



# Tjekliste til skolens it-infrastruktur

Version 0.1 - Opdateret april 2017

**KL**

## Formål

Denne tjekliste er udarbejdet på baggrund af resultater fra brugeranalysen af folkeskolernes it-infrastruktur (2016), og erfaringer fra specialister i it-infrastruktur og lokale netværk. I listen har vi samlet en række gode råd og anbefalinger, som kan anvendes på den enkelte skole, hvis brugerne oplever problemer med skolens it-infrastruktur. Listen er tænkt som et dialogværktøj mellem skolens ledelse, it-vejledere og de ansvarlige for den tekniske installation på de skoler hvor brugerne eventuelt oplever problemer med it-infrastrukturen.

En velfungerende it-infrastruktur er dels fundamentet for at en stor del af skolernes aktiviteter kan gennemføres og dels fundamentet for at intentionerne om øget anvendelse af digitale læremidler kan opfyldes. Hvis ikke elever og det pædagogiske personale oplever, at it-infrastrukturen fungerer stabilt og godt, vil lysten til at anvende digitale læremidler være begrænset i praksis.

En velfungerende it-infrastruktur som sikrer, at brugerne ikke oplever tekniske problemer i hverdagen, er en kompleks størrelse. Der er tale om en lang kæde af teknologier, udstyr og fysiske forhold, der alle skal afstemmes for at opnå et tilfredsstillende resultat. Hvis blot et af elementerne i kæden ikke fungerer ordentligt, vil brugerne opleve enten ikke at kunne komme på de trådløse netværk, eller at adgangen til internettet og dertilhørende services kører meget langsomt. Brugeren vil typisk konstatere at it-plattformen ikke fungerer ordentligt, men vil ofte have vanskeligt ved at pege på, hvor præcist problemet findes.

I forbindelse med indgåelse af Økonomiaftalen 2012 med regeringen om it i folkeskolen, udarbejdede KL i 2012 et sæt anbefalinger til etablering af en robust it-infrastruktur i skolerne:

- Der skulle etableres trådløse netværk der dækkede alle indendørsarealer på skolen
- Det skulle være muligt for brugerne at logge på skolens netværk med eget udstyr, såkaldt Bring Your Own device, BYOD)
- Der skal være områder på skolen hvor dækningen kan håndtere prøvesituationer
- Brugere skulle have mulighed for at logge på netværket med flere devices (fx pc/tablet og smartphone) på samme tid
- Brugere skal kunne bevæge sig rundt på skolen, uden at skulle logge på flere gange (roaming på skolen)
- Tilstrækkelig kapacitet fra skolens netværk og ud på Internettet, der sikrer at der sikrer tilfredsstillende hastigheder for
- Brugere skal have adgang til print på skolerne
- It-infrastrukturen skal kunne anvendes af brugere udenfor skoletiden
- Det bør være muligt at filtrere trafikken, hvis der sker misbrug af infrastrukturen
- Evt. ny kabling bør være af typen ipv6

Denne tjekliste er et supplement til KLs tidligere anbefalinger(2014) til hvad kommunerne og skolerne skal fokusere på med henblik på at sikre en stabil infrastruktur frem mod 2020.

Dette er ikke en fuldstændig liste, som sikre at alt bliver 100% korrekt, men det er en opstilling af gode råd, som forhåbentlig kan anvendes til at finde (og i nogle tilfælde) løse de problemer brugerne står overfor. Erfaring viser, at slutbrugerbehovene ikke er statiske, men at brugernes forventninger og efterspørgsel til adgang til hurtige og stabile trådløse netværk vokser kontinuerligt i takt med den teknologiske udvikling og befolkningens ændrede medievaner. Det betyder i praksis, at det som var godt nok for et par år siden, måske ikke er godt nok i dag, og helt sikkert vil være for dårligt om et par år.

Tjeklisten er udarbejdet på baggrund af de indsamlet svar fra de to undersøgelser KL har gennemført af skolernes it-infrastruktur. Den første analyse omfattede alle skoler i 16 kommuner og blev gennemført i 2014. Den anden analyse blev gennemført i 2016 og blev tilbudt alle kommuner. Den sidste analyse bygger på svar fra 61.847 elever og 13.819 besvarelser fra pædagogisk personale og 853 besvarelser fra ledere på de undersøgte skoler.

Nedenfor finder du tjeklisten med seks typiske årsager til netværksproblemer, som du/den it-ansvarlige kan gennemløbe i tilfælde af, at eleverne og medarbejderne på din skole vurderer, at det trådløse netværk ikke har en tilstrækkelig kvalitet. De seks tjekpunkter vil blive uddybet enkeltvis længere nede og lyder som følger:

1. Er skolens bredbåndskapacitet til Internettet stor nok?
2. Er der sat nok trådløse acces points op på skolen?
3. Er den trådløse infrastruktur på skolen installeret rigtigt?
4. Er der taget højde for særlige bygningsmæssige forhold?
5. Er der forstyrrende udstyr der anvender det trådløse netværk?
6. Har den enkelte skole en hensigtsmæssig organisering af it-supporten?

## 1) Er skolens bredbåndskapacitet til Internettet stor nok?

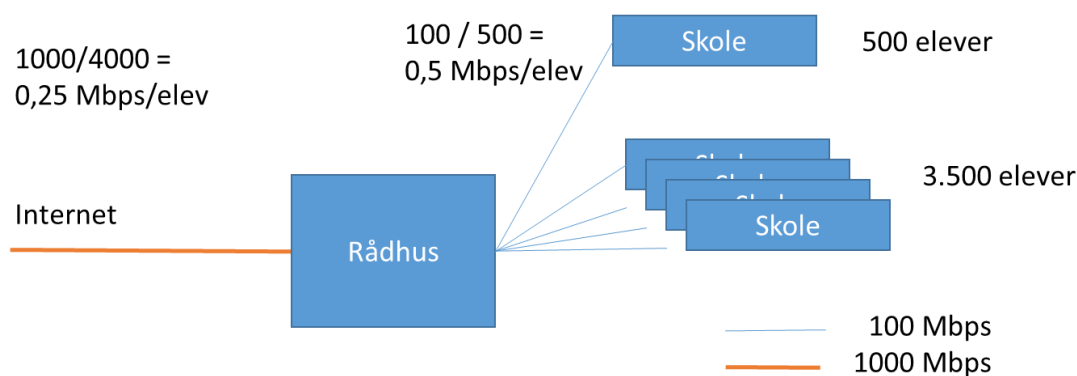
**Bredbåndskapacitet fra skolen til internettet (skolens opkoblingshastighed til internettet) bør være på mindst 0,15 Mbps/elev<sup>1</sup>** (Bemærk dog, at de skoler med meget tilfredse brugere, er bl.a. kendetegnet ved at have over 1,0 Mbps/elev).

Sammenhængen mellem brugertilfredshed og skolens opkoblingshastighed er meget tydelig. Det trådløse netværk kan være nok så velfungerende, men hvis problemet er at for meget trafik skal ind og ud gennem en opkobling med for lille kapacitet, vil der opstå en flaskehalse, som påvirker at brugerne oplever at tilslutningen er langsom eller ustabil.

Vær opmærksom på, at opkoblingen ud til internettet kan have mange stop undervejs, hvor der kan være flaskehalsproblematikker. Mange skoler er i dag deler i dag internetadgang med andre skoler i samme kommune og i nogle tilfælde også med medarbejdere i den kommunale forvaltning.

### Eksempel:

En skole med 500 elever har en båndbredde på 100 Mbps fra skolen og ind til rådhuset. Fra rådhuset deler skolen en adgang til internettet på 1.000 Mbps med alle de andre folkeskoler, som udgør yderligere 3.500 elever, dvs. i alt 4.000 elever. Fra skolen og ind til rådhuset er der således 0,5 Mbps/elev, mens der fra rådhuset og ud til internettet er 0,25 Mbps/elev. Det er således forbindelsen fra rådhuset og til internet, som sætter begrænsningen på 0,25 Mbps/elev.



## 2) Er der sat nok trådløse access points op på skolen?

Brugernes svar viser at der er en sammenhæng mellem tilfredshed med netværket og det gennemsnitlige antal elever pr. access point. Besvarelserne viser, at hvis der er flere end 12 elever pr. access-point, falder tilfredsheden blandt brugerne markant der højest bør være 12 elever. KL har tidligere (2012) anbefalet at der opsættes ét access-point i hvert fag- og klasselokale, samt et antal access points i skolens fællesarealer, afhængigt af bygningernes struktur (areal, bygge materiale m.v.).

<sup>1</sup> Baseret på to undersøgelser af elever og læreres tilfredshed med de trådløse netværk gennemført hhv. i 2013 for folkeskolerne i 20 kommuner og i 2016 for folkeskolerne i hele landet.

## Bemærk.

KL anbefaler, at skolerne har mindst ét trådløst access point pr. undervisningslokale, hvis ældre modeller access point bruges. KL har undersøgt en række skoler i Jylland, hvor en ny generation af access points, [IEEE 802.11ac](#), er blevet installeret. De nuværende erfaringer viser, at den ny generation er har løftet kvaliteten af de trådløse netværk betydeligt, ved bl.a. at

- Øget båndbredden pr. tilsluttet trådløse it-udstyr
- Øget dækningsgraden, så at der er brug for færre access points på skolerne
- Mindre følsomme overfor elektronisk støj (ved at bruge et andet højt frekvensområde, der ikke forstyrres af bluetooth signaler, el-installationer mm.).

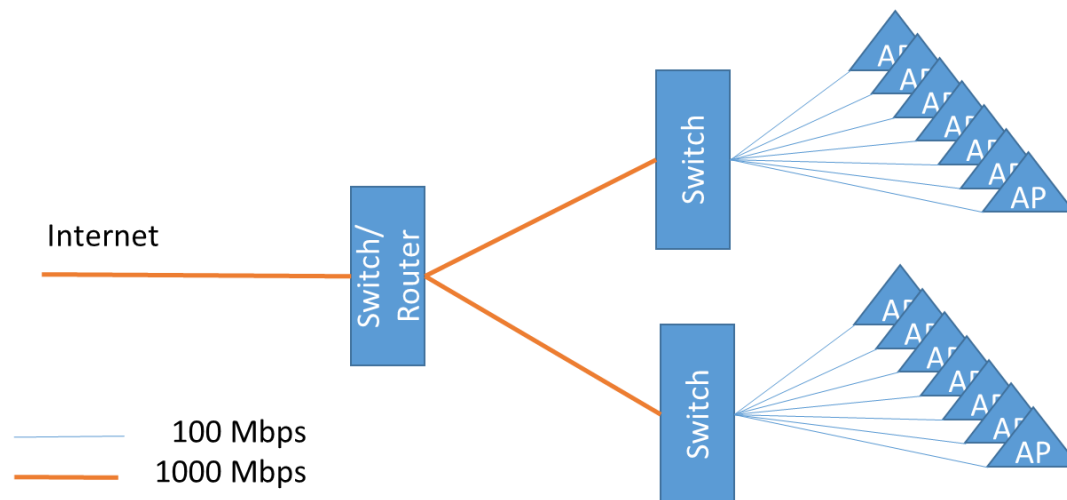
## 3) Er den trådløse infrastruktur på skolen installeret rigtigt?

Erfaringerne fra trådløse netværk viser, at de i mange tilfælde er konfigureret eller monteret forkert eller uhensigtsmæssigt. Før kommunerne installere flere access points på en skole, anbefaler KL, at man kontrollerer, at de allerede opsatte access points er installeret korrekt.

For at tjekke om de trådløse netværk på skolen er konfigureret og installeret korrekt, vil det være nødvendigt at stille følgende spørgsmål til de, der har ansvar for de forskellige elementer i den trådløse infrastruktur:

1. Er alle de access points koblet til internettet med **hver sit kabel til skolens krydsfelt**?  
Dvs. at der ikke er access point, der trådløst kommunikerer med andre trådløse adgangspunkter (er tilsluttet som relæ), og at der ikke er access points der er serieforbundet med hinanden (se figuren nedenfor).
2. Er infrastrukturen for skolen baseret på **et overordnet design**, og er placering og kabling af access points og switche dokumenteret (fx ved diagramtegninger),
3. Er det vurderet inden for det sidste år, at **dokumentationen er retvisende** (et trådløst netværk på en skole er en kompleks størrelse, der kræver planlægning ved såvel implementering, ved udskiftning og ved udbygning. Hvis der er en opdateret dokumentation, er det en god indikation for, at de der har det tekniske ansvar for det trådløse netværk, ved hvad de laver.)
4. Har skolen eller kommunen en **serviceaftale** med de teknisk ansvarlige for infrastrukturen (ligeegyldigt om det er en ekstern eller intern leverandør)?
5. Er **frekvensstyring af access points** baseret på et **centralt styringsværktøj** (controller), som sikrer optimale udnyttelse af radiofrekvenserne uden, at access points skal kommunikere med hinanden, eller at der skal ske manuelle justeringer.
6. Er der **overvågning** på alle komponenter i infrastrukturen (dvs. routere, switcher, krydsfelter firewalls m.m.), så overbelastning registreres?
  - 6.1. Hvis ja: Er der politikker/processer for håndtering af overbelastningen?
7. Er **kabling af access points** af tilstrækkelig god kvalitet. Dvs.:
  - 7.1. Mindst af typen **"Kategori 5e"** og gerne af typen **"Kategori 6"**
  - 7.2. Alle kabellængder er **under 100 m**, medmindre kablingen bruger fiberoptiske kabler

- 7.3. Alle kablinger er testet og hver installationer **og målt** til at kunne køre mindst 100 Mbps
  - 7.4. Ikke været udsat for **skader ved reparationer** og andre indgreb i bygningen
  - 7.5. At opsætning af de switche, som acces points er kablet til, ikke **genforhandler hastighed** med hvert acces point, oftere end en gang i timen.
8. **Er switches veldimensioneret**, i forhold til den digitale infrastruktur på skolen, eller og skolens **internetopkoblingshastighed?**
- 8.1. Switches interne CPU, skal være så stærk, at den aldrig bliver overbelastet
  - 8.2. Hvis der er mere end en switch, skal de være installeret på skolen, så hverken den enkelte switch eller kablerne imellem switches kan udgøre en flaskehals (se figuren nedenfor)



#### 4) Er der taget højde for særlige bygningsmæssige forhold?

Access points kan være opsat uhensigtsmæssigt i lokalerne. Kvaliteten afhænger bl.a. af korrekt montering (og evt. retning). Det betyder at man skal tjekke at antennerne sidder korrekt og at access points ikke forstyrres af andre radiokilder i nærheden (interferens), og tjekke at de omgivende byggematerialer (ex. armeret beton) ikke begrænser radiosignalerne uforholdsmæssigt meget.

Et trådløst adgangspunkt kan påtrykke sine omgivelser med et radiofelt, hvis størrelse og form afhænger af access pointets antenne(r) og omgivende bygningsmaterialer. Effekten af det trådløse access points radiofelt kan yderligere blive svækket, hvis der er forstyrrende radiokilder i nærheden (interferens).

For at vurdere, om access points er installeret, så der samlet set er en god dækning på skolen, vil det være nødvendigt at stille nedenstående spørgsmål til enten den bygningsansvarlige, den it-ansvarlige for skolen og/eller den ansvarlige for det trådløse infrastruktur:

1. Er der ved placeringen af hvert acces point, taget højde for særligt **dæmpende eller reflekterende bygningsmaterialer** som:
  - 1.1. Vægge af mursten eller beton (de dæmper signalet)
  - 1.2. Vægge med jern/stålarmering, især hvis det er i gitterform (de afbøjer signalet)
  - 1.3. Spejle og fliser (de reflekterer signalet)
  - 1.4. Vinduesglas med solfilm (de reflekterer signalet)
  - 1.5. Blybaseret maling (de dæmper signalet)
2. Er der ved placeringen af hvert acces point, taget højde for evt. **andre radiokilder, som kan forstyrre?**
  - 2.1. Mikrobølgeovne
  - 2.2. Alarmsystemer
  - 2.3. Bluetooth signaler
  - 2.4. Lysstofrør
  - 2.5. Andre trådløse kommunikationsformer og formål, herunder:
    - 2.5.1. Apple TV
    - 2.5.2. Chrome Cast
    - 2.5.3. Trådløse videolinks
3. Er valg og installation af hvert acces points **antenne(r)** gjort med hensyn til de bygningsmæssige og brugsmæssige forhold (antenner kan være **rundstrålende** eller retningsbestemt med forskellige vinkler)
4. Har man efter installation af hvert acces point, **testet og målt** den faktiske hastighed mod forventede hastighed og vurderet, at installation var god nok, på et tidspunkt hvor skolen ellers var tom?
  - 4.1. Eksempel: Hvis den begrænsende båndbredde faktor er 100 Mbps til internettet, så kan dette verificeres ved brug af Speedtest.net, fra en enhed, som kan levere 100 Mbps.
5. Har der været en **større ændring i brugen** af undervisningslokalerne siden det trådløse netværk sidst er blevet konfigureret på hele skolen? (Et trådløst netværk kan være installeret i forhold til forventede brugsmønstre, fx har indskolingen ikke samme behov som udskolingen)
6. Er der blevet **flyttet rundt på** acces points efter, de er blevet installeret første gang uden forudgående design eller efterfølgende test og målinger (hvis man ændrer på placering, retning og sendestyrkeforhold på et eller flere acces points i et trådløst netværk, kan det få forstyrrende og effektredsættende virkning andre steder. Årsagssammenhængen er kompleks, og dermed kan almindelig intuitiv fornemmelse ikke anvendes)?
7. Bliver acces points **udsat for hærværk** af elever, lærere og/eller forældre, herunder også, at der slukkes og tændes uautoriseret for acces points?
8. Er der inden for det sidste års tid **gennemført en kontrol** af, at hvert acces point stadig står optimalt
  - 8.1. Er der skannet for, om der er kommet nye støjkluder til skolen eller om acces points fortsat ikke støjler for hinanden (noget som controlleren skulle sikre ikke sker)

## 5) Er der forstyrrende udstyr der anvender det trådløse netværk?

Alt udstyr der er koblet til det trådløse netværk vil forbruge båndbredde i større eller mindre grad. Brugernes samlede oplevelse af netværket afhænger i høj grad af hvilket udstyr, der bliver anvendt. I tillæg kan gamle eller delvist defekte enheder, der bruger det trådløse netværk, sænke kvaliteten for andre brugere af det trådløse netværk.

For at vurdere, om der er installeret udstyr, som forstyrre det trådløse netværk på skolen, vil det være nødvendigt at stille nedenstående spørgsmål til enten den it-ansvarlige på skolen og/eller den person, der er ansvarlige for den trådløse infrastruktur:

1. Har I skolecomputere eller skoletablets, der er **ældre end 5 år**? (Kan ofte give anledning til længere log-on tider)
2. Bliver software og styresystemer på jeres skolecomputere og skoletablets **jævnligt opdateret**?
3. Sikrer I, at skolecomputere og tablets enten **bliver repareret eller smidt ud**, hvis der er hardware-fejl?
4. Kan jeres **infrastruktur registrere**, hvis der er enheder på det trådløse netværk, der tvinger adgangspunkterne til at gå **ned i kvalitet**?
5. Kan jeres infrastruktur registrere, om der er enkelte enheder på netværket (kablet eller som trådløst), der bruger **uforholdsmæssig meget båndbredde**?
  - a. Hvis ja, kan I finde ud af hvilken bruger, og har I politikker for håndtering af mistanke om misbrug af skolens netværk?
6. Er skolens firewall sat rigtigt op, og er der virusbeskyttelse på alt relevant udstyr?

## 6) Har den enkelte skole en hensigtsmæssig organisering af it-supporten?

Analysen af skolernes it-infrastruktur fra 2016 viser, at den oplevelse den enkelte lærer eller elev har af it-infrastrukturen kan være påvirket af elementer, som ikke direkte har noget med selve netværkskvaliteten at gøre. Det er fx den computer eller tablet som bliver brugt til at tilgå netværket eller den tjeneste/applikation, som bliver brugt på netværket, som påvirker oplevelsen af skolens trådløse netværk.

Følgende er en liste over organisatoriske spørgsmål som skolelederne selv bør kunne besvare og som kan være relevante for den oplevede netværkstilfredshed:

1. Er den tid som skolens it-vejleder/it-supporter har afsat til at løse problemer og opgaver vedrørende IT på skolen tilstrækkelig? Hvis vigtige opgaver skubbes til en gang om måneden eller sjældnere, er dette et tegn på, at der ikke er nok tid afsat.



2. Har der været en tilstrækkelig kontinuitet, dvs. ikke hyppig udskiftning af den lokale it-vejleder/it-supporter? Hvis der er sket en eller flere udskiftninger i løbet af et år kan det have en negativ effekt på den oplevede tilfredshed med IT udstyret og netværket på skolen<sup>2</sup>.
3. Har den lokale it-vejleder/it-supporter den fornødne uddannelse/kompetence til at udføre opgaven?
4. Har den lokale it-vejleder/it-supporter den rette motivation – eller er det en uønsket opgave?

Hvis I efter at have været igennem denne tjekliste stadig oplever problemer med netværkskvaliteten, og tjeklisten ikke har givet anledning til en forklaring på, hvorfor brugerne er utilfredse, så kræver det en dybere analyse af de tekniske, organisatoriske og didaktiske forhold på skolen. Øvrige observationer eller forhold som kan forbedre netværksoplevelsen

Følgende er en løseligt beskrevet liste af tiltag som kan være med til at forbedre netværksoplevelsen, som kan forfølges, når der er godt styr på de øvrige dele.

1. Cache servere til forskellige tjenester som typisk bruger en stor båndbredde
  - 1.1. App store
  - 1.2. Windows update
  - 1.3. Spilplatforme (Steam, LoL etc.)
2. Advarsel for udløb af certifikater, således at der ikke opstår problemer med manglende adgang til netværket på uheldige tidspunkter
3. Sæt telefoner i flight-mode – hvis de indsamles under eksamener, således at de ikke belaster netværket
4. Indføre frys-perioder for opdateringer og ændringer, i en uge inden og under eksamener
5. Begrænse muligheden for at vælge forkert WiFi, hvis der er flere i brug på skolen, fx et offentligt og et skole-specifikt, hvortil der knytter sig særligt udstyr

---

<sup>2</sup> Baseret på erfaringer fra to undersøgelser af elever og læreres tilfredshed med de trådløse netværk gennemført hhv. i 2013 for folkeskolerne i 20 kommuner og i 2016 for folkeskolerne i hele landet.