

BACnet

BACnet - (Building Automation & Control network) avatud standard
Väljatöötatud ASHRAE (Am.Society of Heating, Refrigerating and Air-
Conditioning Engineers) poolt. <http://www.bacnet.org>

On Ameerika riiklik standard 135(1995,+2001,+2008 ...+2020), Euroopa ja ISO
ülemailmse BACS standardi V osa 16484-5 (2003,2009,2017,2022) Data
Communication Protocol as the only BMS-protocol

Palju tarnijaid (nt. Bauer, ABB, Delta Controls, Honeywell, Invensys, Johnson C, KNX,
Loytec, Matricon, Schneider Electric, Siemens, Staefa, Tridium, YIT, jt.)

BIG – BACnet Interest Groups (North America, Europe, Australia and Pacific)

Klassikalised tekkepõhjused:

süsteemide kergem ja soodsam laiendatavus, integreeritavus, koostöö
(andmete jagamine, alarmide ja sündmuste haldamine, trendide
kogumine, ajaplaanid, kaughaldus)

Peamised rakendusvallad:

HVAC, **energia haldus (Smart Grid)**,
ohutus- ja turvasüsteemid,
valgustuse juhtimine,
“targad” liftid
muude seadmete liidesed

Globaalse BA turu osakaal 64%

Allikas: BSRIA 2021



BACnet Euroopas

BIG EU (1998) <http://www.big-eu.org/>

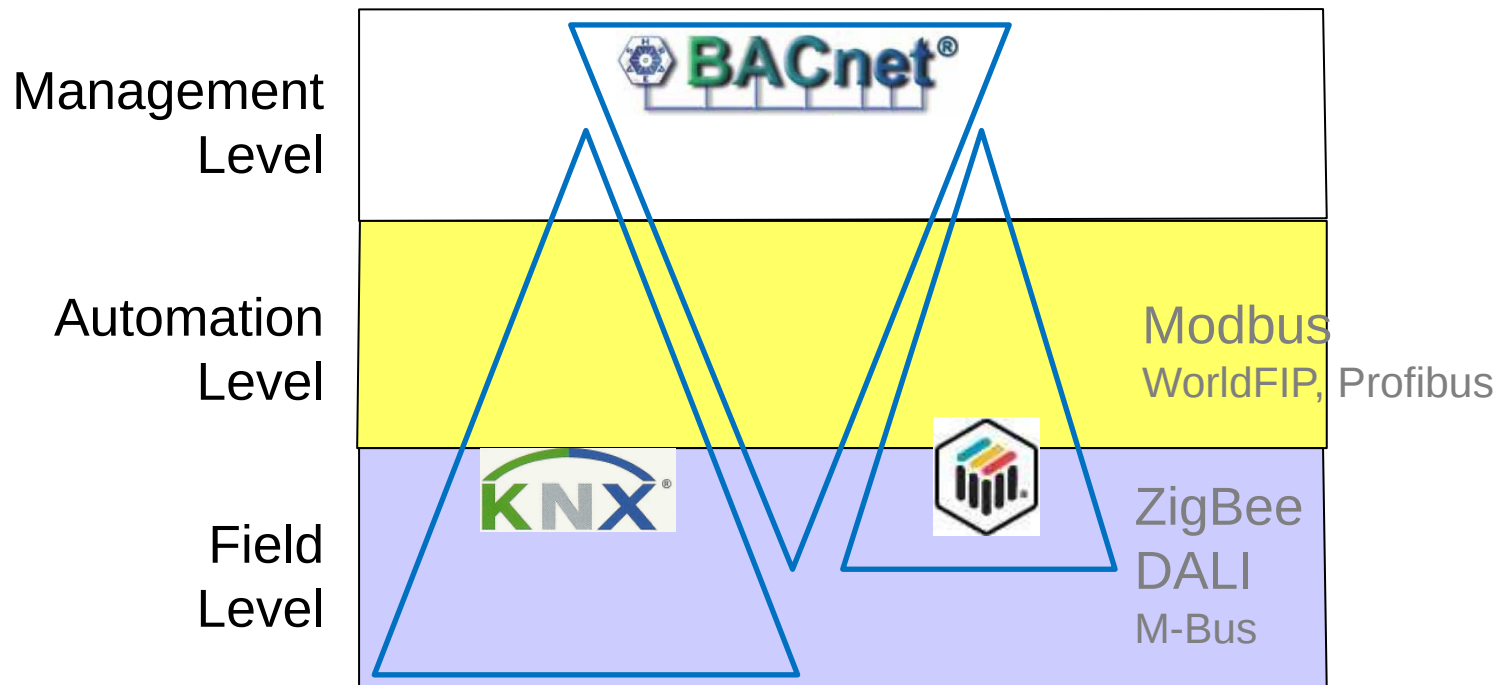
CEN (Committee for European Standardization) TC 247 2003. a.
EN ISO 16484-5 Data Communication Protocol (BACnet), 16484-6

2004. First BACnet devices tested for conformance in Europe

2006. Rahvusvaheliseks (>100 jur.liiget 2013.a)
annual Plugfest



<https://www.youtube.com/user/BIGEUBacNet/videos>



BACnet sisu

BACnet = protokollid = riistvaralised ja tarkvaralised nõuded:

signaalid (el.param.),

adresseerimine,

network access (*Master/Slave*, *Peer-to-Peer*)

veakontroll,

voo kontroll,

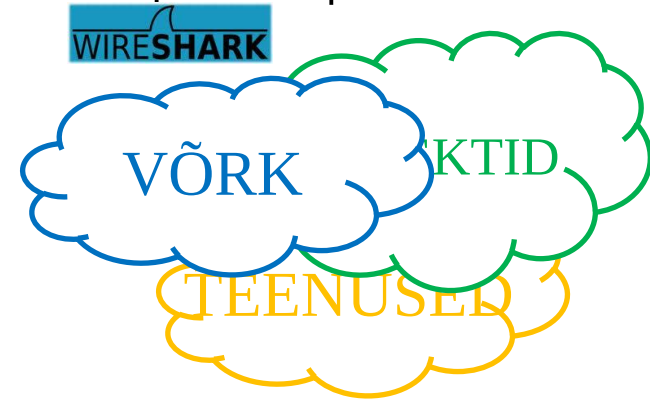
sõnumite järjestus, segmenteerime,

võrgusõnumi formaat

esitusformaat (pakkimine, krüpteerimine).

<http://bacnet.sourceforge.net/>

protokollipinu vabavarad



“Ühine keel” – esitamine info-OBJEKTi kujul (sisendid, väljundid, funktsionaalsus); sisuliselt andmestruktuurid.

Igal objektil on parameetrid (*properties*), mida saab lugeda ja muuta



ISO accreditation 2010

BTL –BACnet Testing Laboratories(100. seade 2005.a), German Certif. Centre

PICS - Protocol Implementation Conformance Statement (manuf.spec.sheet)

Sertifitseeritud seadmete globaalne andmebaas: <https://www.bacnetinternational.net/btl/>

BACnet Manufacturer Association (BMA) -> BACnet International (al. 2006) >217 tootja 2022.a

BACnet objektid ja teenused

Kokku 63 (2005: 25+3) standard objektitüüpi:

Bin I/O/value,

Analg. I/O/value/averg.,

Multi-stage I/O/value,

(Control-) **Loop**, Command, Pulse, Calend., ...

LifeSafety|Access⁵ Poin/Zone, Event², Notific., Netw.Sec¹

File, Program, Schedule, Trend², Group², Channel

Device (objektide kogum)



Application services – (klient-server) sõnumite tüüpteenused (“service requests”) kokku 49:

Alarm and Event Services (Al.gen., Al.ACK, req.cur.Al., **ChOfVal**, ...)

Object Access Services (List, Read /Write Property, Create, Del. ...)

Remote Device Management (Start / Stop, Sync, Who-Has, Ntw. discovery...)

Scheduling, Trending

File Access Services, Virtual Terminal Services (nüüd enam jaolt Internet/Web vahendusel)

vt BIBB

BACnet standardi Annex H.5; “Using BACnet with KNX”

Andmeteisendus teeb KNX funktsioonaploki lähedaseks BACnet-i objektidega, kui EIB/KNX-st DataPoint'id seostada BACnet-i Object Property'tega

BACnet DEVICE ja BINARY_INPUT objekt

Property	Data type	R/W/O	Information
<i>Object_Identifier</i>	<i>BACnetObjectIdentifier</i>	R	(Device, Instance 1)
<i>Object_Type</i>	<i>BACnetObjectType</i>	R	DEVICE
<i>System_Status</i>	<i>BACnetDeviceStatus</i>	R	OPERATIONAL
<i>Vendor_Name</i>	<i>CharacterString</i>	R	“HBN Inc.”
<i>Vendor_Identifier</i>	<i>Unsigned16</i>	R	4711
<i>Model_Name</i>	<i>CharacterString</i>	R	“HBNBAC”
<i>Firmware_Revision</i>	<i>CharacterString</i>	R	“1.0”
<i>Application_Software_Version</i>	<i>CharacterString</i>	R	“1.0”
<i>Protocol_Version</i>	<i>Unsigned</i>	R	1
<i>Object_List</i>	<i>BACnetARRAY[N] of BACnetObjectIdentifier</i>	R	((Analog Input, Instance 1), (Analog Input, Instance 2), (Binary Input, Instance 1))
Seade on objektide kogum	<i>11bit(type)+22bit(instance #)</i>	“Optional”	
<i>Local_Time</i>	<i>Time</i>	O	13:22:45.34
<i>Local_Date</i>	<i>Date</i>	O	20-FEB-2007, TUESDAY

“Write&read”

Property	Data type	R/W/O	Information
<i>Object_Type</i>	<i>BACnetObjectIdentifier</i>	R	BINARY_INPUT
<i>Present_Value</i>	<i>BACnetBinaryPV</i>	R	ACTIVE
<i>Polarity</i>	<i>BACnetPolarity</i>	R	NORMAL
<i>Change_Of_State_Time</i>	<i>BACnetDateTime</i>	O	(15-JAN-2007,06:44:12.3)
<i>Change_Of_State_Count</i>	<i>Unsigned</i>	O	34

BACnet seadmete profiilid

B-BC	BACnet Building Controller (c 200+... 244@)
B-LS,-LD,-AACC,-ACC	Lighting & Access Control Controller (-LCS –Control Station)
B-ALSC,-LSC	Life Safety Controller
	B-AEC,-EC,-EM Elevator Controller
B-AAC	BACnet Advanced Application Controller (BTL 2004.a, c120 158@)
B-ASC	BACnet Application Specific Controller (c 365 491@)
B-GW	BACnet Gateway (20@)
B-RTR	BACnet Router (40@)
B-OD	BACnet Operator Display (*Ad.135-2008, BTL 2012 2 5@)
B-OWS	BACnet Operator Workstation (BTL 2009.a C27 40@)
B-xAWS	Advanced Operator Workstation (*Ad.135-2008, BTL 2009.a 45 83@)
B-ALWS,-LOD,-AACWS,-ACWS,-ACSD	Lighting & Access Control Operator Interface
B-ALSWS,LSWS,LSAP	Life Safety Operator Interface
B-SA	BACnet Smart Actuator (40@)
B-SS	BACnet Smart Sensor (c 28 36@)

BIBBs = BACnet Interoperability Building Blocks

Interoperability Areas: **DS** – Data Sharing, **AE** - Alarms & Event Management, **SCHED** – Scheduling, **T** – Trending, **DM** – Device & Network(NM) Management. **AR**- Audit Reporting, **GW** – Gateway

B-BC

A(client) ↔ B(server)

B-ASC

DS -RP-A,B	Read-Property
DS -RPM-A,B	RP Multiple
DS -WP-A,B	Write Property
DS -WPM-B	WP Multiple
AE -N-I-B	Notification Internal
AE -ACK-B	Acknowledgement
AE -INFO-B	Information
AE -ESUM-B	Enrollment Summary
SCHED -E-B	External (I –internal)
T -VMT-I-B	View & Modify Trends
T -ATR-B	Automated Trend Retrieval
DM -DDB-A,B	Dynamic Device Binding
DM -DOB-B	Dynamic Object Binding
DM -DCC-B	Communication Control
DM -TS-B or	Time Sync. local
or DM -UTC-B	Time Sync UTC
DM -RD-B	Reinitialize
DM -BR-B	Backup and Restore

DS -RP-B
DS -WP-B
DM -DDB-B
DM -DOB-B
DM -DCC-B

Data Sharing

B-AWS	B-OWS	B-OD	B-BC	B-AAC	B-ASC	B-SA	B-SS
DS-RP-A,B	DS-RP-A,B	DS-RP-A,B	DS-RP-A,B	DS-RP-B	DS-RP-B	DS-RP-B	DS-RP-B
DS-RPM-A	DS-RPM-A		DS-RPM-A,B	DS-RPM-B			
DS-WP-A	DS-WP-A	DS-WP-A	DS-WP-A,B	DS-WP-B	DS-WP-B	DS-WP-B	
DS-WPM-A	DS-WPM-A		DS-WPM-B	DS-WPM-B			
DS-AV-A	DS-V-A	DS-V-A					
DS-AM-A	DS-M-A	DS-M-A					

Alarm & Event Management

B-AWS	B-OWS	B-OD	B-BC	B-AAC	B-ASC	B-SA	B-SS
AE-N-A	AE-N-A		AE-N-I-B	AE-N-I-B			
AE-ACK-A	AE-ACK-A		AE-ACK-B	AE-ACK-B			
			AE-INFO-B	AE-INFO-B			
			AE-ESUM-B				
AE-AS-A	AE-AS-A						
AE-AVM-A	AE-VM-A						
AE-AVN-A	AE-VN-A	AE-VN-A					

Scheduling

B-AWS	B-OWS	B-OD	B-BC	B-AAC	B-ASC	B-SA	B-SS
SCHED-AVM-A	SCHED-VM-A		SCHED-E-B	SCHED-I-B			

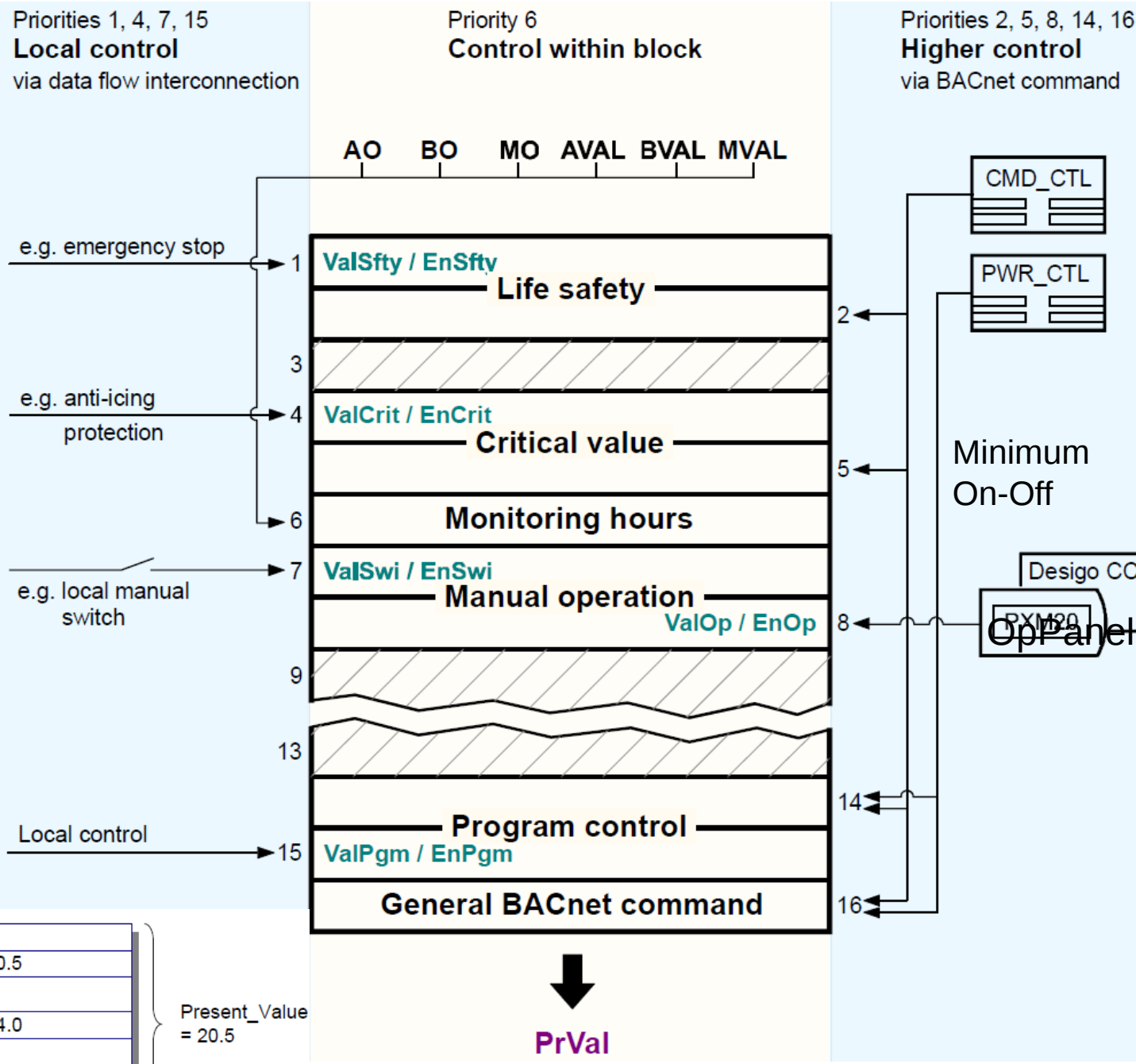
Trending

B-AWS	B-OWS	B-OD	B-BC	B-AAC	B-ASC	B-SA	B-SS
T-AVM-A	T-V-A		T-VMT-I-B				
			T-ATR-B				

Device & Network Management

B-AWS	B-OWS	B-OD	B-BC	B-AAC	B-ASC	B-SA	B-SS
DM-DDB-A,B	DM-DDB-A,B	DM-DDB-A,B	DM-DDB-A,B	DM-DDB-B	DM-DDB-B	DM-DDB-B*	DM-DDB-B*
DM-ANM-A							
DM-ADM-A							
DM-DOB-B	DM-DOB-B	DM-DOB-B	DM-DOB-B	DM-DOB-B	DM-DOB-B	DM-DOB-B*	DM-DOB-B*
DM-DCC-A			DM-DCC-B	DM-DCC-B	DM-DCC-B		
DM-MTS-A	DM-MTS-A		DM-TS-B	DM-TS-B			

BACnet Priority Array

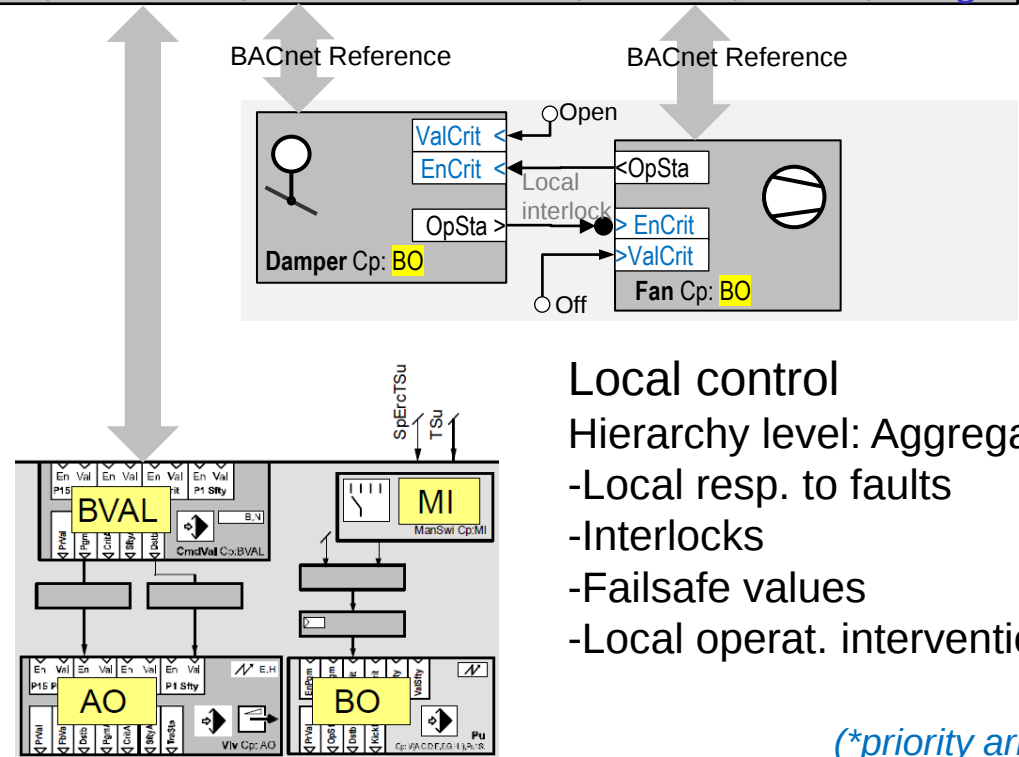
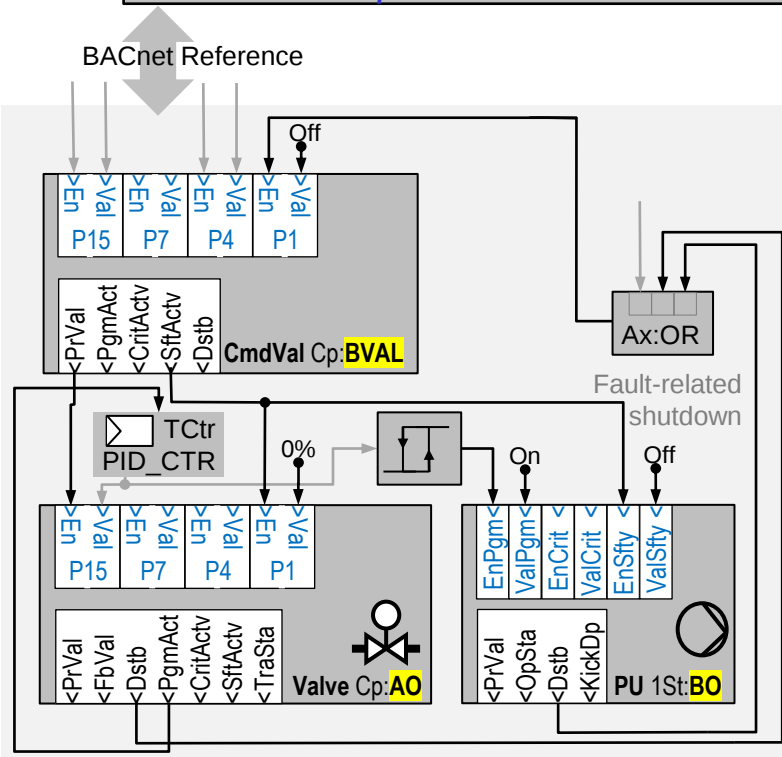
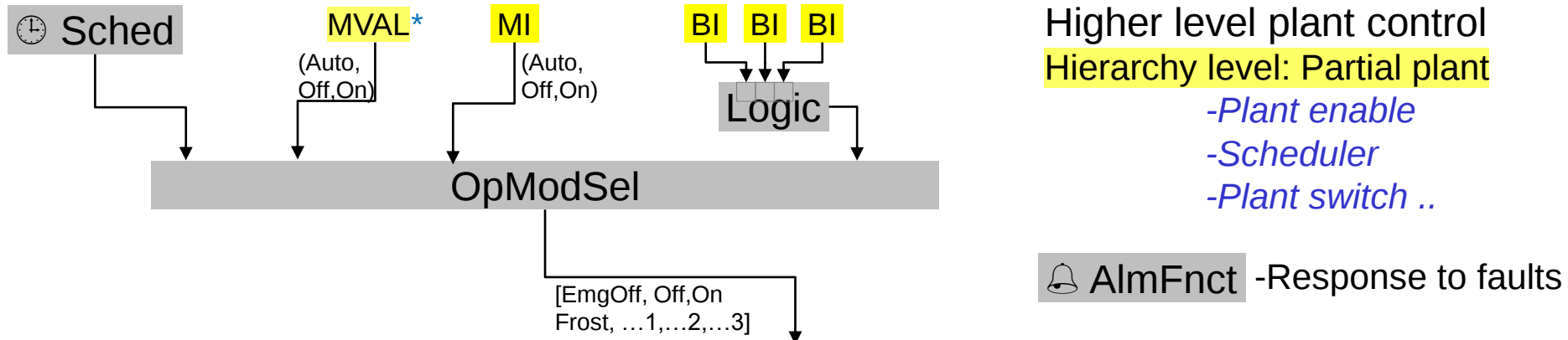


Write 20.5 @ Pri 2

Slot 1	--
Slot 2	20.5
...	
Slot 8	24.0
...	
Slot 15	--
Slot 16	--

} Present_Value = 20.5

BACnet and meolemite prioritised system architecture



(*priority array)

BACnet Võrgutehnoloogiad

Võrgutehnoloogiad (mitmed protokollid):

Ethernet, ARCNET, LonTalk, BACnet/IP,
Master-Slave/Token Passing(MS/TP)*, Point-to-Point*

*-odava EIA-485 ja dial-up jaoks

Seadmestikus tööjaamad, kontrollid, võrgulüüsid, ruuterid ja analüsaatorid.

1-6,7 byt MAC addr

Võrgusõlm (*device*) saab suhelda otse sama võrgu seadmega ja vastu võtta selle võrgu levisõnumeid (broadcast'i) ning saata levisõnumeid teise võrku (võrgul 2 baidine aadress) . Sama meediaga võrgusegmendid ühendatakse repiiterite või sildadega.

Erinevate võrkude sidumiseks *internetwork*'i kasutatakse spets. ruutereid, mis “network layer” tasemel re-kapseldavad BACnet-i sõnumid ja saadavad edasi.

[*BACnet-SC Secure Connect](#)

Võrgulüüsid tagavad üheaegselt kahesuunalise pakettide tõlkimise kaotamata sõnumi sisu.

Application	BACnet App. Layer					
Network	BACnet Netw. Layer					
Data Link	PTP	MS/TP	LonTalk	IEEE 802.3		ZigBee
Physical	RS-232	RS-485		ARCNET	Ethernet	802.15.4

routers

MAC



ZigBee Building Automation Std
approved 2011. as Wireless

BACnet üle IP

Üle IP(Internet Protocol) võrgu sõnumite saatmiseks kasutab BACnet kahte erinevat moodust:

IP Message Tunneling ja **BACnet/IP** (port 0xBAC0)

Esimese puhul BACneti seade ei pea teadma midagi IP-st. Teise puhul on iga seade täieõiguslik IP võrgusõlm.

IP tunneldamine tehakse lähtevõrgu ruuteri poolt, mis paneb BACneti sõnumi UDP paketti. Pakett jõuab läbi standardse IP ruuteri ja Interneti sihtvõrgu BACneti ruuterini, mis kapseldab sõnumi lahti ja saadab määratud seadmele edasi.

BACnet/IP seade pöördub IP võrgu poole nagu tavalise kohtvõrgu poole.

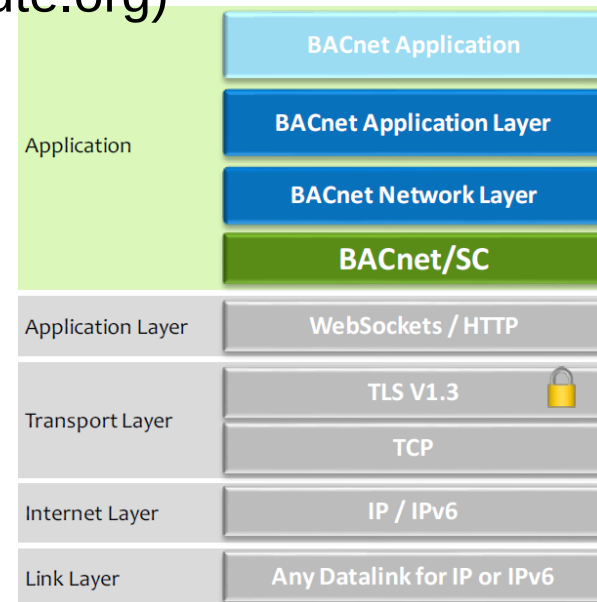
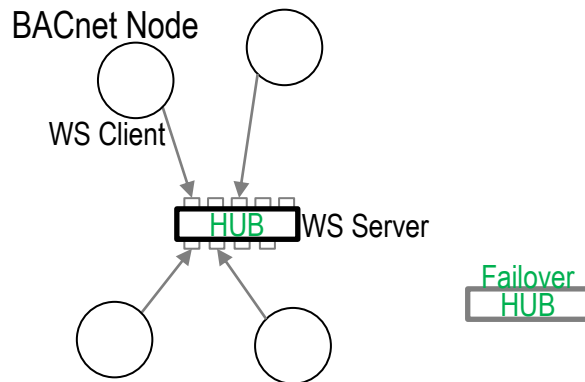
BVLL – BACnet Virtual Link Layer kontseptsioon võimaldab kergelt täiendada juhtsõnumeid, et toetada mistahes võrgutehnoloogia(nt. IPv6, ATM, ISDN, Optic.) kasutamist võimaldades turvalisust ja efektiivsuse mõõtmist, muutmata olemasolevat BACnet-i rakendust ja võrgukihi protokoll.

BACnet/IP võimaldab ka muudel seadmetel suvalisest alamvõrgust liituda BACnet võrgutööga läbi PPP või SLIP nt. ISP(Internet Service Provider) vahendusel. Vaja turvata IT meetoditega (VLAN, VPN, Tulemüür, DMZ)!

BACnet/SC (Secure Connect)

SC Virtual Hub (TCP secure WebSockets[WS]=> IT ja tulemüüri sõbralik:)

- + koostalitlusvõimeline seadmete volitamine* ja krüpteerimine (TLS 1.3)
- + ainult õige sertifikaadiga seadmed saavad võrku* *Transport Layer Security*
- + sobib olemasoleva BACnet-i infraga
- + „vanade“ süsteemide integreerimine uute turvalisuse nõuetega
- koostalitluslik küberturvalisuse haldus
(seadmete sidumine, sertifikaatide haldus, Routing Firewall policies, võrgu konf., taastamine)
- + juhendid seonduvate IT standarditega haakumiseks
(vt. TheBACnetinstitute.org)
- + ei vaja BBMD-ide seadistamist (ja VPN tunneleid)



*Authorization <https://akit.cyber.ee/term/27-authorization-2>

https://www.ashrae.org/file%20library/technical%20resources/bookstore/bacnet-sc-whitepaper-v15_final_20190521.pdf

TLS sertifikaadid ja avaliku võtme taristu (PKI)

TLS protokoll võimaldab krüpteerida andmeid võrgus nii, et ainult volitatud seadmed saavad neid lugeda.

Võrgus olevad seadmed autenditakse.

Avalik võti on osa (X.509) sertifikaadist aga privaatvõti on seadmes salajane.

Sertifikaate väljastab ja haldab sertifitseerimiskeskus (CA). Kõik suhtluses BACneti seadmed sõltumata tootjast peavad saama sertifikaadi samast CA-st. Seade saadab sertifikaaditaotluse *Certificate Signing Request*'i (CSR) või saab serdi otse.

Asutuse IT osakond võib ise luua hooneautomaatika seadmetele PKI CA.

Seadme sertifikaadid aeguvad ja vajavad uuendamist aeg-ajalt!

Seejärel kasutatakse sertifikaate seadmete identiteedi kontrollimiseks.



IP-BLiS IP-Building and Lighting Standards

www.IP-BLiS.org

Is a multi-party liaison between existing standardization organizations



BACnet International,

DALI Alliance,

KNX Association,

Open Connectivity Foundation (OCF),

Thread Group and

CSA – former Zigbee Alliance



OPEN CONNECTIVITY
FOUNDATION®



connectivity
standards
alliance

working together to promote the move to a secure IP infrastructure.

An initiative that envisions to make commercial buildings more responsive to the needs of users by promoting a secure, multi-standard, IP-based harmonized IoT solution.

<https://www.ipblis.org/post/first-iot-platform-to-combine-ocf-and-thread-capabilities>

BACnet kokkuvõte

BACnet on

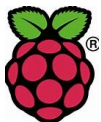
- objektide ja talitlismudeli (sõnumite) spetsifikatsioon
- + võrgukihi protokollid
- + erinevate andmesidevõrkude tehnoloogiate kasutamine

Eelisteks:

Õpi: [The BACnet Institute](http://www.bacnet.org/)

mittejäik arhitektuur,
objektide mudel on kergesti laiendatav,
ei sõltu hetke tehnoloogiast,
laialdane huvi ja nõudlus mitmetelt tööstusharudelt
avatud (ISO) ja tasuta kasutamine,
spetsiaalselt hoonete juhtimissüsteemide jaoks loodud,
seadmetes piiranguteta realiseerimine,
kergesti uuendatav ja täiustatav
saab kasutada Web-Services tehnoloogiat (al. 2006)

 „Introduction to BACnet for Building Owners and Engineers“ v1.0 2014
http://www.big-eu.org/fileadmin/downloads/Introduction_to_BACnet-V3-1.pdf



Open Hardware and Software Solution BASpi

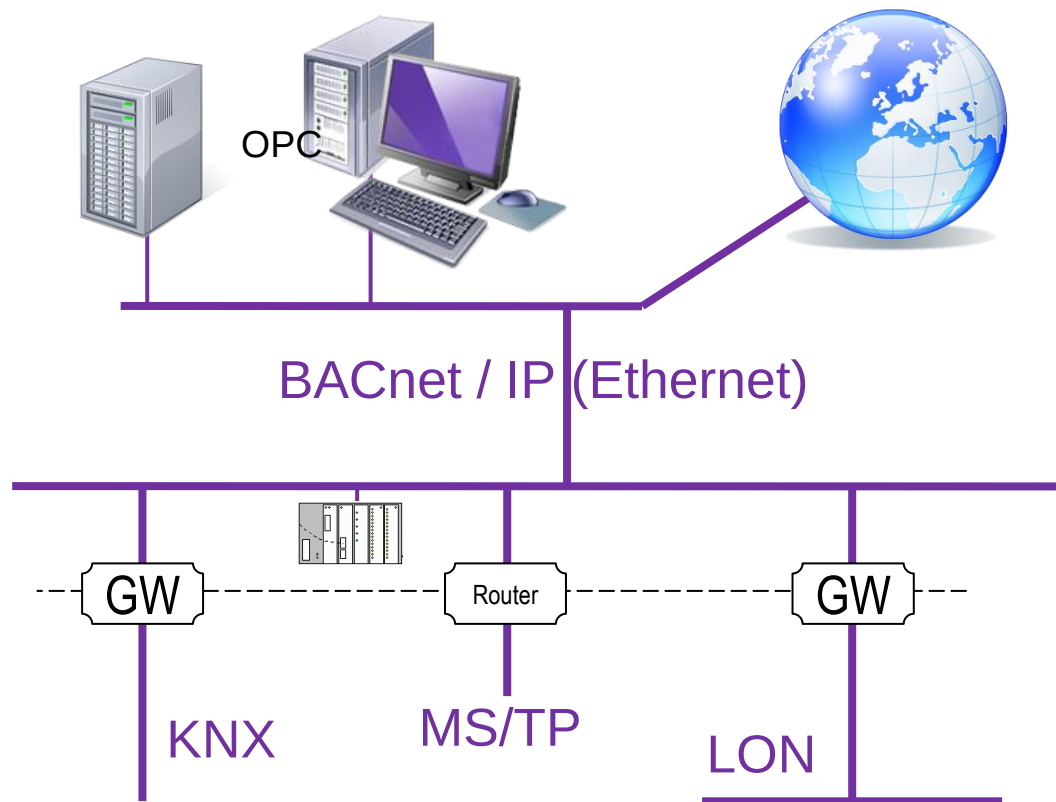
<https://ccontrols.eu/products/controllers/>

BACnet tootseeriad

TAC Andover Continuum (RF Zigbee), Tridium Niagara Ax, N4

Siemens DESIGO, APOGEE

Honeywell Enterprise Building Integrator™ (BMS), ExcelWeb



26 000 data points

Avatud süsteemi definitsiooni aspektid

Avatus - tehnoloogia seadmete või tarkvara arendamiseks ja tootmiseks üksikuna või täislahenduse osana on kättesaadav igale tootjale. Tehnoloogia arendamine on antud rahvusvahelise kogukonna kätte.

Koostalitlus - seadmed suhtlevad ühe alamsüsteemi sees ja süsteemide vahel kasutamata tõlkivaid lüüse või tarkvara. (LonMark guidelines, BACnet BIBBs)

Erinevad tarnijad – lahenduse saab koostada kasutades erinevate tootjate seadmeid ja tarkvara kasutamata tootjaspetsiifilisi lüüse, tarkvara- ja haldusvahendeid.

“Algusest lõpuni” lahendus – sama tehnoloogia kasutamine kõikehõlmavalt kõikidel süsteemi tasemetel (väljatasemest haldustasemeni). Mitmed tootjasõltumatud protokollid seda ei taga (nt. Modbus), kuigi tootjaspetsiifilised tooteseeriad võivad seda pakkuda olemata seejuures avatud.

"Open Standard Control System Specification,, ! Lonmark taust

Avatud (spetsifikatsiooniga) süsteem

Avatud spetsifikatsiooniga (standardiga) süsteemide ülesehitamise eelised:

- konkureerivad pakkumised kogu eluea vältel,
- jätkusuutlikud installatsioonid kogu rajatise jaoks,
- ühised kokkusobivad hooldus/haldus (diagn./ progrm./netw.) vahendid,
- kõikide alamsüsteemide integreerumine ja koostalitlusvõime (+OW),
- üleüldine andmehõive (tekivad lisavõimalused),
- seadmete vahetatavus (standardiseeritud liidesed loovad eeldused)

Project Haystack (Models,Tags)

Open Spec is more than just the protocol that needs to be specified

Elements that need to be defined based upon open standards:

1. The Infrastructure – the protocol, routers, media type, IT connectivity, etc
2. The Devices – controllers in the network that produce, consume, or manipulate data and control/monitor the system.
3. The Tools – the software or network management tools that configure, commission, and maintain the system.
4. Graphical User Interfaces – typically the visualization tools that the user or controls manager uses to obtain a view into the system.
5. Enterprise Connectivity – the methods for connecting the building control network into the data network. This ensures that the control system becomes an element of all the data sources available to the enterprise.

Avatud standard

Avatud standard on protokoll või formaat, mis vastab järgmistele tunnustele:

- on avatud avalikkuse hinnangutele ning piiranguteta kasutatav kõikide osapoolte poolt võrdsetel alustel;
- ei oma komponente ega laiendeid, mis on sõltuvad formaatidest või protokollidest, mis ei vasta avatud standardi definitsioonile;
- puuduvad juriidilised ja tehnilised tõkked piiramaks standardi rakendamist mõne osapoole poolt või mõnes ärimudelil;
- haldus- ja arendustegevus toimuvad sõltumatult mõnest kindlast tootjast ning on avatud konkurentide ning kolmandate osapoolte osalusele;
- saadaval on mitu erinevat täielikku implementatsiooni konkureerivate tootjate poolt või täielik ja kõigile võrdsetel alustel kättesaadav implementatsioon.

Avatud süsteemi projekti aspektid

Projekteerijal nn. süsteemiintegraatoril ei ole alati kombeks lisada projektdokumentatsiooni kogu informatsiooni LNS andmebaaside, muutujate jms. kohta; mõningad süsteemi osad jäetakse seadmete omadustest tulenevalt “mitteavatuteks”.

Kui süsteemi omanik või hilisem teine süsteemiintegreerija (laiendaja) vajab täielikku avatust, tuleb algselt arvestada kallima lahendusega, mis sisaldab ka konfigureerimisvahendid, väljaõppe ja täieliku dokumentatsiooni.

Eriti kehtib see BACnet projektide osas, kus üldlevinud võrgu andmebaasi standardlahendust pole tekkinud (iga integreerija pakub ise) ja seadmete rakendusspetsiifilise tüübi algoritmi funktsionaalst ei standardiseerita.

Parem, kui süsteemi ülesehituse ülemiste ja alumiste kihtide vahel ei pea kasutama ühelt avatud standardilt teisele üleminekuid “tõlkivate” lüüside (gateway) näol, mis moodustaks töökindluse kitsaskoha.

Süst.-i muudatusi vajatakse vähemalt 10 a pärast HVAC alamseadmete osas, vähemalt 3-5 a pärast IT infrastruktuuri osas ja pea igapäevaselt interjööri puudutavate seadmete programmides => Vajalik paindlikkus (= avatus)