

# A WANPIPE belső működése

Szerzőink feltárják a WANPIPE meghajtóprogramok szerkezetét és a hozzákapcsolódó felhasználói felületet.

**A** Linux a kezdetek óta használatos a hálózati eszközök operációs rendszereként. Olyan eszközökre gondolunk itt, mint például hálózati cím fordítását végző eszközök (NAT), tűzfalak, virtuális magánhálózatok (VPN), levelezőrendszerek és webgyorstárok. Ebből következően értelemszerűen merült fel az igény arra, hogy Linux támogassa a kapcsolódást a nagy kiterjedésű hálózatokhoz (WAN).

A Sangoma 1994-ben kezdte kifejleszteni Linuxra a WANPIPE kódot és segédprogramokat, hogy felváltsák a mások által írott meghajtóprogramokat a Sangoma WAN-kártyáihoz.

## Értelmes csatolókárttyák

A WANPIPE a Sangoma S sorozatot támogatja. Ebben a sorozatban olyan értelmes csatolókárttyák (pl. S514 PCI és S508 ISA) találhatóak, amelyek gyári programja a legtöbb WAN protokollt támogatja, többek között a Frame Relay-t, a PPP-t, a HDLC-t, az X.25-öt és a BiSyncet. Mivel a protokollok támogatását a gyári programban valósították meg, az eszközmeghajtó programok sokkal egyszerűbb felépítésűek.

Könnyebb őket más operációs rendszerre átültetni, hiszen kevesebb a hibalehetőség és a processzor terhelése is a lehető legkisebb. Ezeknek a tulajdonságoknak köszönhetően egy viszonylag lassú (például 486-os) gépből is lehet nagyteljesítményű T1 útválasztót készíteni egy Sangoma csatolókárttya és a Linux segítségével.

Annak köszönhetően, hogy a protokollok a kártyában vannak, lehetővé válik a protokoll megvalósításának kipróbálása egy adott operációs rendszer alatt, tudva azt, hogy bármely más operációs rendszer alatt pontosan ugyanúgy fog működni. Szükség esetén a protokoll használat közben frissíthető, nem kell újrafordítani a meghajtóprogramot vagy a rendszermagot.

A Sangoma csatolókárttyák két különböző felülettel csatlakozhatnak a külvilághoz, soros V.35/X.21/EIA530/RS232 csatlakozóval a T1 (CSU/DSU kártyán). A T1 csatlakozóval bíró kártya segítségével a kiszolgáló közvetlenül, külső CSU/DSU egység nélkül kapcsolódhat a T1 vonalhoz.

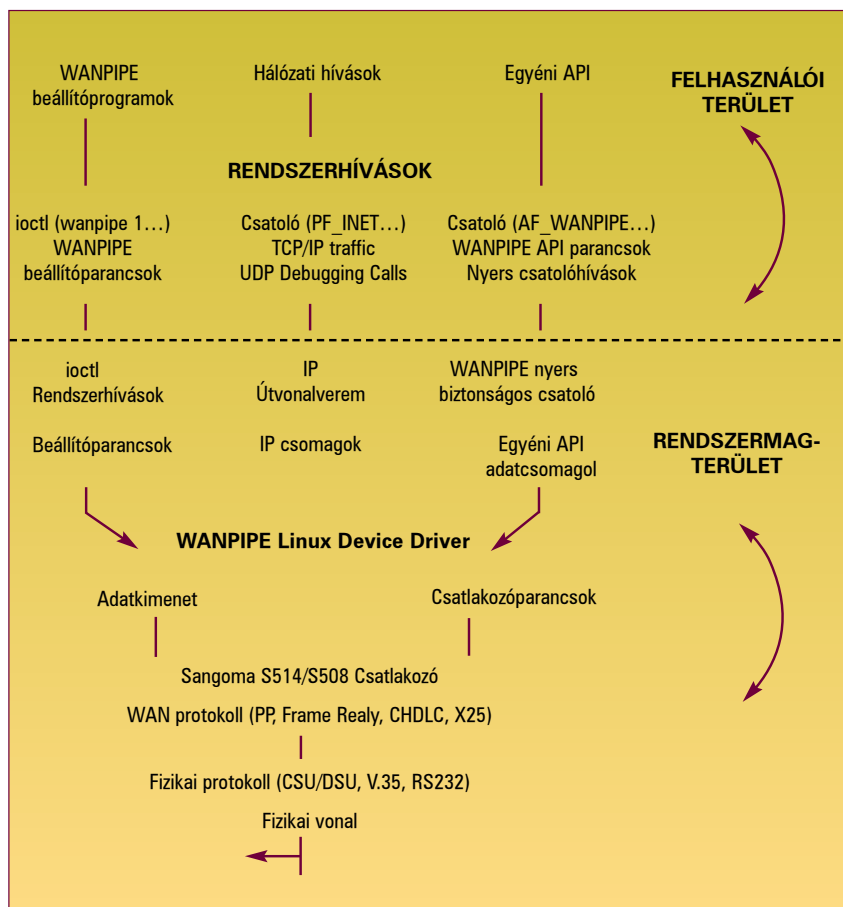
## WANPIPE eszközmeghajtók

A Sangoma S514 és S508 kártyák legfeljebb négy nagy sebességű szinkronvonalat képesek kezelni, mindegyik vonalon egy többcsatornás WAN-protokollal. A meghajtóprogram felépítése a következő feltételekből következik:

- több csatolókárttya támogatása, mindegyik csatolókárttyán akár négy tényleges kapcsolattal

- mindegyik kapcsolatnak legfeljebb 255 logikai csatornája lehet
- minden kapcsolat külön vezérelhető és beállítható
- minden egyes logikai csatorna külön vezérelhető és beállítható
- több protokoll támogatása: Frame Relay, CHDLC, PPP, X25, SDLC stb.
- könnyen bővíthető (jövőbeli protokollokkal)
- útválasztó- és API alkalmazások egyidejű támogatása
- biztonságos illesztő az API alkalmazásokhoz (a csomagok csendes eldobása nem engedélyezett)
- helyi és távoli hibakeresés támogatása
- SNMP támogatása
- Gyors Tx és Rx útvonalak
- a proc fájlrendszer támogatása: kimutatások és hibakeresés
- meghajtóprogram üzeneteinek naplózása és eseménynaplózás
- könnyű frissíthetőség.

A következő tervezési szabályokat alkalmazták a meghajtóprogram kifejlesztésekor:



A WANPIPE meghajtóprogram kapcsolata a rendszermaggal

1. A WANPIPE meghajtóprogramok minden tevőleges fizikai kapcsolatot egy eszközre képeznek le a rendszer-magban. Minden egyes fizikai vonal beállítható, újraindítható vagy ellenőrizhető anélkül, hogy a többi vonallal összeütkezésbe kerülne. A WANPIPE meghajtóprogramok legfeljebb tízenhat eszközt támogatnak, négy kártyát, mindegyiken négy fizikai kapcsolattal.
2. Mivel a WAN protokollok sok logikai csatornával bírnak egyetlen fizikai kapcsolaton keresztül is, ezért minden csatorna egy hálózati csatorlóra képeződik le. A WAN protokollok, mint a Frame Relay vagy az X.25, a logikai csatornák segítségével valósítják meg a pont-több pont kapcsolatokat. A WANPIPE minden fizikai vonalon 255 X.25 csatornát és 100 Frame Relay csatornát támogat. Minden egyes logikai csatorna újraindítható és újra beállítható anélkül, hogy le kellene állítani a többi csatornát ugyanazon a fizikai kapcsolaton.
3. A karbantartó/hibakereső felület hívásai az UDP-protokollon alapulnak és függetlenek az operációs rendszertől. A Sangoma egy egységes UDP-alapú felületet alkalmazott az adatgyűjtésre és a WAN-kapcsolatok karbantartására, ez kiválthatja a gyakran bonyolult és költséges SNMP-alapú segéd-eszközöket. A Sangoma szerint meg kell adni a lehetőséget a felhasználóknak, hogy könnyen beavatkozhaszanak a rendszer működésébe távolról is, a WANPIPE csomagban található segédprogramok segítségével. Mivel a rendszer UDP-alapú és operációs rendszertől független, lehetséges például egy Windows alatt futó grafikus alkalmazásból távvezérelni egy Linux rendszert. A rendszer nem használ jelzavakat, de felkészíthető magas biztonsági követelményeket támasztó környezetben való működésre is.
4. Minden egyes hálózati csatoló API- vagy útválasztó módban működhet. Az IP-útválasztáson kívül a Sangoma számos vevője használja az S sorozatot saját alkalmazásai adatátviteli építőkockájaként, amelyhez a mi API-nkat használják. Ezek az alkalmazások a legkülönbözőbb feladatokat látják el:
  - hírek és pénzügyi adatok egyirányú továbbítása műholdas kapcsolaton keresztül
  - mobilhálózati kapcsolók felügyelete X.25 használatával
  - IBM nagyszámítógépek vagy vezérlőkártyák utánzása SDLC-n, X.25-ön vagy BSC-n keresztül
  - katonai eszközök vezérlése HDLC LAPB-n keresztül.

A legnagyobb rugalmasság eléréseért a tervezés során gondoltak arra, hogy az API-hívások és a szabványos IP-útválasztó forgalom egy időben megférjen bármelyik fizikai kapun. Például néhány X.25 logikai csatorna a szabványos IP-kapcsolat fenntartására használható

**1. táblázat Hálózati csatolók beállítása és indítása**

Felhasználói térben futó parancsok	A rendszermag terében futó (meghajtóprogram) műveletek
Beállítási fájl létrehozása: 1. Gép típusa: PCI vagy ISA 2. Gépbeállítások 3. WAN-protokoll 4. Protokollbeállítások 5. A gyári program helye 6. Hálózati csatoló neve 7. IP-címek	Semmi
A WANPIPE meghajtóprogram moduljainak betöltése.	1. A /proc fájlrendszer könyvtárainak modprobe wanpipe.o beállítás 2. A csatolókártókra mutató tömb lefoglalása: a mérete megegyezik a támogatott kártyák legnagyobb számával. Ebben a tömbben tárolódnak a csatolókártók beállításai. 3. Az ioctl rendszerhívások engedélyezése
A beállítási fájl értelmezése és a beállítási adatok elküldése a meghajtónak IOCTL híváson keresztül.	1. Csatolókártva beállítása 2. Erőforrások lefoglalása 3. Megfelelő protokollprogram betöltése 4. A gyári program indítása a kártyán 5. Megszakítások ellenőrzése
Az IP-adatok és protokollok beolvasása a beállítási fájlból minden megadott csatolón futó protokollhoz, és ezen adatok átadása a meghajtónak ioctl rendszerhíváson keresztül.	1. Hálózati csatoló beállítása 2. Hálózati csatolófelület lefoglalása (Eszközszerkezet) 3. Eszközszerkezet előkészítése és bejegyzése 4. Az eszköz magánterületének lefoglalása és beállítása
Az ifconfig() használata, minden egyes hálózati csatoló életre keltése, és helyi valamint P2P IP-címeinek beállítása, a csatoló alapértelmezett átjáróként való bejegyzése, ha ez a lehetőség be volt állítva.	1. A meghajtóprogram meghívja a dev->open() függvényt, amely engedélyezi az adatcserét és a megszakításokat a csatolókártván

- adott helyszínek között, miközben más csatornákat egy POS-terminálból származó hitelkártyaadatok továbbítására használunk, ez azonban nem IP-alapú. A meghajtóprogram képes API- és útválasztó csomagok egyidejű fogadására, a hálózati csatoló beállításainak függvényében.
5. Nem lehet az API-csomagokat eldobni a veremből. Az IP-vermek csendben eldobják azokat a csomagokat, amelyek már nem férnek a verembe. Ez a viselkedés elfogadott az IP világában, ahol az adatok sértetlenségét a magasabb szinten elhelyezkedő TCP-protokoll teremti meg. Az olyan hibajavító protokollok esetében azonban, mint a BSC, a HDLC LAPB, az X.25 és az SDLC, érvényes az a feltevés, hogy ha a csomagot visszaigazoljuk a kapcsolati szinten, akkor szavatoljuk az alkalmazás elérését. Ezért volt mindenképpen szükséges az, hogy a WANPIPE nyers illesztőverme ne dobja el csendben a csomagokat.
6. A WANPIPE eszközmeghajtókat modulként kell betölteni a Linux rendszermagjába. A modulok használatával, a rendszermag újrafordításával összevetve, könnyebb frissíteni a meghajtóprogramot. A számítógépet sem kell újraindítani a modulok lefordítása után.

© Kiskapu Kft. Minden jog fenntartva

**2. táblázat A rendszermag IP-útvonal táblája**

Cél	Átjáró	Maszk	Jelzőbitek	Mérték	Hiv.	Használat	Csatoló
201.1.1.2	0.0.0.0	255.255.255.255	UH	0	0	0	wp1_fr16
192.168.1.0	0.0.0.0	255.255.255.0	U	0	0	0	eth0
0.0.0.0	0.0.0.0	0.0.0.0	U	0	0	0	wp1_fr16

**3. táblázat Figyelőprogramok és jellemző parancsok**

Hibakereső neve	Protokoll	Használat: modem állapotának ellenőrzése
Fpipemon	Frame Relay	fpipemon -i wp1_fr16 -u 9000 -c xm
cpipemon	Cisco HDLC	cpipemon -i wp1_chdlc -u 9000 -c xm
Ppipemon	PPP	ppipemon -i wp1_ppp -u 9000 -c xm
Xpipemon	X25	xpipemon -i wp1_svc -u 9000 -c xm

Ahol: ?pipemon -i <hálózati csatoló neve || IP-cím>  
 -u <a beállítási fájlban megadott UDP-kapu>  
 -c <parancs>

A fenti tervezési szabályok alkalmazásával a WANPIPE eszközmeghajtók a legtöbbet hozzák ki az S sorozatú kártyákból. A világosan meghatározott adat, hibakereső és (újra) beállító útvonalak lehetővé teszik a hatékony, változtatható és karbantartható működést. A meghajtóprogram felépítése az *ábrán* látható.

### A WANPIPE és a Linux rendszermagja

Az *ábrán* bemutatjuk, hogyan illeszkedik a WANPIPE eszközmeghajtó a Linux rendszermagjához. A Linux két végrehajtási szinten működik, felhasználói módban és rendszermag módban. Minden alkalmazás, démon és segédprogram felhasználói módban fut, míg a rendszermag és az eszközmeghajtók rendszermag módban futnak. A felhasználói módban futó alkalmazások rendszerhívásokon (pl.: ioctl) keresztül tarthatnak kapcsolatot a rendszermaggal.

Az eszközmeghajtók a rendszermag részei, ezek teremtik meg a kapcsolatot az alkatrészek és az operációs rendszer között. A meghajtóprogramokat általában belefördítjük a rendszermagba, vagy különálló modulok formájában készítik el, amelyek futásidőben szükség esetén betölthetők vagy eltávolíthatók.

A Sangoma az elemes felépítést választotta a WANPIPE esetében, mert a modulokat könnyű frissíteni, és újra betölteni a rendszermag futása közben, így szükségtelen a költséges újraindítás.

A WANPIPE hálózati eszközmeghajtó, tehát hálózati csatolófelületet használ a Linux rendszermagverméhez való kapcsolódáshoz. A hálózati csatolók 3. szintű protokolladatokat (IP) és a meghajtó belépési pontjait tartalmazzák, így a rendszermag vermét használva (a hálózati csatolón keresztül) vezérelhető a meghajtóprogram működése: csatoló leállítása, elindítása, kimutatások készítése és adatátvitel.

### A WANPIPE beállításai

A WANPIPE beállítási folyamata egy részletes beállítási fájl elkészítésével kezdődik, amely megadja a gép-, a protokoll- és az IP-beállításokat, valamint a csatolókártya gyári programjának a helyét.

Amikor kész, a WANPIPE meghajtóprogram moduljai betöltődnek a rendszermagba. A modulbetöltés folyamata lefoglalja a szükséges erőforrásokat, létrehozza és beállítja a proc fájlrendszeren a rendszerkönyvtárakat, és engedélyezi az ioctl rendszerhívásokat. Mivel a betöltött moduloknak nincs elég adatuk ahhoz, hogy teljesen beállítsák a kártyát, ioctl rendszerhívások használatával kell a beállítási

fájl tartalmát a meghajtóprogram tudomására hozni. A WANPIPE beállításának végső lépése a hálózati csatolók felélesztése az ifconfig() parancs segítségével. A folyamatot az *1. táblázat* mutatja be.

### A WANPIPE és az útválasztás

A rendszermag IP-rétege felelős a csomagok továbbításáért, azaz eljuttatja a címmel ellátott csomagokat azok rendeltetési helyére. Az IP-réteggel együttműködve, az útvonal tábla (lásd a *2. táblázatot*) határozza meg minden bejövő csomag továbbítási rendjét. Ha a WANPIPE hálózati csatoló (wp1\_fr16) működik, a rendszermag a csatoló IP-adataival frissíti saját útvonal tábláját.

A wp1\_fr16 csatolóhoz két bejegyzés tartozik. Az első megadja a célhálózatot, a második bejegyzi alapértelmezett útvonalként; ez azt jelenti, hogy minden olyan IP-cím, amely

nincs külön említve feljebb az útválasztó táblázatban, a wp1\_fr16 csatolón keresztül megy tovább.

A meghajtóprogram sikeres beállítása után a hálózati csatolók és az útválasztó táblázatok a szokásos parancsokkal nézhetők meg és módosíthatók:

- ifconfig – hálózati csatolók megjelenítése vagy módosítása
- route – útvonal tábla megjelenítése vagy módosítása.

### A WANPIPE és az API-k

Egyéni RAW (nyers), nem IP-csomagok küldése és fogadása a kártyára és a kártyáról egy API segítségével valósítható meg. Mivel az adatok nem IP formátumban érhetők el, ezért a hálózati csatolónak nincs IP-címe. Ez eltávolítja a rendszermag útvonal táblájából a bejegyzést és leválasztja az IP-útválasztó vermet a WANPIPE meghajtóprogramról. A nem IP adatcsere a meghajtóprogram RAW illesztő-függvényének használatával érhető el. Ahogy a névből is látszik, a csomagok minden módosítás nélkül mennek át.

Azért, hogy a kártya szintjén visszaigazolt csomagok ne veszessenek el soha, egy biztonságos megoldást dolgoztunk ki: egy egyéni WANPIPE illesztő szavatolja mindkét irányban a kézbesítést. A WANPIPE illesztő az Alan Cox és társai által kidolgozott RAW illesztőn alapul.

### Fejlesztés a biztonságos WANPIPE-pal

A következőkben példát adunk a WANPIPE API-készletének használatára. Az X.25-re esett a választásunk, mert talán ez a legbonyolultabb vonalprotokoll, hívásbeállítással és -megszakítással, logikai csatornakezeléssel és kivételkezeléssel. Az X.25 csomagkapcsolt WAN-protokoll, amely (általában) nyilvános csomagkapcsolt hálózatot használ a csomagok célba juttatására. A gyakorlatban ez hasonlít a TCP/IP-re, de ez elvileg teljesen más. A vonali sebesség majdnem mindig 256 kb/mp alatt van, általában 64 kb/mp alatt. Az X.25 működése a telefon működésére hasonlít. A hívást kezdeményezni kell, és ha a hívást fogadták, kezdődhet az adatátvitel. Az adatátvitel befejeztével a hívást bontani kell. A biztonságos WANPIPE illesztő segítségével az X.25 API programozása nagyon hasonlít a TCP/IP programozására.

A példa folytatásaként feltesszük, hogy a WANPIPE meghajtóprogram beállítása és elindítása sikerült, és az X.25 kapcsolat él. (Lásd az 1. és 2. listát a következő címen: <ftp://ftp.ssc.com/pub/lj/listings/issue82>).

### WANPIPE hibakeresés

A WAN-ok természetükből adódóan meglehetősen bonyolultak. Általában több szereplő vesz részt, egy vagy több távközlési vállalat, gyakran egy nyilvános hálózatszolgáltató, sokszor egy különálló internetszolgáltató, hogy még nagyobb legyen a zűrzavar. Az elkerülhetetlen kezdeti gondok és a folyamatos hibakeresés gyakran kilátástalan egymásra mutogatásba torkollik.

Emiatt a WANPIPE fejlesztésekor a legnagyobb figyelmet a hibakeresésre fordítottuk. A Sangoma nézete az, hogy a vevőinek elég hibakeresési adatot kell adnia ahhoz, hogy maguk is megtalálhassák a hiba kiküszöbölésének módját. Ezen túlmenően, ha segítség kell, a Sangoma műszaki támogatásért felelő szakembereinek is elég adattal kell bízniuk ahhoz, hogy a bajt távolról megoldják.

### Az xPipemon programok

Minden WAN-protokollhoz tartozik egy hibakereső segédprogram, amelyet arra használhatunk, hogy meghatározzuk a meghajtóprogram és a fizikai vonal állapotát, megtudjuk a protokoll állapotát és kimutatásait, valamint a nyers és értelmezett vonalvizsgálati eredményeket. A megfigyelőprogramokban alkalmazott adatátvitel UDP-alapú. Távoli rendszerek hibakeresése elvégezhető az Interneten keresztül, anélkül hogy be kellene jelentkezni a felhasználó gépére, miközben a rendszerbiztonság szigorúan szabályozható. Az UDP-hívások operációs rendszertől függetlenek, ez azt jelenti, hogy egy távoli linuxos gépről elvégezhető egy FreeBSD vagy Windows gépben futó WANPIPE kártya hibakeresése is.

Mivel a rendszerbiztonság fontos kérdés, az UDP hibakereső parancsok letilthatók az UDPPORT 0-ra állításával, vagy ami még jobb, kicsi TTL-érték választásával. Például, ha a TTL értéket 1-re állítjuk, csak a gépre bejelentkezett felhasználók vagy az első útvalasztó előtt elhelyezkedők tudják a hibakeresőt működtetni. A TTL és UDPPORT értékeket a WANPIPE beállítási fájlban lehet megadni.

A figyelőprogramok és jellemző parancsok friss listája a 3. táblázatban olvasható. Windows, X és más grafikus környezetben a bonyolult parancssorból vezérelhető programokat egyszerű grafikus alkalmazások váltják fel.

A meghajtó a karbantartási kérelmet az UDP/IP-vermen keresztül veszi fel. Minden beérkezett kérelem egy alacsony fontosságú sorba kerül. Egy alacsony fontosságú szál kezeli a kérelmeket és az eredményt visszaküldi a verem tetejére, a kezdeményező IP-címére. UDP hibakereső kérések a hálózatról is jöhetnek, ekkor a kérés a vonalon

keresztül visszamegy. A hálózati csatolón keresztül érkezett karbantartási kapcsolatokat a rendszer másként kezeli, mint a „felülről” jövő forgalmat. A hálózaton keresztül csak a kimutatások kérhetőek le, míg felülről a felhasználónak lehetősége van újra beállítani, kipróbálni és elindítani a CSU/DSU egységet és vonalvizsgálatot futtatni.

### A proc fájlrendszer

A proc fájlrendszer egy memóriába leképezett virtuális könyvtár-szerkezet, amelyből a rendszermagról és a meghajtóprogramokról olvashatunk ki adatokat. A rendszerfelügyelő programok (pl.: SNMP) a proc fájlrendszerből szedik a rendszermag, illetve meghajtóprogram kimutatásait és állapotait. A WANPIPE meghajtó úgy csatolóódik a proc fájlrendszerhez, hogy létrehozza a /proc/net/wanrouter könyvtárat. Ez a könyvtár minden WANPIPE eszközhöz tartalmaz egy virtuális fájlt. A WANPIPE beállításai és kimutatásai a megfelelő /proc fájlok olvasásával kaphatók meg. A wanpipe1 eszközre vonatkozó tx, rx és hibakimutatásokat így tudhatjuk meg:

```
cat /proc/net/wanrouter/wanpipe1
```

### Naplóbejegyzések

Minden WANPIPE eseményt a syslog démon jegyez fel a /var/log/messages fájlba. Megjegyzendő, hogy a syslog átváltható, hogy máshová naplózza az üzeneteket. Ha folyamatosan figyelemmel akarjuk kísérni az üzeneteket, adjuk ki a `tail -f /var/log/messages` parancsot.

#### Nenad Corbic

adatátviteli szakember. A Sangoma linuxos fejlesztői csoportjának vezetőjeként azon munkálkodik, hogy a Sangoma linuxos vásárlói hozzáférjenek a legjobb nagy kiterjedésű hálózati (WAN) adatátviteli megoldásokhoz. Nenad felelős a WANPIPE eszközmeghajtó tervezéséért és fejlesztéséért, a WANPIPE minőségbiztosításáért, új termékek fejlesztéséért és harmadik szintű vevő- és fejlesztőtámogatásáért. Ezenkívül részt vesz a Linux útvalasztó projektben és a beágyazott Linux fejlesztésében.

#### David Mandelstam

műszaki igazgatóként tevékenykedik. A Sangoma növekedésének motorja a kezdetektől fogva, elkötelezett fejlesztője a WAN adatátviteli megoldásoknak. David a Sangoma egyik alapítója, ő vezényli a műszaki fejlesztéseket és a vállalati kutatási tevékenységet, irányítja az új termékek kifejlesztését és áttekinti az egész gyártási folyamatot.

