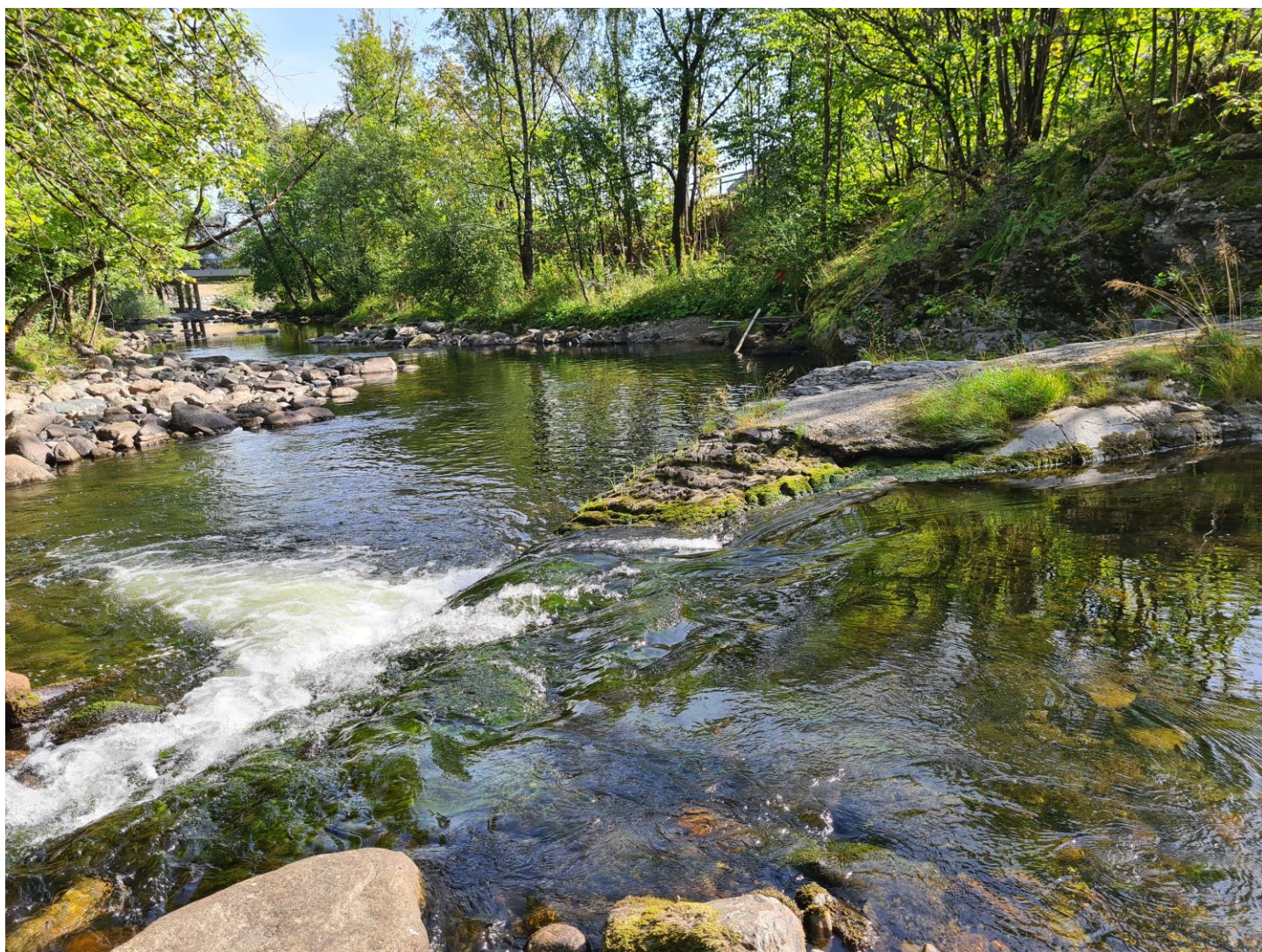


Vassområde Hallingdal

## ► **SIPA**

En indeks for vurdering av eutrofiering basert på en kombinasjon av indeksverdier for påvekstalger og terskelindikatorer

Oppdragsnr.: 52302286 Dokumentnr.: 01 Versjon: J02 Dato: 2023-12-18



**SIPA**

En indeks for vurdering av eutrofiering basert på en kombinasjon av indeksverdier for påvekstalger og terskelindikatorer

Oppdragsnr.: **52302286** Dokumentnr.: **01** Versjon: **J02**

**Oppdragsgiver:** Vassområde Hallingdal

**Oppdragsgivers kontaktperson:** Elin Merete Blixhavn

**Rådgiver:**

**Oppdragsleder:** Trond Stabell

**Fagansvarlig:** Trond Stabell

**Andre nøkkelpersoner:** Leif Simonsen

J02	2023-12-18	Til bruk	Trond Stabell	Leif Simonsen	Trond Stabell
A01	2023-12-01	Til gjennomsyn	Trond Stabell	Leif Simonsen	Trond Stabell
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

## ► Sammen drag

I 2013 ble Periphyton Index of Trophic status (PIT) introdusert i Klassifiseringsveileder 02:2018 «Klassifisering av miljøtilstand i vann». Formålet med indeksen i den sammenhengen var å kunne vurdere økologisk tilstand i rennende vann ut fra påvirkningen eutrofiering.

Etter 10-års bruk har vi gjort en evaluering av indeksens sterke og svake sider. En av hovedutfordringene med den er at den skiller lite mellom upåvirkede og svakt påvirkede lokaliteter, og at klassegrensene er de samme for alle lokaliteter med et kalsiuminnhold høyere enn 1 mg/l. Denne gjennomgangen av PIT resulterte i utviklingen av en ny indeks for påvekstalger, kalt «SIPA» («Slektsbasert indeks for påvekstalger»). Klassegrenser for denne nye indeksen er satt på bakgrunn av rapporterte data i portalen Vannmiljø for total fosfor, kalsium, PIT og bunndyrindeksen ASPT i perioden 2012 – 2022. For å øke følsomheten til indeksen har vi kombinert indeksverdier med terskelindikatorer. Det betyr at de algene vi har vurdert som de beste indikatorene for næringsfattige og næringsrike lokaliteter fungerer som terskelindikatorer ved at de snevrer inn antall oppnåelige tilstandsklasser.

Ved å sammenholde forekomsten av ulike påvekstalger mot andre parametere i portalen Vannmiljø, ble klassegrensene for SIPA strengere enn de for PIT. Vår intensjon er ikke å erstatte PIT, men at SIPA kan fungere som et supplement i tolkingen av resultater fra analyser av påvekstalger.



## Innhold

<b>1</b>	<b>Bakgrunn</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Klassegrenser i PIT</b>	<b>6</b>
2.1	Sammenhengen mellom total fosfor og PIT	6
2.2	Sammenhengen mellom ASPT og PIT	8
2.3	Fastsettelse av grenseverdi mellom tilstandsklassene <i>svært god</i> og <i>god</i> .	9
2.4	Fastsettelse av grenseverdi mellom tilstandsklassene <i>dårlig</i> og <i>svært dårlig</i> .	9
2.5	Forslag til fastsettelse av nye klassegrenser for PIT	10
<b>3</b>	<b>Indikatortaksa i PIT</b>	<b>12</b>
3.1	Taksonomiske utfordringer	12
3.2	Indikatortaksa som også forekommer i plankton	12
3.3	Indikatortaksa som ikke er påvekstalger	13
3.4	Indikatortaksa som vokser på andre påvekstalger	13
3.5	Slekter med mange indikatortaksa	13
<b>4</b>	<b>Slektsbasert indeks for påvekstalger (SIPA)</b>	<b>14</b>
4.1	Hvordan bedre følsomheten til indeksen i næringsfattige lokaliteter?	14
4.2	Metodikk for å finne fosforoptimum til påvekstalger	14
4.3	Fastsettelse av laveste og høyeste SIPA-verdi	16
4.4	Terskelindikatorer i SIPA	16
4.5	Nye indikatortaksa i SIPA og fastsettelse av indikatorverdi for disse	17
4.5.1	<i>Kiselalger</i>	17
4.5.2	<i>Grønnalger</i>	18
4.6	SIPA, liste over indikatortaksa	19
4.7	Klassegrenser i SIPA	21
4.8	Variasjon i naturlig bakgrunnstilførsel	21
4.9	Bruk av terskelindikatorer	23
<b>5</b>	<b>Endelige klassegrenser i SIPA, inklusiv terskelindikatorer</b>	<b>24</b>
5.1	Tilstandsklasser i SIPA	24
5.2	Krav til data ved bruk av SIPA	25
5.3	Anvendelse og videre utvikling av SIPA	26
<b>6</b>	<b>Referanser</b>	<b>28</b>

## 1 Bakgrunn

I 2013 ble Periphyton Index of Trophic status (PIT) introdusert i Klassifiseringsveileder 02: «Klassifisering av miljøtilstand i vann». Formålet med indeksen var å kunne vurdere økologisk tilstand i rennende vann ut fra påvirkningen eutrofiering. Indeksen er basert på alle klasser av påvekstalger, unntatt kiselalger. I tillegg inneholder den enkelte taksa fra andre organismegrupper (sopp, bakterier, ciliater) (Schneider & Lindstrøm, 2011).

Påvekstalger, ofte også kalt begroingsalger, er alger som vokser på et underlag. I ferskvann er det vanligvis fosfor som er det begrensende elementet for algenes vekst. Noen arter av påvekstalger er i stand til å vokse selv ved svært lav tilgang på fosfor, mens andre arter krever en høyere konsentrasjon av dette elementet. Dersom fosforkilden kommer fra vannet, og ikke underlaget algene vokser på, bør derfor artssammensetningen av påvekstalger gi oss god informasjon om tilførselen av tilgjengelig fosfor ved en gitt lokalitet. Dette vil være nyttig fordi høy fosfortilførsel er nært knyttet til en forhøyet forekomst av planktonalger i innsjøer. En slik utvikling er kjent som *eutrofiering*, som ofte vil ha mange negative konsekvenser både for biologisk mangfold og for lokalitetens bruks- og rekreasjonsverdi.

I den gjeldende veilederen for klassifisering av vannforekomster (Direktoratsgruppa, 2018) er eutrofiering en av de oppgitte forurensningspåvirkningene. I innsjøer vil økt tilgang på fosfor resultere i økt biomasse av planktoniske alger og cyanobakterier, og økt fare for store oppblomstringer. Der kan vi altså vurdere graden av eutrofiering ved å se på forekomsten og artssammensetningen av planteplankton. I rennende vann utvikles ikke slike samfunn, men tilsvarende vurdering kan gjøres ved å analysere samfunnet av påvekstalger. De siste 10 årene har vi i Norge altså benyttet PIT for å vurdere den trofiske statusen for elver og bekker, og ut fra dette plassert dem i tilstandsklassene som anvendes i klassifiseringsveilederen. Internasjonalt er det vanligst å vurdere eutrofiering i rennende vann ved å undersøke den gruppen av påvekstalger som kalles kiselalger. Det er utviklet flere indekser for klassifisering på bakgrunn av artssammensetningen av kiselalger, hvorav den vanligste trolig er Trophic Diatom Index (TDI)<sup>1</sup>. Sammenliknet med disse er PIT en ny indeks. Siden 2013 har et stort antall vannregistreringer blitt samlet i portalen Vannmiljø, noe som nå gir en mulighet til å se hvordan indeksen PIT slår ut sammenliknet med andre parametere som er relatert til eutrofiering.

Etter mange års erfaring med indeksen PIT har vi fått et inntrykk av hvilke styrker og svakheter den har. I tillegg ga Vassområde Hallingdal tilbakemelding etter en undersøkelse om at PIT ikke så ut til å gi noe utslag der hvor de forventet at den ville gjøre det. Selv i lokaliteter hvor de var kjent med at det var en viss tilførsel av næringsstoffer, ble tilstandsvurderingen etter PIT *svært god*. Dette resulterte i at Vassområde Hallingdal søkte statsforvalteren i Viken om midler for å gå gjennom data i Vannmiljø, og se om det var mulig å hente ut informasjon fra analyser av påvekstalger som kunne gi bedre sensitivitet ved svak påvirkningen enn det så ut til at PIT gjorde.

En gjennomgang av alt materiale i Vannmiljø, samt egne erfaringer ved bruk av PIT, resulterte i utviklingen av en ny indeks som vi har kalt «SIPA» («slektsbasert indeks for påvekstalger»). Denne rapporten redegjør for bakgrunnen for at vi så behov for å lage en ny indeks, vi beskriver prinsippene indeksen er bygget opp på, og begrunner de fastsatte klassegrensene.

Vår intensjon er ikke at denne nye indeksen skal erstatte PIT. PIT ser ikke ut til å være særlig sensitiv til å fange opp svak påvirkning, og den havner sjelden i tilstandsklassene *dårlig* eller *svært dårlig*. SIPA har sannsynligvis langt strengere klassegrenser enn PIT, og ved å kombinere de to indeksene mener vi det vil bli lettere å komme med en korrekt faglig vurdering av den økologiske tilstanden i rennende vann.

<sup>1</sup> <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a7c318ae5274a25a9141149/stre2-e-e.pdf>

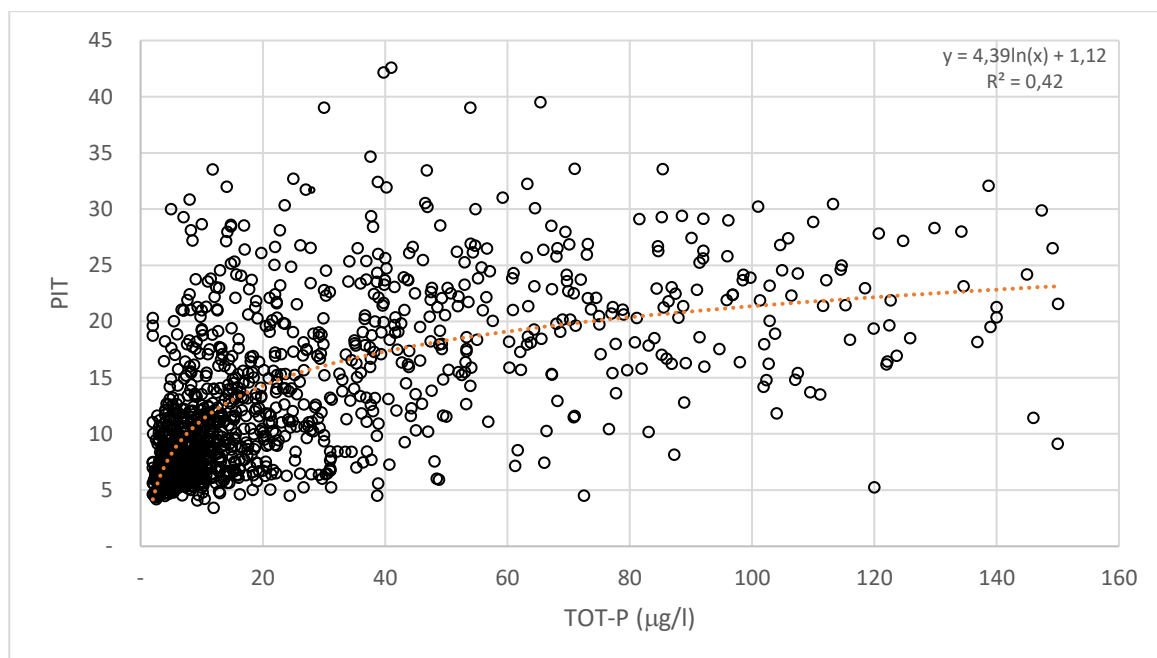
## 2 Klassegrenser i PIT

### 2.1 Sammenhengen mellom total fosfor og PIT

«Periphyton Index of Trophic status» (PIT) er basert på indikatorverdier for 153 ulike taksa av påvekstalger. Indikatorverdiene er koblet til konsentrasjonen av total fosfor (Tot-P) i lokalitetene hvor de har blitt funnet, og de beveger seg på en skala som går fra 1,87 til 68,91 (Schneider & Lindstrøm, 2011).

I det gjeldende klassifiseringssystemet for vannforekomster er det laget klassegrenser for total fosfor for en rekke ulike vanttper. Disse er karakterisert ved høyde over havet, innhold av kalsium og innhold av organisk materiale. For indeksen PIT er det kun to ulike sett av klassegrenser, ett for lokaliteter med et kalsiuminnhold lavere enn 1 mg/l og ett for de hvor kalsiuminnholdet er over 1 mg/l.

Indeksen for påvekstalger (PIT) har nå vært i omfattende bruk i over 10 år, og alle resultater importeres til databasen Vannmiljø. I et slikt stort datamateriale bør det være mulig å se hvor godt de fastsatte klassegrensene for denne indeksen samsvarer med de som er satt for total fosfor. For å undersøke dette hentet vi for hele Norge ut alle registreringer av total fosfor i rennende vann i perioden 2012 – 2021. Vi undersøkte så i hvilke av disse lokalitetene det i samme periode var registreringer av PIT, noe som totalt ga oss 1225 stasjoner. Ved videre databearbeiding benyttet vi både for Tot-P og PIT gjennomsnittsverdien av registreringene på hver stasjon. Sammenhengen mellom disse parameterne er vist i figur 2-1. For å unngå svært utypiske lokaliteter, har vi slettet 19 lokaliteter med Tot-P verdi høyere enn 150 µg/l. Det er ikke åpenbart hva slags regresjon som er den beste mellom total fosfor og PIT. I og med at PIT har en maksimalverdi på 61, mener vi en avflatende kurve mot høye Tot-P verdier er det mest korrekte. Potensregresjon og logaritmisk regresjon framstår derfor som mer naturlig å benytte enn lineær regresjon. Det var også disse som viste best samsvar med datasettet i form av høyest  $r^2$ -verdi (tabell 2-1).



Figur 2-1. Sammenhengen mellom total fosfor (Tot-P) og påvekstalgeindeksen PIT. Data er hentet fra portalen Vannmiljø i perioden 2012 – 2021.

Tabell 2-1. Sammenhengen mellom total fosfor (Tot-P) og påvekstlgeindeksen PIT. Regresjonsanalyse av datamaterialet i figur 2-1.

Regresjon	Formel	R <sup>2</sup>
Lineær	$PIT = 0,142(TOT-P) + 9,285$	0,34
Potens	$PIT = 4,525(TOT-P)^{0,338}$	0,42
Logaritmisk	$PIT = 4,394 \ln(TOT-P) + 1,125$	0,42

I datamaterialet vi har benyttet for PIT-verdier, har vi ikke gjort noe forsøk på å sortere hvilke registreringer som stammer fra hvilken elvetype. Som en første tilnærming mot å vurdere klassegrenser for PIT ut fra dette datasettet, har vi for Tot-P benyttet gjennomsnittet av grenseverdiene for de ulike elvetyperne (Tabell 2-2). I denne beregningen har vi utelatt høyderegionen fjell, og slått sammen elvetyper med samme klassegrenser for fosfor. Alle grenseverdiene har blitt vektet likt for å komme fram til dette gjennomsnittet.

Tabell 2-2. Gjeldende klassegrenser for total fosfor i ulike elvetyper slik de er angitt i klassifiseringsveileder 02:2018. Verdier for Tot-P ( $\mu\text{g/l}$ ).

Vanntype	Svært god	God	Moderat	Dårlig
R-N1/R-N4	15	25	38	65
R-N2	11	17	30	60
R-N3	17	24	45	83
R-N5/R-N6	8	15	25	55
R-N9	13	20	36	68
R108/R110	20	29	58	98
Gjennomsnitt	14,0	21,7	38,7	71,5
R-N7	5	8	17	30
R303,306	8	12	25	40

Hvis vi i neste omgang benytter disse fosforverdiene som utgangspunkt for grenseverdier til PIT, får vi fra formlene i tabell 2-1 et resultat som vist i tabell 2-3. Sammenlikner vi disse grenseverdiene med de som gjelder i dag, ser vi at det kun er grenseverdien mellom tilstandsklassene *god* og *moderat* som viser et godt samsvar. Grenseverdien for *svært god* ligger klart høyere når regresjon mot fosforverdier benyttes, mens grenseverdien for klasse *dårlig* og *svært dårlig* ligger vesentlig lavere.

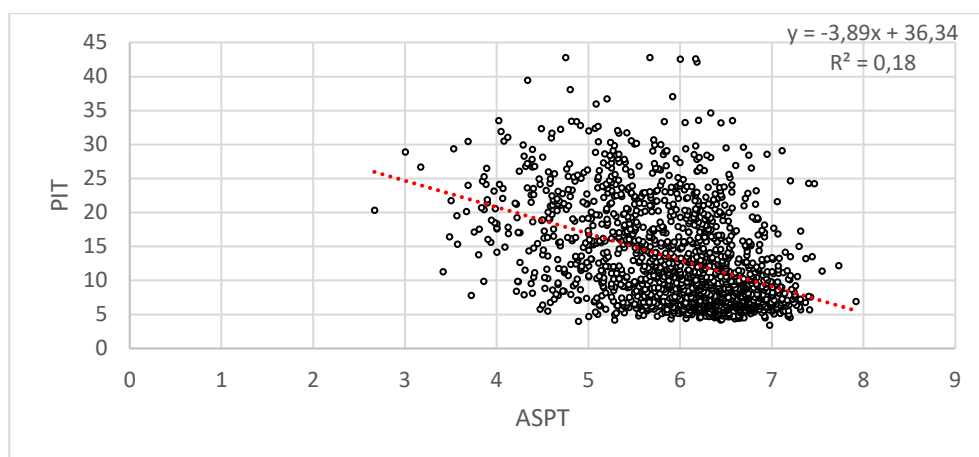
Tabell 2-3. Klassegrenser for PIT dersom klassegrensene for Tot-P og regresjon mellom Tot-P og PIT legges til grunn.

	TOT-P	PIT, potensreg.	PIT, logaritmisk	PIT (ny), gjennomsnitt	PIT, gjeldende grenseverdier
SG	14,0	13,5	12,7	13,1	9,5
G	21,7	15,6	14,6	15,1	16
M	38,7	19,0	17,2	18,1	31
D	71,5	23,4	19,9	21,6	46

## 2.2 Sammenhengen mellom ASPT og PIT

Ved å analysere samfunn av bunndyr kan vi også få en indikasjon på hvor næringsfattig eller næringsrik en elv eller bekk er. I klassifiseringsveilederen benyttes for bunndyr gjennomsnittsverdien (ASPT; average score per taxon) for indeksen BMWP (British Monitoring Working Party) (Armitage og medarb., 1983) og vår oppfatning er at klassegrensene for denne indeksen ser ut til å være satt korrekt. Indeksen ASPT gir informasjon om påvirkning av organisk materiale heller enn om næringsstoffer, men ofte er det god korrelasjon mellom disse. Selv om bunndyr og påvekstlger ikke gir informasjon om akkurat samme type påvirkning, bør det derfor i et stort datamateriale være en sammenheng mellom dem. Dette kan vi utnytte til å evaluere forslaget til de justerte klassegrensene for PIT vi kom fram til over.

Som vi ser av figur 2-2 er det en viss overensstemmelse mellom ASPT og PIT. En lineær regresjonsmodell ser ut til å være det beste valget i dette tilfellet. Grenseverdiene for ASPT er satt ved 6,8, 6,0, 5,4 og 4,2. Bruker vi formelen for lineær regresjon i figur 2-2 gir det følgende grenseverdier for PIT: 9,9 – 13,0 – 16,1 – 19,2.



Figur 2-2. Sammenhengen mellom bunndyrindeksen ASPT og påvekstlgeindeksen PIT. Data er hentet fra portalen Vannmiljø i perioden 2012 – 2021.

For grenseverdien mellom klassene *svært god/god* og *god/moderat* var det brukbart samsvar mellom de gjeldende grenseverdiene og de vi oppnådde ved bruk av regresjonslikninger mellom PIT og henholdsvis Tot-P og ASPT. Disse regresjonene ga imidlertid vesentlig lavere grenseverdier mellom klassene *moderat/dårlig* og *dårlig/svært dårlig* (tabell 2-4). Dette indikerer at disse grensene i dag er satt for høyt.

Tabell 2-4. Klassegrenser for PIT basert på regresjonslikninger for Tot-P og PIT, og for ASPT og PIT. Gjeldende klassegrenser er angitt med standard fargekode, mens de to alternative settene er markert med lysere fargetone.

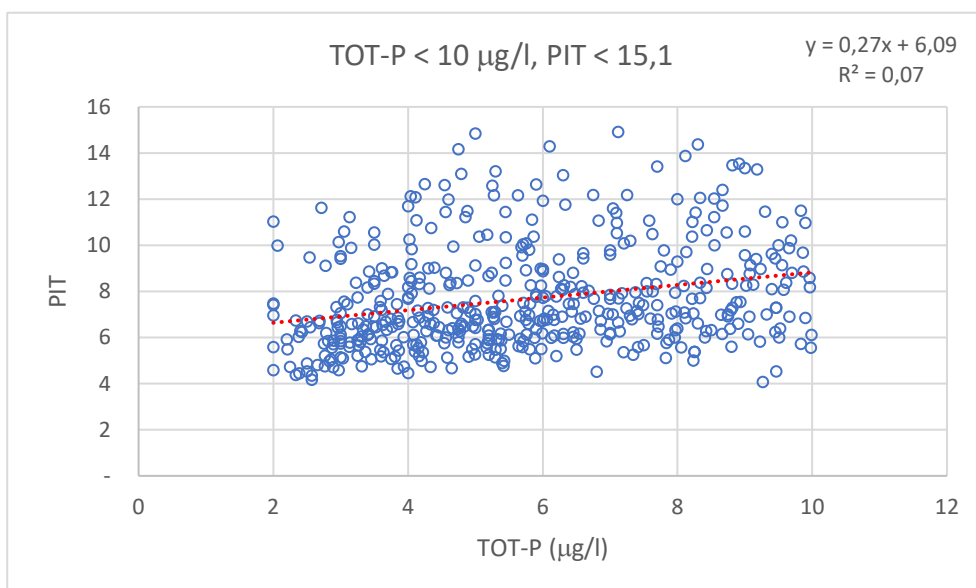
Kvalitets-element	Referanseverdi	I (Svært God)	II (God)	III (Moderat)	IV (Dårlig)	V (Svært dårlig)
PIT (gjeldende)	6,71	< 9,5	9,5 – 16	16 – 31	31 – 46	> 46
PIT (utfra Tot-P)		< 13,1	13,1 – 15,1	15,1 – 18,1	18,1 – 21,6	> 21,6
PIT (utfra ASPT)		< 9,9	9,9 – 13,0	13,0 – 16,1	16,1 – 19,2	> 19,2



### 2.3 Fastsettelse av grenseverdi mellom tilstandsklassene *svært god* og *god*.

Allerede i artikkelen hvor PIT ble publisert ble det bemerket at den skilte lite i elver og bekker med en fosforkonsentrasjon lavere enn 10 µg/l (Schneider & Lindstrøm 2011). Dette ser vi også ved at det er liten forskjell i grenseverdiene til de to beste tilstandsklassene når vi benytter fosfordata fra Vannmiljø for å fastsette klassegrensene gjennomgangen av data fra Vannmiljø. Disse ble da henholdsvis på 13,1 og 15,1 (tabell 2-3).

For å være sikker på at vi kun ser på data fra næringsfattige lokaliteter har vi i figur 2-3 benyttet data utelukkende fra lokaliteter som har en gjennomsnittlig fosforkonsentrasjon under 10 µg/l, og som samtidig var registrert å ha en PIT-verdi lavere enn 15,1. Dette tilsvarer høyeste PIT-verdi innenfor klasse *god* dersom PIT sammenholdes mot Tot-P (tabell 2-3).



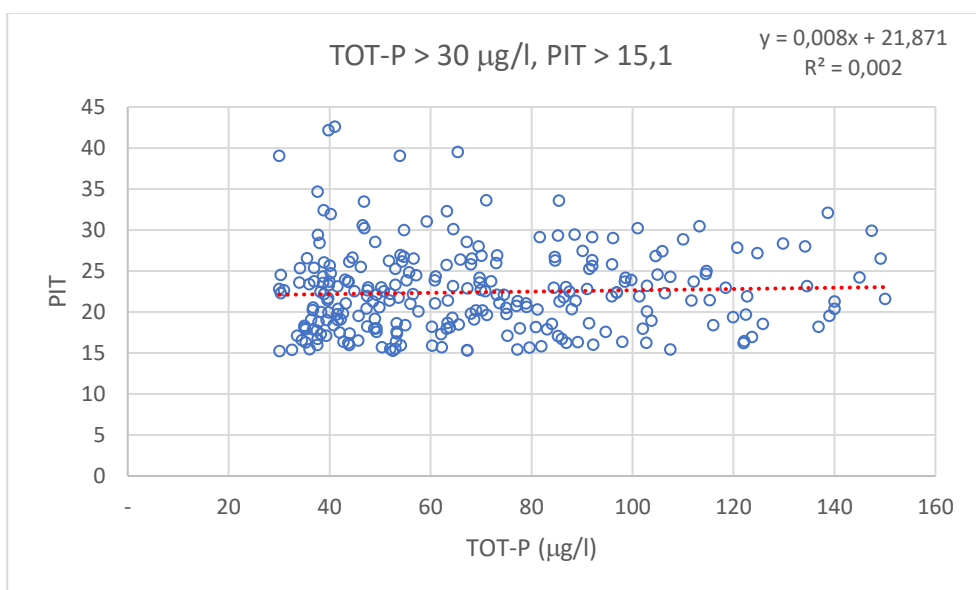
Figur 2-3. Sammenhengen mellom Tot-P og påvekstlgeindeksen PIT i næringsfattige systemer, der Tot-P er lavere enn 10 µg/l og PIT er lavere enn 15,1. Data er hentet fra portalen Vannmiljø i perioden 2012 – 2021.

Som ventet var det bare er en svak sammenheng mellom Tot-P og PIT i dette intervallet av fosforverdier. I og med at vi i figur 2-3 allerede har utelatt alle data med PIT-verdi høyere enn 15,1, mener vi at PIT-verdiene i figuren representerer det vi kan forvente å finne i vannforekomster som er minimalt påvirket av ekstern tilførsel av næringsstoffer. Ut fra dette datasettet vil det være flere mulige tilnæringsmåter for å fastsette grenseverdien mellom *svært god* og *god* tilstand. Vi har valgt å benytte regresjonslinja ved Tot-P = 2 µg/l, som tilsier at grenseverdien bør settes til 6,6. En referanseverdi skal representere forventet PIT-verdi i et helt upåvirket system. Vi mener at 10-persentilen av PIT-verdier i lokaliteter med en konsentrasjon av total fosfor under 10 µg/l bør gi en rimelig god tilnærming til en slik referanseverdi. I dette utvalget av data ga det en PIT-verdi på 5,4.

### 2.4 Fastsettelse av grenseverdi mellom tilstandsklassene *dårlig* og *svært dårlig*.

Ved et visst fosfornivå vil tilgangen på dette elementet være stor nok til at selv næringskrevende arter vil ha maksimal veksthastighet, dersom andre vekstfaktorer også er oppfylt. Etter at dette nivået er passert, er det altså ingen grunn til å forvente en ytterligere endring av artssammensetningen av påvekstlger.

I Norge vil vi oppfatte de fleste lokaliteter med en fosforkonsentrasjon på over 30 µg/l som næringsrike. I rennende vann varierer innholdet av total fosfor mye. Etter kraftig nedbør vil partikkelinnholdet ofte være høyt. Dette gir ofte også høy fosforkonsentrasjon, men siden fosfor er sterkt bundet til partiklene er det ikke sikkert at konsentrasjonen av det fosforet som er tilgjengelig for algevekst øker i særlig grad. Breparkler inneholder også fosfor, og i svært næringsfattige, men brepåvirkede elver, kan vi derfor også måle høye fosforverdier. For å sikre at høye fosforverdier representerer lokaliteter som faktisk er næringsrike, har vi i figur 2-4 fjernet alle data med PIT-verdier som etter tabell 2-3 tilsier *god* eller bedre tilstand vurdert mot Tot-P, det vil si alle PIT-verdier som er lavere enn 15,1. Som forventet fant vi ingen endring i PIT-verdi i intervallet som inkluderte data med Tot-P verdier over 30 µg/l og PIT-verdier over 15,1. Det betyr igjen at vi mener grenseverdien kan fastsettes ved å benytte den gjennomsnittlige PIT-verdien for dette datasettet. Denne ble funnet å være 22,1.

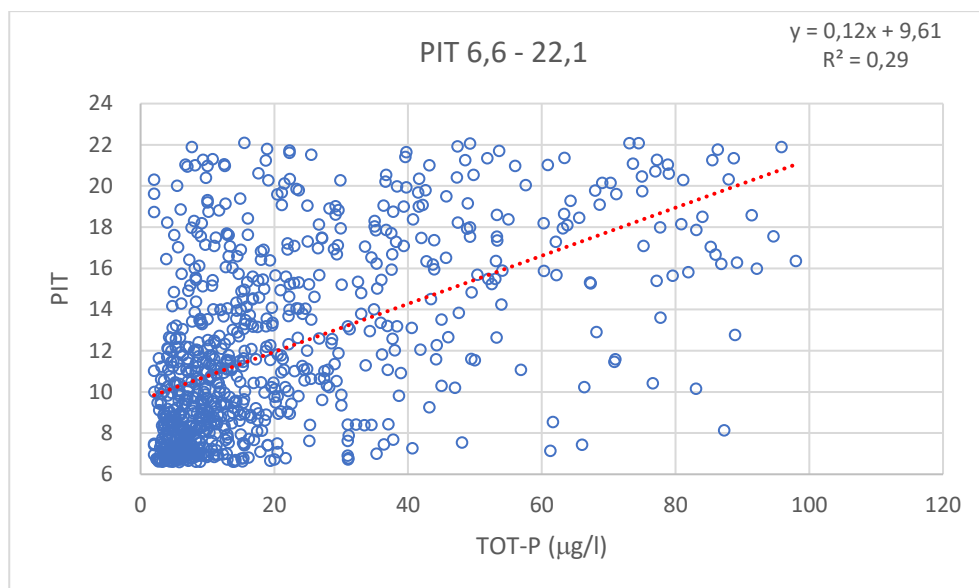


Figur 2-4. Sammenhengen mellom Tot-P og påvekstalgeindeksen PIT i næringsrike systemer, der Tot-P er høyere enn 30 µg/l og PIT er høyere enn 15,1. Data er hentet fra portalen Vannmiljø i perioden 2012 – 2021.

## 2.5 Forslag til fastsettelse av nye klassegrenser for PIT

I de foregående avsnitt har vi argumentert for at grenseverdien for PIT mellom de to beste klassene bør være på 6,6, mens den mellom de to dårligste bør ligge på 22,1. PIT ser ut til å stige lineært med økende Tot-P i dette intervallet av PIT-verdier (figur 2-5). Forsøker vi potensregresjon eller logaritmisk regresjon her gir det r<sup>2</sup>-verdier på henholdsvis 0,31 og 0,30, altså praktisk talt det samme som for lineær regresjon.

Så lenge vi ikke ser noen tydelige signaler som tilsier noe annet enn et lineært kurveforløp for PIT verdier som ligger mellom grenseverdiene for de beste og dårligste tilstandsklassene, framstår det naturlig at spennet av PIT-verdier er likt i de mellomliggende klassene. Dersom vi skal lage nye klassegrenser for PIT som gjelder alle elver og bekker, uavhengig av hvor de ligger og uavhengig av innholdet av kalsium eller organisk materiale, mener vi at disse bør ligge som angitt i tabell 2-5. Vi ser at disse klassegrensene ligger nær opptil det vi fant ved regresjon mot Tot-P og ASPT, mens grenseverdien for tilstandsklassen *svært god* har blitt satt mye lavere. Sammenliknet med regresjonen mot Tot-P og ASPT (tabell 2-4), gir det et noe større PIT-intervall innad i tilstandsklassene *god*, *moderat* og *dårlig*.



Figur 2-5. Sammenhengen mellom Tot-P og påvekstalgeindeksen PIT i lokaliteter med registrert PIT-score mellom 6,6 og 22,1. Data er hentet fra portalen Vannmiljø i perioden 2012 – 2021.

Tabell 2-5. Som tabell 2-4, men med forslag til nye klassegrenser for PIT. Disse er markert med mørkere fargetone.

Kvalitets-element	Referanseverdi	I (Svært God)	II (God)	III (Moderat)	IV (Dårlig)	V (Svært dårlig)
PIT (gjeldende)	<b>6,71</b>	< 9,5	9,5 – 16	16 – 31	31 – 46	> 46
PIT (utfra Tot-P)		< 13,1	13,1 – 15,1	15,1 – 18,1	18,1 – 21,6	> 21,6
PIT (utfra ASPT)		< 9,9	9,9 – 13,0	13,0 – 16,1	16,1 – 19,2	> 19,2
PIT (forslag til nye klassegrenser)	<b>5,4</b>	< 6,6	6,6 – 11,8	11,8 – 16,9	16,9 – 22,1	> 22,1

### 3 Indikatortaksa i PIT

Som nevnt i kapittel 2 er PIT basert på indikatorverdier for 153 ulike taksa som i hovedsak består av påvekstalger. Hvor god en indeks er vil avhenge av dette settet av indikatorer. Dersom et indikatortakson er vanskelig å bestemme, eller lett kan forveksles med andre arter, kan dette påvirke indeksverdien. Selv med god taksonomisk kompetanse kan da to operatører vurdere ulikt, og dermed ende opp med forskjellig indeksverdi for samme prøve. I dette kapitlet tar vi opp problemer av denne typen, og andre områder hvor vi mener PIT har svakheter

#### 3.1 Taksonomiske utfordringer

Ideelt sett bør en indeks være utformet slik at ulike fagpersoner kommer til samme resultat ved analyse av samme prøve. Etter vår mening er PIT en god indeks i så måte, men med et par unntak.

- A) *Phormidium* er en slekt av cyanobakterier. To av verdens ledende taksonomer på cyanobakterier i ferskvann vurderer denne slekten som den aller vanskeligste (Komárek & Anagnostidis 2005). De oppgir at det innenfor samme art finnes betydelig variasjon i utformingen av celletråder. Likevel er det beskrevet over 200 forskjellige arter. Av disse inngår 6 i artslisten for PIT. PIT-verdier for disse 6 artene ligger i intervallet 3 – 57, altså fra svært lavt til svært høyt. En feilbestemmelse innenfor denne svært vanskelige og taksonomisk usikre slekten, vil dermed kunne gi et kraftig utslag i stasjonens PIT-score, særlig dersom det ikke er observert særlig mange andre indikatortaksa. Ved stor usikkerhet bestemmes denne cyanobakterien bare til slekt, som markeres *Phormidium* sp. Slekten har ingen PIT-verdi, og ved bestemmelse til dette taksonomiske nivået, vil den altså ikke inngå i beregningen av stasjons PIT-score. Dette kan også gi stasjonen en helt annen PIT-score enn om *Phormidium* blir forsøkt bestemt til art.
- B) *Audouinella* er en svært vanlig slekt av rødalger. I PIT inngår *A. hermanni* med PIT-verdi på 21, *A. chalybea* (PIT-verdi: 49) og *A. pygmaea* (PIT-verdi: 37). I en oversikt over ferskvannsrødalger i Norge, angis det at de to sistnevnte ikke er egne arter, men former som inngår i livssyklusen til arter i ordenen Batrachospermales (Rueness og medarb. 2011<sup>2</sup>). Representantene fra Batrachospermales i PIT har imidlertid indeksverdier i intervallet 4 – 8, altså mye lavere enn *Audouinella*. Det virker ikke sannsynlig at ulike stadier i livssyklusen til samme art skulle ha helt ulike næringskrav. Ulik tilnærming til denne uoverensstemmelsen kan også påvirke PIT-score for en stasjon. Vi har i våre analyser ved bruk av PIT valgt å identifisere kun *A. hermanni*, som har en noe midlere PIT-verdi, og dermed ikke gir like kraftig utslag som de to andre «form-artene» gjør.

For å eliminere disse problemene, mener vi at slektene *Phormidium*, *Audouinella* og *Batrachospermum* ikke bør inngå i indeksen.

#### 3.2 Indikatortaksa som også forekommer i plankton

PIT inneholder en del arter og slekter som er vanlig i planteplankton i innsjøer, bl.a. *Aphanothece*, *Chroococcus*, *Cosmarium* og *Staurastrum*. Dersom vi finner disse på en stasjon i rennende vann, kan vi altså ikke vite om de aktivt vokser der, eller om cellene kommer fra en ovenforliggende innsjø. På samme måte som planktoniske arter har blitt fjernet fra Trophic Diatom Index (TDI), mener vi at disse ikke bør forekomme i en indeks for påvekstalger. Det er også en del andre taksa i PIT som kan påtreffes i plankton, f.eks. *Spondylosium*

<sup>2</sup> <https://niva.brage.unit.no/niva-xmlui/handle/11250/215386>



og *Tetraspora*, men disse er ikke på langt nær så vanlige i planktonet. Det er derfor sannsynlig at disse har vokst fram på stasjonen dersom de påtreffes, noe som forsvaret at de kan beholdes som indikatortaksa.

### 3.3 Indikatortaksa som ikke er påvekstalger

PIT inneholder en bakterie (*Sphaerotilus natans*) og en sopp (*Leptomitus lacteus*) som ikke driver fotosyntese, og som går under betegnelsen heterotrof begroing. I tillegg inkluderer den også ciliaten *Ophrydium versatile*. Denne har grønnalgen *Chlorella* som endosymbionter, det vil si at algen i dette tilfellet lever inne i ciliaten. I og med at disse organismene ikke henter næringsstoffer fra vannet for bruk i fotosyntese, vil det ikke være en direkte sammenheng mellom deres forekomst og fosforinnholdet i vannet. Etter vår mening bør de derfor ikke inngå i en indeks for påvekstalger.

### 3.4 Indikatortaksa som vokser på andre påvekstalger

Små arter av påvekstalger kan vokse på større alger. I enkelte tilfeller er det ikke tilfeldig hvem som vokser på hvem, og forekomst av en art vil da ikke bare være et resultat av forholdene i elva, men også på hvilke andre arter som vokser der. Det mest påfallende eksempelet er cyanobakterien *Homoeothrix batrachospermorum*, som vokser i det gelatinøse laget rundt rødalgen *Batrachospermum*. Flere av disse er også vanskelige å artsbestemme, og vår oppfatning er at slike arter bør utelukkes fra indekser som har til formål å vurdere trofigrad.

### 3.5 Sleakter med mange indikatortaksa

I arbeidet med etableringen av PIT ble det funnet at innad i enkelte slekter hadde smale former et annet fosforoptimum enn bredere former. Dette var særlig tydelig for grønnalgeslekten *Oedogonium* (Schneider & Lindstrøm 2011). I PIT er denne slekten derfor splittet i 8 ulike indikatortaksa, avhengig av bredden på cellene. Også grønnalgeslektene *Mougeotia*, *Spirogyra* og *Zygnema* er oppsplittet i flere indikatortaksa avhengig av cellenes bredde.

Vår erfaring er at mange av variantene fra samme slekt forekommer i samme prøve. Dette gjelder særlig den vanlige slekten *Oedogonium*. Dersom vi ellers finner få indikatorer, får denne slekten etter vår mening uforholdsmessig stor innflytelse på det endelige resultatet for lokaliteten. Vi ønsker derfor å undersøke om empiriske data fra databasen Vannmiljø støtter den oppsplittingen som er gjort. Dersom det ikke er tydelige forskjeller i fosforoptimum mellom størrelseskategorier, mener vi at de bør slås sammen.

I tillegg til at det for noen slekter forekommer mange ulike varianter, er det også for enkelte slekter oppgitt flere arter som har tilnærmet lik PIT-verdi. For å unngå taksonomiske problemer, og for at slekten ikke skal få for stor betydning dersom flere av de registrerte artene observeres, foreslår vi at det i slike tilfeller gis kun en indikatorverdi for slekten. Et eksempel for dette finner vi for eksempel i slekten *Schizothrix*, der artene *S. lacustris* og *S. latierita* har PIT-verdier på henholdsvis 4,35 og 4,29. I tillegg gis *Schizothrix* spp. en PIT verdi på 4,71. Dersom en operatør mener å ha funnet to artene som har blitt gitt PIT-verdi, samt en tredje art, vil det inngå tre nesten identiske PIT-verdier fra denne slekten ved fastsettelse av PIT-score for lokaliteten.

## 4 Slechtsbasert indeks for påvekstalger (SIPA)

Som vist i kapittel 2 tyder rapporterte resultater for bunndyr og total fosfor, som begge inngår som parametere under påvirkningen eutrofiering, på at klassegrensene for påvekstalger i indeksen PIT er satt for høyt for de to dårligste klassene. I tillegg ser det ikke ut til at PIT klarer å skille godt mellom lokaliteter som er upåvirket og lokaliteter med noe påvirkning. Disse funnene tilsier at indeksen bør modifiseres.

Tar vi hensyn til innvendingsene vi har skissert i kapittel 3, vil antallet indikortaksa reduseres kraftig. Det kan medføre at mange stasjoner ikke kan vurderes på grunn av mangel på funn av indikatorer. Dette mener vi kan motvirkes ved å ta inn indikortaksa som ikke finnes i dagens versjon av PIT. Ved å gjøre dette vil endringene av indeksen bli så store at det ikke lenger er snakk om en modifisering av eksisterende indeks, men utvikling av en helt ny.

I dette kapittelet vil vi beskrive metodikken bak og begrunnelsene for valgene vi har gjort i utviklingen av en slik indeks. Denne har vi kalt «Slechtsbasert indeks for påvekstalger» (SIPA). Navnet henspiller på at indeksen i hovedsak er basert på identifikasjon av ulike slekter av påvekstalger.

### 4.1 Hvordan bedre følsomheten til indeksen i næringsfattige lokaliteter?

Som vi så i figur 2-3 var det svært liten endring i PIT-verdier i lokaliteter med en konsentrasjon av total fosfor lavere enn 10 µg/l. Dette er i overensstemmelse med det som ble bemerket da artikkelen om PIT-indeksen ble publisert. Forfatterne sier at 10 µg/l er en grenseverdi; under denne endrer PIT seg svakt mens den i området 10 – 30 µg/l stiger ganske bratt (Schneider & Lindstrøm 2011). Den manglende følsomheten i næringsfattige systemer representerer et ikke ubetydelig problem. Siden grenseverdiene i PIT er de samme for alle lokaliteter med kalsiuminnhold høyere enn 1 mg/l, vil elver og bekker under marin grense sammenliknes direkte med mange vannforekomster i fjellområder. Vi har sett eksempler på at dette kan resultere i at bekker på fjellet som vi vet er noe påvirket av tilførsler fra hyttebebyggelse eller små renseanlegg, fortsatt havner i tilstandsklasse *svært god*. Dette igjen kan ha praktisk betydning ved f.eks. planlegging og dimensjonering av nye hyttefelt.

Men dersom PIT ikke er i stand til å skille mellom næringsfattige og svært næringsfattige systemer, vil det i det hele tatt være mulig å påvise en svak påvirkning av næringsstoffer ved analyse av påvekstalger?

Gjennom de årene vi har gjennomført analyse av påvekstalger, har vi lagt merke til at det er noen indikortaksa som utmerker seg. Enkelte av dem er praktisk talt aldri å finne i næringsrike elver eller bekker, mens andre kun finnes i slike lokaliteter. Vi mener at det derfor er interessant å se på muligheten for å kombinere indikatorverdier med terskelindikatorer. Funn av en terskelindikator vil ekskludere enkelte tilstandsklasser. Et eksempel kan være en art som vi mener er strengt begrenset til næringsrike forhold. Observerer vi denne kan tilstandsvurderingen for eksempel ikke bli *svært god* eller *god*, uansett hva slags indeksverdi stasjonen kommer ut med. Terskelindikatoren har altså begrenset utfallsrommet til en *moderat* eller *dårligere* tilstand.

Vi kan imidlertid ikke basere et system på en rent subjektiv oppfatning av ulike indikortaksa. For å undersøke muligheten for om det finnes indikortaksa som kan egne seg som terskelindikatorer, har vi undersøkt sammenhengen mellom fosforinnhold og forekomst for alle taksa av påvekstalger som er registrert i portalen Vannmiljø.

### 4.2 Metodikk for å finne fosforoptimum til påvekstalger

Alle taksa av påvekstalger som er registrert i PIT med minst fem observasjoner, og som i Vannmiljø i perioden 2012 – 2021 var registrert med minst 4 målinger av Tot-P, ble behandlet videre. I rennende vann er det ofte

stor variasjon i konsentrasjon av totalt fosfor. For å dempe effekten av ekstremverdier på gjennomsnittsverdien, ble derfor alle fosfordata transformert ved bruk av naturlig logaritme. Gjennomsnittsverdien ble så transformert tilbake, og dette er den gjennomsnittlige Tot-P verdien som ble tilordnet hvert enkelt takson. Denne verdien omtaler vi videre som fosforoptimum (P-opt).

Vi benyttet så kriteriene i kapittel 3 for å redigere denne listen av indikatortaksa videre. Sammenslåing av taksa ble kun gjort dersom disse hadde en temmelig lik P-opt. Dette ble gjort for f.eks. grønnalgen *Cladophora*. I portalen Vannmiljø var her slekten registrert 82 ganger, mens artene *C. glomerata* og *C. rivularis* var registrert henholdsvis 64 og 27 ganger. Fosforoptimum for disse var henholdsvis 44, 44 og 71. Ny P-opt for *Cladophora* (slekt) ble da beregnet på følgende måte:

$$((44 \times 82) + (44 \times 64) + (71 \times 27)) / (82 + 64 + 27) = 48,2$$

Tilsvarende beregning ble gjort for alle øvrige taksa som vi mente burde samles. Vi argumenterte i kapittel 3 for hvilke taksa vi mente ikke burde være en del av en slik indeks. Alle taksa vi mente falt innenfor disse punktene ble fjernet. Indikatortaksa med tilhørende P-opt vi da sto igjen med er vist i tabell 4-1. I denne nye lista av indikatortaksa, ser vi blant annet at slekten *Oedogonium* nå er splittet i fire størrelsesklasser, mot åtte i PIT. Alle variantene av *Mougeotia* i PIT er nå samlet i til en indikator; slekten *Mougeotia*, og det samme gjelder for *Zygnema*. Slekten *Spirogyra* er i SIPA kun splittet i to størrelsesklasser, mot xx ulike varianter med hver sin indeksverdi i PIT.

Tabell 4-1. Revidert liste over indikatortaksa med tilhørende P-opt-verdi. Taksa som ikke var inkludert i PIT er markert i kolonnen «Nye». Antall = antall registreringer i PIT. Der hvor taksa har blitt slått sammen er det summen av registreringene av disse som er oppgitt.

Indikatortaksa	Nye	InP	P-opt	Antall
Zygonium		1,30	3,68	58
Hydrurus foetidus		1,48	4,39	65
Rivularia		1,55	4,70	104
Dichothrix		1,59	4,92	155
Calothrix		1,61	5,00	148
Bulbochaete		1,69	5,40	376
Stigonema		1,68	5,42	369
Zygnema		1,72	5,57	468
Schizothrix		1,74	5,71	160
Teilingia		1,76	5,79	69
Hannaea/Semiorbis/Eunotia (form)	x			
Didymosphenia geminata	x	1,77	5,87	169
Penium		1,82	6,17	71
Netrium		1,83	6,22	53
Tabellaria flocculosa	x	1,84	6,30	495
Scytonema		1,84	6,32	109
Klebsormidium		1,86	6,41	223
Draparnaldia		1,86	6,43	95
Nostoc		1,91	6,74	68
Tolypothrix		1,95	7,03	316
Mougeotia		1,96	7,11	1083
Microspora amoena var. gracilis	x	1,96	7,12	51
Chaetophora elegans		1,99	7,35	52
Tetraspora		2,12	8,30	62
Homoeothrix		2,13	8,38	217

Leptolyngbya		2,15	8,62	345
Oedogonium <20		2,20	9,04	817
Lemanea		2,23	9,34	265
Bambusina	x	2,24	9,39	6
Pleurotaenium	x	2,27	9,68	29
Merismopedia		2,28	9,75	53
Spirogyra < 60		2,31	10,04	618
Ulothrix zonata		2,36	10,54	208
Heteroleibleinia		2,46	11,73	390
Microspora pachyderma		2,63	13,86	26
Oedogonium 20-35		2,71	15,01	1320
Microspora amoena		2,83	16,94	566
Stigeoclonium		2,89	18,04	86
Meridion	x	2,91	18,44	7
Oedogonium 35-50		3,04	20,83	215
Ulothrix tenerrima		3,12	22,62	105
Geitlerinema		3,30	27,10	70
Microspora abbreviata		3,48	32,57	74
Spirogyra > 60		3,60	36,65	15
Oedogonium >50		3,67	39,27	38
Cladophora		3,85	46,86	176
Vaucheria		3,95	51,84	274
Tribonema		3,96	52,60	52
Melosira	x	4,18	65,10	33
Closterium ehrenbergii	x	4,21	67,35	9
Gyrosigma	x	4,42	82,78	20

### 4.3 Fastsettelse av laveste og høyeste SIPA-verdi

For at enkelte indikatortaksa ikke skal få uforholdsmessig stor innflytelse på gjennomsnittsverdien for en gitt lokalitet, mener vi det er hensiktsmessig å gi en minimumsverdi og en maksimumsverdi for indeksen. Måling av total fosfor under 10 µg/l medfører stor usikkerhet, og ut fra de laveste P-opt verdiene i tabell 4-1, fastsetter vi minimumsverdien for indeksen til 5. Som vi så i figur 2-4 kan vi forvente at de fleste påvekstalger vil være i stand til å vokse dersom konsentrasjonen av total fosfor er over 30 µg/l. Det virker derfor lite hensiktsmessig å operere med svært høye indeksverdier. Ved å se på de høyeste P-opt verdiene i tabell 4-1, framstår 50 som en naturlig maksimalverdi.

### 4.4 Terskelindikatorer i SIPA

Egne erfaringer ved bruk av PIT i mange år har gitt et inntrykk av hvilke indikatortaksa i PIT som er de aller sikreste. For næringsfattige lokaliteter mener vi det særlig er slektene *Stigonema*, *Zygnema* og *Bulbochaete* som har skilt seg ut. I den andre enden av skalaen mener vi de aller sikreste indikatorene er slektene *Cladophora* og *Tribonema*. Dette samsvarer både med indikatorverdier angitt i PIT og med P-opt for disse artene beregnet ut fra registreringer i Vannmiljø. Det var imidlertid flere taksa med P-opt på ca. 5 eller lavere,



og som samtidig hadde relativt lite standardavvik. De 10 øverste taksa i tabell 4-1 ser ut til å være de aller sikreste indikatorene på næringsfattige forhold, og vi kaller disse for gruppe A.

*Cladophora*, *Vaucheria* og *Tribonea* ser ut til å være de sikreste indikatorene på næringsrike forhold. Disse kaller vi for gruppe E. Kiselalgene *Melosira* og *Gyrosigma* er også blant påvekstalgene med høyest P-opt. *Melosira* er etter vår erfaring ikke spesifikk for de mest næringsrike forholdene, og inntil videre inkluderer vi ikke den i samme gruppe. *Gyrosigma* har vi aldri registrert i næringsfattige lokaliteter, og den mener vi forsvarer en plass i Gruppe E. Den store grønnalgen *Closterium ehrenbergii* har også meget høy P-opt, men det er såpass få registreringer av den at vi per nå mener den ikke kan få plass som en av de sikreste indikatorene på næringsrike forhold.

De øvrige påvekstalgene i lista over indikatortaksa i SIPA plasseres i gruppene B, C og D (se avsnitt 4-6).

## 4.5 Nye indikatortaksa i SIPA og fastsettelse av indikatorverdi for disse

### 4.5.1 Kiselalger

Internasjonalt er kiselalger den vanligste algeklassen å benytte i vurdering av hvor stor eller liten belastningen av næringssalter er. Denne klassen inneholder imidlertid et stort antall arter, hvor artsbestemmelsen krever meget god taksonomisk kompetanse, analysen er tidkrevende og forutsetter tilgang på avansert og kostbart mikroskop. Det er derfor gode grunner til å utvikle en indeks som PIT, som ikke baserer seg på denne gruppen.

I samfunn av påvekstalgler er imidlertid kiselalgene ofte den dominerende algeklassen, og det vil derfor være gunstig dersom enkelte arter eller slekter kan inkluderes. Det forutsetter i tilfelle at de er lett gjenkjennelige i rutinemessige undersøkelser, og samtidig har et temmelig distinkt mønster for forekomst langs akse fra næringsfattige til næringsrike lokaliteter. Indeksen Trophic Diatom Index (TDI) benyttes mye i Europa. Der har artene som inngår i indeksen fått verdi 1-5 etter hvor næringsrike forholdene er der de vanligst forekommer. I tillegg blir de gitt verdi 1-3 avhengig av hvor spesifikk denne forekomsten er. En art som blir gitt kombinasjonen 1-3 vil altså ha lav P-opt, og den observeres svært sjelden i annet enn næringsfattige lokaliteter. Motsatt vil en art som er gitt verdiene 5-3 stort sett bare finnes i næringsrike elver og bekker. Arter med slike kombinasjoner vil i enhver indeks være de aller beste indikatortaksa. Vi har gått gjennom TDI og plukket ut taksa som er gode indikatorer og som samtidig er lett gjenkjennelige.

#### **Hannaea arcus / Semiorbis / Eunotia (form)**

*Hannaea arcus* har i TDI fått indeksverdi 1 for trofigrad, som forteller at vi kan finne den selv i svært næringsfattige lokaliteter. Den har i tillegg fått verdi 3 for hvor spesifikk den er, som forteller at den i all hovedsak forekommer i næringsfattige elver og bekker. Dette er en meget karakteristisk art, men i rutineundersøkelser kan den muligens kunne forveksles med enkelte arter innenfor slekten *Eunotia*. Denne slekten får imidlertid akkurat samme score i TDI. Det samme gjør slekten *Semiorbis*, som vanligvis har langt mer bøyde celler enn *Hannaea*, men som har en fasong som kan likne. Selv om det ikke bør representere noe stort problem å skille disse tre slektene, har vi sett at *Hannaea* og *Eunotia* ofte forekommer sammen. For at de ikke skal få for stor innflytelse på indeksen, mener vi derfor at *Hannaea* og kiselalger med tilnærmet samme form som denne innenfor slekten *Eunotia* og *Semiorbis*, utgjør et felles takson i indeksen. Det betyr altså at arter av *Eunotia* som ser annerledes ut (f.eks. i kjede), ikke inkluderes. Den entydige forekomsten i næringsfattige lokaliteter for både *Hannaea*, *Semiorbis* og *Eunotia*, tilsier at denne samlingen av arter kan gis laveste indeksverdi. Vi ønsker imidlertid ikke å ha en slik konstruksjon av flere arter i gruppe A, og gir den derfor indeksverdi 6 heller enn 5.

Indeksverdi: 6

### **Gyrosigma**

Slekten *Gyrosigma* får indeksverdiene 5-2 i TDI. Det betyr at den er plassert i gruppen med de mest næringskrevende algene, og at forekomsten i stor grad er begrenset til næringsrike lokaliteter. Vi fant 20 registreringer av slekten i Vannmiljø, og P-opt for denne slekten var den høyeste av samtlige taksa. Vi mener derfor at denne slekten bør få høyeste maksimalverdi, og at den kan plasseres i gruppe E.

Indeksverdi: 50

### **Melosira varians**

*Melosira varians* er en meget vanlig og lett gjenkjennelig kiselalge. Den påtreffes ofte i næringsrike systemer, men tidvis finner vi den også på steder som er relativt næringsfattige. Dette samsvarer godt med at den i TDI gis indeksverdi 4-2. Vi føler det er riktig å gruppere denne sammen med gruppen av alger som ligger i sjiktet ovenfor algene vi har plassert i gruppe E, og gir den derfor en indeksverdi på 30.

Indeksverdi: 30

### **Didymosphenia geminata / Meridion circulare / Tabellaria flocculosa**

Disse kiselalgene er lett gjenkjennelige, og har alle indeksverdi 2-3 i TDI. Det betyr at forekomsten er nært knyttet til næringsfattige lokaliteter, men ikke de aller mest næringsfattige. For å finne en best mulig indeksverdi for disse, har vi både benyttet P-opt basert på registreringene i Vannmiljø, og gjennomsnittet av indeksverdier for de taksa som ligger i den midtre delen av tabell 4-1. Disse har en P-opt i intervallet 6 – 18, med et gjennomsnitt på 9,4.

Foreløpige indeksverdier for disse kiselalgene blir dermed:

*Didymosphenia geminata*       $(5,9 + 9,4) / 2 = 7,7$

*Meridion circulare*       $(18,4 + 9,4) / 2 = 13,9$

*Tabellaria flocculosa*       $(6,3 + 9,4) / 2 = 7,9$

*Tabellaria flocculosa* er også vanlig å finne i plankton. Vi mener derfor at den ikke bør registreres dersom forekomsten er liten, og cellene enten forekommer enkeltvis eller bare med noen få celler koblet sammen. Som påvekstlge finner vi den ofte i store mengder, og i lange kjeder.

#### 4.5.2 Grønnalger

##### ***Closterium ehrenbergii* (> 250 µm)**

Grønnalgen *Closterium ehrenbergii* ut til å være karakteristisk for næringsrike lokaliteter. Det finnes svært mange arter av *Closterium*, men kombinasjon av størrelse og spredte pyrenoider gjør at denne skal være enkel å skille fra andre arter. Vi setter som krav at cellene må være minimum 250 µm lange, som gjerne benyttes som nedre grense for størrelse for denne arten. I enkelte lokaliteter kan denne grønnalgen opptre i store mengder. Det er få registreringer av denne arten i Vannmiljø, men vi mener at den bør vurderes på lik linje som *Melosira*, og dermed inntil videre gis en indeksverdi på 30.

Indeksverdi: 30

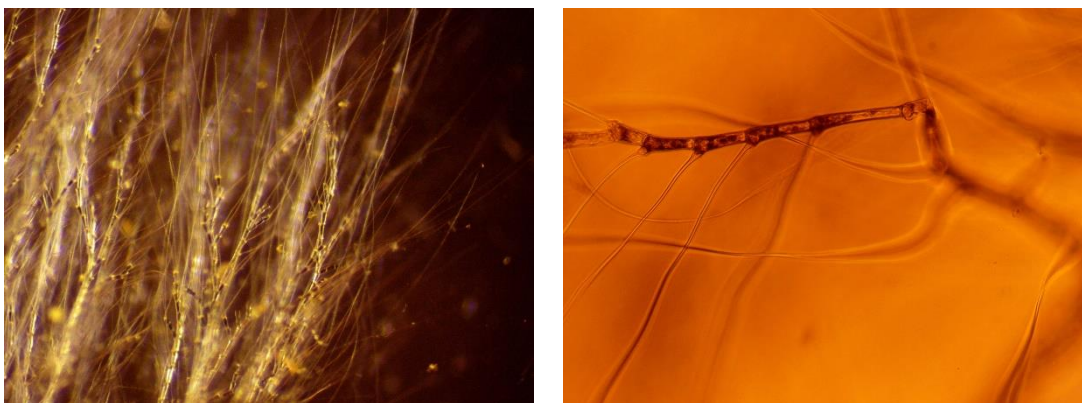
Grønnalgene *Bambusina* og *Pleuretanium* er lett gjenkjennelige og gis inntil videre indeksverdi i overensstemmelse med P-opt. *Microspora amoena* er en svært vanlig grønnalge. Den forekommer også i en variant som har små og smale celler. Denne kalles *M. amoena* var. *gracilis*, og har en P-opt som ligger langt lavere enn *M. amoena*. Dette er i overensstemmelse med våre erfaringer, og denne tas derfor inn som et eget indikatortaxon. Også denne algen gir vi indeksverdi etter P-opt.

#### 4.6 SIPA, liste over indikatortaksa

Med føringene i kapittel 3 og avsnitt 4.5, kommer vi fram til den endelige lista over indikatortaksa i SIPA med tilhørende indeksverdier (tabell 4-2). I tillegg har vi gruppert algene i henholdsvis gruppe A, B, C, D og E, litt etter samme mønster som gjøres for kiselalger i TDI. Vi har i avsnitt 4.4 argumentert for hvilke taksa som bør tilhøre gruppe A og E, og at alle taksa innenfor disse gruppene gis samme indeksverdi. En representant fra gruppe A (*Bulbochaete*) er vist i figur 4-1.

Skillet mellom Gruppe B og C er satt mellom slektene *Tetraspora* og *Homoeothrix*. Dette fordi vår erfaring er at *Tetraspora* i all hovedsak forekommer i næringsfattige lokaliteter, mens *Homoeothrix* har en noe mer uensartet forekomst. Denne slekten har vi relativt ofte registrert sammen med arter som har en klar preferanse for mer næringsrike forhold. Etter P-opt burde kiselalgen *Tabellaria flocculosa* tilhøre gruppe B. Denne arten kan ofte dominere samfunnet av påvekstalgler i svært næringsfattige elver og bekker. Det er imidlertid en svært vanlig art som også kan påtreffes i næringsrike lokaliteter, selv om den da som regel har en beskjeden forekomst. Like fullt mener vi den hører best hjemme blant de mer indifferente algene i gruppe C.

*Microspora amoena* har en relativt høy P-opt på 16,9. Denne arten er imidlertid vanlig å finne også i næringsfattige lokaliteter. Det ville derfor ikke være korrekt å plassere den i en gruppe med arter som i hovedsak påtreffes i de mest næringsrike lokalitetene. Som påpekt av Schneider & Lindstrøm (2011) er cellebredden på arter fra slekten *Oedogonium* en god indikator på trofigrad. Det framstår derfor naturlig å sette grensen mellom gruppe C og D ved en indikatorverdi på 20, slik at varianter av *Oedogonium* med cellebredde over 35 µm havner i gruppe D.



Figur 4-1. *Bulbochaete*. Bildet til venstre gir et inntrykk av koloniene de danner (90 x forstørrelse), mens vi til høyre tydelig ser fargeløse hår som stikker ut fra cellene; et karaktertrekk som er unikt for denne slekten (200 x forstørrelse). Denne grønnalgen vurderer vi som en av de sikreste indikatorene på næringsfattige forhold.

Tabell 4-2. Liste over indikatortaksa i indeksen SIPA med tilhørende indeksverdier (IV). CY = cyanobakterier, GG = gulgrønnalger, GR = grønnalger, GU = gullalger, KI = kiselalger, RØ = rødalger.

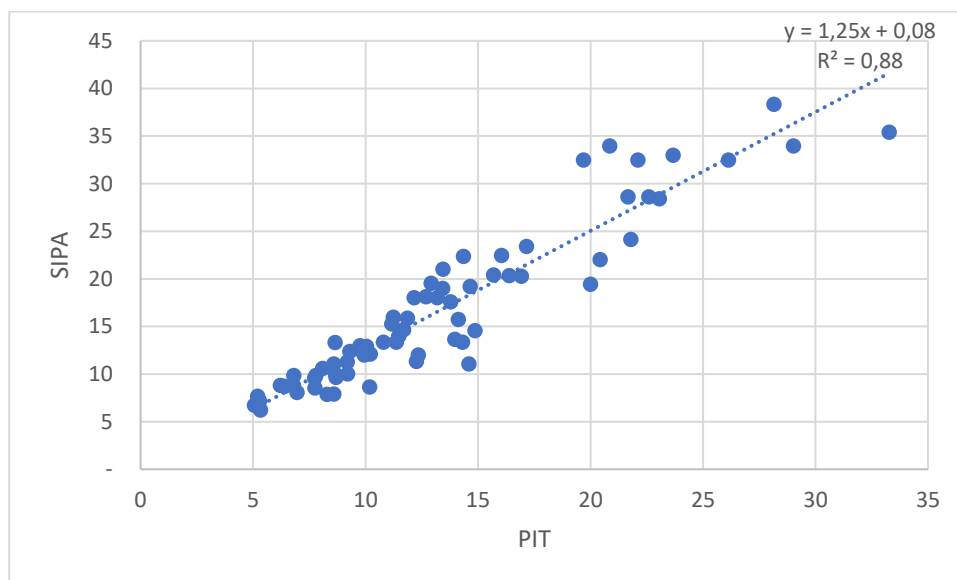
Takson	Klasse	IV	Gruppe
Bulbochaete	GR	5,0	A
Calothrix	CY	5,0	A
Dichothrix	CY	5,0	A
Hydrurus foetidus	GU	5,0	A
Rivularia	CY	5,0	A
Schizothrix	CY	5,0	A
Stigonema	CY	5,0	A
Teilingia	GR	5,0	A
Zygnema	GR	5,0	A
Zygogonium	GR	5,0	A
Hannaea/Semiorbis/Eunotia (form)	KI	6,0	B
Penium	GR	6,2	B
Netrium	GR	6,2	B
Scytonema	CY	6,3	B
Klebsormidium	GR	6,4	B
Draparnaldia	GR	6,4	B
Nostoc	CY	6,7	B
Tolypothrix	CY	7,0	B
Mougeotia	GR	7,1	B
Microspora amoena var. gracilis	GR	7,1	B
Chaetophora elegans	GR	7,3	B
Didymosphenia geminata	KI	7,5	B
Tetraspora	GR	8,3	B
Tabellaria flocculosa	KI	7,7	C
Homoeothrix	CY	8,4	C
Leptolyngbya	CY	8,6	C
Oedogonium <20 µm	GR	9,0	C
Lemanea	RØ	9,3	C
Bambusina	GR	9,4	C
Pleurotaenium	GR	9,7	C
Merismopedia	CY	9,8	C
Spirogyra < 60 µm	GR	10,0	C
Ulothrix zonata	GR	10,5	C
Heteroleibleinia	CY	11,7	C
Meridion	KI	13,8	C
Microspora pachyderma	GR	13,9	C
Oedogonium 20-35 µm	GR	15,0	C
Microspora amoena	GR	16,9	C
Stigeoclonium	GR	18,0	C
Oedogonium 35-50 µm	GR	20,8	D
Ulothrix tenerrima	GR	22,6	D
Geitlerinema	CY	27,1	D
Spirogyra > 60 µm	GR	28,9	D
Closterium ehrenbergii	GR	30,0	D
Melosira	KI	30,0	D
Microspora abbreviata	GR	32,6	D
Oedogonium >50 µm	GR	39,3	D
Cladophora	GR	50,0	E
Gyrosigma	KI	50,0	E
Tribonema	GG	50,0	E
Vaucheria	GG	50,0	E



## 4.7 Klassegrenser i SIPA

Beregning av SIPA-score for en lokalitet gjøres på samme vis som for PIT ved at man ganske enkelt tar gjennomsnittet av SIPA-verdiene for de indikatortaksa som observeres. SIPA-verdier er fastsatt på bakgrunn av det betydelige empiriske datamaterialet som nå finnes i portalen Vannmiljø. Disse samsvarer imidlertid i de fleste tilfeller godt med PIT-verdier, og selv om indikatorene i SIPA i stor grad er samlet i slekter, og det er tatt inn en del taksa som ikke finnes i PIT, vil vi forvente at det er god korrelasjon mellom de to indeksene. Vi har beregnet både PIT-score og SIPA-score i en del prosjekter med vannforekomster i et spekter fra næringsrike til næringsfattede lokaliteter, og finner da også en god sammenheng mellom dem (figur 4-2).

Klassegrenser for SIPA kan da beregnes ved bruk av regresjonen i figur 4-2 og de justerte klassegrensene vi fant for PIT i tabell 2-5 (tabell 4-3).



Figur 4-2. Sammenhengen mellom påvekstalgereindeksene PIT og SIPA.

Tabell 4-3. Klassegrenser for indeksen SIPA

Kvalitets-element	Referanseverdi	I (Svært God)	II (God)	III (Moderat)	IV (Dårlig)	V (Svært dårlig)
<b>SIPA</b>	<b>6,8</b>	<b>&lt; 8,3</b>	<b>8,3 – 14,8</b>	<b>14,8 – 21,2</b>	<b>21,2 – 27,5</b>	<b>&gt; 27,5</b>

## 4.8 Variasjon i naturlig bakgrunnstilførsel

Som nevnt tidligere anser vi det som en svakhet med PIT at det er felles klassegrenser for alle vannforekomster med et kalsiuminnhold over 1 mg/l. Det betyr at kalkfattige elver og bekker i høyereliggende områder vurderes etter de samme kriteriene som for eksempel vannforekomster vi finner på Hadeland i Innlandet, der kalsiuminnholdet kan ligge på godt over 50 mg/l.

Algevekst i ferskvannsføremønstre i Norge er vanligvis begrenset av elementet fosfor. Et høyt innhold av organisk materiale vil gi vann med høy farge og dermed dårligere lysforhold. Lysforholdene vil påvirke veksten til alger, men det er ingen grunn til at det organiske karbonet i seg selv skal ha betydning for algenes veksthastighet. Såfremt vi ikke opererer med ekstreme verdier, gjelder dette også parametere som f.eks. turbiditet, pH, vanntemperatur eller konsentrasjonen av nitrogen, silisium, klor, kalsium eller andre elementer. Slike faktorer kan ha innvirkning på konkurranseforhold mellom arter, men ved bruk av indekser som er bygd opp for å avdekke trofegrad, skal vi ideelt få samme score for en lokalitet uavhengig av hvilke arter vi finner. I en næringsfattig lokalitet hvor det er lav pH kan vi for eksempel finne indikator X, Y og Z, mens vi i en tilsvarende næringsfattig lokalitet med nøytral pH kan finne indikator U, V og W. Poenget er at i begge tilfeller vil vi finne arter som er i stand til å vokse når tilgangen på fosfor er lav siden lokalitetene er næringsfattige. Alle indikatorene fra U til Z skal da ha lav indeksverdi, og vurderingen av tilstand i de to lokalitetene ut fra påvirkningen eutrofiering bør bli tilnærmet lik.

Den naturlige bakgrunnstilførselen av fosfor er ikke lett å måle direkte, men det er åpenbart at den vil være høyere under marin grense enn på høyfjellet. Et problem ved måling av fosfor, er at konsentrasjonsnivået ofte er meget lavt, og andelen av fosforet vi måler som kan tas opp og benyttes til vekst hos algene er sterkt variabel. Kalsiuminnholdet i vann er mye høyere enn fosforinnholdet, og selv om kalsium : fosfor-forholdet ikke er det samme overalt, kan vi forvente at det er en sammenheng mellom elementene. Jo høyere kalsiumkonsentrasjon vi finner, jo høyere vil den naturlige bakgrunnstilførsel av fosfor vanligvis være. Spørsmålet i neste omgang blir da om det lar seg gjøre å korrigere klassegrenser i en indeks for påvekstalger ved å benytte kalsiumkonsentrasjon som et mål på den naturlige bakgrunnstilførselen av fosfor.

I tabell 4-4 har vi sett på sammenhengen mellom gjennomsnittsverdier av kalsium og total fosfor for alle vannforekomster i Vannmiljø hvor det er gjort minst fire målinger av begge deler i perioden 2012 – 2022. Vi har splittet datasettet i intervaller av kalsiumkonsentrasjon, og for hvert datasett plukket ut fosforkonsentrasjonen som representerer 10-persentilen. Det betyr at 10 prosent av datasettet har lavere verdi enn 10-persentilen, mens 90 prosent av det har en høyere verdi. 10-persentilen vil altså representere en verdi for lokaliteter hvor ekstern tilførsel av fosfor er av de laveste i hver av de utvalgte kalsiumklassene. Vi antar at denne konsentrasjonen derfor vil være et godt mål på hva vi kan forvente å finne ved naturlig bakgrunnstilførsel alene. Ved å benytte regresjonen mellom total fosfor og PIT (tabell 2-1) og mellom PIT og SIPA (figur 4-2) kan vi så beregne hvilken SIPA-score fosforkonsentrasjonen i hver kalsiumklasse gir (tabell 4-4). For de laveste kalsiumklassene blir forskjellen i PIT og SIPA liten, og vi velger derfor å slå disse sammen. Det er betydelig usikkerhet i disse anslagene, og vi velger å anta at økningen i PIT og SIPA-score er lineær i området over 10 mg Ca/l. Tar vi gjennomsnittet av differansen fra klasse til klasse, blir denne da på 1,0 (tabell 4-5). Sammenliknet med kalsiumklassen som tilsvarer kalkfattige lokaliteter (< 4 mg Ca/l) tilsier disse estimatene at klassegrensene for SIPA bør øke med 0,4 for lokaliteter med kalsiuminnhold på 4 – 10 mg/l, og med ytterligere 1,0 enhet for hver av de to høyeste kalsiumklassene (tabell 4-5).

Tabell 4-4. 10-persentilen (10-pers.) for Tot-P i ulike kalsiumklasser. Data for alle vannforekomster hvor begge parametere har blitt målt i tidsperioden 2012 – 2022.

Kalsium (mg/l)	Tot-P, 10-pers.	PIT	SIPA
< 1	2,47	8,35	10,49
1 - 4	3,50	8,62	10,83
4 - 10	4,09	8,78	11,03
10 - 20	8,05	9,82	12,33
20 - 50	10,03	10,34	12,98

Tabell 4-5. Som tabell 4-4, men de to laveste kalsiumklassene har blitt slått sammen. Differanse viser forskjell i indeksverdi fra en kalsiumklasse til den neste.

Kalsium (mg/l)	PIT	SIPA	Differanse	Endring i klassegrense
< 4	8,49	10,66		
4 - 10	8,78	11,03	0,4	<b>0,4</b>
10 - 20	9,82	12,33	1,3	<b>1,0</b>
20 - 50	10,34	12,98	0,7	<b>1,0</b>

#### 4.9 Bruk av terskelindikatorer

Vi har tidligere sett at PIT-score endrer seg lite dersom konsentrasjonen av total fosfor er lav (figur 2-3). Det er derfor ikke overraskende at forskjellen i SIPA-klassegrenser for de ulike kalsiumklassene ble relativt små (tabell 4-4). Indeksverdier alene vil derfor i relativt liten grad være i stand til å skille upåvirkede og svakt påvirkede lokaliteter. I SIPA foreslår vi derfor at disse kombineres med terskelindikatorer. I tabell 4-2 har vi skilt ut de taksa som over tid har vist seg å ha aller lavest P-opt som Gruppe A. I de aller mest næringsfattige lokalitetene mener vi at denne gruppen bør være representert for å oppnå beste tilstandsklasse. Samtidig stiller vi krav om at ingen av indikatorene med høyest P-opt registreres. Hvilke krav som stilles til forekomst / ikke-forekomst av terskelindikatorer i de ulike tilstandsklassene baseres på erfaring, og må bli av en noe mer subjektiv karakter enn fastsettelse av indikatorverdier.

Det er fort gjort å tenke seg at en art vi nesten utelukkende finner i næringsfattige lokaliteter, har en *preferanse* for slike lokaliteter. Dette er imidlertid ikke riktig. Alger trenger tilgang på lys, karbondioksid og diverse næringsstoffer og sporstoffer for å vokse. Dersom fosfor er begrensende for veksten, vil vi observere positiv vekst kun når fosforkonsentrasjonen er over en nedre grense. Veksthastigheten vil så øke med økende tilgang til fosfor inntil vi når en grense for maksimal vekst. Fosforkonsentrasjoner høyere enn dette nivået vil ikke resultere i høyere veksthastighet. Ved svært lav fosforkonsentrasjon er det mange arter som ikke er i stand til å vokse. Vi vil derfor kun finne de artene som har evne til positiv vekst selv ved disse nivåene. Også disse artene vil imidlertid vokse raskere dersom fosforkonsentrasjonen øker, men da kan de bli utkonkurrert av andre arter. Det betyr likevel at ved bruk av terskelindikatorer vil *fravær* av arter være det sikreste signalet. En slekt med lav P-opt som *Zygnema* (gruppe A i tabell 4-2) vil klare seg fint i et miljø med god tilgang på fosfor, men problemet er at den da kan bli utkonkurrert av andre arter som vokser raskere under de betingelsene. Grønnalgen *Cladophora* (gruppe E) ser imidlertid ut til å kreve god tilgang på fosfor for å ha positiv vekst, og da vil det være mange næringsfattige lokaliteter hvor den ikke er i stand til å vokse.

P-opt gir oss altså et inntrykk av hvilket nivå av Tot-P hvor algen er mest konkurransedyktig, men den gir oss ikke informasjon om hvilken fosforkonsentrasjon som er nødvendig for maksimal veksthastighet.

## 5 Endelige klassegrenser i SIPA, inklusiv terskelindikatorer

### 5.1 Tilstandsklasser i SIPA

Klassegrenser for SIPA er angitt i tabell 4-3. Vi har imidlertid forsøkt å justere disse klassegrensene ut fra den naturlige bakgrunnstilførselen av fosfor, uttrykt i form av vannets kalsiuminnhold (se avsnitt 4-8). I datamaterialet vi har benyttet i denne rapporten var mediankonsentrasjonen av kalsium på 5,4 mg/l, noe som tilsier at klassegrensene i tabell 4-3 bør gjelde for kalsiumklassen 4 – 10 mg/l. I så fall bør klassegrensene ligge 0,4 enheter lavere for lokaliteter med kalsiumkonsentrasjon mindre enn 4 mg/l, og henholdsvis 1 og 2 enheter høyere i kalsiumklassene 10 – 20 mg/l og > 20 mg/l.

For terskelindikatorene mener vi gruppe A må være representert i alle lokaliteter med kalsiuminnhold lavere enn 4 mg/l for å oppnå *svært god* tilstand. For kalsiumklassen 4-10 mg/l aksepterer vi at gruppe A ikke er representert, men da må vi alger fra gruppe B være til stede for å oppnå beste tilstandsklasse. Det var betydelig høyere fosforinnhold i vannforekomstene med høyere kalsiuminnhold enn dette (tabell 4-4), og i disse kalsiumklassene stiller vi derfor ikke et slikt krav. Det viktigste kravet vi ellers har stilt for å oppnå minst *god* økologisk tilstand, er fravær av representanter fra gruppe E. I de to laveste kalsiumklassene mener vi at tilstedeværelse av alger fra gruppe E bør begrense mulige tilstandsklasser til *dårlig* og *svært dårlig*. For øvrig har vi lagd en gradvis overgang med stadig færre krav om terskelindikatorer fra *svært god* til *svært dårlig* tilstand innad i en kalsiumklasse, og også i samme tilstandsklasse når vi går fra lokaliteter med lavt til høyt kalsiuminnhold. Samlet ender vi dermed på et system for vurdering av økologisk tilstand som angitt i tabell 5-1.

Tabell 5-1. Klassegrenser i SIPA, hvor både indikatorverdier og terskelindikatorer er inkludert. + Gr. A = gruppe A må være registrert for at klassen kan oppnås. - Gr. E = Representanter fra gruppe E kan ikke være til stede dersom tilstandsklassen skal oppnås.

	Kalsium: < 4 mg/l	Kalsium: 4-10 mg/l	Kalsium: 10-20 mg/l	Kalsium: > 20mg/l
<b>Svært god</b>	< 7,9	< 8,3	< 9,3	< 10,3
	+ Gr. A, - Gr. D el. E	+ Gr A el. B, - Gr. D el. E	- Gr. D el. E	- Gr. E
<b>God</b>	< 14,4	< 14,8	< 15,8	10,3 – 16,8
	+ Gr A el. B, - Gr. D el. E	- Gr. D el. E	- Gr. E	- Gr. E
<b>Moderat</b>	< 20,8	< 21,2	< 22,7	< 23,7
	- Gr. E	- Gr. E		
<b>Dårlig</b>	< 27,1	< 27,5	22,7 – 28,5	23,7 – 29,5
<b>Svært dårlig</b>	> 27,1	> 27,5	> 28,5	> 29,5



## 5.2 Krav til data ved bruk av SIPA

I PIT er det krav til funn av to indikatortaksa for å kunne gjøre en vurdering av økologisk tilstand. I tillegg er det et krav at prøvene tas i perioden mellom juni og oktober, og helst i august eller september. Det er ganske åpenbart at usikkerheten i tilstandsvurderingen blir større jo færre indikatorer man finner. Vår oppfatning er at to indikatortaksa er for lite, og setter grensen ved bruk av SIPA til fire.

En faktor som har stor innvirkning på artssammensetning og utvikling av samfunn av påvekstalger, er lysforholdene. I beskrivelsen av PIT i klassifiseringsveilederen er det lite fokus på dette, men vår erfaring er at det på stasjoner med dårlige lysforhold ofte er svært lite alger, og av de vi finner er mesteparten kiselalger. Rødalger klarer seg gjerne under dårligere lysforhold enn andre alger, og på slike stasjoner finner vi som regel slekten *Audouinella*. Siden den under slike forhold ofte er en av kun få indikatortaksa, påvirker den i sterk grad PIT-score for stasjonen. Grønnalgen *Oedogonium* ser også ut til å være av dem som relativt sett klarer seg best på steder med lite lys. For å få pålitelige resultater ved bruk av indekser for påvekstalger, bør man bestrebe seg på å finne stasjoner med minst moderate lysforhold. Dette vil som regel gjøre at man finner flere indikatortaksa, og det vil være større variasjon i hvilke indikatorer man finner.

Vi har forsøkt å kategorisere lysforhold i tabell 5-2.

Tabell 5-2. Kategorisering av lysforhold i rennende vann.

Lysforhold	Beskrivelse	Eksempel
Gode	Åpent, i store deler av dagen er det lite som hindrer sollyset å treffe vannoverflaten.	
Moderate	En del skygge pga. trær eller kantvegetasjon, men en god del lys vil i løpet av dagen treffe direkte på vannoverflaten	
Dårlige	Tett skog rundt stasjonen, liten bekk med tett kantvegetasjon, eller annet som hindrer sollys. Eller: Vannet er permanent sterkt farget eller blakket og svært lite lys når ned til substratet som algene vokser på.	

For å sikre at algene henter alt fosfor til vekst fra vannet må de vokse på stein eller annet inert materiale. I lokaliteter uten stein, bør det om mulig legges ut naturstein minst et par måneder før innsamling av prøver.

Krav til data, oppsummert:

- Minimum fire indikatortaksa.
- Minst moderate lysforhold.
- Algene samles fra stein eller annet inert materiale.
- Prøvene samles inn i perioden juni – oktober, helst i august – september.

Dersom kravene ikke er oppfylt, men en indeksverdi likevel beregnes, må dette alltid bemerkes og resultatet må tolkes med ekstra varsomhet.

### 5.3 Anvendelse og videre utvikling av SIPA

I den gjeldende klassifiseringsveilederen for vannforekomster i Norge er det indeksen PIT (Periphyton Index of Trophic status) som benyttes som biologisk kvalitetselement for å vurdere eutrofiering i rennende vann. Indeksen har blitt benyttet i sin nåværende form til dette formålet siden 2013. Selv om den i hovedsak ser ut til å gi pålitelige resultater, har den etter vår mening noen svakheter som vi har påpekt i denne rapporten. I forbindelse med tilstandsklassifisering mener vi dette er de to største problemene:

- Undersøkelser har vist at PIT har en tendens til å klumpe tilstandsklassifiseringen mot midten av skalaen (f.eks. resultater i Ranneklev og medarb. 2013). Ved fastsettelse av klassegrensene ble PIT interkalibrert med et datasett som hadde uvanlig høye fosfornivåer sammenliknet med hva som er vanlig i norske vassdrag. Dette gjør at PIT sjelden oppnår *dårlig* eller *svært dårlig* tilstand i norske vassdrag (Eriksen og medarb. 2015). Klassen *moderat* bør nok derfor i PIT tolkes som *moderat* eller *dårligere*.
- Indeksen skiller for dårlig mellom innsjøer lokaliteter med lav fosforkonsentrasjon (Schneider & Lindstrøm 2011), og den har felles klassegrenser for alle lokaliteter med kalsiuminnhold over 1 mg/l. Dette gjør at den sammenlikner direkte lokaliteter som ligger i områder med ulik naturlig bakgrunnstilførsel av næringsstoffer. Konsekvensen av dette kan for eksempel være at elver og bekker i høyereliggende strøk etter PIT havner i tilstandsklasse *svært god* selv når det er fosfortilførsel til vannforekomstene som langt overstiger den naturlige bakgrunnstilførselen.

I utviklingen av SIPA har vi benyttet empiriske data fra Vannmiljø for fosfor, kalsium og påvekstalger, og sett på samvariasjonen mellom disse. Dette har gitt klassegrenser vi mener er klart strengere i begge ender av skalaen enn det vi har i PIT. Dette gjør at beregning av SIPA kan bidra til en mer nyansert tolkning av resultatene fra PIT. Vi mener altså ikke at SIPA skal erstatte PIT, men at begge indeksene bør regnes ut og sees i sammenheng. Dette kan bidra til å gi en mer presis tolkning av den informasjonen samfunnet av påvekstalger gir oss. I tabell 5-3. har vi gitt eksempler på hvordan vi mener dette kan gjøres.

Tabell 5-3. Forslag til hvordan indeksen SIPA kan benyttes sammen med PIT for å vurdere økologisk tilstand i rennende vann.

Tilstandsklasse PIT	Tilstandsklasse SIPA	Tolkning
Svært god	Svært god	Stor sannsynlighet for at påvirkningen av fosfor er meget liten, og at den ikke har noen innvirkning på organismsamfunnene vi finner. Fastsettelse av tilstandsklasse har høy pålitelighet.
Svært god	God eller dårligere	Sannsynlighet for en viss ekstern tilførsel av fosfor. Denne er relativt liten siden den ikke fanges opp av PIT. Det er betydelig risiko for at korrekt tilstandsklasse er dårligere enn <i>svært god</i> .
Moderat	Moderat	Stor sannsynlighet for at <i>moderat</i> er korrekt tilstandsklasse.
Moderat	Dårlig eller svært dårlig	Det er betydelig sannsynlig for at den reelle tilstanden i lokaliteten er dårligere enn <i>moderat</i> .

Det er et godt prinsipp at enhver indeks av denne typen evalueres etter at den er benyttet over en viss tid. Selv om klassegrenser er satt ut fra så objektive kriterier som mulig for SIPA, og indeksen er basert på et stort datasett, kan det vise seg ved praktisk bruk at kriteriene for de ulike tilstandsklassene bør justeres for å gi et enda mer korrekt bilde av den reelle tilstanden i vannforekomster. Bruk av terskelindikatorer, slik vi har gjort i SIPA representerer også en usikkerhet. Inndelingen av taksa i ulike grupper og krav til forekomst/fravær av disse gruppene er en delvis subjektiv vurdering. Det er kun ved å se hvordan bruken av disse faller ut i et betydelig antall lokaliteter at vi kan finne ut om terskelindikatorene bidrar til å trekke vannforekomstene inn i riktig tilstandsklasse eller ikke. Vår erfaring er at en eller flere av algene vi har plassert i gruppe A nesten alltid er å finne i lokaliteter som er svært næringsfattige så fremt prøven er tatt på en stasjon hvor lysforholdene er gode. Det er likevel åpenbart at dette bør undersøkes nærmere. Dersom vi finner at det er mange slike lokaliteter hvor ingen av disse indikatorene observeres, vil det kreve at indeksen eller gruppeinndelingen av indikatorene endres.

## 6 Referanser

- Armitage, P. D., Moss, D., Wright, J. F., & Furse, M. T. (1983). The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research* 17:333-347.
- Direktoratsgruppen vanndirektivet. (2018). *Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver*. Direktoratgruppen for gjennomføringen av vannforskriften.
- Eriksen, T., Lindholm, M., Kile, M. R., Solheim, A. L. & Friberg, N., (2015). *Vurdering av kunnskapsgrunnlag for leirpåvirkede elver*. NIVA rapp. 6792-2015. Oslo: NIVA.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. (2005) *Cyanoprokaryota* 2. Teil: Oscillatoriales. Elsevier GmbH, Munchen, 759 p.
- Ranneklev, S., Røst, K., Bækken, T., & Lund, E. (2013). *Tiltaksrettet overvåking i Glomma - Utslipp fra Borregaard*. NIVA rapp. 6579-2013. Oslo: NIVA.
- Rueness, J., Lindstrøm, E.-A. & Kile, M. (2011). *Kunnskapsstatus med oversikt over arter i Norge og Norden*. NIVA rapp. 6140. Oslo: NIVA.
- Schneider, S. & Lindstrøm, E.-A. (2011). The periphyton index of trophic status PIT: A new eutrophication metric based on non-diatomaceous benthic algae in Nordic rivers. *Hydrobiologia* 665(1): 143-155