gå i en 30 meter lang kulvert.
- Del 3, Bratsbergvegen til E6/Omkjøringsvegen, åpen bekk: 420 meter lang bekk med svært lite fall. Bekkeprofil vil ligne del 4, med muligheter for dammer, vegetasjon og oppholdsarealer. Nedre deler av strekningen, ca 50 meter, har større fall og er i reguleringsplan med illustrasjoner vist med en stram urban karakter, med mindre vegetasjon.
- Del 2, kulvert: 180 meter lang kulvert under E6 og Tempevegen
- Del 1, Tempevegen til Nidelva, åpen bekk/foss: 110 meter lang strekning ned til Nidelva. Fra Tempevegen ned mot Nidelvstien er det svært bratt og høydeforskjellen er ca 10 meter. Her vil det bli en foss med flere meters fall før bekken flater ut og renner ut i Nidelva.



Figur 1 Oversiktskart som viser Fredlybekken fra Utleirvegen i øst til Nidelva i vest.

3. Begrep og forkortelser

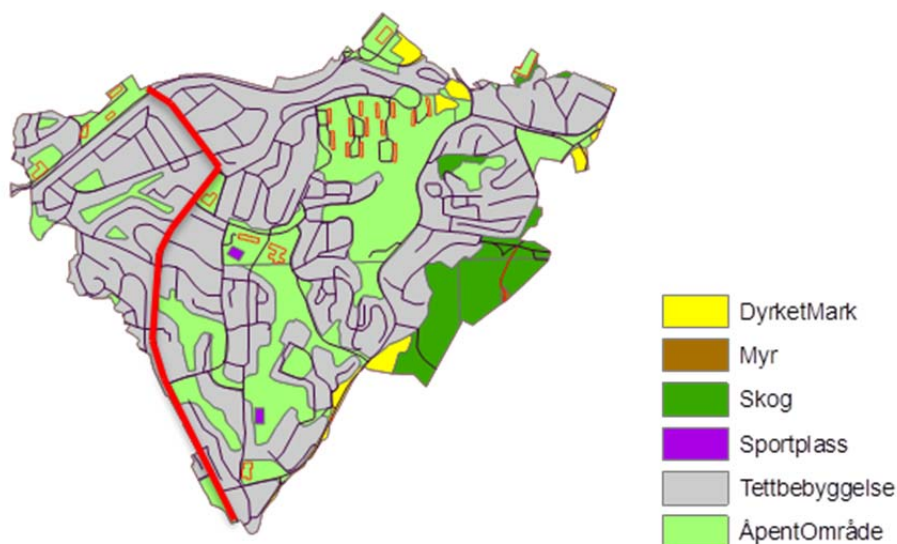
I rapporten er det benyttet en rekke begrep og forkortelser. Under er flere av disse søkt forklart, for å gjøre rapporten mest mulig tilgjengelig for flest mulig.

Begrep / forkortelse	Forklaring
Vannkvalitet	Vannets kvalitet ut i fra flere ulike kriterier som kjemisk sammensetning, utseende, lukt, mm
Spillvann	Avløpsvann fra husholdninger, (kloakk)
Overvann	Vann på overflater som veger, plasser, hager, tak, med mer
Resipient	Vannforekomst/bekk som mottar utslipp av forurenset vann, sårbare resipienter får store skader/miljøkonsekvenser dersom de utsettes for utslipp av forurenset vann
Resipientkapasitet	Evne til å takle forurensning uten at resipientens (bekkens) vannkvalitet endres vesentlig

Eutrofiering	Algevekst
Saprobiering	Forråtnelse, soppoppblomstring
TSS	Totalt suspendert stoff (uorganiske partikler, finpartikler som blir holdt svevende i vannet og gjør det grumset)
TKB	Termostabile koliforme bakterier (tarmbakterier)
P / fosfor	Næringsstoff (høyt innhold i spillvann, men finnes også i overvann), øker algevekst, forekommer både som oppløst i vannet og som knyttet til partikler

4. Vannmengder

Fredlybekken nedbørsfelt har et areal på ca 452 ha (4.52 km²). Arealbruken er i hovedsak boligbebyggelse (eneboliger og rekkehus), veger, og noe skog og jordbruk. I de øvre delene av feltet er det foretatt en arealberegning med utgangspunkt i kartgrunnlag fra Trondheim kommune (2011) som følger (tabell 1):



Figur 2 Arealbruk i Fredlybekkfeltet

Tabell 1: Arealfordeling i øvre del av Fredlybekken som bidrar til vannføring ved åpningspunktet (del7).

Arealbruk	Areal (ha)	Andel (%)
DyrketMark	7	2.1 %
Myr	0	0.1 %
Skog	21	6.2 %
Sportplass	1	0.2 %
Tettbebyggelse	194	56.8 %
Bilvei	24	7.0 %
GangSykkelvei	1	0.4 %
Sterk forurenset bilvei *	1	0.4 %
ÅpentOmråde	92	26.9 %
Sum	341	100.0 %

* Dette er Utleirveien

Det vil være store variasjoner i vannføringen i bekken. Tabellen under viser lavvannføring, normal vannføring og 100-års flom for 4 forskjellige steder i bekken basert på modellering utført av DHI. Lavvannføring er timen med minst vann i gjennomsnittsåret basert på simulering av 41 års nedbør-avrenningsforløp.

Tabell 2: Estimert vannføring i bekken ved ulike gjentaksintervall (DHI, 2008)

	100-års flom [l/s]	Normalvannføring [l/s]	Lavvannføring [l/s]
Del 7	3400	20	3
Del 4	4600	30	8
Del 3	7000	47	13
Del 1	8700	59	16

5. Forventet vannkvalitet

5.1 Forurensningskilder i Fredlybekken

Vannet i Fredlybekken vil i hovedsak være overvann fra ulike urbaniserte flater. Det er også noe skogs- og jordbruksavrenning i øvre deler av feltet, men dette utgjør en mindre andel. Ved regn og snøsmelting vil overvannet ha en høy konsentrasjon av partikler, forurensninger, både løst og bundet, men også en del fosfor. Det er en forutsetning at alt spillvann (avløpsvann/kloakk) føres i egne ledninger som ikke har utløp i bekken. Trondheim kommune har allerede igangsatt og kommet langt med prosjekt for separering av spillvann og overvann oppstrøms Utleirvegen, og med utbedring av lekkasjer på det kommunale nettet. Det arbeides hele tiden med å utbedre eventuelle lekkasjer på det private avløpsnettet. Dette arbeidet vil bli intensivert i forkant av bekkeåpningsprosjektet, for å unngå tilførsel av fosfor og bakterier til bekken.

5.2 Vannkvalitetsdata for Fredlybekken

I Fredlybekkfeltet er det gjort en del enkeltstudier på vannkvalitet i forbindelse med forskningsaktiviteter på NTNU ved Institutt for vann- og miljøteknikk (IVM). Det foreligger ingen langtidsserier på vannkvalitet. Risvollan er et delfelt i Fredlybekkens nedbørsfelt. For Risvollan finnes det hydrologiske data fra 1988 og frem til i dag. Det er foretatt en grundig gjennomgang av alle vannkvalitetsdata som foreligger, men det er veldig lite data på fosfor. Det vil høsten 2012 bli utført en prosjektoppgave på NTNU, IVM som blant annet vil måle fosfor og TKB i avrenning fra feltet. Det vil bli lagt vekt på kildeopprøpning av fosfor i forhold til vegavrenning og boligavrenning samt analyser av totalt og løst fosfor for å bekrefte fraksjoneringen av fosforet. Ut i fra dette kan man finne ut hvor fosforet kommer fra og hvor mye som kan fjernes ved partikkelfjerning.

Tabell 3: Sammenstilling av vannkvalitet i avrenning fra de ulike bruksarealene i nedbørsfeltet (T.Muthanna, NTNU, 2012)

Arealbruk	Parameter	Variasjon		
		min	avg	max
Vei bolig	TSS (mg/L)	25	100	250
	P (mg/L)	0.15	0.25	0.5
	TKB (#/100 ml)	1000	1500	2000
Vei trafikert >5000	TSS (mg/L)	35	200	500
	P (mg/L)	0.15	0.25	0.5
	TKB (#/100 ml)	1000	1500	2000
bolig	TSS (mg/L)	15	70	200
	P (mg/L)	0.02	0.2	0.3
	TKB (#/100 ml)	1000	1500	2000
skog	TSS (mg/L)	10	30	80
	P (mg/L)	0.01	0.02	0.03
	TKB (#/100 ml)	350	600	700
jordbruk	TSS (mg/L)	50	100	200
	P (mg/L)	0.1	0.15	0.2
	TKB (#/100 ml)	350	600	700
Åpent område (gress)	TSS (mg/L)	20	30	50
	P (mg/L)	0.05	0.1	0.15
	TKB (#/100 ml)	350	600	700

Basert på årlig middelnedbør på 930 mm kan det gjøres beregninger på fosfor, TKB, og TSS-bidrag fra de ulike arealtypene i feltet som gir en indikasjon på total belastning (tabell 3). Dette gir et oversiktsbilde som kan brukes til å vurdere strategi for tiltak, men har begrenset verdi i skadevurdering. Kortere perioder med høy belastning kan få store biologiske konsekvenser for bekken, selv om det årlige gjennomsnittet ikke er for høyt. Erfaringer fra andre bekker tilsier imidlertid at en bekk med god vannkvalitet i utgangspunktet, raskt vil kunne rense seg selv og utbedre eventuelle belastningsskader som nevnt over.

Tabell 4: Årlig fosforbelastning til Fredlybekken fra øvre deler av nedbørsfeltet (tilsig til 7 av bekken).

Areal bruk	% areal	Avrenning (m3)	Fosfor (kg)			% Bidrag
			min	avg	max	
DyrketMark	2,1 %	19773	2,0	3,0	4,0	0,9 %
Myr	0,1 %	412	0,0	0,0	0,1	0,0 %
Skog	6,2 %	49360	0,5	1,0	1,5	0,3 %
Sportsplass	0,2 %	4408	0,1	0,9	1,3	0,3 %
Tettbebyggelse	56,8 %	1082253	21,6	216,5	324,7	67,7 %
Bilvei	7,0 %	188155	28,2	47,0	94,1	14,7 %
GangSykkelvei	0,4 %	8994	0,2	1,8	2,7	0,6 %
Sterk forurenset bilvei	0,4 %	9690	1,5	2,4	4,8	0,8 %
ÅpentOmråde	26,9 %	470415	23,5	47,0	70,6	14,7 %
Sum		1833460	77,6	319,6	503,7	

Beregninger av fosforbelastning er gjort i prosjektet på bakgrunn av erfaringstall og arealdata i kart fra Trondheim kommune.

Ut i fra bidragene fra de ulike brukstypene er boligfelt prosentvis den største bidragsyteren på fosfor, sammen med vegavrenning. Tallene vil kunne sprike en del avhengig av lekkasjer og hagegjødsling. Rensetiltak rettet mot vegavrenning bør inkludere fosforrensing (se beskrivelse under tiltak).

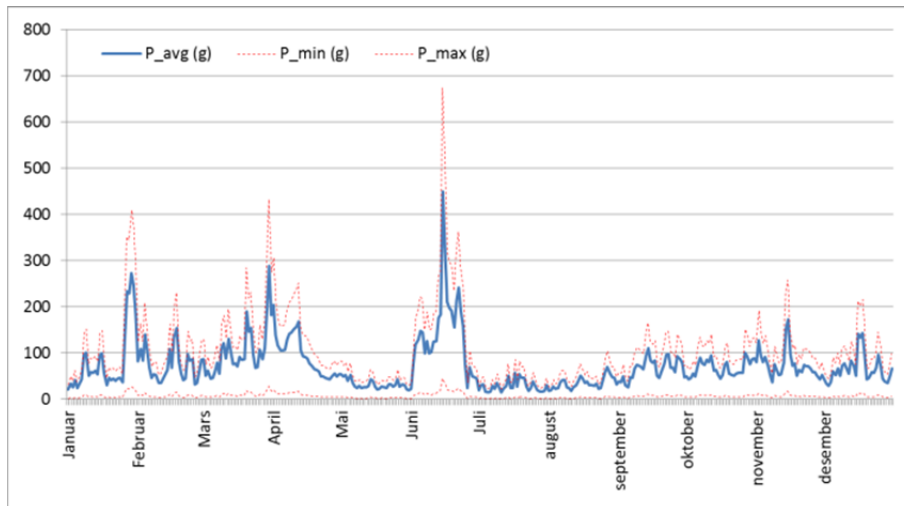
Tabell 5: Årlig belastning av suspendert stoff til Fredlybekken fra øvre deler av nedbørsfeltet (tilsig til Del 7 av bekken).

Areal bruk	% areal	Avrenning (m3)	TSS (kg)			% TSS
			min	avg	max	
DyrketMark	2,1 %	19773	989	1977	3955	1,7 %
Myr	0,1 %	412	8	12	21	0,0 %
Skog	6,2 %	49360	494	1481	3949	1,3 %
Sportsplass	0,2 %	4408	66	309	882	0,3 %
Tettbebyggelse	56,8 %	1082253	16234	75758	216451	65,7 %
Bilvei	7,0 %	188155	4704	18815	47039	16,3 %
GangSykkelvei	0,4 %	8994	225	899	2249	0,8 %
Sterk forurenset bilvei	0,4 %	9690	339	1938	4845	1,7 %
ÅpentOmråde	26,9 %	470415	9408	14112	23521	12,2 %
Sum		1833460	32467	115302	302909	

Beregninger av fosforbelastning er gjort i prosjektet på bakgrunn av erfaringstall og arealdata i kart fra Trondheim kommune.

Den årlige massetransporten gir et bilde av massebalansen i systemet. Med tanke på god økologisk tilstand er konsentrasjonstopper vel så viktig. Dette kan ikke årlige estimater si noe om, og det er ikke mulig uten vannprøver og vannføringsobservasjoner for hele feltet.

Risvollanfeltet er 21 ha og utgjør ca 7% av Fredlybekkfeltet. Arealbruken i Risvollan er typisk for store deler av Fredlybekken, rekkehusbebyggelse med store felles utearealer. Data fra Risvollan vil dermed være en god indikasjon på kvaliteten på vann fra boligbebyggelse i Fredlybekken, men ikke for veger, skog og jordbruk som ikke finnes i Risvollanfeltet.



Figur 3: Daglig beregnet fosforavrenning fra Risvollan, basert på gjennomsnittlig (median) observert avrenning (P) 1994-2011 og konsentrasjoner i Tabell 3.

Figur 3 viser at det er størst fare for høye fosforutslipp tidlig på våren og midt på sommeren, dette er periodene med høyest forventet avrenning. Dette er også den tid på året solmengdene, og dermed også eutrofieringsrisikoen er størst.

Det er også gjort en del målinger på metaller i snø og vegavrenning i feltet (målinger fra masteroppgaver, NTNU, 2005). Disse viser relativt høye metallkonsentrasjoner sterkt korrelert til årlig belastning på vegen (ÅDT). Målingene viser enkelthendelser, men det gir en indikasjon på vannkvaliteten. Det er verdt å merke seg at fosforkonsentrasjonene i over halvparten av målingene overskrider grenseverdien på $50\mu\text{g/L}$. Dette er i stor grad partikulært bundet fosfor. Resultater av målingene illustrerer behovet for partikkelfjerning før bekkeløpet.

Tabell 6 Forventet vannkvalitet i overvann fra Fredlybekkfeltet basert på de begrensede data som per i dag finnes av vannkvalitetsdata.

	Minimum	Gjennomsnitt	Maksimum
TSS (mg/L)	18	63	165
Total fosfor (ug/L)	42	174	275
TKB (#/100 ml)	8,1E+03	1,2E+04	1,6E+04

Basert på det som finnes av vannkvalitetsdata fra Fredlybekkfeltet er det stor sannsynlighet for at vannet som skal mate Fredlybekken vil ha dårligere vannkvalitet enn generelle krav og kriterier fra Trondheim Kommune. Basert på klassifisering i henhold til grenseverdiene satt av kommunen er det bare det nedre estimatet (minimum) som kommer inn under kravet (tabell 6). Det er begrenset med data, noe som vanskeligjør vurderingene. Ut i fra dagens kunnskap om vannkvaliteten må det forutsettes at det settes inn tiltak for å bedre vannkvaliteten både ved innløpet til bekken og lokalt langs og i feltet. Videre anbefales det at det vil bli tatt flere prøver ute i feltet over en periode for å forbedre tallgrunlaget i vurderingen.

5.3 Vegvann

Det antas med stor sikkerhet at vegavrenningen fra vegene omkring bekken (spesielt de mest trafikkerte som Utleirvegen og Bratsbergvegen) er den vanntilførselen med størst innhold av uønskede stoffer. Vegvann fra høytrafikkerte veger antas imidlertid å være en svært liten andel av vannet som tilføres bekken. Av arealet i nedslagsfeltet er det beregnet at under 0,5 % er vegareal med høy ÅDT, mens det totale vegarealet er 7 %.

Det er blitt vurdert å føre vegvann inn i avløpsnett i stedet for til bekken. Samtidig er det vurdert at det ikke er ønskelig å redusere vanntilførsel, da vannmengdene allerede er lave i perioder. Det ansees derfor som en bedre løsning å anlegge rensiltak for vegavrenning enkelte steder, før det renner inn

i bekken. Rensetiltak kan gjøres i spesialutformede grøfter/rør eller som naturlige filter med vegetasjon, se figur Figur 5 og Figur 7.

6. Prosesser i Fredlybekken

Naturlige prosesser i en åpen bekken vil bidra til å rense vannet. Partikler i vannet påvirker både den kjemiske vannkvaliteten og den visuelle kvaliteten.

Bunndyr er svært viktige for vannkvaliteten og for mye av det dyrelivet vi finner både i og ved vassdraget. Bunndyr kan være ulike insektslarver, vannmidd og snegler. Et inntakt bunndyrsamfunn er viktig for å opprettholde vassdragets naturlige selvrensingsevne. Partikler vil kunne synke til bunnen og slik at bunnen blir dekt av sedimenter. Da vil naturlige renseprosesser avta sterkt og bunndyrsamfunnets oppbygning med variasjon og tetthet blir redusert.

Området i øvre del av Fredlydalen har i dag en del naturlig elementer som gjør det attraktivt for mygg. Det er til dels fuktige partier med områder som er delvis tørre /delvis våte. Våtmarksfilter, regnbed og dammer vil ikke endre situasjonen vesentlig og trolig ikke øke problemet i med mygg. Våtmark uten vannspeil minsker myggproblematikk, da det ikke vil være vann på overflaten. Vegetasjon, og særlig kantvegetasjon skaper gjerne god habitat for mygg, men samtidig er denne kantvegetasjonen viktig for renseeffekt for vannet. Dårlig vannkvalitet har en tendens til å øke produksjonen av mygg. Høye nivåer av organisk materiale og næringsstoffer i vannet, særlig nitrogen i form som ammonium, gir næring til bakterier og alger som er mat for mygglarver. Nedbryting av organisk materiale og konvertering av ammonium til andre former for nitrogen i nitrogenkretsløpet krever betydelige mengder oksygen. Dette kan resultere i lav oppløst oksygenkonsentrasjon i vannet og skape uegnede forhold for insekter som lever av mygg og mygglarver og dermed bidrar til å holde bestanden nede. Varierende vannstand gir områder som er delvis våte og delvis tørre hvor mygg vil trives godt. Mest mulig permanent vannstand vil minimalisere vekstområder.

Vannets oppholdstid i bekken vil også spille inn på prosessene som skjer i og med vannet. Stor variasjon i utforming av vannstrengen er viktig. Rolige partier som gir mulighet for sedimentasjon og raskere partier for oksygenering av vannet er viktig (tilførsel av oksygen).

Høye nivåer av biotilgjengelig fosfor kan i perioder gi algeoppblomstring. Ved å benytte kantvegetasjon som gir skygge, kan man redusere problemet med alger. Noe særlig over 20 °C er ikke ønskelig da dette kombinert med lave oksygenverdier vil være kritisk for mange av de organismene vi ønsker å ha i bekken. Videre kan en legge inn områder med vannvegetasjon (våtmarksfilter) for å redusere fosforbelastningen på nedstrøms bekkeavsnitt.

Lukt fra en åpen bekk er indikasjon på dårlig vannkvalitet, som algevekst og høyt bakterieinnhold. Det er størst fare for lukt dersom det er lekkasjer på avløpsnett, slik at det kommer spillvann inn i bekken. Det er en forutsetning at avløpsnett utbedres og skiftes der det er behov for det før bekken åpnes. Lavt oksygeninnhold i vannet, anaerobe forhold, vil også kunne generere lukt. Med god vanngjennomstrømning, variasjon i og langs i vannstrengen og lav konsentrasjon av organisk stoff, vil man unngå at oksygenkonsentrasjonen blir lav, og at det oppstår lukt.

En åpen bekk vil resultere i en langt bedre vannkvalitet når denne slippes ut i en endelig resipient enn om det samme vannet hadde blitt tilført resipienten via et lukket rør. Ved å ta hensyn til de forhold som her er omtalt, samtidig som belastningen fra sanitært avløpsvann er fjernet, vil en få frem en akseptabel vannkvalitet. Det vil sannsynligvis være en overgangsperiode i starten før systemene er kommet i likevekt. Det kan også være behov for supplerende mindre tiltak for å begrense belastningen før en har funnet det som vil være fremtidig balanse mellom belastning og vassdragets fremtidige resipientkapasitet.

Det er vanskelig å anslå akkurat hvor mye hver meter åpen bekk kan bidra da vi vet for lite om vannkvaliteten i bekken. Ved å optimalisere utformingen av vannstrengen kan en legge til rette for en høy resipientkapasitet, det vil si kapasitet til å takle en viss forurensning.

Hver meter av den åpne vannstrengen vil bidra til å redusere belastningen på vassdraget nedstrøms, og representere en buffer mot støtbelastninger. Vassdragets lengde (rensestrekning) kan også økes

der en har gunstige fallforhold ved å gi bekkeløpet en svinget utforming i stedet for en rett vannstreng. Avhengig av vannkvaliteten og lokale forhold vil bortfall av et 250 m langt avsnitt redusere selvrengingen med kanskje opptil 25 % på en strekning på 1000 m.

7. Mulige tiltak og utforming for god vannkvalitet

Det finnes en rekke naturlige tiltak og måter å utforme bekken på for å sikre god vannkvalitet eller bedre en dårlig vannkvalitet. Dette er tiltak som ikke medfører større kjemiske eller mekaniske anlegg. Større renseanlegg etableres for rensing av drikkevann men er ikke vanlig i Norge for rensing av overvann.

For å kunne opprettholde en god selvrenging i vassdraget vil de viktigste tiltakene være å hindre tilførsel av partikler fra tilførselsledninger fra nærområdene, unngå erosjon i og langs vannstrengen og fjerne suspendert stoff (uorganiske partikler) fra vannet.

Det må planlegges tiltak som fjerner partikler ved alle større tilførsler til bekken. Mulige tiltak kan være naturlige filter, supersandfang eller regnbed. Vannstrengen må utformes slik at det er sedimentasjonsområder på de enkelte vassdragsavsnitt, som kan fange opp suspendert materiale og opprettholde en god selvrengingsevne i vassdraget.

Når en stor andel av det suspenderte stoffet er fjernet kan bruk av dammer, terskler og åpne vannspeil bidra til å bedre kvaliteten på vannet og gi vassdraget viktige natur og opplevelseskvaliteter.

Valg av og utforming av tiltak er avhengig av forventede vannmengder. Ved beregning og vurdering av oppbygging av blant annet naturlige filter vist i forprosjekt til Fredlybekken, øvre del, er det brukt en vannmengde på 50 l/s. Den kapasiteten vil være tilstrekkelig for 80 % av gjennomsnittsåret. I perioder med mer vann vil overskytende vann gå utenom filteret.

7.1 Partikkelfjerning

På grunn av partikkelinnholdet i vannet som drenerer til Fredlybekken anses det som svært viktig å ha en form for partikkelfjerning før vann slippes ut i bekken. Partikkelfjerning må etableres så nær kilden som mulig.

Reduksjon av partikkelbelastningen i vassdraget og ivaretagelse av naturlig selvrenging vil være de viktigste tiltakene for å få en akseptabel vannkvalitet i Fredlybekken. Partikkelfjerning vil også bidra til å holde tilbake en stor andel fosfor som ellers vil kunne nå bekken. Utformingen/oppbyggingen av tiltaket og delvis arealstørrelsen er avgjørende for hvilke partikler som fjernes.

Generelt gjelder for naturlige filter at jo større de er, jo bedre renseseffekt. Oppbygging med finstoff (hydrofile jordtyper) gir bedre renseseffekt på små partikler enn oppbygging med mye sand. Oppbygging må ivareta både rensenebehov og hydraulisk kapasitet.

Partikkelfjerning kan gjøres på forskjellige måter. Hvilken løsning eller kombinasjoner av løsninger som velges er avhengig av blant annet lokale forhold, vannmengden og arealtilgang. I avsnittene under blir det presentert mulige tiltak. I kapittel 8 blir det foreslått konkrete tiltak ved ulike lokasjoner i bekken

7.1.1 Erosjon

Ved erosjon graver vannet ut masser langs bekken, som medfører økt partikkelinnhold (jord) i vannet. Det er en forutsetning for god vannkvalitet at bekken erosjonssikres slik at erosjon i og ved vassdraget hindres. Dette må være et viktig tema under utforming av den fremtidige vannstrengen.

7.1.2 Regnbed – naturlig filter

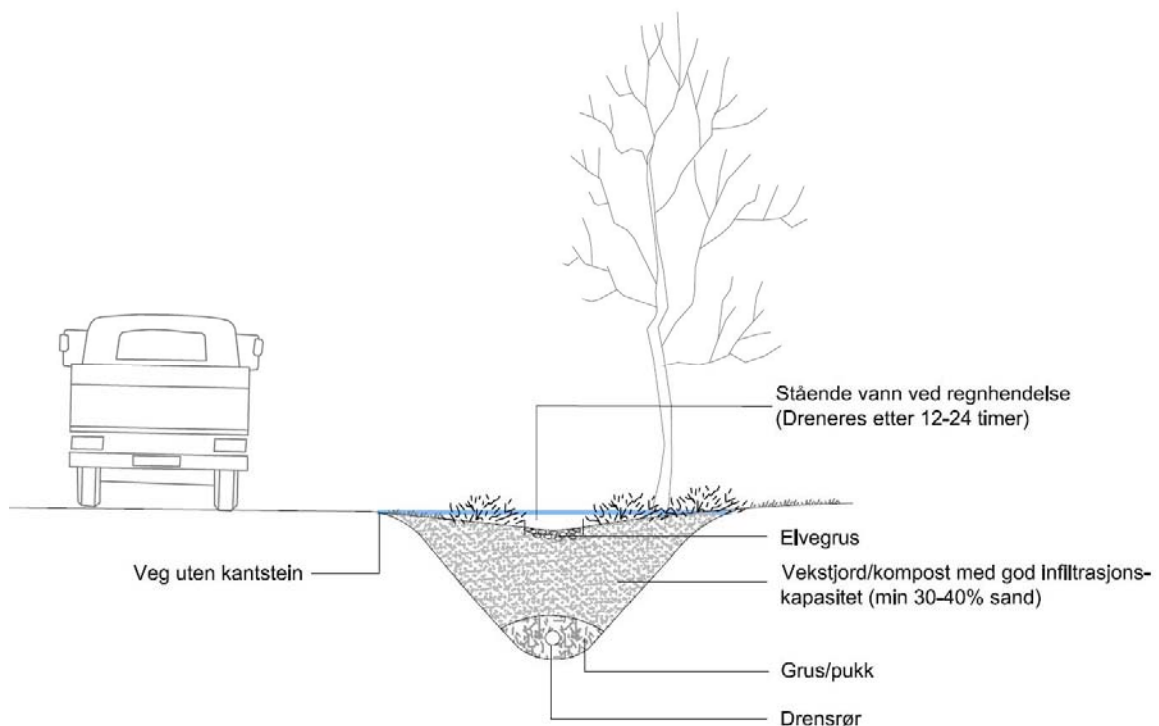
Et regnbed er en nedsenkning i terrenget med beplantning. Regnbed har ut fra dimensjonering ulik kapasitet og kan brukes til å rense overvann fra mindre områder. Regnvann strømmer inn fra takrenner, asfalterte plasser og grøfter og fyller opp regnbedet. Her står vannet en kort stund før

vannet trekker ned i jorda. Et regnbed har ikke permanent vannspeil og skal drenere innen 12-24 timer etter siste regnhendelse. Siden vanndybden er ca 20 cm og kun varer i kort tid, regnes ikke regnbed som farlige for små barn. Regnbed er heller ikke naturlig biotop for mygg. Det kan benyttes elvegrus i regnbedet, eller annet bunndekke og vegetasjon (erosjonssikker). Bunndekke er avhengig av kalkulert vannhastighet i bedet/grøfta. Vegetasjon kan bidra til å dempe hastigheten på vannet om ønskelig, og vil også fordrøye vannet lengre. Jordlaget i bedet bør ha minimum 3-5 % leire, 30-40 % sand og minimum 5 % organisk materiale, gjerne et kompostbasert jordprodukt.

Overflatevann fra urbane områder og særlig tette flater inneholder partikler, næringsstoffer, metaller, organiske forbindelser. I tillegg til å fungere som en fordrøyning for avrenningen, har regnbed også en god renseseffekt på mange av stoffene i overvannet. Forventet renseseffekt gjennom et regnbed vil være til dels avhengig av vannets sammensetning, men tabell gir en god indikasjon på forventet renseseffekt.

Tabell 7: Typisk forventede renseseffekter gjennom regnbed (Davies m.fl. 1998, Muthanna m.fl. 2007)

Total fosfor	70%-83%
Metaller (Cu, Zn, Pb)	93% - 98%
TKN	68% - 80%
Suspendert Stoff	90 %
Organiske stoffer	90 %
Bakterier (TKB)	90 %



Figur 4: Prinsipp for oppbygging av regnbed, her vist eksempel langs veg

Ved typisk dimensjonering brukes 5-7 % av nedbørsfeltet til regnbed. Med over 400 hektar areal i Fredlybekken nedbørsfelt er det ikke mulig å etablere et så stort regnbed ved innløpet til bekken. En boligtomt med ca 100 kvm tette flater (hustak, asfaltareal, mm) bør ideelt sett ha 5-7 kvm naturlig filter for å få god rensing. Det kan være fordelaktig å bygge flere regnbed i nedbørsfeltet til bekken, både oppstrøms og nedstrøms Utleirvegen. Eksempelvis kan regnbed anlegges ved parkeringsplassen til Nardosenteret, og i borettslag rundt bekken.

På denne måten kan vannet fordrøyes og renses før det når bekken. Fordrøyningen av vannet vil også være fordelaktig da dette gir en mer jevn vannføring i bekken, reduserer flomtopper og øker vannføringen på tørre dager.

7.1.3 Våtmarksfilter – naturlig filter

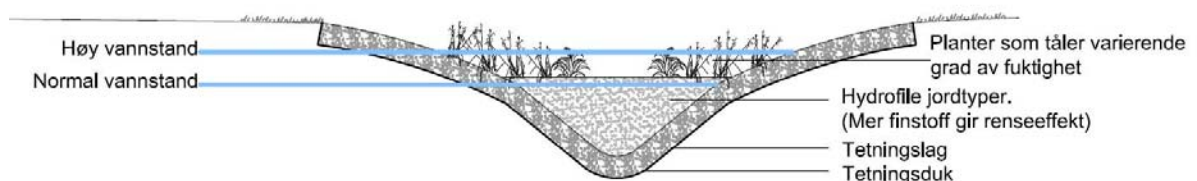
Våtmarksfiltre har etter hvert fått stor anvendelse bl.a. for å holde tilbake næringssalter og partikler i mindre bekker som drenerer jordbruksområder. Våtmarksfiltre består av et sedimentasjonsbasseng hvor vannet får nødvendig oppholdstid til at partiklene sedimenterer. Dette følges så av 1-2 grunne basseng hvor det plantes inn egnet vegetasjon (stedegen). Vegetasjonen tar opp næringssaltene (primært fosfor) og bygger opp plantemateriale/biomasse. På overflatene av den delen av vegetasjonen som står under vann etablerer det seg en biofilm av alger, sopp og bakterier. Disse tar også opp fosfor og bryter ned løste organiske forbindelser og fungerer som et biologisk filter for bl.a. fosfor.

Det er begrenset med tilgjengelig areal ved innløpet til bekken, slik at det ikke er mulig å anlegge et større våtmarksområde. Et mindre område med våtmarksfilter vil likevel bidra positivt. Samtidig bør det etableres lignende anlegg andre steder i nedbørsfeltet.

Det kan anlegges filter med eller uten vannspeil. Våtmarksfilter har en mettet sone og som oftest et permanent vannspeil med lav dybde, mindre enn 30-40 cm, og våtmarksplanter. De egner seg godt til partikkelfjerning og kan være en god fosforfjerner hvis de er laget riktig. Den viktigste designparameteren i et våtmarksfilter vil være oppholdstid i forhold til kapasitet. Det er viktig å sikre oppholdstid i filteret og hindre kortslutninger, da dette vil redusere renseevnen til filteret.

Prinsipp for oppbyggingen av et våtmarksfilter er vist i Figur 5. Det er viktig med et tettesjikt i bunnen og et lag med hydrofile jordtyper (jord med mye finstoff) over tettesjiktet. Det jordlaget bygges opp av masser som er tilpasset behovet og funksjonen på hvert enkelt sted. Veldrenerende masser kan ha minimum 30 % sand og 5 % organisk stoff. Dersom det også skal ha en renseeffekt for fjerning av fosfor, kan det legges inn 2 % stålull i sand/jordmassene.

Våtmark uten vannspeil kan minske insektproblematikk, men vil være mer problematisk ved høy vannføring. Det vil også være ulik vegetasjon som egner seg. Ved å ha et filter uten vannspeil unngår man risiko for barn som leker i området. Med overflategjennomstrømming vil vanndybde og sikkerhet være viktig. Grunt vann er gunstig for sikkerhet, men øker faren for mygg, så dette blir en avveining.



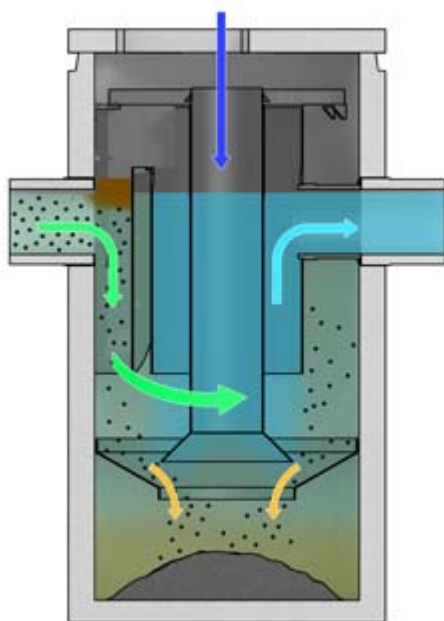
Figur 5: Prinsipp for oppbygging av våtmarksfilter.



Foto viser eksempel på våtmarksfilter ved Nansenparken på Fornebu

7.1.4 Supersandfang

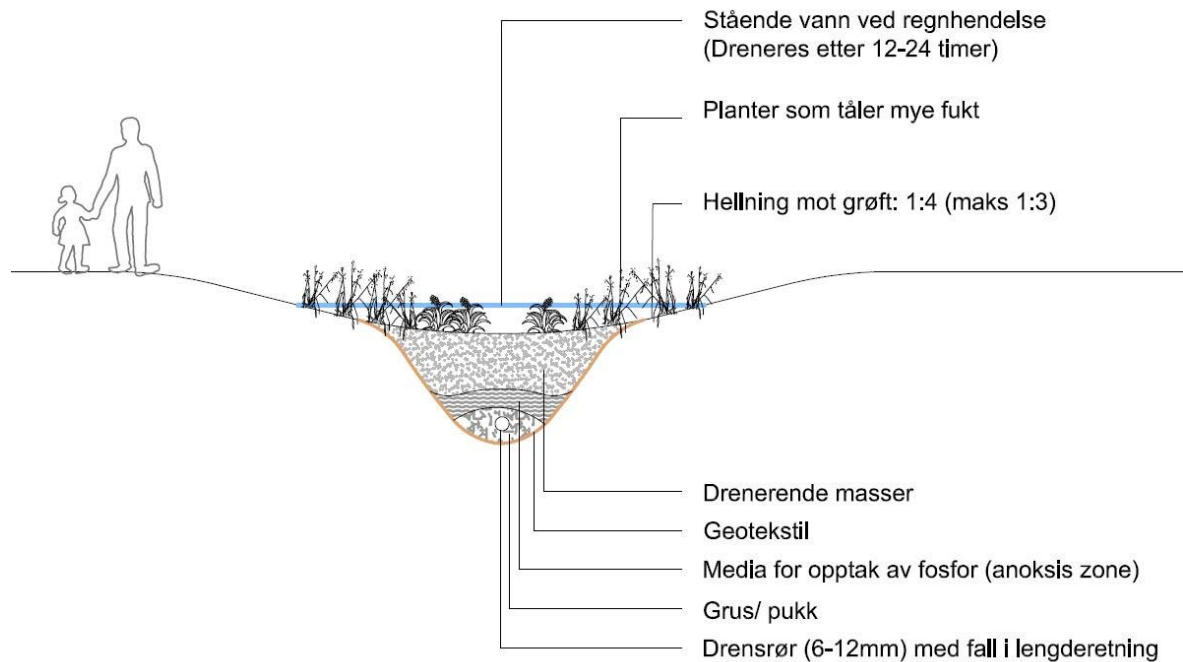
Supersandfang er et begrep som brukes om spesielle sandfang med økt separeringskapasitet. Supersandfang er et aktuelt tiltak på steder der store overvannsledninger har utløp til bekken og hvor det forventes partikkeltransport. Overvannet ledes gjennom supersandfanget som separerer partikler før overvannet ledes videre ut i bekken. Figur 6 viser et eksempel på et supersandfang. Supersandfang leder vannet i en sirkelstrøm som øker avskillingskapasiteten. Sandfangene er utformet slik at sedimenterte partikler ikke blir re-suspendert ved stor vannføring. Supersandfang må tømmes når tanken blir full, dette gjøres på samme måte som vanlige sandfang via sjakten i midten. Utover tømning, 2-4 ganger per år er det lite vedlikehold forbundet med løsningen.



Figur 6: Downstream defender (eksempel på supersandfang) (hydro international <http://www.hydro-int.com/uk/products/downstream-defender?s=1&r=>)

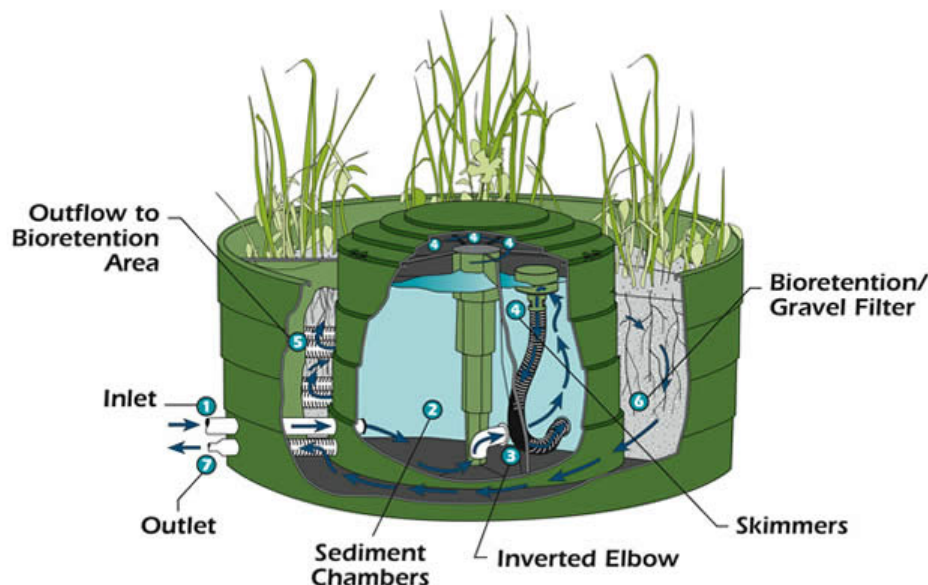
7.1.5 Andre løsninger

Det anbefales at det gjøres en mer detaljert studie av lokale løsninger i boligfelt og langs veier for rensing av overvann fra tette flater. Vannkvaliteten i bekken vil kunne forbedres mye med rensing av deler av overvannet. Infiltrasjonsløsninger vil også bidra til fordrøyning av vannet slik at det blir et jevnere tilsig til bekken. Det er foreslått pukkgrofter fra boliger langs Gimlevegen og Tors veg og ned mot bekken. Nedre deler av disse grøftene, og eventuelt grøfter langs bekken på en eller begge sider kan utformes som regnbed og vil bidra positivt til vannkvaliteten.



Figur 7: Prinsipp for regnbed med fosforfjerning

Mest aktuelt her er rensing ved hjelp av infiltrasjon i regnbed, infiltrasjonsgrøfter og eventuelt grønne tak. Det kan også vurderes høybelastede filter for rensing av vegavrenning. Det finnes flere gode eksempler på rensesystemer og høybelastet filter som installeres i sandfang eller som separate kummer direkte på rørsystemet. De fleste av disse har en kombinasjon av sedimentering, filtrering, adsorpsjon og evt. nitrifikasjon/denitrifikasjon. En skisse av et slikt system er vist i figuren under.



Figur 8: Eksempel på høybelastet rensekum for overvann i sammenkobling med et regnbedinfiltrasjonssystem (StormTreat)

7.2 Vannspeil og terskler

En av utfordringene for Fredlybekken er at det i perioder er lite vann. Ved uttørking kan det biologiske livet som vi ønsker å ha i bekken få problemer. Terskler og vannspeil vil holde på vannet, slik at bunndyrene kan overleve selv om bekken ellers er tørr. Bunndyrene lever på og i substratet i bekkebunnen. De trives i et variert substrat fra grov sand - grus til stein med størrelse fra 3-4 mm og oppover. Substratet bør ha en tykkelse på 10 – 40 cm.



Foto viser eksempler på vannspeil og terskler, med både naturlige og bymessige sidearealer

7.3 Dammer

Dammer gir klarere vann, biologisk variasjon og en bedre opplevelse av vassdraget. En annen viktig funksjon dammene har er at det bidrar til fordrøyning. Vannplanter bør plantes i dammene som naturelement og for å ta opp fosfor. Ved lite vann og eventuelle lekkasjer fra avløpsledninger langs vassdraget, kan konsentrasjonen av biotilgjengelig fosfor bli slik at algevekst blir et problem. Det er derfor viktig å begrense fosforbelastningen så mye som mulig. En forutsetning for dammer er at vannet ikke har store mengder partikler.



Foto viser dam med god vannkvalitet og god vanngjennomstrømning, og eksempel på dårlig vannkvalitet, med innslag av kloakk og mye algevekst (til høyre).

7.4 Kantvegetasjon

Stillestående vann øker risikoen for eutrofiering (algevekst). Ved å begrense sollyset på steder vannet står stille kan man bidra til å unngå dette problemet. Slike steder bør kantvegetasjon benyttes til å skape skygge. Planting av busker og trær vil også bidra til å hindre erosjon som er positivt med tanke på partikkeltilførsel til bekken.

7.5 Valg av planter

Hensikten med plantene er at disse tar opp fosfor fra vannet, framfor at fosforet bidrar til algevekst. Det dannes overflater med biofilm på vegetasjonen. Selvrensingen øker med økt biofilmooverflate.

Når det gjelder valg av planter anbefales det å benytte stedegne (lokale) plantearter. Sumpplanter har store overflater under vann og kan derfor ta opp mye fosfor. Disse kan brukes på grunt vann. Aktuelle arter kan være dunkjevle, takrør, sjøsivaks og man kan prøve pollsivaks og *Glyceria maxima* (egentlig innført forplante), men også starrarter som *Carex rostrata*, *C. aquatilis* og *C. acuta* er godt egnet i overrislingssoner. Alle disse artene er lett å få til å vokse meget godt. Dess bedre vekst dess bedre fosforopptak. Veksten avspeiler tilgangen på biotilgjengelig fosfor i vannet. Hvis det blir for mye vekst kan man sette inn skjøtselstiltak, eller redusere tilgangen på sollys ved anleggelse av kantvegetasjon. Ønsker man innslag av blomsterplanter er kattehale og iris fine, og skogsivaks er dekorativ. Elvesnelle er også anvendelig.

På litt dypere vann (> 50 cm) kan andre vannplanter prøves. Både elodeider og flytebladsplanter er egnet. For eksempel potamogeton-arter som hjertetjønna har mye bladmasse (og stor overflate for biofilm). Andre arter som kan brukes er *P. lucens* og *P. pectinatus*, men disse krever ofte en mer kalkrik vannkvalitet.

Et viktig tiltak som er nevnt tidligere for å hindre partikulært materiale å renne ned/ut i elv, er etablering av en effektiv kantvegetasjon ved hjelp av planting av busker og trær langs bekken. Til dette brukes stedegne planter som or, svartor, selje og andre vierarter.

7.6 Variasjon i utforming

Det anbefales å sikre mest mulig variasjon i utformingen av de enkelte vassdragsavsnittene fra kilden ved toppen av dalen ved Utleirvegen - og ned til Nidelva. Med tanke på biologisk mangfold, bunndyrgrupper og andre organismer som vi ønsker å ha i bekken er det en fordel med varierte strømnings- og dybdeforhold og det bør legges til rette for en god innblanding av oksygen i bekken.

For å oppnå varierte strømningsforhold er det viktig, så langt som mulig, å ikke ha en rett og uniform kanal. Det bør legges inn terskler og svinger i bekken, det bør være varierende fall, og varierende substrat/steinstørrelser. Tverrfallet på bekkebunnen kan også variere. Kantvegetasjonens utforming og plassering må også planlegges, videre bør det være steiner i bekken som står opp av vannstrømmen og lager turbulens og et variert strømbilde. Dette vil lette passering (hoppesteiner) og gi fugl og insekter landingsmuligheter.



Foto viser variasjon i bekkeløpet, med svinger og terskler som tilfører oksygen til vannet.

8. Tiltak i forskjellige deler av bekken

Som nevnt i kapittel 7 er det en rekke ulike tiltak som kan bidra til god og bedret vannkvalitet. Fredlybekken vil når den åpnes, renne gjennom områder med ulik karakter, delvis gjennom naturpregete områder og delvis gjennom områder med mer parkmessig og urbant preg. Under er det beskrevet hvilke tiltak som anbefales for ulike deler av Fredlybekken. Delområdene referer til kartet vist i Figur 1, s. 4. Del 2 og del 6 er ikke omtalt da de går i rør/kulvert. For del 1, foss og utløp i Nidelva er det ikke foreslått særskilte tiltak.

8.1 Del 7, Utleirvegen til Ullins veg

Ved starten på bekken ved Utleirvegen planlegges det supersandfang og et våtmarksfilter uten vannspeil som skal fjerne partikler fra overvannet. Vannet går først gjennom supersandfangene. Supersandfangene har god rensing ved vannføringer på opp til 640 l/s, ved større vannføringer minker rensesgraden (større vannføringer forekommer i om lag til sammen 53 minutter i et gjennomsnittsåret). Våtmarksfilteret renses en vannføring på 50 l/s som vil dekke 80 % av gjennomsnittsåret. Filteret vil renses normalvannføringen. Den anlegges overvannsrør rundt våtmarksfilteret som leder større vannføringer rett ut i bekken.

Noen meter nedenfor filteret anlegges en liten dam der restpartikler kan sedimentere før vannet går videre i bekken. Det anlegges kantvegetasjon både rundt våtmarksfilteret og dammen for å redusere eutrofieringsrisikoen.

Etter dammen kommer en del av bekken med godt fall. Her er det gode muligheter for å skape variasjon i og langs vannstrengen. Det kan bygges små fossefall (rislepartier) og terskler og det anlegges noen små dammer. En bør også få frem egnet kurvatur i vannstrengen og utnytte denne til å lage avstand/nærhet til turvei/ bebyggelse med mer.

Det planlegges regnbed i grøfta langs turstien. Mindre tilførsler av overvann fra boligene i området føres via en drengroft/pukkstreng og ned til regnbedet før det slippes ut i bekken. Denne pukkstrengen og regnbedet må tettes med fiberduk for å unngå at leire som vaskes ut av grunnen tetter grøftene. For pukkstrenger fra motsatt side av bekken kan det anlegges mindre regnbed nede ved bekken.

8.2 Del 5 Nidarvoll skole

Øst for Nidarvoll skole er det lite plass og svært lite fall i bekken. Her planlegges det en støpt kanal på en kort strekning, ca 40 meter, mellom utløpet fra lukket bekk/rør og til en mer naturlig utformet bekk. I kanalvertsnittet, som er utformet for å ha tilstrekkelig kapasitet i flomsituasjoner, kan man oppnå variasjon ved å variere bredden, ha bølgeformet bunn faststøpte/fastgyste steiner eller små terskler der vann blir holdt igjen så bunnen ikke tørker helt ut. Dette kombinert med et variert substrat (underlag) og varierende tverrfall kan gi en vannstreng som under normale vannføringsforhold får en svinget utforming. Utformingen i seg selv, godt vannmiljø, lydbilde fra vannet, spesiell lyssetting og oppholdsplasser langs kanalen vil kunne gi positive opplevelser.

8.3 Del 4 Nidarvoll skole til Bratsbergvegen

I denne delen av bekken er det også lite fall, men det er rom for å legge inn svinger i bekken for å skape litt variasjon i strømningsforholdene. Etter utløpet fra kanalen anlegges det en dam. Denne bidrar til å minke vannhastigheten etter den støpte kanalen. Etter dammen etableres det noen små terskler. Det plantes kantvegetasjon rundt dammen for å skape skyggepartier for å hindre at vanntemperaturen i bekken blir for høy.

8.4 Del 3 Bratsbergvegen til E6/Omkjøringsvegen

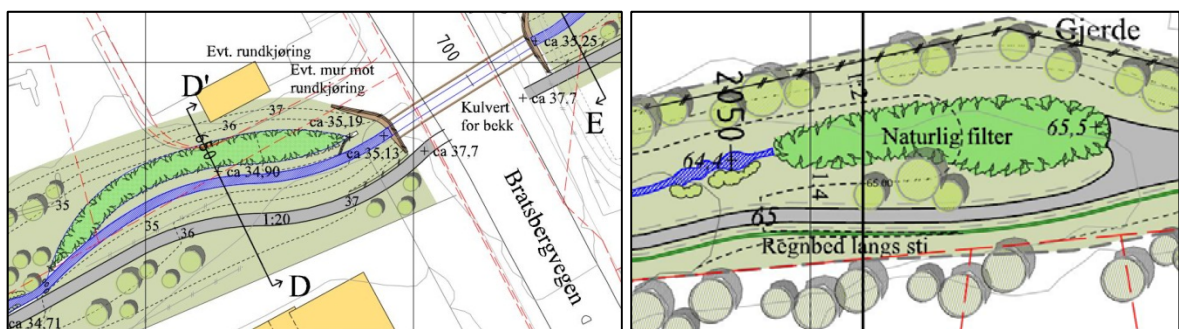
Også på denne strekningen er det lite fall. Øvre del av dette strekket kan utformes som del 4. I nedre del er det i gjeldende reguleringsplan vist løsninger for bekken med mer parkmessig og urbant preg med mindre innslag av vegetasjon. Tiltak som er omtalt for kanalløsningen i del 5 kan også benyttes

her. I tillegg kan det i eller langs vannstrengen være kunstinnslag, og det kan vurderes å etablere vannspeil med mulighet for mindre areal med skøyteis vinterstid.

8.5 Påslipp til bekken

Ved større påslipp til bekken bør det settes inn tiltak for å hindre for å hindre partikler i å nå bekken.

- Før åpen bekk starter kan det settes inn noen tiltak for bedring av vannkvalitet. Ved Nardosenteret er det fall mot et grøntareal ved Utleirvegen. Her anbefales det å anlegge et regnbed. Ved ombygging av Utleirvegen anbefales det å bygge regnbed i midtrabattene. Disse tiltakene vil gi bedre utgangspunkt for vannkvaliteten i bekken.
- Supersandfang foreslås anlagt på østsiden av Utleirvegen der det kan bygges adkomst for tømming av dem.
- Yggdrasilvegen 9 og 11: Påslippet er lite og det kan enkelt håndteres. Overvannsledning legges om så vannet må passere gjennom våtmarksfilteret før det går ut i bekken.
- Det anlegges grøfter med regnbed langs stien ved bekken. Overvann fra boliger ved bekken føres inn i regnbedene og videre ut i bekken. Der det ikke er plass til regnbed føres overvannet via en åpen steinsatt grøft ut til bekken.
- Boliger langs Tors veg og Gimlevegen: Det foreslås pukkgrofter fra boliger langs bekken (del 7) og ned mot bekken. De nedre delene av disse grøftene kan utformes som regnbed. Der det er for bratt, kan det vurderes langsgående grøfter med regnbed som langs turvegen.
- Ullins veg: Dette er et påslipp fra en større overvannsledning. Her anlegges et supersandfang som renser overvannet før det føres videre til bekkekulverten.
- Nidarvoll barnehage: Det anbefales at det anlegges et regnbed nedenfor Nidarvoll barnehage som renser overvannet før det slippes på bekkekulverten.
- Klæbuveien 217: Her er det et søkk i terrenget. Det må settes inn inntak som fører overvann til kulverten. Det kommer også en større overvannsledning fra Stubbanvegen hit. Det anlegges et supersandfang som renser overvannet fra Stubbanvegen før det føres videre til bekkekulverten.
- Nidarvoll skole: Ved bygging av ny skole anbefales et åpent overvannssystem på skoletomta der vannet føres til bekken gjennom åpne løsninger.
- Bratsbergvegen: Dette er et påslipp fra en større overvannsledning fra Bård Iversens veg. Her anlegges et supersandfang som renser overvannet før det føres ut i et regnbed og videre til den åpne bekken.
- Sluppen næringsområde: Ved utbygging av området anbefales det at det benyttes åpne overvannsløsninger som fører vannet på overflata og ut til bekken.



Figur 9: Eksempel fra forprosjektet, regnbed ved Bratsbergvegen og naturlig filter ved Utleirvegen med regnbed langs turvegen.